

Alan Hamza

Toimitusketjun optimointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinööriytyö

8.6.2018

Tekijä Otsikko	Alan Hamza Toimitusketjun optimointi
Sivumäärä Aika	33 sivua 8.6.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	automaatiotekniikka
Ohjaajat	lehtori Kai Virta quality & opex specialist Juha Lehtimäki
<p>Insinööriyössä etsittiin kustannustehokkaampaa toimintatapaa toimitusketjuun päähankkijan ja alihankkijan yhteisellä kehitysprojektilla. Tutkimustyöhön sisällytettiin alihankkijan tuotantoprosessi, logistiikkatoiminta sekä päähankkijan kokoonpanoprosessi. Alihankkijan valmistavat tuotteet päähankkijalle olivat ohutlevytuotteita. Konkreettisia kehityskohteita tunnistettiin niin, että ne ovat käytäntöön sovellettavissa. Näitä olivat toimitustarkkuuden parantaminen, logistiikkakustannuksien karsiminen sekä tuotelaadun parantaminen.</p> <p>Työssä perehdyttiin nykytilan toimintaan, jonka perusteella analysoitiin tarvittavat kehitystoimenpiteet. Alkukartoituksen perusteella havaittiin toiminnassa olevan paljon vaihtelua sekä hukkakustannuksia, joita lähdettiin eliminoimaan. Systemaattisen Lean Six Sigma -menetelmän avulla saatiin toimitusprosessiketju sujuvammaksi.</p> <p>Työ tehtiin ABB Oy:n Helsingin tahtikoneyksikön sähkömoottoreiden loppukokoonpanon osastolle.</p> <p>Insinööriyön tuloksena syntyi kustannustehokkaampi tapa toimia, jonka avulla suomalainen kilpailukyky on tältä osin globaalin kilpailun kanssa tasavertaisempi. Toimitusketjun kehittämisen mallia tuleekin jatkossa viedä muillekin osa-alueilla päähankkijan ja alihankkijoiden välillä.</p>	
Avainsanat	kustannustehokkuus, lean six sigma

Author Title	Alan Hamza Optimizing of Supply Chain
Number of Pages Date	33 pages 8 June 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation Technology
Professional Major	Automation Engineering
Instructors	Kai Virta, Senior Lecturer Juha Lehtimäki, Quality & Opex Specialist
<p>In this bachelor's study, a more cost-effective approach to the supply chain was sought through the joint development project of the main contractor and the subcontractor. The research work included subcontractor's production process, logistics operations and the main contractor's assembly process.</p> <p>The finished metal sheets, which are delivered from the subcontractor to main contractor, were identified as concrete development objects, so that they are practically applicable. These development objects included improving delivery accuracy, reducing logistics costs, and improving product quality.</p> <p>In this study, the goal was to research and to analyse the necessary development measures which were based on waste costs and fluctuation in activity as well. With the systematic Lean Six Sigma method, the supply process chain became more streamlined</p> <p>The thesis was done for ABB Oy Synchronous motors and generators assembly department in Helsinki. In the future, the supply chain development model will be exported to other areas between the main contractor and the subcontractors.</p>	
Keywords	cost-effectiveness, lean six sigma

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Opinnäytetyön taustatiedot	1
1.2	Tutkimusongelma	2
1.3	Työn tavoitteet ja rajaus	2
1.4	Työn käytännön toteuttaminen	2
1.5	ABB:n ja projektissa mukana olevan alihankkijan yritysesittely	3
2	Laatujärjestelmä toiminnan perustana	4
3	Toimitusketjun kustannustehokkuus	6
3.1	Kilpailukyvyyn muodostuminen toimitusketjussa	7
3.2	Prosessimaisen toiminnan kokonaisvaltainen kehittäminen	10
3.3	Hankintatoimi ja sen johtaminen	11
4	Yhteistyön kehittäminen alihankkijoiden kanssa	13
5	Logistiikka	15
5.1	Ulkoisen logistiikka	16
5.2	Sisälogistiikka	18
6	Ohutlevyjen alihankinnan toimintamallin kehittäminen	19
6.1	Ohutlevyjen toimitusprosessin nykytila ja sen kyvykkyyden mittaaminen	20
6.2	Ohutlevyjen toimitusprosessin ongelmien analysointi	24
6.3	Ohutlevyjen uuden toimintamallin luominen	26
6.4	Ohutlevyjen uuden toimintamallin standardimallin käyttäminen	26
7	Työn tulokset	30
8	Yhteenveto	31
	Lähteet	32

Lyhenteet

ABB	Asea Brown Boveri
DMAIC	Define-Measure-Analyze-Improve-Control. Määrittely-Mittaus-Analysointi-Parannus-Ohjaus/Valvonta. Systemaattinen ongelmanratkaisumenetelmä.
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis. Vika- ja vaikutusanalyysi.
FSM	Future State Mapping. Tulevaisuuden arvovirran kuvaus.
FTY	First Time Yield. Laadullinen mittari joka kertoo laadullisen onnistumisen.
MVA	Megavolttiamppeeri. Vaihtovirtapiirin näennäisteho.
NVA	Non Value Adding Time. Ei arvoa tuottava aika.
VA	Value Adding Time. Arvoa tuottava aika.
VSM	Value Stream Mapping. Arvovirta kuvaus (nykytila).
OTD	On Time Delivery. Toimitustäsmällisyys.
QMS	Quality Management System. Laadunhallintajärjestelmä.

1 Johdanto

Toimitusketjun kehittämiseen suomalaisessa teollisuuskulttuurissa ei ole aiemmin käytännössä panostettu juuri ollenkaan. Nykyisellään osa suurimmista yrityksistä, joilla on resursseja, ovat ryhtyneet toimitusketjussa alihankkijoidensa kehittämiseen. Hyöty on molemminpuolinen, jolloin alihankkija saa töitä ja kehittyy sekä päähankkija saa tuotensa ajallaan juuri sellaisena kuin on ne tilannutkin. Toimittajakentästä löytyy Suomessa hyödyntämätöntä potentiaalia, jota ei aina tunnisteta. Suomen kilpailukyvyyn kehittäminen ei onnistu pelkästään päähankkijan ja alihankkijan omilla sisäisillä säästötoimilla. Kokonaisvaltainen toimitusketjun tuottavuuden kehittäminen nostaa suomalaista kilpailukykyä maailmalla. Onnistuneen yhteistyön tulokset näkyvät jatkossa taloudellisina hyötyinä.

Vaikka nykyisellään Suomen teollisuus elää nousukauttaan, niin silti ei ole syytä tyytyä nykyiseen toimintamalliin. Kilpailijamaissa yritykset panostavat kilpailukyynsä varautuen koko ajan kiristyvään kilpailuun. Suomesta löytyy hyvää ammatillista osaamista, jonka rinnalle tulee yhdistää vielä kokonaisvaltainen prosessien kehittäminen toimitusketjuissa. Kaikkien henkilöiden mukaan saaminen toimitusketjuissa vaatii uusien toimintamallien omaksumista ja vanhojen toimintatapojen hylkäämistä. Tuottavuuden ja kilpailukyvyyn kehittäminen vaatii pitkäjänteistä työtä ja vahvaa muutosjohtamista yrityskulttuureissa.

1.1 Opinnäytetyön taustatiedot

ABB:n Helsingin yksikössä kehitetään jatkuvasti kustannustehokkainta tapaa toimitusketjuun. Tunnistettu ja merkittävä kehityskohde löytyi ohutlevyjen toimituksien osalta. Tilauskannan ollessa korkealla asiaan ei ole ehditty paneutua riittävällä tarkkuudella. Vastaavasti tilauskannan ollessa matalampi muut kehitystoimet ovat menneet ohutlevyvalmistuksen edelle. Ohutlevyt aiheuttavat kuitenkin toistuvia laatuongelmia, joista aiheutuu lisäkustannuksia. Tämän perusteella käynnistettiin kehityshanke, jonka toteuttaminen suoritetaan tämän insinööriyön tutkimustuloksien ja projektin aikana. Kehityshanke on jatkumoa koko koneen valmistettavuuden kustannustehokkuuden parantamiseksi. Aiempia isoja hankkeita ovat olleet muun muassa raskasmetalliosien hitsausmenetelmien kehittäminen.

1.2 Tutkimusongelma

Nykyisessä toimintamallissa konekohtaisten ohutlevyosien kappalemäärä on huomattavan suuri. Näiden käsittely ABB:n loppukokoonpanossa kasvattaa läpimenoaikaa. Tämä aiheuttaa joissakin tapauksissa loppuasiakkaalle myöhästymää, jolla on taloudellisia vaikutuksia sekä lisäksi imagollinen vaikutus. Lisäksi logistiikkakustannukset alihankinnasta ABB:lle aiheuttavat kustannuksia, jotka aiheutuvat muun muassa rahtilavojen kuljetusten aikaisista kappalemääristä. Logistiikan aikana syntyy myös satunnaisia vaurioita ohutlevyosiin, koska osa ohutlevyistä on suurempia kuin rahtilavat. Edellä mainitut kustannukset saadaan kerättyä ABB:n toiminnanohjausjärjestelmästä.

1.3 Työn tavoitteet ja rajaus

Työn teoreettisessa osassa käsitellään kootusti niitä aihealueita, jotka ovat keskeisiä vaikutukseltaan tässä työssä. Jokainen aihealue on itsessään laaja, jolloin jo yksittäisistä osatekijöistä saisi oman tutkimuksen. Empiirisessä osassa tutkitaan valitun suomalaisen levyosatoimittajan kokonaiskustannusrakennetta alihankkijalta ABB:n kokoonpanoon. Tavoitteena on löytää ohutlevytoimituksille optimi tapa toimia kustannustehokkaasti, niin laadun, hinnan kuin toimitusvarmuudenkin osalta. Parhaan kustannustehokkaan tavan löydyttyä uusi mahdollinen tapa on tarkoitus jalkauttaa käytäntöön. Uuden toimintamallin avulla kasvatetaan osaltaan ABB:n kilpailukykyä markkinoilla paremmalla tuotelaadulla sekä lyhentämällä läpimenoaikaa ABB:n loppukokoonpanossa. Lyhemmän läpimenoajan ansiosta ABB pystyy vastaamaan markkinoilla kiristyvään kilpailuun, jossa vaaditaan yhä nopeampia toimitusaikoja.

1.4 Työn käytännön toteuttaminen

Työhön vaadittavat lähtötiedot kerättiin ABB:n järjestelmistä sekä alihankkijan luona toteamalla paikan päällä prosessien toiminta. Tutkimusmenetelmänä käytettiin laadullista menetelmää yhdessä Six sigma -menetelmän kanssa, jossa tutkittiin tilastollista vaihtelua. Tähän yhdistettiin Lean-menetelmä, jonka avulla tuettiin kokonaiskustannusrakenteen muodostumista.

Tässä työssä kokonaiskustannukset laskettiin alihankkijan prosessihukista ja logistiikassa kuormalavojen kappalemäärästä. Laskennallista rahallista säästöä ei lähdetty esittämään euroissa ABB:n sisälogistiikasta, laatukustannuksista eikä myöhästymistä. Tämä siksi, koska näiden tarkka todentaminen vaatii syvällistä tutkimusta, jota projektin puitteissa ei ollut mahdollista tehdä. Toki edellä mainitut tuovat potentiaalista säästöä ja ovat yrityksellä tärkeitä asioita, joita työssä kuitenkin käsiteltiin.

