



Heikki Holmström

## **KAAPELITEHTAAN MATERIAALIVIRTAUKSEN KEHITTÄMINEN**

# **KAAPELITEHTAAN MATERIAALIVIRTAUKSEN KEHITTÄMINEN**

Heikki Holmström  
Opinnäytetyö  
Kevät 2012  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka, tuotanto ja logistiikka

---

Tekijä: Heikki Holmström

Opinnäytetyön nimi: Kaapelitehtaan materiaalivirtauksen kehittäminen

Työn ohjaaja: Mikko Ylimaula

Kevät 2012

Sivumäärä: 44 + 2 liitettä

---

Opinnäytetyön tehtävänä oli kaapelitehtaan materiaalivirtauksen kehittäminen. Työssä tutkittiin tehtaan materiaalivirtausta ja löydettiin kehityskohteita. Työn toimeksiantaja Nestor Cables Oy halusi selvittää mahdollisuudet toiminnan kehittämiseen ottaen huomioon kustannustehokkuuden ja työturvallisuuden positiivisen kehittymisen.

Tutkimustyö aloitettiin nykytilan kartoituksella, joka toteutettiin haastatteluin yrityksen eri organisaatioihin. Haastatteluilla selvitettiin materiaalivirtauksen ongelmakohtia yrityksen eri organisaatioiden näkökulmista. Haastattelujen tuloksina saatiin selville useita kehityskohteita, joita hyödynnettiin työn teon aikana. Materiaalin ohjaus tehtaalla koettiin työlääksi. Työn aikana raaka-ainanimikkeet luokiteltiin tärkeysjärjestykseen ABC-analyysillä niiden välittömien kustannusvaikutusten mukaan, ja saatiin selville, mihin nimikkeisiin materiaalinohjauksessa kannattaa panostaa, jotta ohjaustyö muuttuu helpommaksi. Työturvallisuuden tutkimisessa hyödynnettiin yrityksen keräämää tietoa tapahtuneista työtapaturmista ja vastikään suoritettua riskienkartoituskyselyä. Kyselyn tuloksista saatiin selville, että työntekijät kokevat kohtaamiset trukki liikenteen kanssa suurimmaksi riskiksi. Toiminnanohjausjärjestelmästä poimittuja tietoja hyödynnettiin varastojen kiertonopeuksien laskennassa ja ABC-analyysin teossa.

Materiaalivirtauksen tutkimisen tuloksina saatiin laadittua perusteltuja parannusehdotuksia tehtaan omien tilojen hyödyntämiseksi tehokkaammin varastointiin ja siten ostettavan logistiikkapalvelun kustannuksia pienennettyä. Työntekijöiden työturvallisuuden parantamiseksi ja varastotilan käytettävyyden tehostamiseksi tehtiin muutosehdotus tehtaan layoutiin. Tehtaan sisällä olevaan raaka-ainevarastoon tehtiin ehdotus siisteyden ja käytettävyyden parantamiseksi. Kehitystoiminnan jatkuvuuden tueksi laadittiin erillisen raaka-ainevaraston rakennepiirustusten pohjalta layout-suunnitelma, jotta tulevaisuudessa pitkällä aikavälillä toimintaa olisi helpompaa kehittää entistä tehokkaammaksi. Salassapitosopimuksen velvoittamana työn julkisesta versiosta on jätetty pois liitteet, jotka sisältävät sopimustietoja ja layout-kuvia.

---

Asiasanat:

materiaalivirtaus, materiaalinohjaus, Lean-tuotantoliike, varastointi, työturvallisuus, tietoliikennekaapelit.

## ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö (jäljempänä työ) tehtiin kevään 2012 aikana ja sen toimeksiantajana oli oululainen tietoliikennekaapeleita ja asennustarvikkeita valmistava Nestor Cables Oy (jäljempänä yritys). Työn valvojina toimivat yrityksen puolesta operatiivinen johtaja Aki Eklund, tuotantopäällikkö Rauno Siurua ja logistiikkapäällikkö Jari Virkkunen. Oulun seudun ammattikorkeakoulun puolesta työtä ohjasi lehtori Mikko Ylimaula.

Opinnäytetyön tekijänä haluan kiittää niin yrityksen kuin oppilaitoksenkin edustajia panostuksesta työhöni. Kiitos myös kaikille niille Nestor Cables Oy:n työntekijöille, jotka olivat tämän työn teossa mukana ja uhrasivat aikaansa työni hyväksi.

3.5.2012

Heikki Holmström

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKUSANAT	4
SISÄLLYS	5
KÄYTETYT LYHENTEET	7
1 JOHDANTO	8
2 NESTOR CABLES OY	9
2.1 Tietoliikennekaapelit	9
2.2 Tuotantolinjat	11
2.3 Valokaapelitarvikkeet	12
2.4 Toiminnanohjausjärjestelmä	12
3 MATERIAALIN OHJAUS	13
3.1 Materiaalinohjauksen tavoitteet	13
3.2 ABC-analyysi	13
3.3 Tuotannonohjaus ja materiaalivirtaus	14
3.4 Materiaalin ohjaustavat	15
3.4.1 Työntöohjaus	15
3.4.2 Imuohjaus	16
4 VARASTOINTI	17
4.1 Varastoinnin syyt	17
4.2 Varastotyypit	18
4.3 Varaston ohjaus	19
4.4 Laitteistot ja hyllystöt	19
4.5 Varaston tilasuunnittelu ja virtaustavat	20
4.6 Varaston tunnusluvut	21
5 MATERIAALIVIRTAUKSEN KEHITTÄMINEN	22
5.1 Lean	22
5.2 Arvovirtaus	23
5.3 Prosessin jatkuva virtaus	23
5.4 Tuotannon virtautus	24

5.5 Tuotannon hukcatekijät	24
6 NYKYTILAN SELVITYS	25
6.1 Materiaalin ohjaus tehtaalla	25
6.2 Raaka-aineiden varastointi tehtaalla	26
6.3 Puolivalmisteiden varastointi	27
6.4 Yhteistyö Haverinen Oy:n kanssa	28
6.4.1 Raaka-aineet	28
6.4.2 Lopputuotteet	29
7 KEHITYSTOIMINNAN LÄHTÖKOHDAT	30
7.1 Raaka-aineiden luokittelu	30
7.2 Hankinnan ohjauksen kehitys	30
7.3 Logistiikkapalvelu	31
7.4 Ohjaus lattiatasolla	31
8 KEHITYSKOHTTEET	32
8.1 Haastattelujen tulokset	32
8.2 Hankinta	35
8.3 Raaka-aineiden varastointijärjestelyt	36
8.4 Tuotanto	37
8.5 Työturvallisuus	38
8.6 Tehtaan sisäinen varasto	38
8.7 Toiminnanohjausjärjestelmä	40
8.8 Kehitystoiminnan jatkuvuus	40
8.9 Tulosten arviointi	41
9 YHTEENVETO	43
LÄHTEET	45
LIITTEET	
Liite 1 Lähtötietomuistio	
Liite 2 Haastattelujen runkona käytetyt kysymykset	

## **KÄYTETYT LYHENTEET**

ERP = Enterprise Resource Planning, toiminnanohjausjärjestelmä.

FiFo = First in, First out, ensimmäisenä varastoon, ensimmäisenä käyttöön.

LiFo = Last in, First out, viimeisenä varastoon, ensimmäisenä käyttöön.

MRP = Material Requirements Planning, materiaalityösuunnittelu.

TPS = Toyota production system, Toyotan tuotantojärjestelmä.

# 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Nestor Cables Oy:lle Oulussa. Kohdeyritys on kauttaaltaan tehostamassa toimintojaan, ja tämä opinnäytetyö on osa logististen toimintojen kehittämistä. Työn tavoitteena on tunnistaa kehityskohteita materiaalivirtauksessa ja laatia parannusehdotuksia tämän hetken toimintaan.

Työssä tutkitaan tehtaan materiaalien virtausta hankinnasta valmiisiin tuotteisiin ja pyritään tunnistamaan materiaalivirtauksen kehittämiskohteet tehtaan sisäisestä ja ulkoisesta logistiikasta. Liitteenä olevan lähtötietomuistion mukaisesti muutoksia suunniteltaessa pyritään kustannustehokkuuden lisäksi ottamaan huomioon työntekijöiden työturvallisuuden ja -tehokkuuden kehittyminen.

Nestor Cables Oy:lle ei ole aiemmin tehty vastaavaa projektia. Opinnäytetyön tuloksia hyödynnetään toimintojen uudelleenjärjestämisessä vuoden 2012 aikana. Työn julkisesta versiosta on salassapitosopimuksen perusteella jätetty pois sopimustietoja ja layout-kuvia sisältävät liitteet.



## 2 NESTOR CABLES OY

Nestor Cables Oy kehittää, valmistaa ja myy optisia ja kuparijohtimisia tietoliikenne-, teollisuus- ja erikoiskaapeleita sekä valokaapelitarvikkeita. Oulussa sijaitseva tuotantolaitos on otettu käyttöön keväällä 2008 ja edustaa alan nykyaikaisinta tekniikkaa. Yrityksellä on vahva kotimainen teollinen tausta, ja se on tietoliikenteen ja tietotekniikan keskusliiton FiCom ry:n jäsenyritys. (1.)

Nestor Cables Oy:n toiminta perustuu modernin tuotantolaitteiston lisäksi osavaan ja kokeneeseen henkilöstöön sekä DNV-sertifioituun toimintajärjestelmään, joka on rakennettu kestävän laatujohtamisen periaatteiden mukaisesti. Toiminta on sertifioitu kansainvälisten standardien ISO9001, ISO14001 sekä OHSAS18001 mukaisesti. (1.)

Nestor Cables Oy:n asiakkaita ovat kotimaiset teleoperaattorit, tukkurit ja urakoitsijat. Yritys myy tuotteitaan myös puolustusvoimille, seutuverkoille, erikoisprojekteihin ja teollisuuden käyttöön. Kotimaisia asiakkaita ovat mm. TeliaSonera, DNA, Finnet, Elisa, SLO ja Elektroskandia. Vaikka pääpaino on kotimaisissa asiakassuhteissa, on yritys viime vuosina pyrkinyt kansainvälistymään.

### 2.1 Tietoliikennekaapelit

Optiset tietoliikennekaapelit jaetaan kahteen päätyyppiin niiden rakenteen mukaan. Kuvassa 1 on keskiputkielementtinen kaapelirakenne, jossa optiset kuidut sijaitsevat yhden geelitäytteen muoviputken sisällä. Optisia kuituja keskiputkielementtisissä rakenteissa on yleensä 2 - 96 kpl.



*KUVA 1. Keskiputkielementtinen rakenne (2)*

Kuvassa 2 on kerrattu runkorakenne, jonka sisäosan muodostaa useista pienistä putkista kierteelle kerrattu runkoelementti. Runkoelementin putket sisältävät geeliä ja kulloisenkin tuoterakenteen mukaisen määrän optisia kuituja. Kuituja kerratussa rakenteessa on yleensä 4 - 432 kpl.



*KUVA 2. Kerrattu runkorakenne (2)*

Kaikissa kuparijohtimisissa kaapeleissa on pareista kerrattu runkorakenne. Johdinparien kierteiden nousu tulee olla täsmälleen oikea haluttujen ominaisuuksien saavuttamiseksi. Kuparijohtimiset kaapelit jaetaan käyttötarkoituksensa mukaan instrumentointikaapeleihin ja telekaapeleihin. Kuvassa 3 on esimerkki instrumentointikaapelin rakenteesta. Instrumentointikaapelit ovat automaatiokaapeleita, keskus- ja signaalintikaapeleita.



*KUVA 3. Instrumentointikaapeli (3)*

Kuvassa 4 on tyypillinen telekaapelin rakenne. Telekaapelivalikoimaan kuuluvat maa-, kanava- ja ilmakaapeleiden lisäksi sisäasennus-, keskus- ja ristikytkentäkaapelit. Nestor Cables valmistaa myös yhdistelmä- eli hybridikaapeleita, joiden rakenne sisältää sekä optisia kuituja että kuparisia johtimia.



