

Jutta Pääkkönen

LÄHETTÄMÖN TOIMINNAN KEHITTÄMINEN

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Tuotantotalouden koulutusohjelma
Maaliskuu 2015**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieska	Aika Maaliskuu 2015	Tekijä/tekijät Jutta Pääkkönen
Koulutusohjelma Tuotantotalouden koulutusohjelma		
Työn nimi Lähtämön toiminnan kehittäminen		
Työn ohjaaja Tapio Malinen	Sivumäärä [29 + 2]	
Työelämäohjaaja Tero Kalliokoski		
<p>Tämä opinnäytetyö on tehty puutuotealan yritykselle. Yrityksen tuotantoprosessia on haluttu tehostaa ja tuotantoprosessin analysointi on osoittanut tärkeimmäksi pullonkaulaksi ja kehittämisen kohteeksi lähtämön toiminnan. Työn tavoitteena oli kartoittaa vaihtoehtoja, joilla voidaan modernisoida lähtämön toimintaa, tehostaa tuotantoa, poistaa ikkunoiden naulaaminen käsin lavan pohjaan kiinni, vähentää tuotannosta kaksi työntekijää sekä poistaa ikkunoiden käsin nostelu ja trukkiliikenne.</p> <p>Työssä on haettu ratkaisuja, joilla siirtymä ja työvaiheet kokoonpanolinjan ja käärintälinjan välillä saataisiin optimoitua. Ratkaisun tavoitteena oli parantaa tuottavuutta, vähentää työntekijöiden kuormittamista ja parantaa työturvallisuutta. Työssä tehtiin lisäksi investointilaskelmia, joiden avulla arvioidaan mahdollisen investoinnin kannattavuutta yritykselle.</p> <p>Työssä esitettyjä muutoksia lähtämön toimintaan ei ole vielä implementoitu. Tämä työ on suunnitelma tulevaisuuden muutoksiin.</p>		

Asiasanat

[Investointi, kannattavuus, Lean, tuotantoprosessi]

ABSTRACT

CENTRIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	Date March 2015	Author Jutta Pääkkönen
Degree programme Industrial Management		
Name of thesis Development of Dispatch Operations		
Instructor Tapio Malinen		Pages [29 + 2]
Supervisor Tero Kalliokoski		
<p>This engineering thesis was commissioned by a wood products company. The Company has wanted to improve the production process and an analysis showed that the most significant bottleneck in the development is the dispatch operation. Thus, the aim of the thesis was to identify the options for modernizing the dispatch operation, rationalizing the production, eliminating the process of manually nailing the windows to the pallet bottom, reducing the production staff by two workers, and eliminating the manual lifting of windows and forklift traffic.</p> <p>The thesis sought solutions that can optimize the transition and the steps between the assembly line and the packaging line. The solution aims to improve productivity, reduce the work load and improve the workers' safety. The thesis included also investment calculations to assess the potential profitability of the investment company.</p> <p>The suggested changes to the dispatch operations have not been implemented yet. This thesis is a plan for future changes.</p>		

<p>Key words [Investment, profitability, Lean, production process]</p>

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

Revaus	Työvaihe, jossa valmiit ikkunat ammutaan paineilmanaulaimella kiinni kuormalavaan.
Lean	Toimintatapa, jossa pyritään poistamaan prosessista kaikki turhat toiminnot sekä parantamaan toimintaa jatkuvasti. (Kouri, 2014.)
Hukka	Ei-jalostusarvoa tuottava toiminta. (Kouri, 2014.)