1.5 ABB:n ja projektissa mukana olevan alihankkijan yritysesittely

ABB:n tarjonta kattaa sähköistystuotteet, robotit ja liikkeenohjauksen sekä teollisuusautomaation ja sähköverkkoratkaisut. Maailmanlaajuinen asiakaskunta muodostuu energia-, teollisuus-, liikenne- ja infrastruktuurialoilta. ABB toimii yli 100 maassa ja työllistää noin 135 000 henkilöä, joista Suomessa yli 5 000 henkilöä. ABB:n Helsingin yksikössä työskentelee noin 750 henkilöä. Yksikkö toimii sähkömoottorien- ja generaattorien kokonpanotehtaana Helsingissä jo vuodesta 1889. Suurimpien toimitettavien generaattorien näennäisteho nousee 70 MVA:iin. Moottoreita ja generaattoreita toimitetaan muun muassa laivoihin, valssilaitoksiin ja kaivoksiin maailmanlaajuisesti.

Alihankkijalla henkilöstöä on alle 100 ja yrityksellä on usean vuoden kokemus metallialasta. Yrityksellä on hyvät tuotantotilat sekä hyvä konekanta, joka koostuu muun muassa laserleikkaimista, taivutuskoneista, hitsauskoneista. Alihankkija toimii kotimaisilla markkinoilla.

2 Laatujärjestelmä toiminnan perustana

Laatujärjestelmällä tarkoitetaan laadunhallintajärjestelmää (QMS) koko laajuudessaan johtamisjärjestelmään integroituneena. Toimintajärjestelmä on laatujärjestelmän synonyymi. Laatujärjestelmä-termiä käytetään teoriassa usein suppeammin kuvaamaan erillistä teknistä, laatuun liittyviin asioihin keskittyvää menetelmää. Laatujärjestelmällä tavoitellaan järjestelmällisyyttä prosessien ohjauksen ja valvonnan toimintaan, sekä asiakastyytyväisyyttä, joka tarkoittaa palvelujen ja tuotteiden varmistamista ja prosessien korkeaa ja tasaista laatua. Työntekijöiden kouluttaminen ja tukeminen työnohjauksessa parantaa työn tuottavuutta. Laatujärjestelmän rakenteesta ei ole standardiohjetta. Yleisesti käytetään useampitasoista mallia. (Lecklin 1997: 31–32.)

Standardin ISO 9001:2015 mukainen tavoite on edistää prosessimaista toimintamallia. Tämä puolestaan parantaa laadunhallintajärjestelmän vaikuttavuutta ja tehostaa asiakkaan vaatimusten toteuttamista. Tavoitteena on kokonaisvaltaisen suorituskyvyn parantaminen. (SFS-ISO 9001:2015, 6.) ABB:llä on voimassa oleva ISO 9001 sertifikaatti. Tämä vaatimus on asetettu myös kaikille ABB:n alihankkijoille laadun varmistamiseksi toimitusketjussa.

Laatujärjestelmän ja laadunkehittämisen tavoitteena on laatuksustannusten vähentäminen. Yrityksessä on oltava laadunseurantajärjestelmä, josta laatuksustannuksia voidaan tarkastella. Tiedot ja laaturiskit on saatava reaaliaikaisesti, jotta niihin voidaan reagoida välittömästi.

Ennakointi hyvän laadun tuottamisessa on avainasemassa, niin tuotteen kuin toiminnan laadun osalla. Toisinaan joudutaan kuitenkin laatuksustannusten minimoimiseen käyttäen erillistä projektia. Prosessikaavion avulla tutkitaan ja arvioidaan eri vaiheiden kustannusvaikutukset. Asiakas on valmis maksamaan lisäarvoa tuottavasta ajasta, eikä hukkaajasta joka käytetään laatuvirheiden korjaamiseen, jota käsitellään tarkemmin luvussa 3.

Ongelman ratkaisumenetelmiä, esimerkiksi 5x miksi -menetelmää hyödyntämällä voidaan tutkia ja analysoida, miksi laatuksustannuksia syntyy. Tavoitteena tulisi olla nolla virhetaso, vaikka tuotantoprosesseissa täydelliseen nollavirhetasoon ei päästäisikään. Virheiden toistuvuutta voidaan vähentää ylimääräisten välivaiheiden eliminoimisella prosessista. Esimerkkinä voidaan mainita tavaroiden säilyttäminen ja niiden kuljettaminen

pisteestä toiseen, mikä kasvattaa sekä kustannuksia että laaturiskien määrää. (Lecklin 1997: 180–181.)

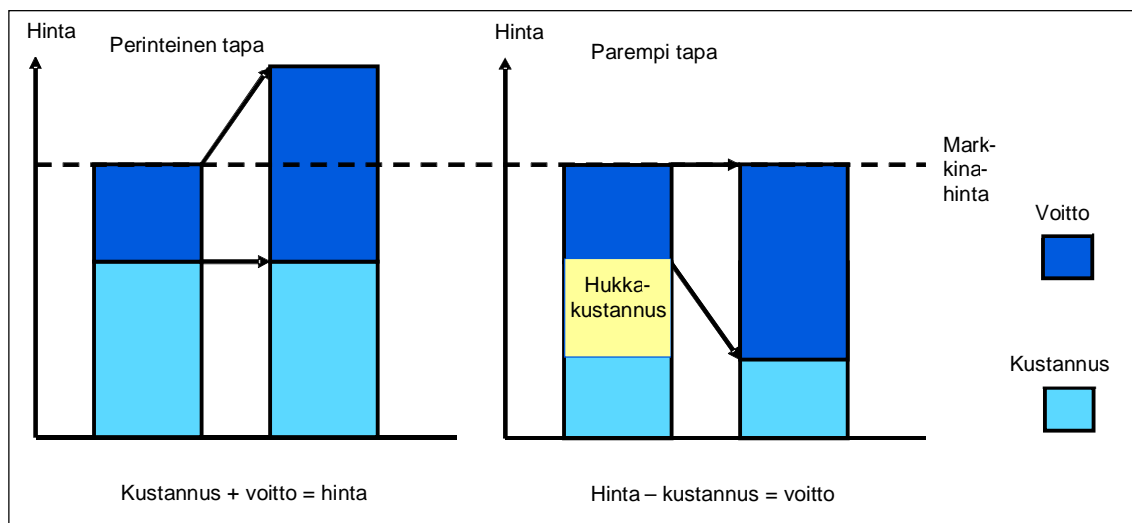
3 Toimitusketjun kustannustehokkuus

Toimitusverkostojen monimutkaisuus kasvaa globalisaation vaikutuksesta. Toimijoilta vaaditaan monikansallisissa ympäristöissä syvällistä kulttuurin tuntemista ja toimintamallia eri alueilla. Strategisen toimitusverkoston suunnittelussa tulee huomioida varastoitavien tuotteiden oikeat määrät, varastojen sijainnit ja niiden koot, laitokset ja tuotantolinjat. Lisäksi voidaan määrittellä tuotteille alueet asiakkaan tiloihin, mitä tuotetta pitäisi olla ja miten tuote tulee virtaamaan toimitusketjussa. Tavoitteena on kehittää paras mahdollinen toimintamalli omaan toimitusketjuun sopivaksi. Toimitusverkon suunnittelu on tärkeää, koska hyvä suunnittelu auttaa yritystä toteuttamaan strategiaansa. Tämä vaatii oikein tehtyä analyttistä toimintaa ja optimointia, jolloin yritykset voivat vähentää toimitusketjun kustannuksia. Varastojen optimaalinen sijoitus ja tarpeellisuus ovat tärkeä seikka. Tuotteen pysähtyessä varastoon lisääntyy lastaaminen, purkamisen ja varastokustannukset.

Kuitenkin useissa tapauksissa varastot ovat tarpeellisia toimitusketjussa. Tavallisesti tuotevaihtelu aiheuttaa tämän. Bufferi- eli puskurivarastot takaavat asiakkaalle nopean toimituksen ja palvelutaso pystytään pitämään yrityksen lupaamissa toimitusajoissa. Tuotantoerän koolla on merkitystä, kun perustetaan ja aloitetaan tuotanto yhden tuotteen tai samanlaisten sarjatuotteiden linjalla. Nämä voivat aiheuttaa merkittäviä kiinteitä kustannuksia, jolloin tuotantoerän koon miettiminen on oleellista. Liikenneyhteyksistä johtuvilla kompromisseilla löydetään edullisimpia kuljetusmuotoja, kun varastoidaan kuljetettava tuote hetkeksi. (Lehtimäki 2017.)

Lähtökohtana koko toimitusketju raaka-ainetoimittajalta asiakkaalle saakka tulisi toimia ongelmitta sovituissa aikatauluissa. Näin ei kuitenkaan asiat käytännössä toimi. Oman toiminnan kehittämisen lisäksi tulee huomioida kokonaisuus toimitusketjussa. Toimittajakentän kilpailukyvyyn kehittäminen johtaa parempaan asiakastyytyväisyyteen, niin laadun kuin toimitusvarmuudenkin osalta. Osa asiakkaista haluaa nopeampia toimitusajoja, ja tähän seikkaan on kiinnitetty erityistä huomiota alihankinnan kehittämistoiminnassa kilpailukyvyyn takaamiseksi kiristyvillä markkinoilla. Hyvän tuotelaadun ohella nopea toimitusaika onkin eräs kilpailuvaltti nyt ja tulevaisuudessa. Hukkakustannuksia karsimalla ei ylitetä markkinahintoja ja lisäksi pystytään omaa voitto-osuutta kasvattamaan kuvan 1 mukaisesti (ABB Kurssimateriaali 2010a). Liker (2006: 27–28) jaottelee hukkakustannuksia synnyttävät toimet Toyotan Lean-tuotantomenetelmän mukaisesti. Näitä

ovat ylituotanto, odotus, kuljetus, yliprosessointi, varastot, liike ja viat. Nämä ovat toimia, joissa tuote tai palvelu ei jalostu ja joita pyritään minimoimaan.



Kuva 1. Hukkakustannuksien vaikutus kilpailukykyyn (ABB Kurssimateriaali 2010a).

Lisäksi nykyisin on enenevässä määrin alettu kiinnittämään muun muassa energian ja veden säästämiseen. Myöskin henkilöstön käyttämättä jäävät taidot ovat hukkaa.

3.1 Kilpailukyvyyn muodostuminen toimitusketjussa

Yrityksen kilpailukyvyyn perustana ovat johtajat, jotka saavat yrityksen kulkemaan eteenpäin. Heidän oikeilla päätöksillään ja tuellaan yritys menestyy. Innovatiiviset ja laajakatseiset johtajat toimivat yrityksen keulakuvina näyttäen esimerkkiä yrityksen henkilöstölle. Yrityksen johdolla onkin suuri merkitys prosessien tuntemisessa. Mikäli johtajat eivät tunne yrityksensä prosessien toimintamallia, niin he eivät tällöin pysty ohjaamaan toimintaa oikeaan suuntaan.