*KUVA 4. Telekaapeli (4)*

## **2.2 Tuotantolinjat**

Lopputuotteiden valmistus tapahtuu neljällä tuotantolinjalla, joilla on pienin muutoksin mahdollista valmistaa sekä kuparijohtimisia että optisia kaapeleita. Tuotantolinjat edustavat alansa uusinta tekniikkaa, jonka on toimittanut Maillefer Extrusion Oy.

Optisten kaapeleiden puolivalmisteet valmistetaan kolmella erillisellä tuotantolinjalla. Yhdellä tuotantolinjalla valmistetaan kerrattujen optisten kaapelirakenteiden miniputkia, toisella keskiputkielementtisiä rakenteita ja kolmannella valmistetaan miniputkista kerrattuja puolivalmisterunkoja.

Kuparikaapeleiden puolivalmisteiden johtimet valmistetaan kahdella tuotantolinjalla, joissa kuparijohtimet vedetään oikeaan läpimittaansa ja eristetään eli päällystetään polyeteenillä. Kuparikaapeleiden johtimien kertaukseen on käytössä kolme kertauskonetta, joilla johtimet kerrataan pareiksi ja edelleen lohkoiksi, joista kaapeleiden runko muodostuu. Johdinten määrä kaapelissa vaihtelee rakenteesta riippuen yhdestä johdinparista jopa 400 johdinpariin.

### **2.3 Valokaapelitarvikkeet**

Nestor Cables Oy valmistaa omaa optisten tietoliikennetarvikkeiden tuoteryhmäänsä NesCon-tuotenimellä. Tuoteperhe sisältää valokaapeliverkkojen asennus- ja kytkentätarvikkeet. Valokaapelitarvikkeet valmistetaan tehtaalla omassa valmistusyksikössä.

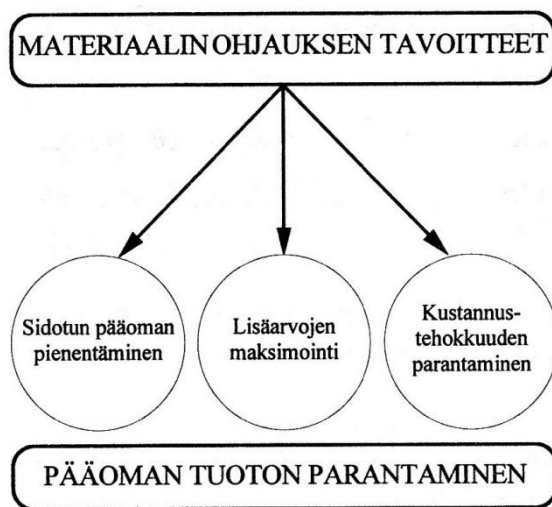
### **2.4 Toiminnanohjausjärjestelmä**

Yrityksellä on käytössä Microsoft Dynamics NAV -toiminnanohjausjärjestelmä. NAV on muokattavissa kunkin yrityksen tarpeisiin parhaiten sopivaksi järjestelmäksi sisältäen muun muassa taloushallintoa, tuotantoa, myyntiä, hankintaa, varastohallintaa, huoltohallintoa ja sähköistä kauppaa. Järjestelmä sisältää valmiit integraatiot yleisesti käytettyihin Microsoft-tuotteisiin, kuten Excel, Outlook, Word, SharePoint, SQL ja Windows. (5.)

## 3 MATERIAALIN OHJAUS

### 3.1 Materiaalinhjauksen tavoitteet

Materiaalinhjauks on fyysisten materiaalivirtojen ohjausta sekä niihin liittyvien aineettomien informaatiovirtojen kontrollointia. Materiaalinhjauksen tavoitteet on esitetty kuvassa 6. Materiaalinhjauksen tehtävänä on huolehtia siitä, että tuotannon tarvitsema materiaali on oikeaan aikaan, oikea määrä ja oikeanlaatuksena oikeassa paikassa. (6, s. 69.)



KUVA 5. Materiaalinhjauksen tavoitteet (6, s. 69)

### 3.2 ABC-analyysi

Varastojen ohjaamisessa ja kehittämisessä käytetään apuna ABC-analyysiä, jossa varastonimikkeet luokitellaan tärkeysjärjestykseen jonkin tietyn tekijän mukaan. Useimmin nimikkeet luokitellaan vuosimyyntin, -käytön tai kokonaiskatteen mukaan eri luokkiin. ABC-analyysin perustana on 20 - 80-sääntö. Esimerkiksi vuosittaisten kustannusvaikutusten perusteella tärkeysjärjestykseen ryhmitellyistä nimikkeistä sellaiset, joiden osuus kokonaiskustannuksista on 80 % kuuluvat A-luokkaan. B- ja C-luokkaan voidaan vastaavasti sopia kuuluvaksi tietty prosenttiosuus jäljelle jäävistä nimikkeistä. Analyysi helpottaa materiaalin ohjausta ja osoittaa ne nimikkeet joiden ohjaamiseen tulee panostaa. Tällä on merkitystä varsinkin silloin, kun ohjattavia nimikkeitä on paljon. Tosin on muistettava, ettei C- ja B-luokan nimikkeiden ohjausta saa unohtaa. C-luokan nimik-

keiden suorat vaikutukset toimintaan ja yrityksen talouteen voivat näyttää vähäisiltä, mutta niiden puuttuessa koko tuotanto voi pysähtyä ja välilliset kustannukset kasvavat suuriksi. C-luokan nimikkeille on pyrittävä kehittämään yksinkertaisia, visuaalisia ohjausmenetelmiä. (6, s. 79.)

### **3.3 Tuotannonohjaus ja materiaalivirtaus**

Vaikka tuotannonohjausta ei useinkaan mielletä logistiikan osa-alueeksi, on sillä suuri merkitys yrityksen materiaalivirtojen hallinnassa. Tuotannonohjausta ovat kaikki ne päivittäiset suunnittelu-, toteutus- ja valvontatoimenpiteet, joilla hallitaan yrityksen resurssien käyttöä tuotantotavoitteeseen pääsemiseksi. Tuotannonohjaus koostuu tuotesuunnittelusta, tuotannonsuunnittelusta, materiaalinohjauksesta, valmistuksenohjauksesta, tuotannon seurannasta ja kehittämisestä. Tuotannonohjauksen tavoitteena on hyvä toimituskyky, korkea kapasiteetin käyttöaste, pieni vaihto-omaisuuteen sidottu pääoma ja lyhyt läpäisy aika. Tuotannonohjaus sovittaa tuotannon mahdollisuudet ja markkinoiden tarpeet toisiinsa. (7, s. 233 - 235.)

Nykyään teollisuudessa pyritään toimimaan asiakasohjautuvasti. Tämän vuoksi tuotesuunnittelun ja tuotannonohjauksen on kommunikoitava tehokkaasti. Tuotesuunnittelun tulee luoda asiakkaiden kysyntää tyydyttävä tuote. Suunnittelussa on huomioitava yrityksen käytössä oleva valmistustekniikka. Yrityksen kannalta on haitallista, jos tuotteen valmistuksen alettua havaitaan, että yrityksellä ei olekaan tarvittavia koneita tuotteen valmistukseen. (7, s. 235.)

Tuotannon karkeasuunnittelu tarkoittaa keskipitkän aikajänteen tuotannon ja raaka-aineiden hankinnan suunnittelua. Sen avulla suunnitellaan käytössä olevien resurssien jakaminen niin, että tilausten toimitusajat, tuotantokustannukset ja toimitusvarmuus voidaan määrittää. Tavoitteena on palvella asiakasta mahdollisimman hyvin ja toimia kannattavasti. (7, s. 235.)

Toimitusten hallitseminen vaatii tuotannon läpäisyajkojen tuntemista. Kehittämistoimia suunniteltaessa käytetään termiä kokonaisläpäisy aika, jolla tarkoitetaan sitä aikaa, joka kuluu valmistuskehotuksesta asiakastoimitukseen. Kokonaisläpäisy aika koostuu suunnitteluun käytetystä ajasta, materiaalihankinnasta, osavalmistuksesta, kokoonpanosta ja lähtölogistiikasta. (7, s. 236.)

Tuotannosuunnittelun kannalta tärkeä tunnettava tekijä läpäisyajan lisäksi on käytössä oleva kapasiteetti, jolla tarkoitetaan yrityksen kykyä tuottaa tuotteita. Kapasiteetti koostuu yrityksen tuotantoresursseista, kuten tuotantotiloista, henkilöstöstä, koneista ja laitteista. Kapasiteetin käyttöaste tarkoittaa sitä, kuinka suuri osuus bruttokapasiteetista on käytössä. Bruttokapasiteetti kuvaa yrityksen teoreettista suurinta valmistuskykyä. Tyypillisesti työntekijöiden sairastumiset ja laiterikot verottavat bruttokapasiteettia jonkin verran. Bruttokapasiteetin ja käyttöä rajoittavien tekijöiden erotusta kutsutaan nettokapasiteetiksi, joka kuvaa todellista kapasiteettia. (7, s. 237.)

### **3.4 Materiaalin ohjaustavat**

Ohjausperiaatteet jaetaan työntö- ja imuohjaukseen. Imuperiaatteella toimitaan, kun materiaalia ja tuotantokapasiteettia on riittävästi käytössä tai kun vaihtelu eri työvaiheiden välillä on suurta. Työntöperiaate puolestaan sopii silloin kun materiaalia tai kapasiteettia on rajoitetusti. Tällöin resurssien tehokas käyttö edellyttää suunnittelua pidemmälle tulevaisuuteen. (8, s. 58.)

#### **3.4.1 Työntöohjaus**

Työntöohjauksessa tuotteet valmistetaan ennalta laaditun suunnitelman mukaisesti, ja sen perusteella ajoitetaan raaka-ainetoimitukset ja varastotäydennykset. Tällainen toiminta edellyttää ennakointia. (8, s. 57.)

Keskeinen osa työntöohjausta on materiaaliarvesuunnittelu eli MRP. Materiaaliarvesuunnittelun perustana on toimitusmääristä ja tuoterakenteista johdettu materiaaliarvelaskenta sekä erien valmistuksen suunnittelu tehtaan tuotantokapasiteetti huomioiden. Tuotantosuunnitelmassa pysyminen pyritään varmistamaan siten, että materiaalien saatavuus tuotantoon varmistetaan etukäteen. Myös kapasiteettitarve pyritään ennakoimaan, jotta erä saadaan sovitettua tuotantoon. (9, s. 78.)

Jos tuoterakenne on monitasoinen, toimitettavien tilausten on oltava tiedossa useita jaksoja etuajassa. Lisäksi täytyy tietää eri nimikkeiden varastosaldot, keskeneräiset tuotteet sekä toimittajalta tilatut materiaalit, jotta voidaan kullakin tuoterakenteen tasolla laskea valmistustarpeet jaksoittain. Tarvelaskennassa

voidaan myös päättää valmistaa tuotetta enemmän kuin jakson tarve vaatisi esimerkiksi siksi, että on ennustettu tuotteen kysynnän kasvavan ja suuremman erän tuottaminen voi tulla yritykselle edullisemmaksi. MRP II on MRP:stä johdettu menetelmä joka pyrkii huomioimaan myös resurssitarpeet valmistusta suunniteltaessa. (10, s. 74 - 75.)

### **3.4.2 Imuohjaus**

Imuohjaus tarkoittaa materiaalivirtojen aktivoimista todellisten tarpeiden mukaan. Tällöin tehdään vain ne tuotteet, jotka seuraava työpiste tarvitsee. Tavoitteena on visuaalinen ohjaus, jossa työvaiheet kuormittavat toisiaan ja tuotannon suunnittelu painottuu valmistuksen loppupäähän. (8, s. 57 - 58.)

Esimerkkinä imuohjauksesta toimii juuri oikeaan aikaan -periaate. JIT- tai suomeksi JOT-tuotannon lähtökohta materiaalisuunnitteluun poikkeaa muista menetelmistä. Siinä ei suunnitella valmistusta ja lasketa materiaalitarkpeita, vaan varastoidaan tarvittavia osia, joita valmistetaan lisää varaston alittaessa määritellyn rajan. Tätä menetelmää kutsutaan imuohjaukseksi, ja se on vastakohta työntöohjaukselle. Imuohjauksen toteutustapoja ovat esimerkiksi kanban-kortit, kaksilaatikko-järjestelmä, läpivirtaushylly tai jokin muu toteutustapa, jossa puskurivaraston täydentämisen laukaisee jokin näköhavaintoon perustuva impulssi. JIT pyrkii lyhentämään läpäisyäikää ja vähentämään materiaalien varastointia. Pääpaino ei ole resurssien käytön maksimoinnissa. (10, s. 75 - 76.)