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYSLUETTELO**

1 JOHDANTO	1
2 YRITYS JA SEN TOIMINTAYMPÄRISTÖ	2
3 TUOTANTOPROSESSIN PARANTAMINEN LEANIN AVULLA	3
4 KUVAUS LÄHETTÄMÖN TOIMINNOISTA OSANA TILAUS- TOIMITUSPROSESSIA	6
5 LÄHETTÄMÖN TOIMINTOJEN KEHITTÄMINEN	8
5.1 Kuljettimet	10
5.1.1 Hihnakuljettimet	11
5.1.2 Rullakuljettimet ja -radat	13
5.1.3 Ketjukuljettimet	16
5.2 Valittu kuljetintyyppi	17
6 TUTKITUT VAIHTOEHDOT	18
6.1 Vaihtoehto 1	18
6.2 Vaihtoehto 2	19
6.3 Vaihtoehto 3	19
7 INVESTOINNIN KANNATTAVUUS	21
7.1 Investointilaskelmat	22
7.1.1 Nykyarvomenetelmä	24
7.1.2 Annuiteettimenetelmä	24
7.1.3 Sisäisen korkokannan menetelmä	25
7.2 Valittu laskumenetelmä	25
7.3 Laskelmat	25
8 KULJETINJÄRJESTELMÄN VALINTA	27
9 POHDINTA	28

**LÄHTEET
LIITTEET**

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä pyritään tehostamaan kohdeyrityksen (Tiivi) tuotantoprosessia. Tuotantoprosessin suurimmaksi pullonkaulaksi ja tärkeimmäksi kehittämisalueeksi on valikoitunut lähettämön toiminta ja erityisesti siirtymä kokoonpanolinjalta revauksen kautta käärintäkoneelle. Tämän vuoksi kohdeyritys tahtoo tutkia mahdollisuuden automatisoida siirtymä automaattisen kuljetinjärjestelmän avulla.

Tehtyjen muutosten tavoitteena on modernisoida lähettämön toimintaa, tehostaa tuotantoa, poistaa ikkunoiden naulaaminen käsin lavan pohjaan kiinni, vähentää tuotannosta kaksi työntekijää sekä poistaa ikkunoiden käsin nostelu ja trukki liikenne. Näiden avulla parannetaan tuottavuutta, vähennetään työntekijöiden kuormittamista ja parannetaan työturvallisuutta.

Tämä opinnäytetyö on toiminnallinen työ, joten teoria ja käytäntö vuorottelevat keskenään. Aluksi esitellään yritys ja sen toimintaympäristö. Teoriaosuudessa käsitellään tilaus-toimitusprosessia, lähettämön toimintaa osana sitä ja tutkitaan prosessin kehittämistä kohdeyrityksessä Lean-menetelmällä, joka pohjautuu japanilaisen autonvalmistajan Toyotan tuotanto-ohjausmalliin. Tätä tutkitaan luvuissa 3 ja 4. Luvuissa 5 ja 7 esitellään käytännön lisäksi myös teoriaa erilaisista kuljetintyypeistä ja investoinnin kannattavuudesta.

Luvut 6 ja 8 kuuluvat kokonaan tämän työn käytännönsuuteen. Näissä luvuissa esitellään tutkitut vaihtoehdot kuljetinjärjestelmää varten ja mikä vaihtoehto niistä on valittu, sekä syyt sen valintaan. Lopuksi pohditaan omaa oppimisprosessia ja kuinka hyvin opinnäytetyön tavoitteissa on onnistuttu. Toimeksiantajan pyynnöstä opinnäytetyöstä on salattu tuotannon yksikkömäärät, laskelmat ja liite 1.

2 YRITYS JA SEN TOIMINTAYMPÄRISTÖ

Pohjoismaiseen Inwido AB-konserniin kuuluva Tiivi on Haapajärvellä, Pohjois-Pohjanmaalla sijaitseva ikkunatehdas. Yrityksen perusti Eero Niskanen vuonna 1977, jolloin se toimi aluksi lasitusliikkeenä nimellä Haapajärven Lasi Ky. 1980-luvun alussa se kuitenkin jo suunnitteli ja julkaisi ensimmäisen ikkunamallistonsa. Nykyisen nimensä yritys sai 1980-luvun puolivälissä, jolloin sen toiminta keskittyi ikkunavalmistukseen. Siitä lähtien yritys on kehittynyt ja kasvanut vakaasti. (Tiivi 2014.)

Yritys valmistaa puualumiini-ikkunoita, joiden lisäksi valikoimiin kuuluu myös ulko- ja parvekeovet sekäulkoliukuovet. Yrityksen toimiala on rakennuspuusepänteollisuus ja sen toiminnan pääpaino kohdistuu korjausrakentamiseen. Yrityksen liikevaihto nousi vuonna 2013 uudelle ennätystasolle yli 52 miljoonaan euroon, joka on noin viisi miljoonaa euroa enemmän kuin vuonna 2012. Liiketoiminnan volyyymi kasvoi kaikissa avainsegmenteissä ja yrityksen toiminnallinen tulos ylsi myös uuteen ennätykseen.