Vertailtaessa perinteistä länsimaista ja Toyotan johtamismallia havaitaan prosessien syvällinen ymmärtäminen olevan Toyotan johtajien vaatimuksena. Tämä ei tarkoita sitä, että ylemmät johtajat ovat Toyotalla ongelmanratkaisijoita tuotannossa. He valtuuttavat tiiminvetäjät valmentamaan alaisiaan. Vastaavasti länsimaiset perinteiset johtajat johta-

vat numeroiden avulla. Heillä on tiiminvetäjät, jotka valmentavat ryhmänvetäjiä ongelmanratkaisuja varten ja nämä puolestaan kehittävät alaisiaan. Toyotan johtamiseen kuuluu ihmisten kehittäminen työskentelemään tiimeissä, johon sisältyy ongelmanratkaisukyvykkyys. Länsimaiseen johtamiseen kuuluu saavuttaa tavoitteita ihmisten avulla. Toyotan johtamismallin periaate tiivistettynä on se, että johtajien pitää kehittää itseään, jotta voivat kehittää alaisiaan. Henkilöstö sitouttaminen yhtiöön on asia johon heillä panostetaan voimakkaasti. (Liker & Convis 2012: 118, 204.) Liiketoimintapäätösten teossa ja ongelmanratkaisumallissa havaitaan jo näillä vertailulla huomattava ero länsimaisen ja japanilaisen johtamiskulttuurin välillä. Rother (2011: 151, 247) pohtii kurin merkitystä johtamisessa, jossa hän vertaa standardoitua työtä termodynamiikan toiseen pääsääntöön eli entropiaan. Tällä hän tarkoittaa työprosessin jättämistä oman onnensa nojaan. Vaikka kuinka työntekijät noudattaisivat kurinalaisesti standardimallia työssään, niin työprosessi ajan mittaan rappeutuu ja menee kohti kaaosta. Tähän tarvitaan johtajan asettamaa henkilöä, joka on koko ajan mukana toimien valmentajana. Henkilö voi olla esimerkiksi tiimi-esimies. Toki kurinalaisuutta tarvitaan mutta ei negatiivisessa mielessä. Hyvä johtaja saa alaisiaan pohtimaan kehitysratkaisuja, eikä itse anna kaikkeen vastauksia. Alaistensa kehystoiminnan kehittyminen on pitkäjänteistä työtä, joka muodostaa jatkuvan parantamisen kulttuurin.

Prosessivaiheiden välissä varastot muodostuvat raaka-aineista, puolivalmiista tuotteista, valmiista tuotteista tai varaosista. Prosessien riippuvuussuhteiden voimakkuus riippuu vaihtelusta ja sitä vastaan suojaukseen käytettyjen varastojen, ylikapasiteetin ja ajan määrästä. Tärkeimmät elementit toimitusketjun tuottavuuden tarkastelun kannalta ovat varastot, jaksonaika ja läpimeno sekä käyttöaste ja vaihtelu. Kaikissa näissä esiintyy vaihtelua, jota pyritään hallitsemaan ja pienentämään. Nämä kaksi termiä sekoitetaan usein vaihtelun hallinnassa. Vaihtelun pienentämisellä tarkoitetaan toimitusketjuun vaikuttavaa sisäistä ja ulkoista vaihtelua. Vaihtelun hallinnalla vastaavasti tarkoitetaan voimassa olevalla vaihtelulla päätöksiä ja toimenpiteitä, joiden avulla varmistetaan toimitusketjun tuottavuus ja tehokkuus. Perustana on kuitenkin vaihtelun pienentäminen, jolla saadaan resursseja pienennettyä jäljelle jääneen vaihtelun hallintaan. Nämä vähennettävät resurssit koskevat aikaa, varastointia ja kapasiteettia. Toimitusketjussa vaihtelua kompensoidaan usein lisäämällä varastoja, luomalla ylikapasiteettia suhteessa kysyntään tai pidentämällä toimitusaikaa. Nämä toimenpiteet laskevat tuottavuutta mutta varmistavat toimitusketjun kyvyn täyttää asiakasvaatimukset. Varastoinnissa on omat ris-

kinsä: pääomaa sitoutuu, vaatii tiloja. Lisäksi laadulliset riskit ovat mukana varastoinnissa. Suuri varastoerä voi pahimmillaan olla kokonaan täynnä viallisia tai sopimattomia tuotteita, joita on tehty esimerkiksi ohjelmointivirheen vuoksi laserleikkaimella. Prosessin vaihtelu vaikuttaa prosessin kyvykkyyteen eli miten hyvin prosessi täyttää sille annetut valvontarajat. Hyvä keskiarvo ei kerro totuutta prosessin kyvykkyydestä vaan on tarkastettava prosessin vaihtelua. Pelkkään keskiarvoon keskittyminen on sinänsä harhaanjohtavaa ja vahingollistakin, jos sen annetaan olla ohjaavana tekijänä. (Piirainen 2014: 107–145.)

Varastot kasvattavat tuotteen läpimenoaikaan, jolloin tuotteen virtaus hidastuu. Tuotteen virtaustehokkuus laskee ja resurssitehokkuus kasvaa. Varastointi on resurssitehokkuutta. Virtaustehokkuudessa keskitytään tuotteen virtaamiseen. Suuret varastot synnyttävät toissijaisia tarpeita, joista aiheutuu lisäkustannuksia. Näitä ovat varastointitilojen lämmitys, vartiointi ja hallinto sekä varastotoiminnan kuljetukset ja siirrot. (Modig 2013: 51–52.) Varastoon kätkeytyy monenlaisia muitakin ongelmia. Tuotelaatuvirheet ovat tyyppillisiä ongelmia, jotka aiheutuvat liian suuresta tuotantoerästä, joka on laitettu prosessissa eteenpäin. Mikäli virheitä ei havaita, niin koko tuotantoerä pääsee eteenpäin varastoon. Tyyppillisesti tuotannossa virheet huomataan ja todetaan, että koko varasto on virheellistä tuotetta täynnä. Asiaa hankaloittaa, mikäli virheelliset tuotteet pääsevät asiakkaalle ja aiheuttavat siellä ongelmia. Tämä puolestaan aiheuttaa laatukustannuksia toimittajille koko ketjussa.

Prosessin kyvykkyys kertoo sen, miten kyvykkäästi prosessi pystyy tuottamaan tuotteita tai palveluita, jotka täyttävät asiakkaan määrittämät spesifikaatorajat. Kyvykkyysindeksi voidaan laskea lyhyen ajan (C_p ja C_{pk}) tai pitkän ajan (P_p ja P_{pk}) prosessin suorituskyyville. C_p -indeksi ei ota huomioon datan keskiarvoa, jolloin se antaa vain osviittaa siitä mihin prosessi pystyisi, jos keskiarvo olisi kohdallaan. C_{pk} -indeksi on suhde prosessin keskiarvon etäisyyden ja lähimmän speksirajan ja kolmen standardipoikkeaman välillä lyhyen ajan prosessivaihtelussa. C_{pk} -indeksi on realistisempi prosessin kyvykkyuden mittari, koska se ottaa huomioon datan keskiarvon sijoittumisen toleranssirajojen sisällä. (Karjalainen & Karjalainen 2002: 145.)

Lähteenmäki ja Leiviskä (1998: 8) esittävät C_{pk} -arvon laskentamallin niin, että valitaan pienempi arvo C_{pk} -arvoksi, jolloin tämä saadaan laskettua:

$$C_{pk} = \frac{(T_y - X)}{3 \times s} \quad \text{tai} \quad C_{pk} = \frac{(X - T_a)}{3 \times s}, \quad (1)$$

missä T_y on ylempi toleranssialueen raja, T_a on alempi toleranssialueen raja, X on jakauman keskiarvo ja s on standardipoikkeama.

3.2 Prosessimaisen toiminnan kokonaisvaltainen kehittäminen

Markkinoilla pysymisen perustana johtajien on kehitettävä itseään, henkilöstöään sekä yrityksen prosesseja, kuten kohdassa 3.1 todettiin aiemmin. Kuitenkaan yrityksen omien prosessien kehittäminen ei pelkästään takaa kilpailuetua. Toimitusketjuissa joudutaan silloin tällöin paneutumaan alihankkijoiden toimintaan syvällisemmin. Tyypillisesti tällaiseen tilanteeseen joudutaan heikon laadun vuoksi, joka käsittää niin toiminnan laadun kuin tuotelaadun. Tällöin päähankkija auttaa alihankkijaa kehittämään toimintaansa eri menetelmiä hyväksi käyttäen.

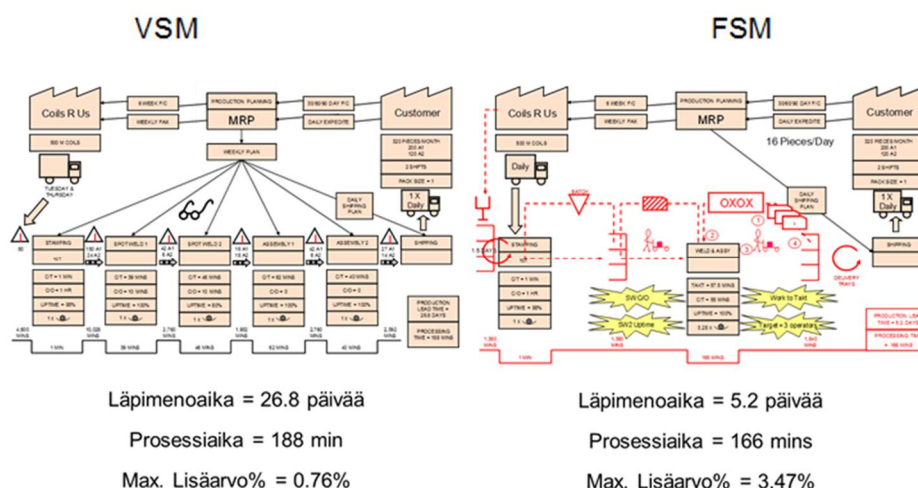
Syvällisen prosessin kehitystoiminnan lähtökohtana käytetään arvovirta-analyysiä eli Value Stream Mapping -menetelmää, jonka avulla kuvataan nykytilan toiminta. Menetelmällä voidaan tehdä toiminnan kuvaus pelkästään esimerkiksi yhden yrityksen tuotantolinjasta tai koko toimitusketjusta. Menetelmässä kuvataan informaatio- ja tuotevirta prosessinomaisesti. Menetelmällä erotetaan luvussa kolme kuvatut prosessin hukkatyöt, erilaiset vaihtoajat koneissa ja jalostavat työt toisistaan ajallisesti. Menetelmän avulla saadaan laskettua jalostavan ajan prosentuaalinen osuus seuraavasti:

$$VA\% = \frac{VA \times 100\%}{NVA}, \quad (2)$$

missä $VA\%$ on prosessin jalostavan ajan osuus prosentteina, VA on jalostavan ajan osuus ja NVA on ei jalostavan ajan eli hukkatyön osuus. (Breyfogle 2003: 877–885.)

Nykytila-analyysin pohjalta voidaan määritellä tavoitetila, Future State Mapping. Muutos nykytilasta tulevaisuuden tavoitetilaan kuvataan kuvassa 2 (ABB Kurssimateriaali 2010b). Muutoksessa hukkatyön eliminoimisessa on suurin kehityspotentiaali. Lisäksi tuotteen kustannusrakenne selviää tehtävän työn osalta, jolloin nähdään, mistä kustannukset muodostuvat.

Nykytila-analyysin avulla varmistetaan prosessitason parannusyritykset, joilla saavutetaan virtaava prosessi, jossa prosessivaiheet sopivat toistensa kanssa yhteen. Parannustoimien tulee vastata organisaation tavoitteita sekä ulkoisen asiakkaan vaatimuksia. VSM-menetelmän avulla pystytään seuraamaan kokonaiskuvaa, miten prosessi toimii. (Rother 2011: 25.)



Kuva 2. Arvovirtakuvauksen muutos nykytilasta tulevaisuuden tilaan.

3.3 Hankintatoimi ja sen johtaminen

Hankintatoimella on keskeinen rooli kilpailukyvykkyuden säilyttämisessä ja kehittämässä, jossa riskienhallinnan roolia ei voida vähätellä. Tämä vaatii toimittajasuhteen jatkuvaa kehittämistä, jota käsiteltiin tarkemmin luvussa 3. Taustalla on määrätietoinen luottamukseen perustuva toimittajasuhde.