## 4 VARASTOINTI

Varastointi sisältää varastorakennukset ja -tilat sekä varastotoiminnot. Ennen kuin tarkastellaan varastointiperiaatteita, on syytä pohtia, miksi varastoja tarvitaan. Suuri tuotevalikoima ja asiakkaiden erilaiset palveluvaatimukset synnyttävät tarpeen varastoinnille. On tärkeää pohtia huolellisesti valikoimalaajuuden tarve. Varastoinnin välttämiseksi voi asiakkaan palvelun kustannuksella harkita, voidaanko joskus toimittaa tuotteet itselle sopivammalla aikataululla, jotta varastoinnilta vältytään. Varastointijärjestelyjä on mietittävä etenkin silloin, kun yritys perustetaan tai halutaan kehittää nykyistä toimintaa. Varastointia koskevat ratkaisut vaikuttavat koko yrityksen toimintaan ja talouteen. (8, s. 79.)

Toimitusketjussa varastoja pyritään pitämään niin vähän kuin mahdollista. Varastoihin sitoutuu pääomaa, joka olisi tuottavampaa vapauttaa yrityksen muuhun toimintaan. Varastotasoja voitaisiin pienentää tai luopua varastoista kokonaan, jos toimitukset kyettäisiin optimoimaan niin, että raaka-aineet tai tuotteet toimitetaan tehtaalte suoraan tuotannon tarpeeseen ja valmiit tuotteet valmistajalta asiakkaalle ilman varastointia. Useimmissa tapauksissa tällainen toiminta ei ole mahdollista. (8, s. 79.)

Varastotyypin valinnassa on oltava tarkkana. Käytettävissä olevan alueen koko vaikuttaa luonnollisesti varaston pohjapinta-alaan. Käsittelykorkeuden lisääminen on nopea keino lisätä varastointikapasiteettia jo olemassa olevassa varastossa. Varastointitavan valintaan vaikuttavat tuotteiden vaatimukset, varastointikorkeus, käytäväleveydet, automaatio ja toimiala. (8, s. 81.)

### 4.1 Varastoinnin syyt

Varastoinnille on monia syitä. Varastoja voidaan pitää esimerkiksi siksi, että halutaan varmistaa taloudelliset eräkoot ja turvata tietty palvelukyky. (8, s. 80.)

Tuotannossa täytyy lähes poikkeuksetta varastoida ainakin joitain nimikkeitä. Raaka-aineet voivat saapua niin suurina toimituksina, ettei niitä saada heti kulutettua. Vastaavasti joitain tuotteita voidaan valmistaa varastoon asiakastoimitusta tai tilausta odottamaan. (9, s. 77.)

## **4.2 Varastotyypit**

Yleistä on luokitella varastot toimintaa tai asiakaspalvelua turvaaviin varastoihin sekä prosessissa alku-, väli- ja loppuvarastoihin. Jaottelu voidaan tehdä myös säilytettävän materiaalin tai varaston käyttötarkoituksen mukaisesti.

### **Kierto- eli eräkokovarasto**

Kierto- eli eräkokovarastoksi kutsutaan sitä varaston osaa, joka vaihtuu kulutuksen ja täydennysrytmin mukaisesti. Kiertovaraston käyttö johtuu yleensä kustannustekijöistä, kuten kuljetuskustannuksista ja paljousalennuksista. Kiertovarasto kuvaa sitä varastoa, joka tyydyttää tietyn ajanjakson keskimääräisen kysynnän. (8, s. 80.)

### **Varmuusvarasto**

Varmuusvarastoa käytetään, kun halutaan välttyä puutetilanteilta. Varmuusvaraston avulla turvataan muun muassa toimitusajan ja -määrän sekä kulutuksen vaihtelut ja laatuongelmat. Varmuusvarasto on siten tietty laskennallinen varastotaso, jolla turvataan varaston palvelukyky kysynnän vaihdellessa. (8, s. 80-81.)

### **Prosessivarasto**

Esimerkiksi kuljetuksessa, tuotannossa tai jakelussa olevaa materiaalia voidaan kutsua prosessivarastoksi. Teollisuudessa prosessivaraston määrä voidaan laskea siten, että läpimenoaika kerrotaan kulutusnopeudella. (8, s. 81.)

### **Kausivarasto**

Kausivarastolla pyritään tasaamaan kysynnän kausittaista vaihtelua ja kuormittamaan tuotantoa tasaisemmin. Kausivarastolla ehkäistään ylitöiden tekemisen tarvetta, kun sesonki on käynnissä. Valmistamalla tuotteita varastoon seuraavaa sesonkia varten pyritään välttämään henkilöstön lomautukset hiljaisempaa aikana. (8, s. 81.)

## **Suojautumisvarasto**

Jos raaka-aineiden tai tuotteiden hinta uhkaa nousta, voidaan turvautua suojautumisvarastoihin hankkimalla varastoon ylimääräisiä tuotteita. Esimerkiksi metallien ja öljyn hinta vaihtelee jatkuvasti. (8, s. 81.)

### **4.3 Varaston ohjaus**

Varaston ohjauksella tarkoitetaan materiaalivirtojen ja varastoon sitoutuneen pääoman hallintaa. Varastonohjausjärjestelmät jakautuvat määrä-, aika-, tuotanto- ja jakeluperusteisiin järjestelmiin. (8, s. 87.)

Määräperusteisia järjestelmiä ovat kaksilaatikkojärjestelmä, maksimivarastot ja tilauspistejärjestelmä. Määräperusteisten järjestelmien etuina ovat taloudelliset eräkoot ja valvonnan helppous. Haittapuolena on se, ettei järjestelmä tue tilausten yhdistelyä. (8, s. 88 - 89.)

Aikaperusteisesta järjestelmästä esimerkkinä on tilausväliin perustuva varaston ohjausmenetelmä. Menetelmän mukaisesti tuotteita tilataan tietyn ajan kuluttua lisää, ja tilattava määrä vaihtelee kulutuksen mukaan. Menetelmä sallii tilausten yhdistelyn, joten paljousalennukset ja kuljetuskustannusten edut voidaan hyödyntää. Huonona puolena on varmuusvaraston välttämättömyys täydennysajan ja tilausvälin aikaista kysyntää varten (8, s. 89.)

Tuotantoperusteinen varastonohjaus perustuu materiaalitarvelaskentaan ja JIT-toimintamalliin, jotka on esitelty tarkemmin luvussa 3. Jakeluperusteinen varastonohjaus huomioi kysynnän vaihtelut ja jakelujärjestelmän tarpeet. (8, s. 90.)

### **4.4 Laitteistot ja hyllystöt**

Laitteistoilla on suuri merkitys varastoissa. Siirto- ja nostolaitteiden on mahduttava liikkumaan turvallisesti. Lisäksi on otettava huomioon laitteistojen rajoitteet nostokorkeudessa ja -kyvyssä sekä laitteiden huolto- ja säilytystilat. Varaston lattian tulee olla tasainen, sillä työturvallisuus voi kaltevan lattian takia vaarantua. Toimiva ilmanvaihto vaikuttaa työntekijöiden motivaatioon ja työturvallisuuteen. Joidenkin tuotteiden varastointi edellyttää myös hyvää ilmanvaihtoa. (8, s. 83.)

Laitteistoa hankittaessa on pohdittava raaka-aineiden ja tuotteiden asettamia vaatimuksia esimerkiksi käsiteltäviä määriä, tilantarvetta ja painoa. Laitteistovalinnoissa on huomioitava myös ajoväylien sijoitus, kaltevuudet, kynnykset ja muut tekijät, jotka voivat aiheuttaa riskejä työntekijöille ja varastoitaville materiaaleille. (8, s. 83.)

Tavarankäsittelylaitteet jakautuvat koneellisiin ja manuaalisiin. Tärkeimpiä kriteereitä laitevalinnoille asettavat tavaravirta, tuotteet ja niiden edellyttämä käsittelylaitteistot sekä toimitusten ajoitus. Yleisimpiä käsittelylaitteita ovat keräilyhissit, trukit, kuljettimet, haarukka-, keräily- ja rullavaunut. Automaattiset käsittelylaitteet ovat tulevaisuutta, mutta toistaiseksi korkea hankintahinta rajoittaa niiden yleistymistä. (8, s. 83 - 84.)

Hyllystövalintaan vaikuttaa varastotila, tuotevalikoima, tuotteiden käsiteltävyys, käsittelykalusto, virtaavan tavarán määrä ja varaston virtaustapa sekä olosuhteet. Hyllystövalinnassa on otettava huomioon hyllyjen rakennemateriaalit, sijoittelut, käytettävyys, kuormitus, korkeudet, kantavuus ja muunneltavuus. Lisäksi on huolehdittava riittävästä valaistuksesta ja varastolattian kantavuudesta. Sekä käsittelylaitteisto että hyllystö vaativat huoltoa ja varaosia. (8, s. 84.)

#### **4.5 Varaston tilasuunnittelu ja virtaustavat**

Varaston tilasuunnittelun lähtökohtana on kokonaisuus, jonka muodostavat varastoitavat tuotteet, tekniikka, tontin koko ja varaston virtaustapa. Nämä tekijät vaikuttavat varastointiprosessin suunnitteluun, rakennuksen muotoon ja varaston layoutin muodostamiseen. Liian pienet varastotilat aiheuttavat turhaa tavarán siirtelyä ja lisäävät virheriskiä. (8, s. 84 - 85.)

Varaston virtaustapoja on useita. Yleisimmin puhutaan suorasta virtauksesta ja U-virtauksesta. Suora virtaustapa tarkoittaa sitä, että saapuva materiaali otetaan sisään varaston toiselta puolelta ja ohjataan ulos vastakkaiselta puolelta. Suoran virtauksen etu on se, että mitat ovat melko vapaasti määrättävissä. Haittapuolena on se, että pääkäytävän on oltava riittävän leveä trukkeja varten. Suoravirtausperiaatteella toimiva varasto edellyttää, että varaston molemmissa päissä on ajopihat tavarán käsittelemiseksi. (8, s. 85.)

Toinen perusratkaisuista on u-virtaus, jossa sisään tuleva ja lähtevä tavara kulkee samalta puolelta rakennusta. Koska pääkäytäviä on useita, u-virtauksen avulla tuotteita voidaan sijoitella enemmän lyhyempien keräilymatkojen päähän. Hyllystöt voidaan sijoitella u-virtauksessa monella eri tavalla. Varaston tontti voi olla pienempi kuin suoran virtauksen varastolla. U-virtaus tarvitsee kuitenkin enemmän käytävää kuin suora virtaus. (8, s. 85 - 86.)

#### 4.6 Varaston tunnusluvut

Varastointiin liittyviä suureita ilmaistaan parametrin avulla. Varastoparametrit jakautuvat aikajänteen perusteella staattisiin ja dynaamisiin. Staattisilla parametreilla ilmaistaan niitä tekijöitä, jotka eivät riipu ajasta. Näitä voidaan käyttää yrityksen strategisessa suunnittelussa. Staattisia parametreja ovat tavaravali-koima, tavaramäärä ja käsittely-yksiköiden koko. (7, s. 154.)

Dynaamiset parametrit ovat ajasta riippuvia tekijöitä, joten niitä voidaan käyttää päivittäisessä varastojen ohjauksessa. Dynaamisia parametreja ovat täydennystaajuus eli täydennyslähetyksen saapumisväli, tilaustaajuus eli tietyssä aikayksikössä suoritettujen tilausten määrä, tilausmäärä eli kerralla tilattu tavaramäärä ja kuljetusintensiivisyys eli toimituksiin sitoutunut työmäärä. (7, s. 154 - 155.)