Yrityksen palveluihin kuuluvat mittaus- ja suunnittelupalvelut sekä yksilöllinen valmistus ja asennus. Lisäksi yritys huolehtii asiakkaidensa käytöstä poistettavien ikkunoiden kierrätyksestä. Yritys työllistää koko Suomen laajuisesti noin 430 henkilöä. (Tiivi 2014.)

Suomessa on useita ikkunavalmistajia, joten keskinäinen kilpailu on kovaa markkinoiden ollessa kaikilla pääosin samat. Asiakkaat vaativat nopeaa toimitusta, mahdollisimman halpaa hintaa ja erittäin hyvää laatua. Tiivi on tällä hetkellä Suomessa ikkunaremonttien markkinajohtaja ja sen markkina-alue kattaa koko Suomen. Yritys valmistaa ikkunat noin 10 000 kotitaloudelle vuosittain. Yrityksen on jatkuvasti kehitettävä toimintaansa, jotta sen paikka markkinajohtajana pysyy.

3 TUOTANTOPROSESSIN PARANTAMINEN LEANIN AVULLA

Lean-tuotantofilosofia on kehitetty tehostamaan tuotantoa. Lean- ajattelu pohjautuu alun perin Toyotan tuotantosysteemiin (Toyota Production System, TPS). Tällä tarkoitetaan japanilaisen autovalmistajan Toyotan sisäistä tuotantofilosofiaa, jota on kehitelty jo lähes 100 vuoden ajan. Lean on laaja iskulause, joka kuvailee kokonaisvaltaista ja kestävästä lähestymistapaa, että käyttämällä vähemmän kaikkea saat enemmän. Lean keskittyykin poistamaan seitsemän erilaista turhuutta (tuottamatonta toimintoa). Lean tarkoittaa vähemmän monia asioita, kuten vähemmän turhaa, lyhemmät läpimenoajat, vähemmän toimittajia ja vähemmän byrokratiaa. Toisaalta Lean merkitsee myös enemmän, enemmän työntekijöiden tietoutta ja voimaantumista, enemmän organisaation kykyä ja valmiuksia, enemmän tuottavuutta, enemmän tyytyväisiä asiakkaita ja enemmän pitkän aikavälin menestystä. (Sayer & Williams 2012, 12.)

Lean- toiminnassa tuottavuuden parantaminen perustuu siihen, että tunnistetaan ja eliminoidaan erilaisia hukkia. Hukalla tarkoitetaan käytännössä kaikkea, mikä ei tuota asiakkaalle lisäarvoa. Hukkien poistamisella nopeasti ja tehokkaasti, pienennetään kustannuksia, parannetaan asiakasarvoa (laatu) sekä lyhennetään läpimenoaika. Tuotannon hukat voidaan jakaa seitsemään helposti tunnistettavaan luokkaan.

1. **Ylituotanto** tarkoittaa, että tuotteita valmistetaan välitöntä tarvetta enemmän. Muiden hukkien syntymiseen vaikuttavat suuret eräkoot, keskeneräinen tuotanto ja valmistaminen varastoon. Todelliset epäkohdat jäävät myös huomaamatta ylituotannon vaikutuksesta, koska korkeat varastotasot sekä piilottavat ongelmia että lieventävät niiden vaikutusta.

2. **Odottelu ja viivästyks** Käytännön esimerkkejä tästä hukasta ovat laite- ja konehäiriöiden sekä materiaalipuutteiden aiheuttamat viivästyks

3. **Tarpeeton kuljettaminen** Turhaa materiaalien ja tuotteiden liikuttelua tulee välttää tuotantovaiheiden välillä.

4. **Laatuvirheet** hukkaavat materiaaleja ja kapasiteettia ja johtavat asiakastytymättömyyteen.