Kaikkia osapuolia tyydyttävällä ja läpinäkyvällä yhteistyöllä saavutetaan yhteiset tavoitteet. Hankinnan johtamisessa painopisteen tulee olla ennaltaehkäisevässä toiminnassa, eikä suinkaan jälkikäteen suoritettavassa korjaavassa toiminnassa. (Puustjärvi 2017.) Toimivan yhteistyön aikaansaamiseksi tarvitaan onnistunut muutoksen läpivienti yrityksen toimintatavoissa. Esimiehet eivät aina hallitse muutoksen toteuttamistapaa, jolla on enemmän merkitystä, kuin itse sisällöllä onnistuneen lopputuloksen saamiseksi. (Hokkanen ym. 1996, 88.) Muutoksen tarpeellisuutta kannattaa korostaa useaan otteeseen.

Syyt tulee tuoda esille yhtä lailla kuin toiminnot, joilla uuteen tavoitetilään päästään. Muutosvastarintaa saattaa ilmetä, koska ihmiset saattavat kokea menettäneensä joitakin saavutettuja etuja tai henkilön asema heikkenee muutoksessa. Suurempia hankaluuksia syntyy silloin, kun joukko merkittäviä henkilöitä yhdessä aloittavat muutoksen vastustamisen. Tämä saattaa jopa estää muutoksen toteutuksen ja molemmin puoleinen luottamus heikkenee tai häviää kokonaan. (Laamanen ym. 2016: 242–243.) Yrityksellä tulee olla myös halukkuutta toimia ulkomaalaisten alihankkijoiden kanssa. Tämä edellyttää perusteltuja laskelmia, joissa huomioidaan kokonaiskustannukset. Kotimaisia alihankkijoita tulisi kehittää samanaikaisesti antamalla heille teknistä ja toiminnallista tukea. Tämä edellyttää kotimaisilta alihankkijoilta aktiivisuutta laadun ja tuottavuuden kehittämisessä. (Porter 2006: 680.) Ilorannan (2012: 33) mukaan valtaosa kustannuksista syntyy yrityksen ulkopuolella. Näiden resurssien hallinnointiin keskittyminen mahdollistaa kokonaiskilpailukykyyn kasvattamisen omalta osaltaan.

Oman ydinosaamisen määrittelemisen on haasteellista, ja sen luonne muuttuu koko ajan. Se, minkä varaan liiketoiminta rakennettiin eilen, saattaa olla huomenna kannattamattomaksi kilpailtua rutiinotoimintaa. Nykyisille asiakkaille keskeiset asiat saattavat tulevaisuudessa osoittautua painolastiksi. Tehtäessä yrityksen ulkoistamispäätöksiä on tärkeintä tunnistaa oman liiketoiminnan ydinalue ja linjata ydinosaaminen erilleen muusta osaamisesta sekä lyhyellä että pitkällä tähtäyksellä. Ulkoistamiseen saatetaan ajautua lyhytaikaisen kustannustehokkuuden houkuttelemana tai siksi, että strategiset suunnitelmat ovat puutteellisia. Jos näin tapahtuu ja yrityksen asema markkinoilla heikkenee, yritys menettää samalla helposti uskottavuutensa sitouttaa verkostokumppaneitaan yhteistyöhön. Ulkoistamispäätöstä tehtäessä ei siis riitä, että ratkaistaan, valmistetaanko jotakin itse vai ostetaanko se ulkopuolelta, vaan kyse on paljon laajemmista ja moni mutkaisemmista asioista. (Iloranta 2012: 184.)

4 Yhteistyön kehittäminen alihankkijoiden kanssa

Yhteistyön toimintamallit toimitusverkossa yritysten välillä vaihtelevat. Mikäli halutaan toimintamalleja standardoida, niin yritysten tulee luoda toimintamalli. Kysymys on siis pelisääntöjen luomisesta ja niiden noudattamisesta. Tämän lisäksi tulee kilpailukyvyyn ylläpitämiseksi kehittää jatkuvasti yhteistoimintaa yritysten välillä. Lopputuleman tulee olla molempia hyödyttävä jolloin yhteistoiminta sitouttaa ja kannustaa molempia parempaan yhteistyöhön. Tämä toimintamalli pätee toimittajaverkossa kaikkien toimijoiden välillä aina loppuasiakkaalle saakka.

Käytännössä kuitenkin pienet alihankkijat joutuvat usein altavastajan asemaan silloin kun asiakkaana on suuri yritys. Pienen alihankintayrityksen osuus suuren toimittajan liikevaihdosta on usein niin vähäinen, että yhteistyöhön ei panosteta. Käytännössä suuri asiakas pystyy kuitenkin auttamaan hintaneuvotteluissa vaikkapa alihankkijan raaka-ainetoimittajan kanssa keskittämällä hankintoja valitulle raaka-ainetoimittajalle. (Karrus 2005: 55.)

Vaikka päähankkijat olisivatkin valmiina yhdessä kehittämään toimittajan kanssa, niin toimittaja ei aina ole halukas muuttamaan toimintatapakulttuuriaan kannattavaan suuntaan. Taustalla on perinne, jolla yritys on toimitut usein vuosikymmeniä ja todennut oman toimintatapansa olevan riittävä. Nykyisellään tämä kulttuuri ei palvele asiakkaitaan toivotulla tavalla hinnan, toimitustarkkuuden ja laadun suhteen. Tämä yhdessä kehittämisen puute on usein johtanut päähankkijan toimiin etsiä alihankkijoita ulkomailta edullisimmista kohteista. Ongelmista ei kuitenkaan ole päästy eroon vaan samoihin ongelmiin törmätään myös halvan kustannustason maissa. (Vakaslahti 2004: 33.)

Päähankkijan ja alihankkijan välinen tuotekehitysvaiheen yhteistoiminnallisuus suomalaisessa konepajateollisuudessa jää liian vähälle huomiolle tai toisaalta sitä ei ole ollenkaan. Uuden tuotteen kehitysvaiheessa on tärkeää ottaa mukaan valmistava taho kehitystoimintaan mukaan. Yhteistyön tiivistäminen päähankkijan ja alihankkijan välillä tulisi alkaa jo tuotteen suunnitteluvaiheesta. Tällöin päähankkija ja alihankkija voisivat toimia fyysisesti samoissa tiloissa tai internet-verkon yli uuden tuotteen suunnittelun aikana. Päähankkija määrittää tuotteen vaatimukset ja alihankkija tarkistaa valmistettavuuden. Tuotteen valmistusvaiheessa päähankkija puolestaan voisi auttaa alihankkijaa heidän tuotantoprosessissaan. Tällöin tuotteen kustannustehokas valmistettavuus varmistetaan

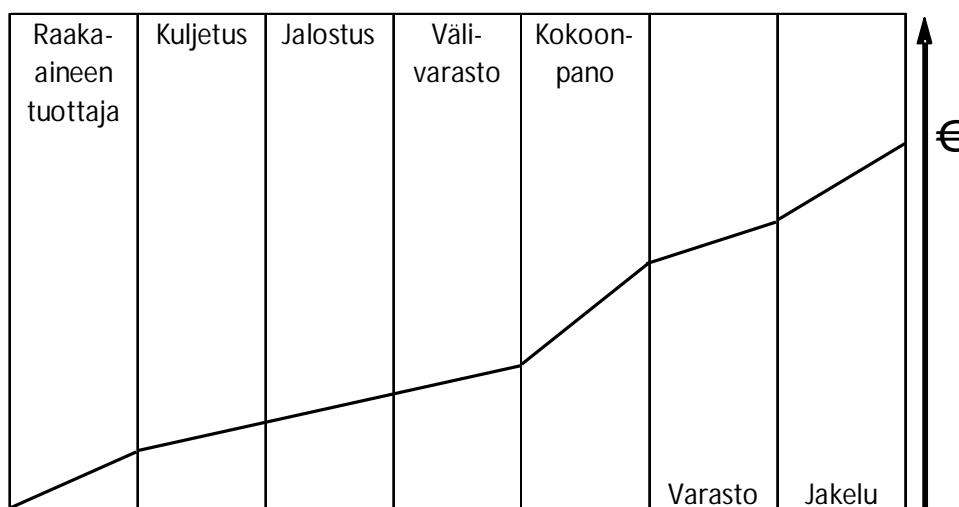
ja hyöty on molemmin puoleinen. Esimerkiksi tuotteeseen tulevien hitsauksien toteuttaminen on usein hankalaa ilman yhteistä suunnittelutyötä päähankkijan ja alihankkijan välillä.

5 Logistiikka

Logistiikka on käsitteenä suhteellisen nuori, mutta kuitenkin samalla yritysten perustointona erittäin vanha. Nykyinen logistiikkakäsitys on syntynyt materiaalitalouden ja kuljetustalouden perillisenä lähinnä kuvaamaan materiaalien hyödykkeiden toimittamiseen liittyviä koordinoitavia tehtäviä. Nykyaikainen logistiikkakäsitys yhdistää yrityksen useita eri toimintoja, kuten oston, tuotannon, jakelun ja markkinoinnin, yhdessä toimivaksi kokonaisprosessiksi. Tällöin logistiikka ikään kuin leikkaa läpi yrityksen perinteisten toimintojen joukon ja muodostaa oleellisen osan yrityksen arvoketjusta. Logistiset päävirrat ovat materiaalivirta, pääomavirta ja nykyään myös kierrätysvirta. Näiden lisäksi on nykyisin kaksinkertainen ehkä hieman vähemmän virtatyyppistä tekijää, nimittäin tietovirta ja organisaatiovirta. Tietovirta on tarpeellinen tiedon saatavuuden ja oikeellisuuden osalta. Organisaatiovirta puolestaan kuvaa ensisijaisesti kahden organisaation välistä palvelurajapintaa. Logistisen ajattelun keskeinen haaste on virtojen ja varantojen tunnistaminen, hallinta ja tehokas hyödyntäminen. Mitä nopeampi on virtojen läpimeno, nopeampi on pääoman kierto ja vähemmän on sidottu pääomaa. Hankinta- ja jakelulogistiikan tehtävänä on sitoa yritysten muodostamien arvoketjujen eri vaiheet toisiinsa, aina alkutuotannosta loppumarkkinoiden käyttöön. Varastovaiheiden kautta siirtyvät tarvittavat materiaalit, komponentit ja tuotteet. (Karrus 2005: 12–28.)

Lehtosen (2004: 113–114) mukaan tietovirtojen suunnittelu ja ohjaus on toimitusketjun keskeisin hallintakeino. Loppuasiakkaalta tuleva tieto on saatava toimitusketjussa kaikkien osapuolten käyttöön. Toimitusketjun materiaalivirtoja ohjataan tietovirtojen avulla.

Logistiikan tavoitteena on toimittaa oikea tuote oikeaan paikkaan ja oikeaan aikaan mahdollisimman pienin kustannuksin, kuitenkin tavoitellusta palvelustasosta tinkimättä. Toimitusketjun kokonaisvaltainen hallinta ja kehittäminen tulee käsittää kokonaisuutena osioinnin sijasta. Mikäli toimitusketjua ei nähdä kokonaisuutena voivat materiaalien varastointi- ja kuljetuskustannukset nousta yllättävän suuriksi. Kuva 3 havainnollistaa miten kustannukset syntyvät toimitusketjussa.