Varaston riitto voidaan laskea joko kaavalla 1 (9, s. 176.) tai kaavalla 2. (9, s. 176.) Varaston riitto kuvaa, miten pitkäksi ajaksi varasto riittää nykyisellä kuluksella. Varaston kiertonopeus voidaan laskea kaavalla 3 (9, s.176). Kiertonopeus ilmoittaa nimensä mukaisesti, kuinka monta kertaa aikayksikössä varasto vaihtuu.

$$\text{varaston riitto} = \frac{365}{\text{Kiertonopeus}} \quad \text{KAAVA 1}$$

$$\text{varaston riitto} = \frac{\text{keskivarasto hankintahinnoin} \times 365}{\text{vuosimyynti varastosta hankintahinnoin}} \quad \text{KAAVA 2}$$

$$\text{varaston kiertonopeus} = \frac{\text{varaston käyttö tai myynti}}{\text{varaston määrä tai arvo}} \quad \text{KAAVA 3}$$

## 5 MATERIAALIVIRTAUKSEN KEHITTÄMINEN

Kilpailun kasvaminen johtaa paineisiin kehittää toimintoja. Tuotannossakin on etsittävä tehokkuutta ja taloudellisuutta. Pelkkien kustannusten alentamisen sijaan on pyrittävä sovittamaan tuotteet ja palvelut kysyntää vastaaviksi. Materiaalien virtauksen kannalta on syytä tarkastella tuotantoa ja tekijöitä, jotka vaikuttavat materiaalin virtaukseen. Mitä nopeampaa materiaali virtaa tuotannon läpi, sitä parempaa on laatu ja toiminnan tehokkuus. (9, s. 87.)

Lean-tuotantoliikkeen opit ovat ohjanneet valmistavan teollisuuden kehittymistä massatuotannosta kohti joustavuutta. Tässä työssä Lean-ajattelun periaatteet ovat ohjanneet voimakkaasti materiaalivirtauksen kehittämistä.

### 5.1 Lean

Toyotan tuotantojärjestelmä on Toyotan kehittämä filosofia valmistukseen. Se on perusta Lean-tuotantoliikkeelle, joka on hallinnut valmistavaa teollisuutta viimeiset kymmenen vuotta. (11, s. 7.)

Toyota kehitti TPS-tuotantojärjestelmänsä toisen maailmansodan jälkeen. Kehitystoiminnan käynnistivät olosuhteet, jotka olivat hyvin erilaiset kuin sen kilpailijoilla Fordilla ja GM:llä. Asiakkaiden tyydyttämiseksi Toyotan oli kyettävä valmistamaan useaa eri automallia samalla tuotantolinjalla. Tärkeimmäksi kehityskohdeeksi muodostui joustavuus. Kehittämisen tuloksena huomattiin, että keskittyminen joustavuuteen ja läpimenoajan lyhentäminen paransivat laatua, tuottavuutta, asiakastyytyväisyyttä ja tilankäyttöä. (11, s. 7 - 8.)

Lean ei sinällään tarjoa suoria ratkaisuja kaikille valmistavan teollisuuden aloille, mutta se antaa uusia ideoita, työkaluja ja suuntia, kun yritys kehittää omia tapojaan tehostaa toimintoja. Hyvin yleinen virhe on kuvitella, että kaikki Lean-menetelmät ovat suoraan implementoitavissa kaikkiin kohteisiin. Lean ei ole suunnattu pelkästään teollisuuteen, vaan sen oppeja hyödynnetään tehokkaasti myös palvelualoilla. Lean ei ole pelkästään tuotantoa koskeva asia, vaan koko yrityksen toimintojen organisointiperiaate. Osoptimointi eli pelkästään yhden prosessin kehittäminen voi tunnetusti olla haitallista kokonaisuuden kannalta.

Toisaalta esimerkiksi arvovirta-analyysi ei tunne organisaatorajoja, vaan kuvaa tilaus-toimitusketjun kaikki arvoa lisäävät vaiheet raaka-aineesta tuotteeksi. (11.)

## **5.2 Arvovirtaus**

Arvovirta-ajattelu aloitetaan tyypillisesti tarkastelemalla ketjua raaka-aineesta valmiiksi tuotteiksi. Arvovirta kuvaa paitsi materiaalin, myös informaation virtausta prosessissa. Arvovirran kuvauksessa tyypillisesti läpimenoaika jaetaan lisäarvoa tuottavaan, lisäarvoa tuottamattomaan ja lisäarvoa tuottamattomaan, mutta välttämättömään aikaan. (12.)

Arvovirtakuvauksen tarkoitus on tunnistaa, havainnollistaa ja vähentää hukkaa prosessista. Arvovirran perusajatuksena on, että toiminta, joka ei lisää tuotteen arvoa, on hukkaa. Arvovirran kuvauksen tarkoituksena on helpottaa johtoa, tuotannonohjaajia ja tuotannon työntekijöitä tunnistamaan hukkaa prosessista. Prosessin yksityiskohtainen kuvaus helpottaa nykytilan visualisointia ja ohjaa kohti haluttua tulevaisuustilaa. (12.)

## **5.3 Prosessin jatkuva virtaus**

Lean toiminta on helpointa aloittaa luomalla jatkuva virtaus johonkin yrityksen ydinprosesseissa esimerkiksi valmistuksessa. Raaka-aineista valmiisiin tuotteisiin kuluvan läpimenoajan lyhentäminen johtaa parempaan laatuun, kustannusten pienenemiseen ja nopeampaan toimitusaikaan. Virtauksen varmistaminen pakottaa ottamaan käyttöön ennaltaehkäisevää huoltoa ja johtaa laadun kehittämiseen osaksi prosessia. (11, s. 87 - 88.)

Lean-ajattelun mukaan varaston määrän pienentäminen paljastaa toiminnassa tehottomuuksia, jotka on piilotettu varastoihin. Virtauksella on taipumus alentaa varastojen tasoa ja paljastaa tehottomuudet, jotka vaativat välittömiä ratkaisuja (11, s. 88). Varastojen alentaminen pakottaa laaduntuottokyvyn rakentamisen prosessiin, lisää joustavuutta, kehittää tuottavuutta, parantaa tilojen käyttöä ja työturvallisuutta. Lisäksi työntekijöiden moraalit ja vastuunottokyky paranevat. Vaikutukset talouteen ja toiminnan tehokkuuteen tulevat varastoihin sitoutuneen

pääoman pienenemisestä ja arvoa tuottamattoman työn vähenemisestä. (13, s. 14.)

#### **5.4 Tuotannon virtautus**

Arvovirran selkeytys ja layoutin tiivistäminen ovat ensimmäisiä käytännön toimia tuotannon virtauttamiseksi. Eräkokojen pienentäminen ja asetusajkojen lyhentäminen ovat ensimmäisiä kehitystoimenpiteitä tuotannon tehostamiseksi. Toiminnan kannalta välttämättömät puskurivarastot tulee säilyttää. Kaikki turhat varastot on poistettava. Prosessin ohjauksessa tulee keskittyä koko arvovirran ohjaukseen. Tuotannolle tulee luoda selkeä rytmi. Toiminnan johtaminen lattia- tasolta ja visualisointi edistävät tuotannon virtausta. Häiriöiden poisto ja ongelmien ratkaisu on tärkeää virtauksen ylläpitämiseksi. Joustavuuden kehittäminen ja työntekijöiden monitaitoisuus parantavat virtausta. (13, s. 15.)

#### **5.5 Tuotannon hukcatekijät**

Toyota tunnisti omista prosesseistaan seitsemän hukan päätyyppiä jotka eivät kasvata tuotteen arvoa. Nämä samat tekijät toistuvat kaikissa valmistusprosesseissa eikä niistä voi täysin päästä eroon koskaan. Niihin tarttuminen on hyvä lähtökohta toiminnan kehittämiseksi. (11, s. 28 - 29.) Hukan päätyypit ovat seuraavat:

1. Valmistetaan tuotteita varastoon enemmän kuin tarve vaatii.
2. Joudutaan odottelemaan turhaan työn aikana.
3. Keskeneneräistä työtä kuljetetaan tai materiaalia, osia ja valmiita hyödykkeitä siirrellään varastoon, varastosta tai prosessista toiseen.
4. Tehdään liian korkeaa laatua, käsitellään materiaalia virheellisesti tai tehotomasti.
5. Luodaan ja ylläpidetään tarpeettomia varastoja.
6. Tehdään työskentelyn aikana turhia liikkeitä.
7. Tuotetaan ja korjataan viallisia osia. (11, s. 28 - 27.)



## 6 NYKYTILAN SELVITYS

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmät pohjautuivat kvalitatiiviseen tutkimukseen. Tutkimus suoritettiin teemahaastatteluin niille yrityksen osastoille, joilla oli keskeinen rooli materiaalinohjauksessa. Teemahaastattelu toteutettiin yhdistämällä lomakehaastattelua ja avointa haastattelua. Kaikilla kysymyksillä ei ollut tarkkaa muotoa, eikä kysymysten järjestystä ollut ennalta päätetty. Tässä tutkimuksessa haastattelut toteutettiin yksilöhaastatteluina jokaisen osaston edustajan kanssa. Haastattelujen aikana syntyi osastosta riippumatta uusia lisäkysymyksiä enemmän kuin ennalta oli laadittu. Haastattelujen runkona olleet kysymykset ovat liitteessä 2 raportin lopussa.

Raaka-aineiden luokitteluun käytettiin ABC-analyysiä. Analyysin pohjalta pyrittiin kohdistamaan oikeita ohjaustapoja oikeisiin nimikkeisiin. Lisäksi pyrittiin kartoittamaan tehtaan todelliset resurssit raaka-aineiden varastointiin kartoittamalla vaihtoehtoisia varastointimahdollisuuksia raaka-aineille.

Prosessikuvausta käytettiin ongelmakohtien havainnollistamiseen ja konkretisoimiseen. Kuvauksesta pyrittiin tekemään mahdollisimman yksinkertainen ja siinä pyrittiin kuvaamaan toimintoja kyseessä olevassa prosessissa. Lisäksi käytettiin sanallista prosessikuvausta.

### 6.1 Materiaalin ohjaus tehtaalla

Materiaalin ohjaus tapahtuu työntöperiaatteella eli materiaalityöskannan mukaan. Tuoterakenteiden perusteella määritetään kunkin materiaalin tarve ja tarvittavat nimikkeet tilataan tehtaalle yhteistyökumppanin tiloista. Lattiatasolla visuaalisuus on vähäistä ja materiaalin ohjaus on raskasta, koska hyllyvarastot ovat huonossa järjestyksessä ja inventoinnit vievät aikaa. Materiaalin ohjauksessa ei ole asetettu raaka-ainanimikkeitä tärkeysjärjestykseen, vaan kaikkia ohjataan samalla tavalla. Valmistus tapahtuu ennalta laaditun suunnitelman mukaisesti. Työsuunnitelma laaditaan jokaiselle tuotantolinjalle erikseen.

Tuotannon suunnittelun kannalta muutamia keskeisiä asioita ei ole mitattu. Eri tuotantolinjojen saantoa ei tunneta ja asetusajankin vain karkealla tasolla. Tiede-

tään, kuinka kauan mitäkin tuotetta prosessoidaan, muttei keskimääräistä kokonaisläpäisyäikää tuotantoerälle.

## 6.2 Raaka-aineiden varastointi tehtaalla

Nykytilan kartoitus aloitettiin raaka-ainevarastoinnista. Tehtaan rajallisten varastotilojen vuoksi suurin osa raaka-aineista varastoidaan yhteistyökumppani Haverinen Oy:n tiloissa, joista ne kutsutaan tehtaalle materiaalityövelaskennan perusteella muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Kaapeleiden päällystämiseen yleisimmin käytettävät muovimateriaalit varastoidaan tehtaan ulkopuolella olevassa siilossa, josta ne imetään suoraan tuotantolinjalle. Vähemmän käytetyt vaippamateriaalit, esimerkiksi PVC, varastoidaan tehtaalla hyllyvaraston yhteydessä oktabiineissa ja imetään tarpeen mukaan linjalla olevaan siiloon ja edelleen prosessin käyttöön.

Tehtaan sisäinen raaka-ainevarasto sijaitsee keskellä tehdashallia. Varasto on kaksikerroksinen hyllyvarasto, jossa on lavapaikkoja varastoitaville materiaaleille. Hyllystö ei ole läpivirtaushyllystö vaan Last in first out -tyylinen ratkaisu (LiFo).