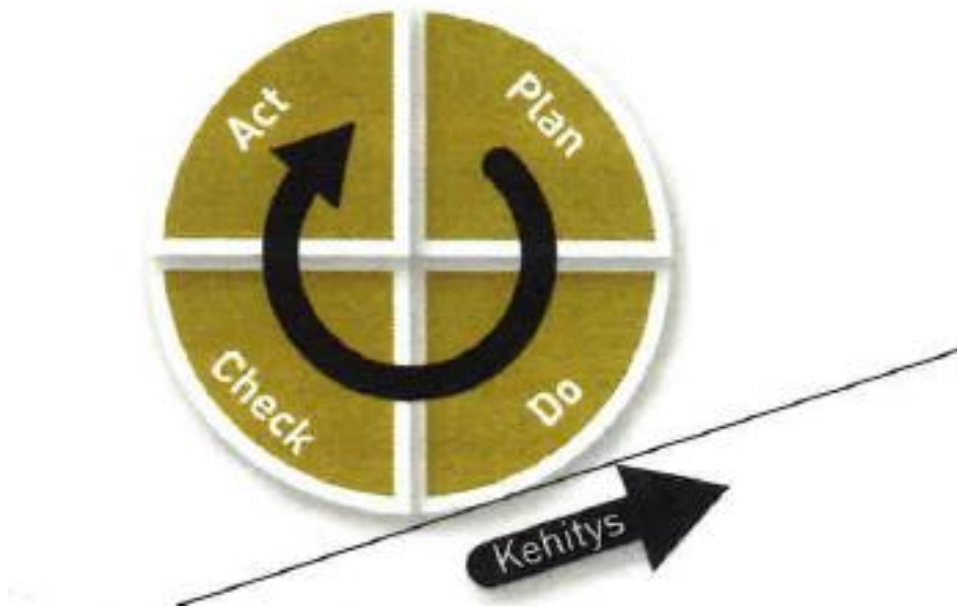
5. **Tarpeettomat varastot** tuovat lisää kustannuksia, pidentävät läpimenoaikoja ja piilottavat eri ongelmia.

6. **Ylikäsittely** tarkoittaa asiakkaan näkökulmasta sellaisten asioiden tekemistä jotka ovat merkityksettömiä.

7. **Tarpeeton liike työskentelyssä:** liike joka ei tuo lisäarvoa tuotteeseen, on hukkaa. (Kouri 2014, 10-11.)

Lean-kehitystoiminnassa pyritään toiminnan jatkuvaan ja systemaattiseen parantamiseen. Jokaisella työntekijällä on vastuu tuotteen ja toiminnan laadusta sekä kehitystyöstä. Kehitystoimintaa toteutetaan pienryhmissä, joissa perehdytään esille tuleviin ongelmiin, suunnitellaan ratkaisut ja toteutetaan ne. Ongelmat tulisi nähdä tilaisuutena kehittää työskentelytehokkuutta, laatua tai työturvallisuutta. Tuotannon virtauttaminen ja varastojen poistaminen tuovat esiin paljon ongelmia ja kehityskohteita. Jotta yrityksen toiminta kehittyisi, sillä tulee olla valmiuksia ratkaista nämä esiin tulleet ongelmat. Laadun ja prosessien toimivuuden kehittämällä parannetaan koko yrityksen toimintaa ja kannattavuutta. (Kouri 2014, 14.)

PDCA-sykli (Plan, Do, Check, Act) on ongelman ratkaisumalli ja kehittämismenetelmä, jonka avulla jatkuvaa parantamista kannattaa toteuttaa. Malliin sisältyy neljä vaihetta ja sen avulla on tarkoitus kehittää toimintaa tai prosesseja. Kuten kuviosta 1 nähdään ensimmäisenä suunnitellaan tehtävät toimet (Plan), sen jälkeen tehdään suunnitellut parannukset (Do) ja kolmanneksi arvioidaan tulokset (Check). Viimeisessä vaiheessa (Act) tunnistetaan onnistumiset ja epäonnistumiset, ja otetaan ne huomioon aloitettaessa uusi PDCA-sykli. Sykli siis toistuu jatkuvasti, pyrkien aina parantamaan tulosta.



KUVIO 1. PDCA-sykli. (Kouri 2014, 15.)