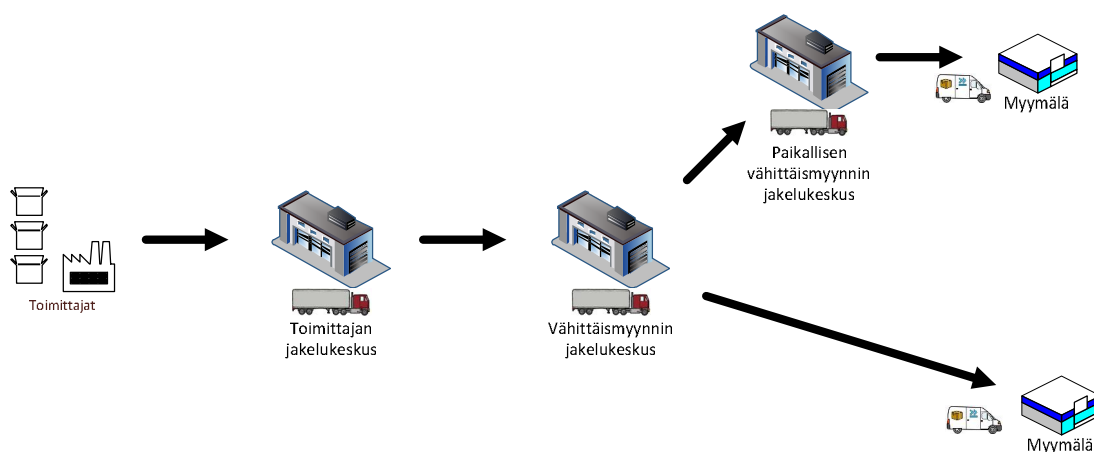
Kuva 3. Periaatemalli arvoketjun kustannuksien kertymästä. (Uusi-Rauva ym. 1994: 420–421).

5.1 Ulkoinen logistiikka

Logistiikkapalvelujen kaksisuuntaisuutta on lisääntymään päin. Logistiikkakeskuksiin ollaan lisäämässä enenevin ääriin erilaisia kunnostustöitä. Toiminnalla haetaan taloudellista hyötyä niin, että pidetään käytetyt tuotteet ja pakkaukset lähellä kuluttajaa, joka niitä tarvitsee uudelleen. Kestävän kehityksen huomioon ottaminen myös logistiikkapalvelujen kehittämisessä on korostumassa. Jättemääriä voidaan pienentää nostamalla raaka-aineiden hyödyntämisastetta ja vähentämällä pakkaustarvetta. Hajoavia pakkausmateriaaleja kannattaa lisätä ja varastomääriä pienentää. Myös tavarankäsittelyvaurioiden vähentäminen korostuu. Kierrätystä voi edistää niin käytettyjen tuotteiden ja pakkausten kuin tuotteiden osien uudelleenkäytön kohdalla. (Haapanen 1999: 214.)

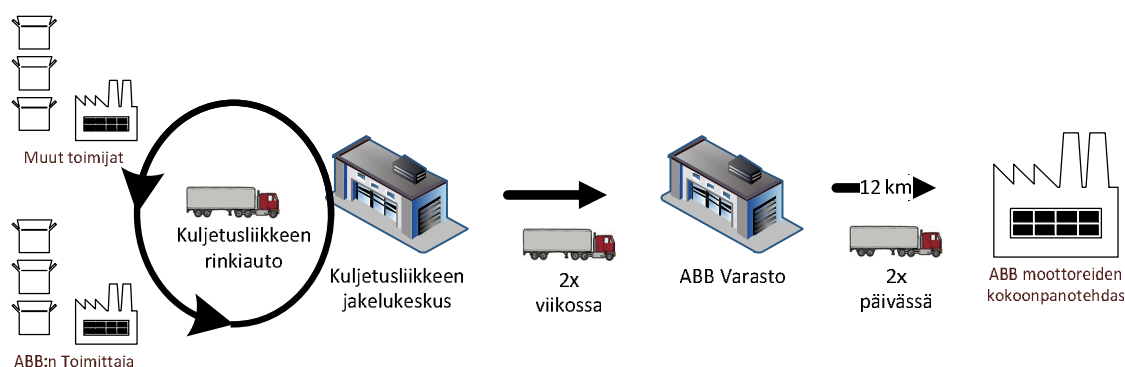
Tuotteen suunnitteluvaiheessa voidaan ottaa huomioon logistiikassa käytettävät raaka-aineiden ympäristövaatimukset. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että logistiikkaan liitettävässä toiminnassa esimerkiksi pakkausmateriaaleja ja kuljetuslavoja voidaan kierrättää. Globaalisti asiaa tarkastellessa liikennetarvetta pienentävät rautatiekuljetusten lisääminen sekä tavarankäsittelypisteiden ja liikennepäästöjen vähentäminen. Tuotteiden uudelleenkäytön lisäksi ympäristön rasiusta vähennetään ympäristöystävällisellä, koko arvoketjun huomioivalla suunnittelulla raaka-ainelähteiltä loppukuluttajalle.

Yleisesti ottaen logistiikkaketjua suunniteltaessa tulee huomioida kokonaisuus mallintamalla toimitusketju. Kuvassa 4 on kuvattu toimintaperiaate toimittajalta myymälään jakelukeskuksien kautta. Mallintaminen helpottaa organisaation henkilöitä ymmärtämään toimitusketjun toiminta.



Kuva 4. Vähittäismyynnin jakelukeskuksien kautta kulkevat tuotteet toimittajalta myymälään. (Watson ym. 2014: 218–219.)

Vertailtaessa Helsingin ABB:n sähkömoottoreiden toimitusketjua kotimaiselta ohutlevy-toimittajalta ABB:lle huomataan samat peruseriaatteet kuvan 5 mukaisesti. Erona kuvan 4 malliin on se, että tuotteet tilataan projektikohtaisesti, jolloin jakelukeskuksien tilalla on kuljetusliikkeen rinki-auton varasto ja ABB:n oma varasto. Myymälän tilalla on moottorien kokoonpanotehdas.



Kuva 5. Logistiikan toimintamalli suomalaiselta ohutlevytoimittajalta ABB:n tehtaalle.

5.2 Sisälogistiikka

Sisälogistiikan ensisijaisena tehtävänä kehittää ja ylläpitää markkinoille suuntautuvaa arvonalisäysvirtaa. Toiminnalla on suuri merkitys tuottavuuteen. Oikea-aikainen sisälogistiikka varmistaa jalostavan työn tekemistä, jolloin operaattorin ei tarvitse poistua työpisteeltään etsimään materiaaleja.

Sisälogistiikalla tarkoitetaan yrityksen omaa sisäistä logistiikkatoimintaa. Tähän kokonaisuuteen kuuluu yrityksen tuotteiden ja materiaalien käsittely. Tuotannon virtauksen huomioiminen vaikuttaa oleellisesti onnistuneeseen sisälogistiikan toimintaan. Tulevan materiaalin sijainti tulee suunnitella niin, että se palvelee tuotantoa kaikkine siirtomatkoineen parhaalla mahdollisella tavalla. (Ritvanen ym. 2011: 20, 73.). Kuvassa 6 on kuvattu ABB:n tuleva materiaalivirta sekä viallisen tuotteen palauttaminen alihankkijalle.



Kuva 6. ABB:n sisälogistiikkaprosessi.

6 Ohutlevyjen alihankinnan toimintamallin kehittäminen

Nykyisellään ohutlevyjen toimitukset aiheuttavat huonon laadun osalta kustannuksia. Tästä aiheutuu ylimääräisiä kustannuksia tähän työhön valitulle alihankkijalle sekä ABB:lle. Kyseiset ylimääräiset kustannukset syntyvät tuotteen laatuvirheistä, jotka aiheuttavat korjauskustannuksia. Kuljetusmenetelmä on epätaloudellinen, koska ohutlevyjä pakataan monelle eri kuormalavalle. Logistisia kustannuksia syntyy kuormalavojen vaatiessa paljon pinta-alaa rekka-auton kyydissä. Heikko toimitusvarmuus on ollut haittaavana tekijänä, joka puolestaan aiheuttaa ABB:llä odotusta ja saattaa pahimmissa tapauksissa myöhästyttää sähkömoottorin toimitusta ABB:n asiakkaalle.

ABB käyttää toimitusvarmuuden laskemiseen seuraavia menetelmiä:

$$OTD1 = \frac{(\text{aikaisessa} + \text{ajallaan}) * 100\%}{\text{kaikki toimitukset}}, \quad (3)$$

$$OTD2 = \frac{\text{ajallaan} * 100\%}{\text{kaikki toimitukset}} \quad \text{ja} \quad (4)$$

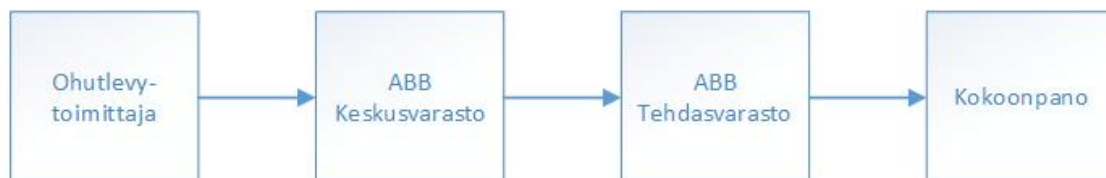
$$OTD3 = \frac{(\text{aikaisessa} + \text{ajallaan} + \text{myöhässä} < 4pv) * 100\%}{\text{kaikki toimitukset}}, \quad (5)$$

missä aikaisessa tarkoittaa neljä tai useamman päivän liian aikaisin, ajallaan tarkoittaa yhdestä kolmeen päivää liian aikaisin tai täsmälleen oikeana päivänä ja aikaisessa tarkoittaa neljä tai useamman päivän liian aikaisin.

Ohutlevyjen toimintamallia lähdettiin tutkimaan ja kehittämään Lean Six Sigma -menetelmää hyväksi käyttäen. Lean-menetelmällä minimoidaan hukkaa ja Six Sigma -menetelmällä pyritään vaihtelun vähentämiseen. Nämä kaksi menetelmää yhdessä luovat perustan kustannustehokkaalle toiminnalle. Työ etenee systemaattisesti Lean Six sigma -menetelmää hyväksi käyttäen. Six sigma -menetelmä muodostuu systemaattisesta 5-vaiheisesta DMAIC-prosessista. Vaiheessa D eli Define tunnistetaan ongelma, vaiheessa M eli Measure kuvataan nykytila, vaiheessa A eli Analysis tutkitaan, mistä nykytilan ongelmat johtuvat. A-vaihe on varsinainen juurisyy tutkimusvaihe. Vaiheessa I eli Improve tehdään korjaavat toimenpiteet ja vaiheessa C eli Control toimitaan standardoidulla tavalla, jossa mukaan tulee jatkuva prosessien kehittäminen.