Varastoa käyttävät tuotannon työntekijät kokevat suurimmaksi ongelmaksi varastossa materiaalin etsimiseen kuluvan ajan. Tietyille materiaaleille ei ole omaa tiettyä paikkaa vaan raaka-ainetoimituksen saapuessa tehtaalle se laitetaan varastossa sinne mihin se sattuu sopimaan. Tämä johtaa siihen, että samaa materiaalia on usein monessa eri paikassa varastoa. Materiaalin kulutus ei ole johdonmukaista, koska tuotannon työntekijöistä kukin ottaa sieltä, mistä sitä ensiksi sattuu löytämään. Varastossa voi olla jopa kolme lavaa samaa materiaalia eri paikoilla ja kaikki raaka-ainepakkaukset ovat avonaisia. On vaikeaa nopeasti todeta, kuinka paljon mitäkin nimikettä on jäljellä ilman perusteellista tutkimista.

Tehtaan sisällä olevassa raaka-ainevarastossa on 228 lavapaikkaa EUR-lavoissa laskettuna. Hyllystön väli, johon raaka-ainelavat laitetaan on 2 700 mm leveä, mikä tarkoittaa, että yhteen väliin voidaan enimmillään asettaa 2 kpl FIN-lavoja tai 2 kpl EUR-lavoja ja 1 FIN-lava tai 3 kpl EUR-lavoja. Varaston hyllystöt on sijoitettu keskikäytävän molemmiin puolin siten, että toisella puolella on kaksi

hyllystöä, jotka on tarkoitettu käytettäväksi molemmilta puolilta ja toisella puolen käytävää on yksi hyllystö jota käytetään vain keskikäytävän puolelta. Käytännössä sitä puolta, jossa on kaksi hyllystöä, on vaikea hyödyntää. Alun perin hyllystöä käytettiin haarukkatrukilla hyllystön molemmilta puolilta. Hyllystöjen taakse rakennettu tuotantolinja estää toisen puolen tehokkaan käytön. Takana olevan hyllystön taakse on lisäksi kerääntynyt epämääräisiä raaka-ainelavoja ja tuotantokoneita, jotka haittaavat trukilla operointia. Varastoa leimaava piirre on, että lavoja on paljon, mutta raaka-aineita lavoilla ei kovinkaan suuria määriä. Toisin sanoen hyvinkin pieni määrä raaka-ainetta täyttää lavapaikan hyllystössä.

Raaka-ainevarasto on epäsiisti, eikä sen käyttö ole niin tehokasta kuin se voisi parhaimmillaan olla. Materiaalitarvelaskennan perusteella raaka-ainetilauksia yhteistyökumppanilta suorittavan työntekijän työtaakka on suuri, koska varastoa on jatkuvasti järjesteltävä ja inventoitava. Lisäksi ylimääräistä työtä ja epäjärjestyä aiheuttaa raaka-aineiden täydennys, joka ei ole täysin hallinnassa, vaan toimituksia saattaa tulla yllättäen, jolloin tilanpuute muodostuu nopeasti ongelmaksi.

Varsinaisen raaka-ainehyllystön lisäksi tehtaan lattialle on muodostunut kahteen kohtaan raaka-ainevarastoja, joissa on optista kuitua pahvilaatikoissa, teräsvaijeria ja muita raaka-aineita, jotka eivät ole mahtuneet hyllystöön. Varsinaisen tehdasrakennuksen ulkopuolella on pieni varastorakennukseksi kelpaava peltihalli, jota ei käytetä kuin erittäin pieneltä osin raaka-aineiden varastointiin. Halliin on kerätty vanhoja tuotantokoneita ja muuta tehtaan toiminnan kannalta tällä hetkellä tarpeetonta tavaraa. Raaka-aineiden sijoittaminen hyllystöön tai lattialle ilman osoitepaikkaa ja liikkumatilan puute raaka-aineiden varastoinnissa tehtaalla ovat ongelmakohtia, joihin tulee puuttua varastoinnin selkeyttämiseksi.

### **6.3 Puolivalmisteiden varastointi**

Valokaapelipuolivalmisteen valmistumisen jälkeen tuote kuljetetaan haarukkatrukilla ahtaita käytäviä pitkin tehdashallin toiseen päähän tarkastettavaksi. Tarkastuksen jälkeen puolivalmistekelat kuljetetaan takaisin toiseen päähän

tehdashallia samaa reittiä odottamaan tuotantolinjalle pääsyä. Puolivalmisteita ei voida varastoida ulkotiloissa.

Puolivalmisteiden edestakainen kuljettelu on ylimääräistä työtä, joka johtuu siitä, että tuotteiden tarkastus voidaan suorittaa vain yhdessä paikassa. Kuljetus ahtaita käytäviä pitkin aiheuttaa merkittävän riskin samassa tilassa työskenteleville työntekijöille.

Suurin osa kuparikaapeleiden puolivalmisteista ajetaan metallisiin astioihin, joista ne vedetään prosessin käyttöön tarpeen mukaan. Osa puolivalmisterungoista puolataan optisten runkojen tapaan kaapelikelalle. Kupariset puolivalmistetuotteet tarkastetaan tuotetta tuottavan linjan läheisyydessä, jolloin kuljetusta tarkastuspaikalle ei tarvita, ennen kuin tuote on valmistettu lopputuotteeksi. Kupariset puolivalmisteet varastoidaan tuotantolinjan välittömässä läheisyydessä.

#### **6.4 Yhteistyö Haverinen Oy:n kanssa**

Toiminnan alkuhetkistä saakka on ollut ilmeistä, etteivät yrityksen omat resurssit riitä raaka-aineiden ja lopputuotteiden täysimittaiseen varastointiin tehdasalueella. Tämän vuoksi on joko ostettava logistiikkapalvelua muualta tai investoitava täysin uuteen lisärakennukseen varastointikapasiteetin lisäämiseksi. Toistaiseksi logistiikkapalvelu on hankittu Haverinen Oy:ltä, jonka toimitilat sijaitsevat maantieteellisesti lähellä Nestor Cables Oy:tä.

##### **6.4.1 Raaka-aineet**

Nestor Cables ostaa Haverinen OY:ltä logistiikkapalvelua, johon kuuluvat raaka-ainetilausten vastaanotto ja varastointi Haverinen Oy:n tiloihin sekä kuljetuspalvelu tehtaalle tilauksesta. Haveriselta on varattuna Nestor Cables Oy:lle sesonkivaihtelusta riippuen 300:sta yli 1 000:een lavapaikkaa.

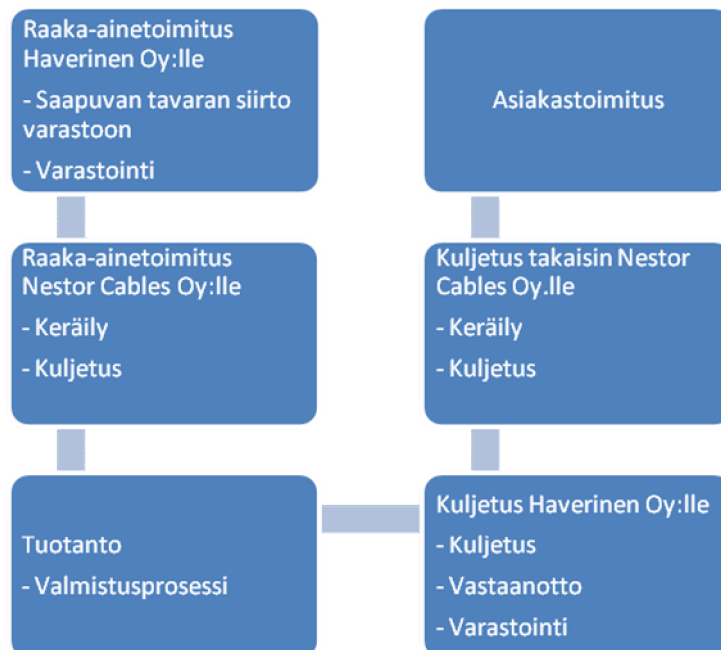
Palvelua hankittaessa on valittu tietyt nopeasti kiertävät nimikkeet, joita pidetään varastoituna yhteistyökumppanin tiloissa. Tällä hetkellä ostettavan palvelun piirissä on paljon raaka-aineita ja lopputuotteita, joiden kiertonopeus on alhainen. Hitaasti kiertävät nimikkeet varaavat lavapaikkoja ja aiheuttavat suuret

vuorokautiset varastointikustannukset suhteessa läpivirtaavan materiaalin määrään.

#### 6.4.2 Lopputuotteet

Lähtökohtaisesti tuotannosta valmistuvat kaapelituotteet varastoidaan tehtaan piha-alueelle odottamaan asiakastoimitusta. Valokaapelitarviketuotteet varastoidaan tehtaan sisätiloissa, paitsi suuret peltikaapit, jotka varastoidaan Haverinen Oy:n tiloissa. Tehtaan sisäisten varastotilojen vähyyden takia tietyt kuormalavoille pakatut sisäasennuskaapelit kuljetetaan Haverisen tiloihin, joista ne asiakastoimitusta varten kuljetetaan takaisin tehtaalle.

Varastointipalvelu maksaa x ” / vrk / kuormalava, kuljetuspalvelu x ” / lava, tavaravastaanotto x ” / lava ja keräily x ” / lava. Ylimääräisestä tuntityöstä ja tarvituista kuormalavoista laskutetaan erikseen sopimuksen mukaan. Ylimääräinen kuljetus, varastointi ja käsittelykustannukset vähentävät tuotteesta saatavaa katetta. Prosessia on havainnollistettu kuvassa 6.

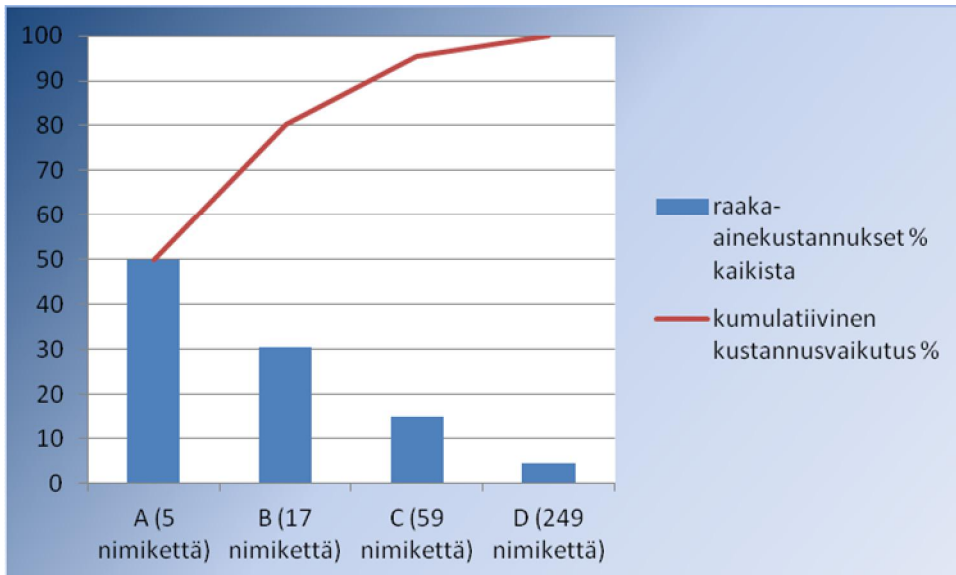


KUVA 6. Lopputuotelavojen logistinen prosessi tällä hetkellä

## 7 KEHITYSTOIMINNAN LÄHTÖKOHDAT

### 7.1 Raaka-aineiden luokittelu

Raaka-aineet luokiteltiin ABC-analyysillä A-, B-, C- ja D-luokkiin niiden aiheuttamien kustannusten mukaan. Kuvasta 7 ilmenee, että A-luokka aiheuttaa 50 % kaikista raaka-ainekustannuksista, ja siihen kuuluu 1,5 % nimikkeistä. B-luokka aiheuttaa 30 % raaka-ainekustannuksista, ja siihen kuuluu 5 % nimikkeistä. C-luokka aiheuttaa 15 % kaikista raaka-ainekustannuksista, ja siihen kuuluu 18 % nimikkeistä. D-luokka aiheuttaa 5 % kustannuksista, ja siihen kuuluu 75,5 % nimikkeistä. A- ja B-luokkiin sitoutuu 80 varaston pääomasta. Huomattavaa on, että 20 % nimikkeistä aiheuttaa 94 % kaikista raaka-ainekustannuksista.