6.1 Ohutlevyjen toimitusprosessin nykytila ja sen kyvykkyyden mittaaminen

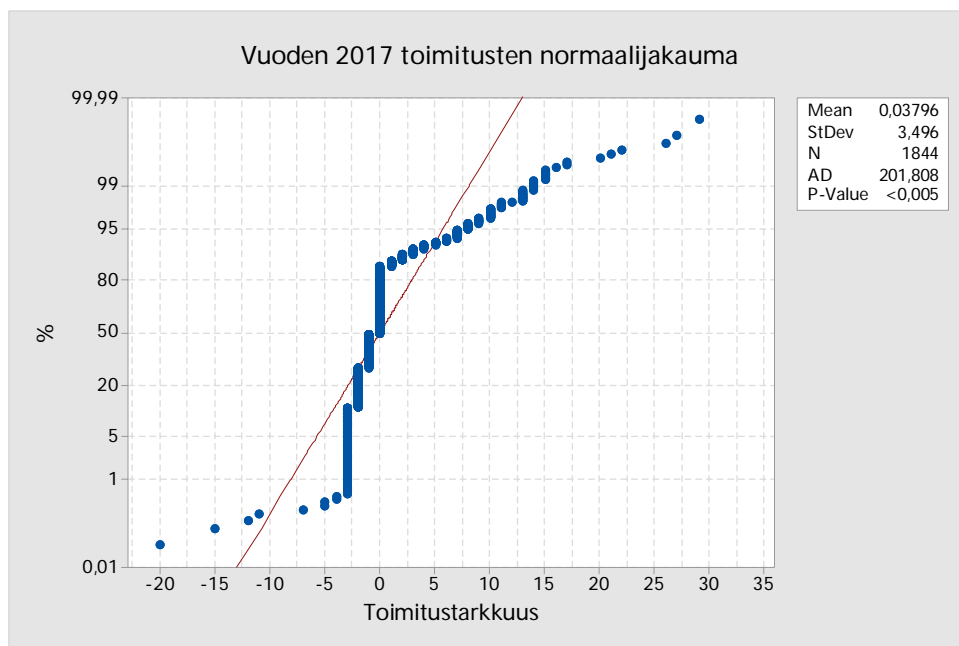
Ohutlevyt tilataan ABB:n tuotantoon erillisinä kappaleina, jolloin ne kootaan ABB:n tuotannossa. Prosessi on kuvattu alla olevassa kuvassa 7.



Kuva 7. Ohutlevyjen toimitusprosessin yksinkertaistettu prosessikuvaus.

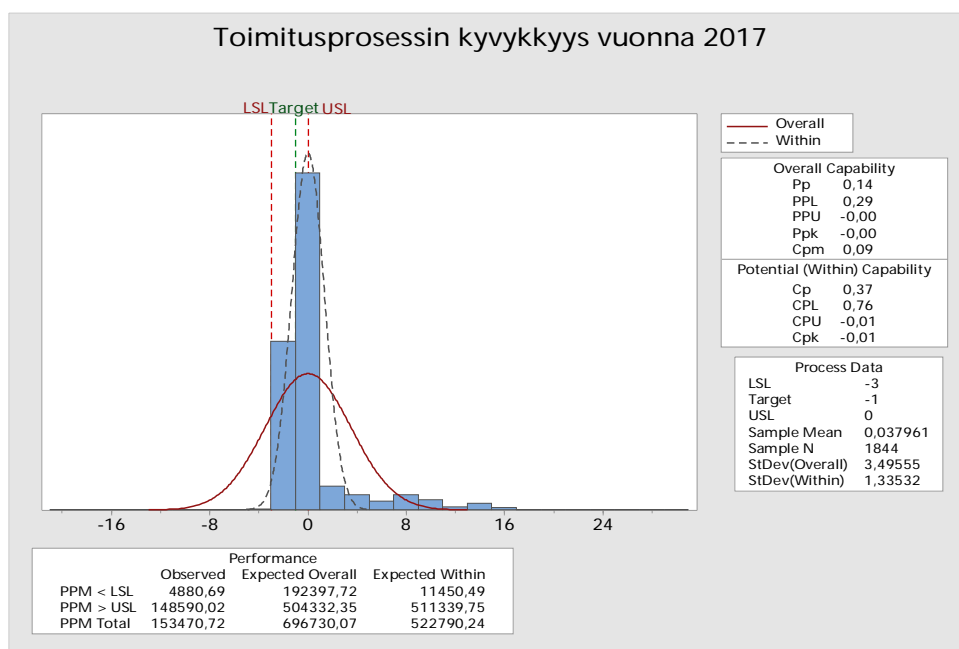
Lähtötilanteen kartoittamiseksi mitattiin vuoden 2017 alihankkijan toimitusvarmuus, tuotelaatuun kohdistuvat ongelmat sekä tutkittiin kuljetuskustannuksia.

Toimitustäsmällisyyden normaalijakautuneisuus tehtiin Anderson–Darling-testillä. Testin avulla saadaan selville datan normaalijakautuminen. Vaadittu toimitustarkkuus OTD2 on pyydetyn eli nolla päivän ja etukäteen toimitetun miinus kolmen päivän välillä. Kuvasta 8 havaitaan, että data ei ole normaalisti jakautunutta, koska näytepisteet eivät seuraa suurin piirtein suoraa viivaa. P-arvon eli α -riskin ollessa pienempi kuin 0,05 voidaan todeta datan olevan epänormaalisti jakautunutta. Vastaavasti jos p-luku on 0,05 tai sen yli niin hypoteesia aineiston normaalijakautumisesta ei voida hylätä. Käytännön tilanteissa aineisto voidaan tällöin olettaa normaalijakautuneeksi. (Pesonen. 2017.)



Kuva 8. Tutkittavan toimittajan toimitusten normaalijakautuneisuus vuonna 2017.

Toimitusprosessin toimitusvarmuuden suorituskyky eli toiminnallinen laaduntuottokyky nähdään kuvassa 9. Ohjausrajat ovat ABB:n toimittajille asetetut OTD2 mukaiset. Vuoden 2017 toimitusprosessin kyvykkyyksi C_p on 0,37, jolla verrataan prosessin hajontaa toleranssialueeseen. (Pesonen. 2017.)



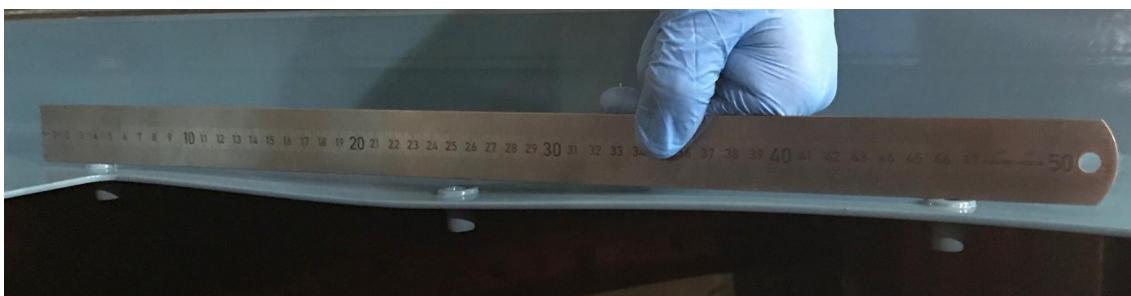
Kuva 9. Tutkittavan toimittajan toimitusprosessin kyvykkyys vuonna 2017.

Tuotelaatua mitattiin FTY-mittauksella, joka saadaan yhtälöstä:

$$FTY = \frac{(\text{kaikki toimitukset} - \text{virheellisten tuotteiden määrä}) * 100\%}{\text{kaikki toimitukset}}, \quad (6)$$

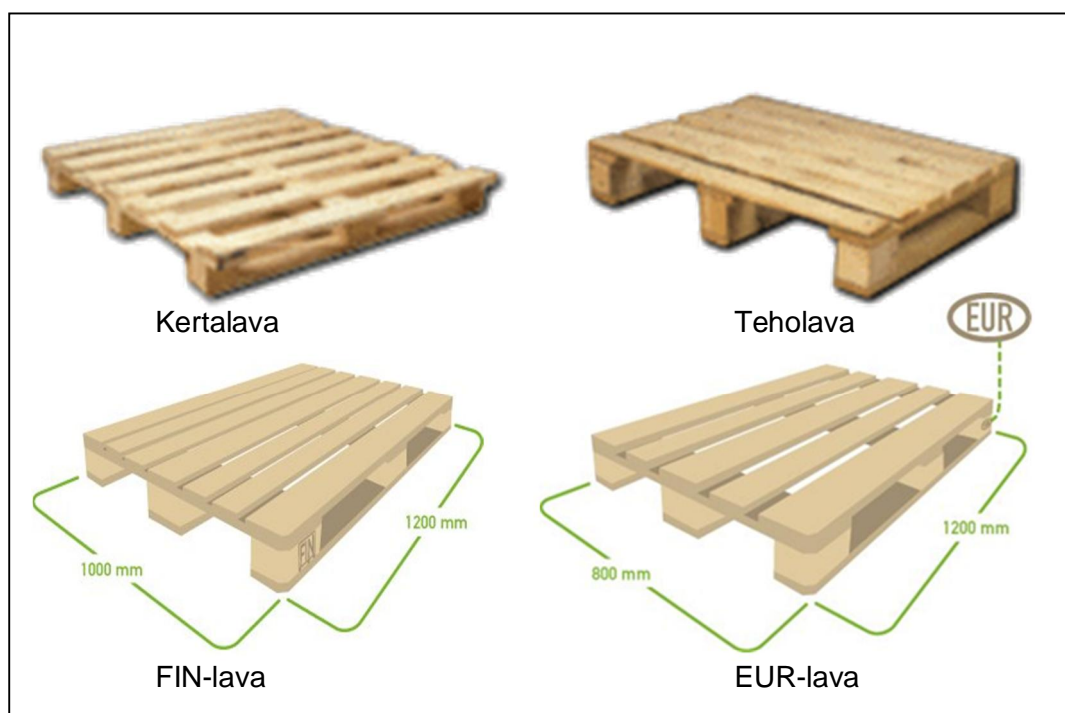
jolloin saadaan tulokseksi 96 %. Tämä tarkoittaa sitä, että tuotevirheiden määrä on 4 % kaikista tilausrivien määrästä kyseisen alihankkijan toimituksissa vuoden 2017 aikana.

Tuotelaatuongelmia syntyy esimerkiksi silloin kun ohutlevyn pinta-ala on suurempi, kuin itse lava. Kuvassa 10 on esimerkkitapaus yksittäisestä laatuongelmasta, jossa ohutlevyn reuna on vääntynyt kuljetuksen aikana.



Kuva 10. Kuljetuksen aikana ohutlevyyn syntyneitä vääntymiä.

Kuljetuskustannuksien sekä alihankittavien osien toimintamalliin lähdettiin etsimään edullisempaa tapaa. Tutkittavalla aikajänteellä kuljetuskustannukset muodostavat 2,2 % osuuden koko ostettavasta määrästä. Kuljetuksen ajaksi alihankkija sitoo lähettämänsä ohutlevyosat kuvan 11 mukaisille kerta-, teho-, FIN- tai EUR-kuormalavoille.



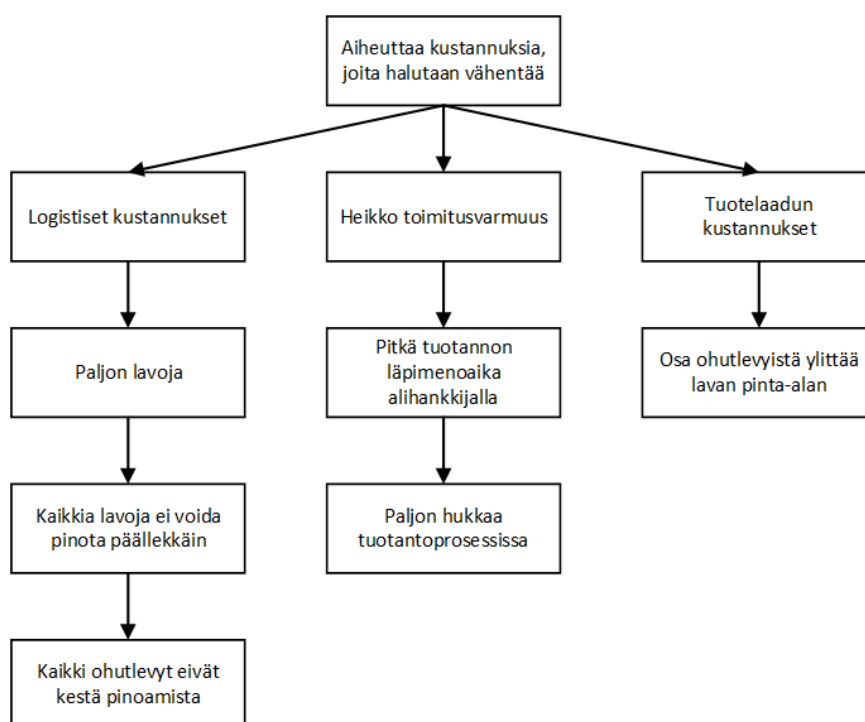
Kuva 11. Ohutlevyosissa käytettävät lavamallit, jossa kertalavan koko vastaa FIN-lavan kokoa ja teholavan koko on 600 x 800 mm.

Kuljetusliike veloittaa logistiikasta asiakasta lavapaikkojen pinta-alan mukaan tai jos kuljetettava tuote ylittää lavan koon, niin tästä ylimenevästä osasta veloitetaan. Ohutlevy-lavoja ei voida pinota päällekkäin, koska ohutlevyt eivät säily ehjinä kuljetuksen aikana. Niihin syntyy naarmuja sekä ohuet peltilevyt vääntyvät helposti vaaka-asennossa lavalla. Lavoille voidaan kuitenkin laittaa muutama ohutlevy päällekkäin, niiden koosta riippuen.

Lisäksi lavojen käsittely aiheuttaa lisätöitä, joita ovat niiden lajittelu sekä rikkiäisten lavojen lähettäminen korjattavaksi. Korjauskelvottomat lavat kerätään puujätteelle tarkoitettulle siirtolavalle. Ehjät lavat palautuvat alihankkijalle, joita käytetään uusien ohutlevy-tuotteiden lähettämiseen. Kierrätettävien pakkausten käyttö on yleisesti ottaen edullisempää, kuin kertakäyttöisten.

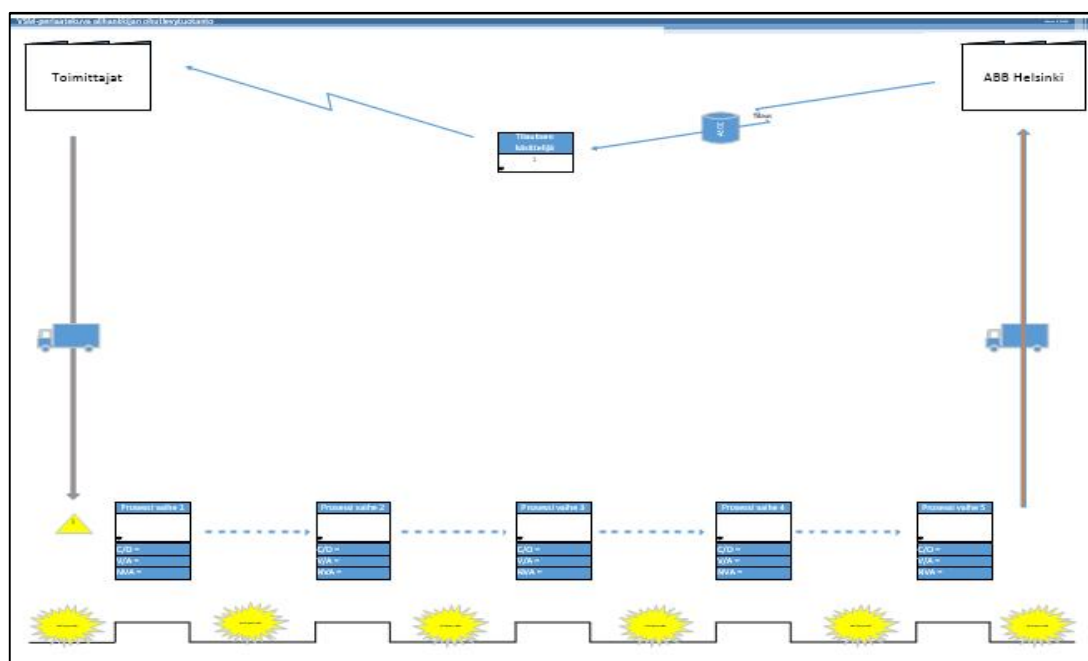
6.2 Ohutlevyjen toimitusprosessin ongelmien analysointi

Analysoinnin tarkoituksena on tutkia tarkemmin, mistä toimitusprosessin ongelmat johtuvat. Tarkoituksena on etsiä juurisyyt, jotka aiheuttavat kyseisiä ongelmia, jotka puolestaan aiheuttavat ylimääräisiä kustannuksia. Asiaa lähdettiin tutkimaan hyväksi käyttäen puukaaviomenetelmää, jossa ylimpänä on ongelman aiheuttaja. Seuraavalla tasolla on ne pääkategoriat, joita lähdetään purkamaan 5x miksi -periaatteella. 5x miksi on yksinkertainen ja tehokas syy–seuraus-tiimityökalu. Ongelma kirjoitetaan ylös. Tarkka ongelman muotoilu helpottaa sen tarkkaa kuvaamista, jolloin se auttaa tiimiä keskittymään samaan ongelmaan. Kysytään miksi ongelma esiintyy, ja kirjoitetaan vastaus ongelman alle. Vastaus ei todennäköisesti paljasta vaiheessa 1 kirjoitetun ongelman juurisyytä. Tällöin kysytään uudestaan miksi ja kirjoitetaan vastaus ylös. Tavoitteena kysyä niin monta kertaa, että löydetään juurisyy. Tämä ei aina ole yksiselitteisesti niin, että pitää kysyä juuri täsmälleen viisi kertaa juurisyyntä löytämiseksi. (ABB Kurssimateriaali 2010c.) Kuvassa 12 on kuvattu 5x miksi menetelmää siten, että ongelma on sijoitettu ylimmäksi ja siitä haarautuu kolme osa-aluetta, joita lähdettiin selvittämään.



Kuva 12. Juurisyyanalyysin selvitys ylimääräisistä kustannuksista.

Alihankkijan tuotantoprosessin läpimenoaika on puolestaan liian pitkä, minkä aiheuttaa tuotannossa oleva suuri hukka. Tämä puolestaan vaikuttaa toimitusvarmuuteen, jonka osalta tehtiin alihankkijan luona VSM-kuvaus. Tutkimuksen tuloksena löydettiin prosessin suurimmat kehityskohtat. Tässä tapauksessa prosessien välinen odotusaika on suurin kehityskohde joka ilmenee kuvasta 13, josta on muun muassa ajat ja prosessivaiheiden nimet poistettu alihankkijan anonymiteetin takaamiseksi.



Kuva 13. Alihankkijan VSM-kuvaus, jossa suurimmat kehityskohteet ovat prosessivaiheiden välissä.

Logistisia kustannuksia aiheutuu kuljetuslavojen kappalemäärästä, joka vie kuljetusau-
tosta pinta-alaa, jonka mukaan laskutetaan. Ohutlevyt eivät kestä niiden päälle pinottavia
lavoja. Lavoille voi tapauksesta riippuen laittaa muutaman ohutlevyn päällekkäin kuvan
14 mukaisesti. Tuotelaatuun aiheutuu virheitä kuljetuksen aikana, koska ohutlevyjä ei
voida suojata. Varsinkin ne ohutlevyt ovat herkkiä laatuvirheille, jotka ylittävät kuljetusla-
van, eli ovat isompia kuin itse kuljetuslava.



Kuva 14. Ohutlevysetti ABB:n keskusvarastossa.

6.3 Ohutlevyjen uuden toimintamallin luominen

Uuden toimintamallin ansiosta voidaan juurisyyt eliminoida tekemällä tarvittavat vastatoimenpiteet ongelmien uusimisien estämiseksi.

Toimitusvarmuuteen liittyvä alihankkijan tuotantoprosessin muutoksen tekee alihankkija siten, että prosessien välivaiheisiin ei synny varastoja. Tämän lopputulemana läpimenoaika tuotannossa lyhenee, koska tuote ei jää odottamaan prosessivaiheiden välille.

Logistiikan kuljetuskustannuksia saadaan pienennettyä sekä tämän lisäksi myös kuljetuksen aikaisia laatuvirheitä voidaan minimoida. Tämä vaatii toimintamalliin muutosta niin, että alihankkijan tiloissa tehdään esikokoonpanoa. Muutoksen ansiosta kuljetuskustannukset alenevat, koska kuljetusliike laskuttaa kuormalavapaikkojen mukaan. Nykyinen kustannus vuosivolyymista on 2,2 % ja uuden toimintamallin ansiosta kustannus vuosivolyymista saadaan pudotettua 0,94 %:iin. Lisäksi esikokoonpanon ansiosta ABB:n tuotannon asennustyö nopeutuu ja tilaa säästyy välivarastoinnissa sekä tuotannossa. ABB:n kokoonpanossa työtuntien määrän arvioidaan laskevan vuositasolla 40 tuntia.

6.4 Ohutlevyjen uuden toimintamallin standardimallin käyttäminen

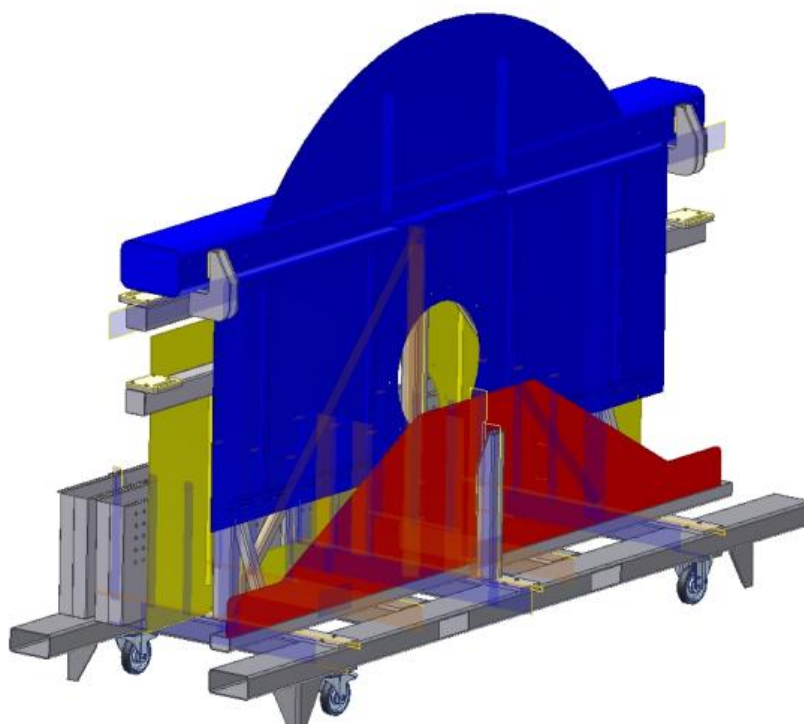
Kuvassa 15 on esitetty lopputulos, jossa palkki ja ohutlevyt kasataan ABB:n tuotannossa. Ohutlevyt ja palkki tulevat kukin omalla kuljetuslavallaan, mikä puolestaan aiheuttaa lavapaikkakustannuksia sekä tuotelaadun vaurioitumisriskejä kuljetuksen aikana. Toimin-

tamalli aiheuttaa ABB:n kokoonpanossa läpimenoajan hidastumista, ja kuljetuslavat vievät lattiapinta-alaa. Prosessi on kuvattu kuvassa 17. Palkit ja ohutlevyt tulevat eri toimittajilta.



Kuva 15. Ohutlevyjen ja palkin esikasaus suoritettu ABB:llä.