KUVA 7. Raaka-ainienimikkeiden kustannusvaikutukset

### 7.2 Hankinnan ohjauksen kehitys

ABC-analyysillä laitettiin tärkeysjärjestykseen nimikkeet niiden aiheuttamien raaka-ainekustannusten mukaan. Näiden nimikkeiden hankintaprosessia tarkasteltiin mahdollisten kehittämiskohteiden löytämiseksi. Keskittyminen tärkeimpien nimikkeiden ostotoiminnan kehittämiseen tuottaa todennäköisimmin suotuisan kustannuskehityksen.

Yrityksen hankintaosastolla on käytössä materiaalitovelaskenta, mutta sitä hyödynnetään vasta osittain. Tarvelaskennan täydellinen käyttöönotto tukisi myös ostotoimintaa parantamalla hankinnan kontrollia ja vähentäisi manuaalista seurantaa. Yrityksen käytössä olevaan Microsoft Dynamics NAV -ohjelmistoon olisi saatavana koulutusta, joka tukisi ostotoimintaa ja parantaisi raaka-aineiden hankinnan kontrollia.

### 7.3 Logistiikkapalvelu

Haverinen Oy:ltä ostettavan logistiikkapalvelun tarvetta voidaan lähteä kehittämään omien resurssien käytön tehostamisen kautta. Kaikki kuormalavat, jotka saadaan varastoitua omissa tiloissa, vähentävät palvelun kustannuksia.

Tehtaan piha-alueella sijaitsevan peltihallin käyttöönoton myötä käytössä olisi enemmän resursseja varastointiin ja materiaalin ohjaukseen. Esimerkiksi lopputuotelavojen varastointi omissa tiloissa muuttaisi niiden logistista prosessia kuvan 8 mukaiseksi.



KUVA 8. Lopputuotelavojen logistinen prosessi muutosten jälkeen

### 7.4 Ohjaus lattiatasolla

Lattiatasolla suurimmaksi ongelmaksi koettiin varastohyllystön epäjärjestys. Varastotilojen selkeyttämiseksi on mahdollista raaka-aineryhmittäin jakaa varastohyllyt tietyille nimikeryhmille ja osoittaa paikat esimerkiksi värillisin tunnuksin. Toinen vaihtoehto olisi jakaa hyllytilat varastoa käyttävien tuotantolinjojen mukaan alueisiin, joilta löytyy ainoastaan tietyn linjan raaka-ainenimikkeitä.

## **8 KEHITYSKOhteet**

### **8.1 Haastattelujen tulokset**

Haastattelujen tuloksista on taulukoissa 1 - 2 eriteltyinä kullakin osastolla havaitut ongelmat ja niihin ehdotetut parannukset. Havaitut ongelmat ovat haastatellun henkilön omia havaintoja ja kokemuksia. Parannusehdotuksia mietittiin yhdessä haastatellun henkilön kanssa sekä aiemmin esitettyyn teorian tietoon perustuen. Organisaatioissa toimintaa katsotaan eri näkökulmista, mutta monet havaitut tekijät ovat yhteydessä toisiinsa yli organisaatiorajojen, ja kommunikointi organisaatioiden välillä onkin ensimmäinen kehityskohde monien ongelmien ratkomiseksi.



TAULUKKO 1. Osto- ja myyntiosaston haastattelujen tulokset

Osasto	Havaitut ongelmat	Parannusehdotukset
<p>Ostopäällikkö</p> <p>Rauno Teppola</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Järjestelmän takia raaka-aineiden varastosaldojen seuranta työlästä.</li> <li>- Kulutuksen ja tilausten ennustaminen on vaikeaa.</li> <li>- -ERP puutteellinen ja käyttötaidoissa on kehitettävää</li> <li>- - Tiedonkulku on eri organisaatioiden välillä jäykkää.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selvitettävä, mitä ERP voi parhaimmillaan ostotoiminnalle tarjota. Otettava yhteys ERP :n toimittajaan. Koulutusta on saatavilla.</li> <li>- - Myyntiennusteet laadittava kattavammiksi ja niitä on tarkennettava riittävän usein mahdollisimman realistisen tiedon saamiseksi oston käyttöön.</li> </ul>
<p>Myyntipäällikkö</p> <p>Lassi Siivola</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Myyntiennusteen laatiminen vaikeaa, koska kaikki asiakkaat eivät laadi ennustetta lainkaan.</li> <li>- Myytäviä minimieräkokoja ei määritetty.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Myyntiennusteen laatimista on tehostettava. Panostettava materiaalien hankinnan kannalta kriittisten pisteiden eli sesongin alkamisen ja päättymisen tarkempaan ennustamiseen</li> <li>- Määritettävä minimieräkoot, jotka asiakkaalle voidaan taloudellisesti myyntihinnalla tuottaa.</li> </ul>

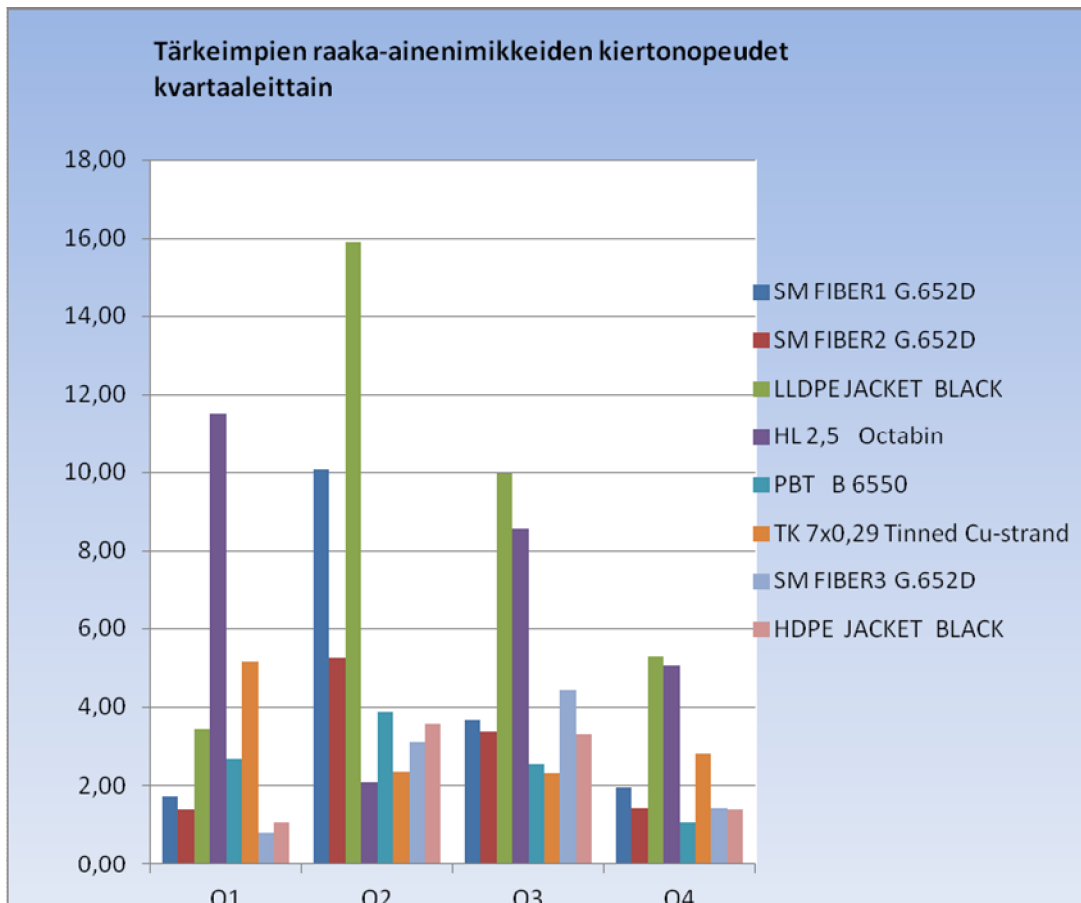
TAULUKKO 2. Tuotannonohjauksen ja varastoinnin haastattelujen tulokset

Osasto	Havaitut ongelmat	Parannusehdotukset
<p>Tuotannonohjaaja</p> <p>Antti Pennanen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ongelmat tuotantolinjalla aiheuttavat joskus sen, että toimitusmäärää ei saada täyteen.</li> <li>- Sairastapaukset aiheuttavat toimituksien siirtymisiä.</li> <li>- Tilausten toimitusajat pitäisi hyödyntää tehokkaammin tuotannon tasaamiseksi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tuotantolinjojen saantoa on mitattava ja suhteutettava valmistettavat määrät saannon mukaan</li> <li>- Työntekijöiden monitaitoisuutta lisättävä</li> <li>- Kehitettävä yhteistyötä myynnin kanssa, jotta toimitusajoissa olevat joustot voidaan hyödyntää kapasiteetin suunnittelussa.</li> </ul>
<p>Varastomies</p> <p>Juntunen Ari</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tehtaalla olevan varaston inventointi on työlästä.</li> <li>- Materiaalien järjestely hyllykköön on hankalaa tilanpuutteesta johtuen.</li> <li>- - Nimikkeiden etsimiseen kuluu liikaa aikaa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laadittava osoitepaikat vähintään raaka-aineryhmä - tasolla ja visualisoitava eri väreillä paikat ryhmien mukaan.</li> <li>- - Hyllystön käyttöä tehostettava. Tehokas trukki liikenne on mahdotonta takimmaisille hyllyille. Selvitettävä voidaan hyllyjä siirtää parempiin paikkoihin tehtaan sisällä tai ulkona.</li> </ul>

## 8.2 Hankinta

ABC-analyysin pohjalta voidaan suunnitella eri nimikeluokkien hankintaa. A- ja B-ryhmän nimikkeiden varastosaldot tulee seurata tarkasti ja pyrkiä ohjaamaan ne mahdollisimman hyvin kulutusta vastaavasti. C-ryhmän tuotteita voi ohjata väljemmin ja käyttää isompia tilauseriä. D-ryhmän tuotteita ei kannata ohjata vaan koko vuoden tarve voitaisiin kattaa muutamalla tai vain yhdellä tilauserällä. Yleisesti analyysistä voidaan todeta, että mikäli D-luokassa on paljon varastotuotteita, kannattaa selvittää, mitkä tuotteista ovat turhia. Vuosittain on katselmoitava nimikkeiden tarpeellisuus, jottei hankita tarpeetonta materiaalia varastoon. Nimikkeiden kiertonopeuksia on tutkittava ja seurattava vähintään vuosittain.

Ulkomaisten raaka-ainanimikkeiden pitkät toimitusajat ja kuljetuskustannusten muodostuminen tuovat haasteita hankinnalle. Arvokkaimpien nimikkeiden ohjauksessa kiertonopeudet tulisi pyrkiä pitämään korkeina optimoimalla hankintaerät vastaamaan kysyntää mahdollisimman hyvin. Kuvassa 9 on kausivaihtelusta johtuen määritetty kvartaaleittain ABC-analyysillä kahdeksan ensimmäisen tärkeimmiksi luokiteltujen nimikkeiden kiertonopeudet. Pysty akselin lukema kertoo kuinka monta kertaa varasto vaihtuu tarkastelujakson aikana. Vaaka akselilla on tarkastelujaksot. Kuvasta nähdään, ettei kiertonopeuksia tällä hetkellä pystytä pitämään korkealla sesonkiajan ulkopuolella.



*KUVA 9. Tärkeimpien raaka-ainemerkkien kiertonopeudet kvartaaleittain vuodelta 2011*

### 8.3 Raaka-aineiden varastointijärjestelyt

Pihalla olevan peltihallin hyödyntäminen varastointikäytössä avasi kehitysmahdollisuuksia niin ostettavassa logistiikkapalvelussa kuin tehtaan sisäisessä toiminnassa. Tilojen käytön tehostamisella saadaan lisää liikkumatilaa materiaalinohjaukseen. Varastoimalla raaka-aineita tai lopputuotteita ko. halliin saadaan lavapaikkoja yhteistyökumppanilla vähennettyä tehtaan toimintaa johdonmukaistettua ja vuositasolla merkittäviä kustannussäästöjä.

Yksi ratkaisu ostettavan palvelun vähentämiseksi olisi varastotilan järjestäminen tehtaalta lopputuotteille, jolloin kustannusvaikutus muodostuisi ostettavan logistiikkapalvelun varastointi-, käsittely- ja kuljetuskustannusten poistumisesta. Sesonkivaihtelusta johtuen raaka-ainemerkkien kiertonopeudet muuttuvat huomattavasti. Sesongin ollessa vilkkaimmillaan suurimmat kustannukset ostetta-

vassa logistiikkapalvelussa muodostuvat kohonneista käsittelykustannuksista. Sesongin hiipuesssa ja kiertonopeuksien hidastuessa suurimmat kustannukset koituvat vuorokautisista varastointikustannuksista.

Kaikkien raaka-ainanimikkeiden kiertonopeuksia ei katsottu tarpeelliseksi liittää opinnäytetyöhön vaan keskityttiin kustannusvaikutuksiltaan suurimpiin A- ja B-ryhmiin. Vuositasolla laskennalliset säästöt logistiikkapalvelun kustannuksista olisivat 13,4 - 18,9 % riippuen siitä mikä tapa valitaan varaston hyödyntämiseksi. Kustannusten muodostumista on havainnollistettu laskuesimerkein. Laskelmat ovat liitteessä, joka on poistettu työn julkisesta versiosta.

#### **8.4 Tuotanto**

Tuotannonohjauksen kannalta olisi tärkeää selvittää linjojen saannot, jotta voidaan ottaa huomioon linjojen kyvykkyys tuotannosuunnittelussa. Taloudelliset tuotantoerät tulee määrittää ja pitää niistä kiinni. Asetusajat on kelloitettava ja aloitettava toimet niiden lyhentämiseksi. Yksinkertaisimmillaan asetus aika jaetaan sisäiseen ja ulkoiseen asetus aikaan, eli niihin toimiin, jotka voidaan tehdä koneen käydessä ja niihin, jotka voidaan tehdä vain koneen ollessa pysähtynyt. Kehitystoiminnassa pyritään etsimään keinoja, joilla sisäiset asetusajat voitaisiin muuttaa ulkoisiksi ja siten asetustenvaihto entistä nopeammaksi.

Valokaapelipuolivalmisteiden mittauksien tuloksien seuranta on parannettava ja harkittava tarvitaanko mittauksia ollenkaan ennen lopputuotelinjalle siirtoa. Mittaus voitaisiin suorittaa esimerkiksi vain silloin, kun valmistuksessa on tapahtunut jokin häiriö ja on syytä epäillä puolivalmisteessa olevan laatu poikkeama. Tämä vähentäisi puolivalmisteiden edestakaista kuljettelu ahtaita käytäviä pitkin. Laatu päällikön tilastojen mukaan vuosina 2011 ja 2012 laadunvalvonnassa ei havaittu puolivalmisterungoissa olevan sellaisia vikoja, jotka aiheuttaisivat puolivalmisteen hylkäämistä.

Laatutilastosta eivät käy ilmi sellaiset poikkeamat, jotka on hyväksytty poikkeamasta huolimatta vaan pelkästään hylätyt nimikkeet. Laatu tiedon tarkka keräys ja analysointi pitemmällä aikavälillä toisi esiin poikkeamat, jotka toistuvat säännöllisesti. Laatu työkaluja käyttämällä voidaan etsiä ongelmien juurisyyt ja analyttisen tarkastelun perusteella suunnitella toimet ongelmien poistamiseksi.

Lean-toiminnan mukaisesti kehitystoiminta jaetaan hyppäyksellisiin ja jatkuvasti tehtäviin pieniin muutoksiin. Molempia lähestymistapoja voidaan käyttää yhtäaikaaisesti. Työntekijät kannattaa rohkaista mukaan tuotannon jatkuvaan kehittämiseen. Yrityksellä on käytössä työturvallisuuden kehittämiseen järjestelmä, jossa vaaratilanteesta raportoineelle työntekijälle tarjotaan ilmainen lounas. Vastaavaa järjestelmää voitaisiin soveltaa tuotannossa. Palkkio voisi olla esimerkiksi vuosittain kolmelle merkittävimmän parannusehdotuksen tehneelle työntekijälle merkittävä rahallinen palkinto.

## **8.5 Työturvallisuus**

Tehtaalla on 14.12.2011 tehty työpisteittäin kysely työntekijöille työturvallisuuden liittyen. Kyselyllä on kartoitettu niitä tekijöitä, jotka työntekijät kokevat riskeiksi. Kyselyyn vastanneista 27:stä työntekijästä 25 henkilöä koki vaaraa tai haittaa aiheuttavaksi tekijäksi tavarankuljetuksen ja muun liikenteen tehtaassa. Lisäksi useissa vastauksissa oli erikseen mainittu ahtaat käytävät ja kohtaamiset trukkien kanssa riskeiksi.

Tehtaan sisävarastoa muuttamalla voidaan vähentää kohtaamistilanteita haarakatrukien kanssa. Sisävaraston hyllystö järjestetään liitteenä olevan layoutkuvan mukaisesti niin, että tuotantolinjojen puoleisten hyllyjen lattiatasen paikat toimivat läpivirtausperiaatteella ja hyllystöjen välinen käytävä varataan ainoastaan trukkilienteelle. Työn julkisesta versiosta on yrityksen pyynnöstä poistettu liitteenä oleva layoutkuva.

Läpivirtauspaikoilta työntekijät noutavat tuotantolinjoille käsin noudettavissa olevat nimikkeet, esimerkiksi sidoslangat ja paisuvat nauhat. Toiselle puolen käytävää varastoidaan painavat nimikkeet, joiden liikutteluun tarvitaan trukkia, esimerkiksi geelit ja peltikiekot. Työntekijöiden liikkumisen tarve keskikäytävällä vähenee, jolloin riski joutua trukin kolhimaksi alenee.

## **8.6 Tehtaan sisäinen varasto**

Ongelmaksi työntekijöiden keskuudessa koettiin tehtaan sisäisen varaston epäjärjestys. Tehtaan sisäisen varaston järjestäminen liittyy varaston layoutmuutokseen. Osa hyllystä siirretään lähelle linjaa, jolla valmistetaan miniput-

kia ja niistä kerrattuja runkorakenteita. On luontevaa siirtää varastosta miniputkilinjan tarvitsemat raaka-aineet sitä lähimpänä olevaan hyllystöön, jota voidaan merkitä sinisellä värillä.

Nykyiselle paikalle jäävien hyllyrivistöjen ruokalan puoleisiin päätyihin jätetään yhdet hyllyvälit tyhjää tilaa käyttävän molemmin puolin, joihin voidaan palauttaa linjalta yli jääneet paisuvat nauhat, peltikiekot ja PES-nauhat. Vajaat kuormalavat puretaan päätyalueille ja ylijääneet kiekot asetetaan pystyasentoon hyllyyn, jolloin vältetään kuormalavojen kuljettamiselta takaisin varsinaiseen varastoon. Hyllyvälit varustetaan hieman vastaavasti kuin pienempien kaapelikelojen varastointiin tarkoitettut hyllyt, mutta kuitenkin siten, että kelahylly tulee hyllystöön työkäytävään nähden pitkittäissuunnassa. Varsinaiseen varastoon ei palautetaisi lavoja, joissa on vain vähän raaka-ainetta jäljellä. Aina kun trukkipuskilta tilataan täysi lava peltiä tai paisuvaa nauhaa, hän tarkastaa yli jääneille tuotteille varatun alueen, ja laittaa lavalle päällimmäiseksi mahdollisesti aikaisemmin yli jääneen saman raaka-aineen vajaan pakkauksen. Tätä aluetta merkitään vihreällä värillä.

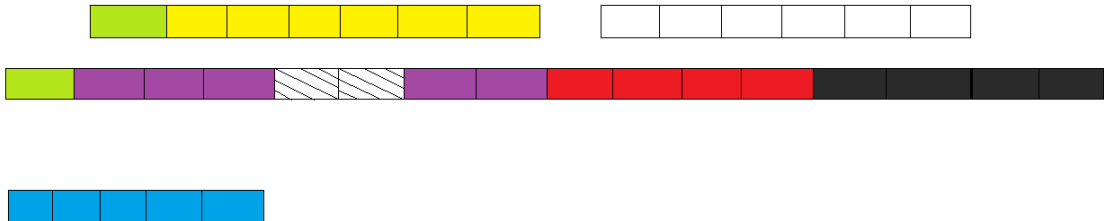
Varaston ruokalan puoleisesta päädyistä katsottaessa vasemmalle puolelle laitetaan raaka-aineet, jotka työntekijät voivat noutaa käsin. Esimerkiksi sidoslangat, repäisylangat ja aramidilangat. Tälle varaston osalle varataan hyllystöstä 6 kappaletta hyllyvälejä ja aluetta merkitään keltaisella värillä.

Loput kuusi hyllyväliä vasemman puoleisista hyllyistä varataan paisuville nauhoille ja ALPES-nauhoille ja aluetta merkitään valkoisella värillä.

Hyllystön oikealle puolelle sijoitetaan kuormalavat, jotka sisältävät peltikiekoja, vaippamassaa, kaapelirasvaa ja geeliä. Toisin sanoen kaikki ne raaka-aineet, jotka täytyy siirtää trukilla tuotantolinjojen läheisyyteen. Ruokalan puoleisesta päädyistä lähtien COFECO-peltikiekoille varataan 5 kpl hyllyvälejä ja merkitään aluetta violetilla värillä. Alumiinipeltikiekoille seuraavat 4 kpl hyllyvälejä ja merkitään aluetta punaisella. Loput 4 hyllyä oikeanpuoleisesta hyllystöstä varataan kaapelirasvoille, geeleille ja teräsvaijereille ja aluetta merkitään mustalla värillä.

Kuvassa 10 on raaka-ainehyllystö jaettuna eri alueisiin. Viivoitetut alueet varastossa säilytetään ennallaan. Varaston käytön onnistumiseksi tuotannon työnte-

kijöitä on informoitava varaston oikeasta käytöstä ja painotettava vajaiden raaka-ainepakkausten käyttämistä tuotannossa. Yksinkertainen visualisointi eri värein vaatii helpoimmillaan vain erivärisiä teippejä ja parhaimmillaan johtaa siihen, että varasto pysyy järjestyksessä ja lähes tyhjät lavat eivät vie tilaa varastosta.



*KUVA 10. Sisävaraston visualisointi värein*

## **8.7 Toiminnanohjausjärjestelmä**

Microsoft NAVi-toiminnanohjausjärjestelmän käyttö on koettu vaikeaksi puutteellisen osaamisen takia niin tuotannon työntekijöiden kuin tehtaan johdon tasolla. Toiminnanohjauksen raportteja ei saada tehokkaasti hyödynnettyä päätöksenteossa. NAVi:n käyttöön ei yrityksellä ole olemassa käsikirjaa eikä kunnollisia käyttöohjeita. Ohjelmiston käyttöön on saatavissa lisämaksusta koulutusta järjestelmän toimittajalta: muun muassa koulutusmateriaaleja, luokkahuonekoulutusta, verkko-oppimisyhteisöä, tutkintokokeita ja Microsoft Dynamics-kirjoja.

## **8.8 Kehitystoiminnan jatkuvuus**

Tuloksina esitetyt parannusehdotukset ovat parannuksia tämän hetken toimintaan ja toivottavasti niistä saadut positiiviset kokemukset herättävät innostusta toiminnan kehittämiseen myös tulevaisuudessa. Kehitystoiminnassa tyypillisesti kuvataan tavoitetilä jota kohti ollaan pyrkimässä ja lisäksi asetetaan seuraava tavoite kehitystoiminnassa. Pitkällä tähtäimellä tehtaan materiaalilogistiikkaa tulee pyrkiä kehittämään siten, että raaka-aineet ja lopputuotteet saadaan varastoitua täysimittaisesti tehdasalueella omissa tiloissa ja yhteistyökumppanin tarjoamasta logistiikkapalvelusta päästään eroon.