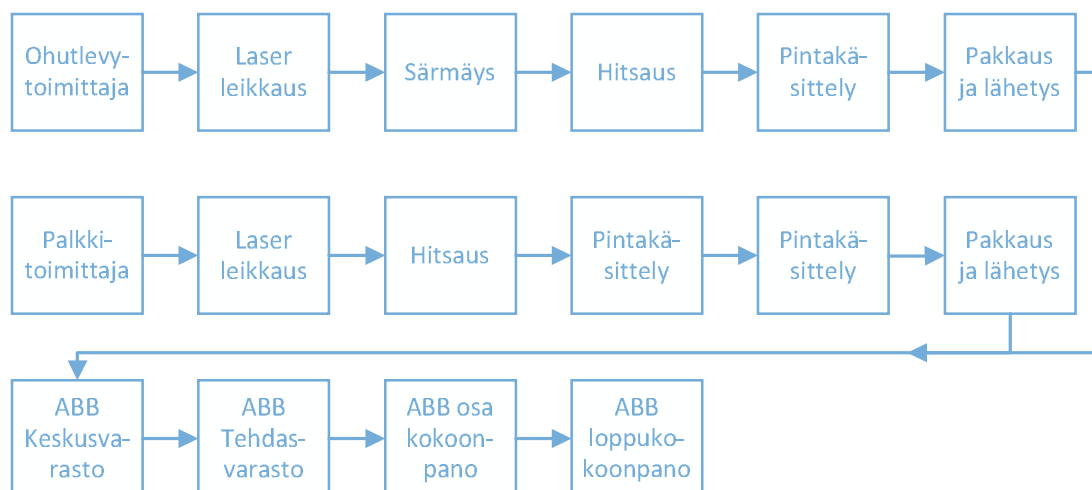
Uuden toimintamallin vuoksi voidaan moottorin ohutlevyjä esikokoonpanna alihankkijalla. Tällöin ohutlevyjä voidaan kiinnittää jo valmiiksi tukipalkkiin, mikä muuten tehtäisiin ABB:n kokoonpanossa. Myös kuljetuskustannukset ovat ennakoitavissa. Tämä vaatii erillisen settikärryn, joka on mallinnettu kuvassa 16. Palkki on esikasattu ohutlevyjen kanssa sekä ohutlevyjä on liitetty keskenään valmiiksi pulteilla. Tämä säästää tilaa kuljetuksen aikana. Uudessa mallissa palkit ja ohutlevyt pitää ostaa samalta toimittajalta. Tämä ei ole ongelma, sillä tässä tutkimuksessa mukana oleva alihankkija kykenee valmistamaan ohutlevyjen lisäksi myös palkit kuvan 15 mukaisesti.



Kuva 16. Settikärryn periaatekuva, jossa esikasatut tuotteet.

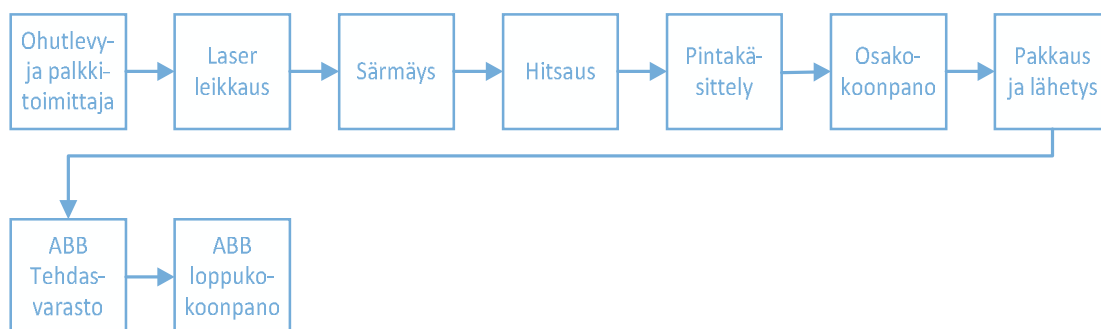
Settikärryn ansiosta tuotteiden vaurioituminen kuljetuksen aikana saadaan minimoitua. Osat sovitetaan alihankkijalla esikokoonpanossa, jolloin mahdollisia tuotelaatuongelmia ei pääse eteenpäin. Settikärryä on helppo kuljettaa lähelle kokoonpanopaikkaa, jolloin hallinosturin käyttöä voidaan vähentää. Tämä puolestaan vähentää tapaturmariskejä. ABB:n tuotannossa esikasatut tuotteet pysyvät siististi omilla paikoillaan, eivätkä vie paljon tilaa verrattuna kuljetuslavoilla tapahtuneeseen kuljetukseen. Kokoonpanoprosessi nopeutuu valmiiden esikasattujen osien ansiosta.

Kustannusanalyysien ja laatupoikkeamien määrän perusteella koko prosessiketjun toimintamallia on tehtävä suoraviivaisemmaksi kuvan 18 mukaisesti. Eri alihankkijoiden valmistamien ohutlevyjen ja palkkien tuotanto olisi keskitettävä yhteen toimipisteeseen.



Kuva 17. Ohutlevyjen nykyinen valmistus- ja logistiikkaprosessi.

Kuvassa 18 on uusi toimintamalli, jonka ansiosta voidaan toimitusketjua yksinkertaistaa.



Kuva 18. Ohutlevyjen uusi valmistus- ja logistiikkaprosessi.

7 Työn tulokset

ABB:n ja alihankkijan yhteistyön tuloksena alihankkija lähti kehittämään omaa toimintaansa niin, että tuotannon läpimenoaika lyhenee lähtötilanteesta noin kolmannekseen. Toimintatavan vakiinnuttamisen ansiosta vaikutus näkyy toimitusvarmuudessa. Kuljetuksen aikana syntyneet tuotelaatuongelmat kyetään eliminoimaan uuden kuljetusmenetelmän ansiosta. Tämä vaikuttaa lisäksi alenevasti logistiikkakustannuksiin vähentyneiden kuljetuslavapaikkojen myötä. Lisäksi ABB:n kokoonpanossa työ helpottuu alihankinnan esikokoonpanon ja kuljetuskärryn ansiosta. Ohutlevyt ovat helposti asennettavissa oikeassa järjestyksessä kuljetuskärryltä suoraan moottoriin. Vaikutus näkyy myös lattiapinta-alan vapautumisena ABB:n kokoonpanossa, mikä lisää omalta osaltaan myös työturvallisuutta sekä helpottaa operaattorien työtä.

8 Yhteenveto

Tämän insinööriyön tarkoituksena oli etsiä potentiaalisia kehityskohteita toimitusketjusta alihankkijan ja päähankkijan välillä.

Kehitystoimet eivät vaatineet suurta taloudellista panostusta tässä insinööriyössä. Muuttamalla organisaatioiden toimintatapoja pystytään tuottavuutta parantamaan, mikä johtaa parempaan kilpailukykyyn. Uuden toimintamallin käyttöönotto edellyttää vanhasta toimintamallista pois oppimista. Vaikka muutettavat tehtävät eivät ole itsessään vaikeita, niin kuitenkin organisaatioiden toimintakulttuurin muutos on käytännössä haastava tehtävä. Etenkin kun toimintamallin muutos koskee samanaikaisesti niin päähankkijaa kuin alihankkijaakin. Toimittajaverkostossa kehitystyöhön tulisikin jatkossa keskittyä enemmän. Syvällisen yhteistyön kehittäminen on kaikkien prosessissa olevien organisaatioiden edun mukaista.

Lähteet

ABB Kurssimateriaali 2010a. ABB Basic Course Material.
<<https://abb.sharepoint.com/sites/Global4QBestPractices/SitePages/Welcome.aspx>>. Luettu 27.11.2017

ABB Kurssimateriaali 2010b. ABB Basic Course Material.
<<https://abb.sharepoint.com/sites/Global4QBestPractices/SitePages/Welcome.aspx>>. Luettu 4.1.2018.

ABB Kurssimateriaali 2010c. ABB Basic Course Material.
<<https://abb.sharepoint.com/sites/Global4QBestPractices/SitePages/Welcome.aspx>>. Luettu 20.2.2018.

Breyfogle, Forrest W. 2003. Implementing Six Sigma. Austin: John Wiley & Sons, Inc.

Haapanen, Mikko; Vepsäläinen, Ari P.J. & Bask, Anu. 1999. Jakelu 2020. Jyväskylä: Gummerus.

Haapanen, Mikko; Vepsäläinen, Ari P.J. & Lindeman, Taru. Logistiikka osana strategista johtamista 2005. Porvoo: WSOY.

Hokkanen, Simo; Skyttä, Osmo & Strömberg Oiva. 1996. Johtamistaito. Jyväskylä: PainoPorras Oy.

Iloranta, Kari. 2012. Hankintojen johtaminen. Porvoo: WSOY.

Karjalainen, Tanja & Karjalainen, Eero. 2002. Six Sigma Uuden sukupolven johtamis- ja laatumenetelmä. Hollola: Salpausselän kirjapaino Oy.

Karrus, Kaji E. 2003. Logistiikka. Helsinki: WSOY.

Laamanen, Kai; Räsänen, Teijo & Juutilainen, Anssi. 2016. Tampere: Painopaikka Grano Oy.

Lehtonen, Juha-Matti. 2004. Tuotantotalous. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Lecklin, Olli. 2002. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Lehtimäki, J. 2017. Quality & OpEx Specialist. ABB. Haastattelu 29.12.2017.

Liker, Jeffery K. 2006. Toyotan tapaan. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Liker, Jeffery K. & Convis Gary L. 2012. Toyotan tapa Lean johtamiseen. Hämeenlinna: Kariston kirjapaino Oy.

Lähteenmäki, Mika & Leiviskä, Kauko. 1998. Tilastollinen prosessinohjaus: perusteet ja menetelmät. <<http://jultika.oulu.fi/files/isbn9514275209.pdf>>. Luettu 30.11.2017.

Pesonen, Matti. 2017. Johdatus johtopäätös statistiikkaan. Minitab 17-kurssi. 1.3.2017 ABB. Kurssin jaetut monisteet.

Piirainen, Antti. 2014. Vaihtelu. Lahti: Aldus Oy.

Porter, Michael E. 2006. Kansakuntien kilpailuetu. Helsinki: Talentum.

Puustjärvi, Laura. 2017. Onko alihankkijoiden vastuullisuus asiakkaan vastuulla? Kauppalehti. <<https://blog.kauppalehti.fi/vieraskyna/valmet-onko-alihankkijoiden-vastuullisuus-asiakkaan-vastuulla>>. Luettu 28.11.2017.

Ritvanen, Virpi; Inkiläinen, Aimo; Bell, Anders Von & Santala, Jouko. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys LOGY ry.

Rother, Mike. 2011. Toyota Kata. Porvoo: Bookwell Oy.

SFS-ISO 9001:2015. Osa 0.3: Prosessimainen toimintamalli. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

<[http://www300.abb.com/global/gad/gad01467.nsf/0/e0e957954a91e0ddc1257eff00380dda/\\$file/SFS-EN_ISO_9001_2015.pdf](http://www300.abb.com/global/gad/gad01467.nsf/0/e0e957954a91e0ddc1257eff00380dda/$file/SFS-EN_ISO_9001_2015.pdf)>. Luettu 22.1.2018.

Uusi-Rauva, Erkki; Haverila, Matti & Kouri Ilkka. 1994. Teollisuustalous. Tampere: Tammer-Paino.

Vakaslahti, Pasi. 2004. Jalosta liikesuhde kumppanuudeksi - Alihankinnasta yhdessä tekemiseen. Helsinki: Talentum.

Watson, Michael; Lewis, Sara; Cacioppi, Peter & Jayaraman, Jay. 2014. Supply Chain Network Design. New Jersey: Pearson Education, Inc.