Yrityksessä on tehty suunnitelmia varastorakennuksen rakentamiseksi, mutta ne eivät ole toistaiseksi edenneet toteutusasteelle. Varastorakennuksen piirustukset on hankittu arkkitehtitoimistolta. Suunnitelmien edistämiseksi laadittiin Layout-suunnitelma perustuen jo olemassa oleviin rakennepiirustuksiin.

Raaka-aineiden varastointi tehdasalueella yhdessä paikassa vapauttaisi tuotantotilaa tuottavampaan käyttöön tehtaan sisällä olevan raaka-ainevaraston siirtäessä uuteen rakennukseen. Vaihtoehtoisesti vapautunut tila voitaisiin hyödyntää trukkiliikenteen ja jalankulkuliikenteen erottamiseksi tuotantotiloissa.

Raaka-ainerakennuksen myötä varastotoimintojen kehittäminen tehokkaammaksi olisi yrityksen omassa kontrollissa, joten pitkällä aikavälillä toiminnalla olisi edellytykset muuttua tuottavammaksi. Esimerkiksi viivakoodien ja RFID-tunnisteiden käyttöönotto olisi mahdollista. Nykyinen toiminnanohjausjärjestelmä tukee ainakin viivakoodijärjestelmän käyttöönottoa.

## **8.9 Tulosten arviointi**

Haastattelujen tuloksia ja eri organisaatioissa havaittuja ongelmia tutkittaessa on hyvä muistaa, että ihmiset eri organisaatioissa havainnoivat toimintaa useimmiten vain omasta näkökulmastaan ja jotkin parannustoimet tietyllä osastolla voivat kuormittaa muita organisaatioita huomattavasti. Osoptimoinnin sijaan olisi hyvä kokonaisvaltaisesti kehittää vuorovaikutusta organisaatioiden välillä.

ABC-analyysi on yleisesti käytetty menetelmä ja sen mukaisesti raaka-ainanimikkeet luokiteltiin tärkeysjärjestykseen. Tässä tutkimuksessa menetelmän heikkoutena on se, että analyysi luokittelee nimikkeet välittömien kustannusten mukaan tärkeysjärjestykseen ottamatta huomioon halvempien nimikkeiden välillisiä kustannusvaikutuksia. Nämä voivat puutetilanteissa nousta huomattaviksi tuotannon pahimmillaan estyessä kokonaan. D-ryhmään kuuluu suurin osa yrityksen raaka-ainanimikkeistä, joten ohjaustavan valinnassa ei tule sokeasti päättää hankittavaksi kaikkia ryhmän nimikkeitä vuoden tarpeiksi ja jättää seurantaan siihen, vaan on huolellisesti valittava ne nimikkeet, jotka voidaan hankkia suurissa erissä.

Tuotannon voimakkaasta kausivaihtelusta johtuen raaka-ainenumerojen kiertonopeuksien laskenta koko vuoden ajalta ei antanut kuin huonon keskimääräisen tuloksen. Kuvaavamman tuloksen aikaansaamiseksi nopeudet määritettiin kvartaaleittain. Nopeuksia tarkasteltaessa on suhteutettava kiertonopeuden lukuarvo tarkasteltavan ajanjakson pituuteen.

## 9 YHTEENVETO

Tutkimuksen tarkoituksena oli etsiä kehityskohteet tehtaan logistiikasta, lisätä työntekijöiden työturvallisuutta ja pienentää logistiikkakustannuksia eli kehittää Nestor Cables Oy:n materiaalivirtausta edellä mainitut tekijät huomioiden. Kohdeyrityksen logistiikkatoiminnoissa on useita erityispiirteitä, joiden perusteellinen tunteminen on edellytys toiminnan kehittämiseksi.

Teoriaosassa käsiteltiin materiaalinohjausta, varastointia ja materiaalivirtauksen kehittämistapoja sekä lähtökohtia. Lähdetietoa on sovellettu tutkimuksen teon aikana ja lopullisia kehitysehdotuksia laadittaessa. Tutkimuksen aikana käytettiin teorian tiedon rinnalla hyväksi haastattelujen tietoja, ABC-analyysiä, tehtaalla suoritettua riskikartoituskyselyä ja työn suorittamisen aikana tehtyjä havaintoja materiaalivirtauksesta.

Nykytilaa kartoitettaessa pyrittiin saamaan käsitys yrityksen tilaus-toimitusketjusta ja sen erityispiirteistä sekä havainnoimaan materiaalivirtaukseen vaikuttavia tekijöitä eri organisaatioiden näkökulmista. Haastatteluja suoritettiin yrityksen osto-, myynti-, varasto- ja tuotanto-organisaatioissa.

ABC-analyysillä luokiteltiin tärkeysjärjestykseen hankittavat raaka-ainemerkkejä ja tehtiin parannusehdotus osto-osastolle nimikkeiden saldojen seurantaan ja hankintaan. Ostettavan logistiikkapalvelun kustannusten pienentämisestä ja tehtaan sisäisestä varastoinnista tehtiin esitys ja liitettiin raporttiin suunnitelma laskelmiseen yrityksen käytössä olevan piharakennuksen käytöstä tehokkaasti lopputuotteiden ja raaka-aineiden varastointiin. Työn julkisesta versiosta liite salattiin sopimustietojen takia.

Tehtaan layoutiin tehtiin perusteltu muutosehdotus sisävaraston hyödyntämisen tehostamiseksi ja työntekijöiden työturvallisuuden parantamiseksi. Sisävaraston järjestyksen ja käytön tehostamiseksi tehtiin parannusehdotus. Haastattelujen pohjalta muodostui ehdotus tehtaan toiminnanohjausjärjestelmän käytön parantamiseksi. Pitkän aikavälin kehitystoiminnan tukemiseksi laadittiin alustava layout-suunnitelma tehtaalle kaavaillun raaka-ainevaraston piirustuksien pohjalta.

Opinnäytetyön tulokset vastaavat alkuperäistä toimeksiantoa, ne ovat käytännönläheisiä ja niitä on havainnollistettu kuvin ja laskelmin. Työn tilaaja on ollut kiinnostunut työn tuloksista ja kokenut tutkimustulokset hyödyllisiksi. Työn tekemisen aikana konkretisoituivat syy-seuraussuhteet materiaalien ohjauksesta tehdasympäristössä, ja saatiin arvokasta kokemusta projektityyppisestä kehitystoiminnasta. Opiskellun teoretiedon tueksi työn aikana karttui uusia käytännön taitoja kehitystoiminnasta.

Tehtaan työntekijöiden osallistuminen muutosten suunnitteluun motivoi heitä muutosten toteuttamiseen. Myönteiset kokemukset kehitystoiminnasta rohkaisevat tulevaisuudessakin tarkastelemaan työympäristön toimintaa kriittisesti. Parhaimmillaan työyhteisö voi omaksua kehittämismyönteisen, kustannustehokkaan ajattelutavan. Tähän työyhteisön yhteiseen tavoitteeseen pyrkimisestä tulisi työntekijöitä kannustaa ja palkita. Tavoitteeseen pääseminen vaatii jokaisen työntekijän panoksen. Hyvällä, yhteisellä tahtotilalla ja motivaatiolla voidaan siirtää vaikka vuoria.

## LÄHTEET

1. Nestor Cables. 2011. Saatavissa:  
[http://www.nestorcables.fi/fi/yritys/fi\\_FI/yritys/](http://www.nestorcables.fi/fi/yritys/fi_FI/yritys/). Hakupäivä 1.12.2011.
2. Optiset telekaapelituotteet. Nestor Cables. 2012. Saatavissa:  
<http://www.nestorcables.fi/fi/tuotteet/optiset-telekaapelit/>. Hakupäivä 26.1.2012.
3. Kupariset telekaapelituotteet. Nestor Cables. 2012. Saatavissa:  
[http://www.nestorcables.fi/fi/tuotteet/instrumentointikaapelit/fi\\_FI/kjaam/](http://www.nestorcables.fi/fi/tuotteet/instrumentointikaapelit/fi_FI/kjaam/). Hakupäivä 26.1.2012.
4. Kupariset telekaapelituotteet. Nestor Cables. 2012. Saatavissa:  
[http://www.nestorcables.fi/fi/tuotteet/kupariset-telekaapelit/fi\\_FI/vmohbu-tl/](http://www.nestorcables.fi/fi/tuotteet/kupariset-telekaapelit/fi_FI/vmohbu-tl/). Hakupäivä 26.1.2012.
5. NAVi-toiminnanohjausjärjestelmä. Microsoft. 2011. Saatavissa:  
<http://www.microsoft.com/dynamics/fi/fi/products/nav-overview.aspx>. Hakupäivä 13.12.2011.
6. Miettinen, Pauli 1993. Tuotannonohjaus ja logistiikka. Helsinki: Painatuskeskus Oy.
7. Karhunen, Jouni . Hokkanen, Simo . Luukkainen, Martti 2002. Johdatus logistiseen ajatteluun. Jyväskylä: Kopijyvä Oy.
8. Ritvanen, Virpi . Inkiläinen, Aimo . von Bell, Anders . Santala, Jouko 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy.
9. Karrus, Kaij E. 2005. Logistiikka. 3 - 5 painos. Helsinki: WSOY.
10. Lehtonen, Juha-Matti 2004. Tuotantotalous. 1.painos. Vantaa: WSOY.

11. Liker, Jeffrey K. 2004. Toyotan tapaan. Suom. Marko Niemi. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
12. Value stream mapping - Waste visualization. Saatavissa: <http://www.valuebasedmanagement.net/>. Hakupäivä 20.1.2012.
13. Kouri, Ilkka 2010. Lean management. Miten vähemmän voi olla enemmän? Saatavissa: [www.tredea.fi/@Bin/42650/Lean\\_Kouri.pdf](http://www.tredea.fi/@Bin/42650/Lean_Kouri.pdf). Hakupäivä 17.12.2012.

## LÄHTÖTIETOMUISTIO

Tekijä: Heikki Holmström

Tilaaaja: Nestor Cables Oy

Tilaaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot: Aki Eklund, 0408319808,  
aki eklund@nestorcables.fi

Työn nimi: Kaapelitehtaan materiaalivirtauksen kehittäminen

Työn kuvaus: Kaapelitehtaan materiaalivirtojen uudelleenjärjestäminen ja kriittinen tarkastelu

Työn tavoitteet: Sisäisen logistiikan parantaminen, työturvallisuuden kohentaminen ja logistiikkakustannusten alentaminen

Tavoiteaikataulu: Aineisto yrityksellä 31.3.2012. Työ valmiina huhtikuun lopussa.

Päiväys ja allekirjoitukset : 5.10.2011 Aki Eklund, Heikki Holmström

## HAASTATTELUJA VARTEN ENNAKKOON LAADITUT KYSYMYKSET

**Osto-osasto**

1. Seurataanko raaka-aineiden toimitusaikoja?
2. Miten toimittajat on valittu?
3. Mikä laukaisee raaka-ainetilauksen?
4. Onko nimikkeitä luokiteltu tärkeysjärjestykseen?
5. Mitä parannuskohteita sinulle tulee mieleen omassa organisaatiossasi ja koko yrityksen toiminnassa?

**Myyntiosasto**

1. Kuka laatii myyntiennusteen?
2. Miten ennuste laaditaan?
3. Kuinka usein ennustetta päivitetään?
4. Onko tuotteita luokiteltu minkään tekijän mukaan?
5. Mitä parannuskohteita sinulle tulee mieleen omassa organisaatiossasi ja koko yrityksen toiminnassa?

**Tuotannosuunnittelu**

1. Millä periaatteella tuotantoa ohjataan?
2. Mistä saat tuotantotilauksen?
3. Joudutaanko tuotannosuunnitelmia muuttamaan usein?
4. Mikä aiheuttaa toimitusten viivästymistä?
5. Mitä parannuskohteita sinulle tulee mieleen omassa organisaatiossasi ja koko yrityksen toiminnassa?

**Varasto**

1. Millä perusteella varastoon tilataan tavaraa yhteistyökumppanilta?
2. Mistä saat tiedon tulevista tarpeista?
3. Miten varastomääriä seurataan?
4. Onko nimikkeille nimetty omia paikkoja varastosta?
5. Mitä parannuskohteita sinulle tulee mieleen omassa organisaatiossasi ja koko yrityksen toiminnassa?