Tiivillä käytetään tällä hetkellä Lean työkaluista seuraavia:

- 5s, jolla parannetaan työskentelyolosuhteita
- AKV-listat, joilla annetaan henkilöstölle mahdollisuus aloitteiden tekoon ja sitä kautta mahdollisuus osallistua kehitystyöhön
- TPM, jolla parannetaan koneiden käyttöastetta ja sitä kautta lisätään kilpailukykyä
- jatkuva parantaminen, käytössä ovat parannusryhmien palaverit, joilla systematisoidaan toimintaa ja annetaan vastuuta työntekijöille

Tätä opinnäytetyötä tarkastellaan PDCA –syklin eli jatkuvan parantamisen mallin avulla. Työssä käydään läpi syklin ensimmäinen eli Plan –vaihe, jossa keskitytään suunnittelemaan tulevaisuudessa tehtävät toimet yrityksen tuotantoprosessin kehittämiseksi. Tämän avulla poistetaan tuotantoprosessissa esille tulleet hukat, kuten odottelu ja viivästykset, tarpeeton kuljettaminen, ylikäsittely ja tarpeeton liike työskentelyssä.

4 KUVAUS LÄHETTÄMÖN TOIMINNOISTA OSANA TILAUS-TOIMITUSPROSESSIA

Tiivi valmistaa XXX yksikköä ikkunoita vuodessa, joka tarkoittaa, että päivän aikana pitäisi valmistua XXX yksikköä. Yrityksen asiakkaille toimitusvarmuus on erittäin tärkeää, sillä ikkunoiden asennus täytyy aikatauluttaa tarkasti, ettei rakennusprosessiin tule turhia viiveitä tai ammattilaisten ja koneiden joutoaikaa ja siten lisäkustannuksia. Yritykselle tuotantovarmuus onkin keskeinen kilpailutekijä.

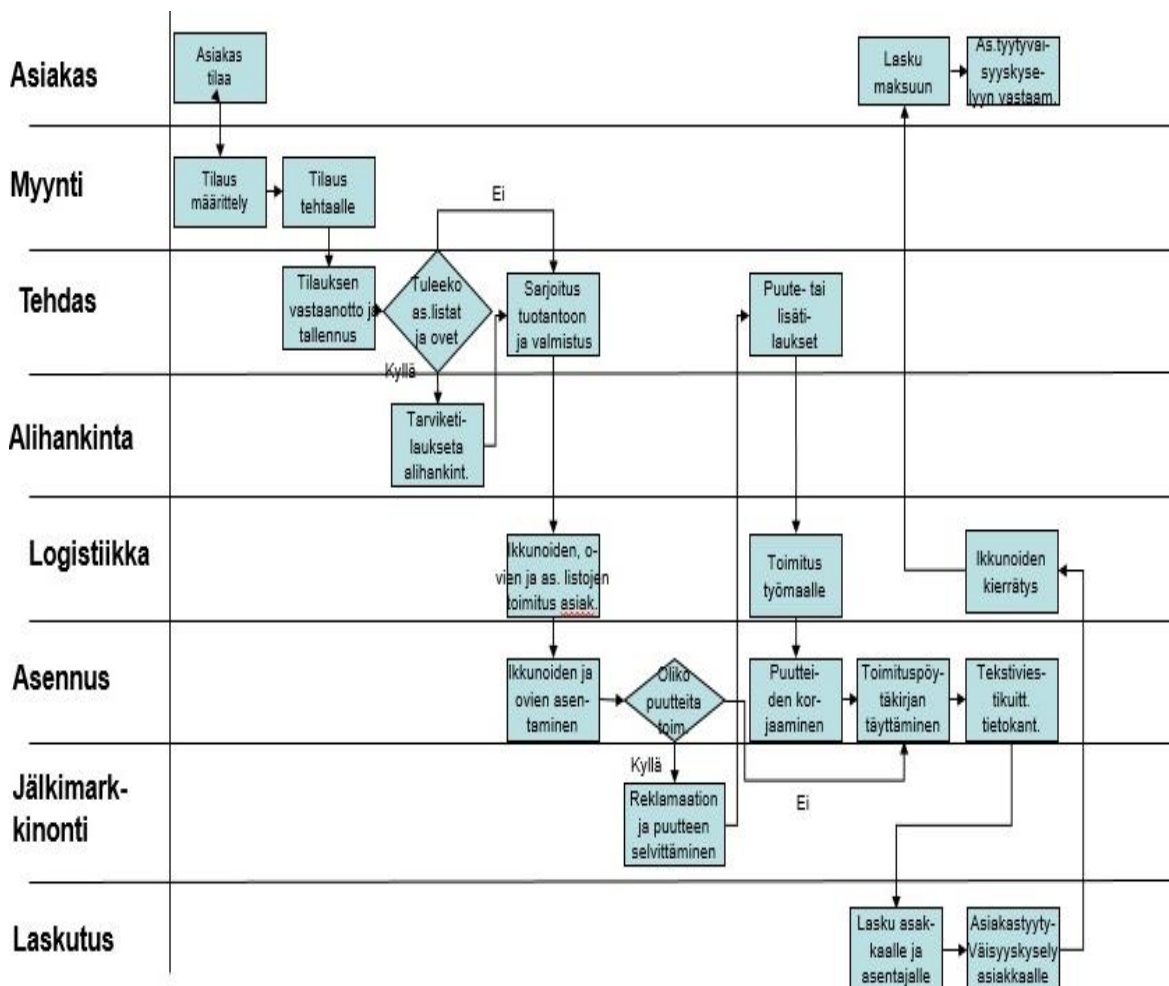
Tilaus- toimitusprosessiin kuuluvat toimet asiakkaan tilauksen tekemisestä toimituksen vastaanottoon. Toimitusketjun kaikkien eri yritysten välillä ja myös yrityksen sisällä on tilaus- toimitusprosesseja. Keskeisiä ominaisuuksia tilaus- toimitusprosessissa ovat seuraavat:

- toimitusvarmuus, joka kertoo, kuinka hyvin alkuperäisestä vahvistetusta toimituspäivästä on pystytty pitämään kiinni
- toimitusaika, joka tarkoittaa tilauksen kokonaisläpäisyäikää
- toimitusvalmius, joka kertoo kuinka hyvin asiakkaan toivoma toimituspäivä voidaan vahvistaa
- vasteaika, joka kertoo kuinka nopeaa on tilaukseen reagointi määrittämällä tuleva toimituspäivä (Lehtonen, Juha-Matti 2008, 109.)

Opinnäytetyössä keskitytään tarkemmin lähettämön toimintoihin, mutta aluksi kuvaillaan Tiivin koko tilaus-toimitusprosessi, joka on esitetty kuviossa 2. Se lähtee liikkeelle asiakkaan tilauksesta ja tilauksen määrittelystä, jonka jälkeen tilaus siirtyy tehtaalle. Tehdas vastaanottaa ja tallentaa tilauksen. Tämän jälkeen tarkistetaan, tuleeko tilaukseen asennuslistoja ja ovia. Jos tulee, tehdään alihankinta tarviketilauksesta, jonka jälkeen vasta siirrytään tilausten sarjoittamiseen tuotantoon ja ikkunoiden valmistamiseen.

Valmiit tuotteet siirretään varastoon, josta ne lastataan rekkoihin ja kuljetetaan asiakkaille. Jos asiakas on tilannut asennuspalvelun, menevät asentajat tässä vaiheessa laittamaan tuotteen tai tuotteet paikoilleen. Samalla selvitetään, onko toimituksessa ollut puutteita. Jos

ongelmia on ollut, aloitetaan reklamaatio ja puutteen selvittäminen. Se johtaa puute- tai lisätalaukseen, niiden toimittamiseen työmaalle ja puutteen tai puutteiden korjaamiseen. Kun toimitus ja mahdollinen reklamaatiokäsittely on tehty, täytetään toimituspöytäkirja ja toimituksesta lähetetään tekstiviestikuittaus tietokantaan, joka generoi laskun asentajalle ja asiakkaalle. Asiakkaalle lähetetään myös asiakastytyväisyyskysely. Tiivillä tilauksiin kuuluu mahdollisten vanhojen ikkunoiden kierrätys, joka tapahtuu toimituksen jälkeen.



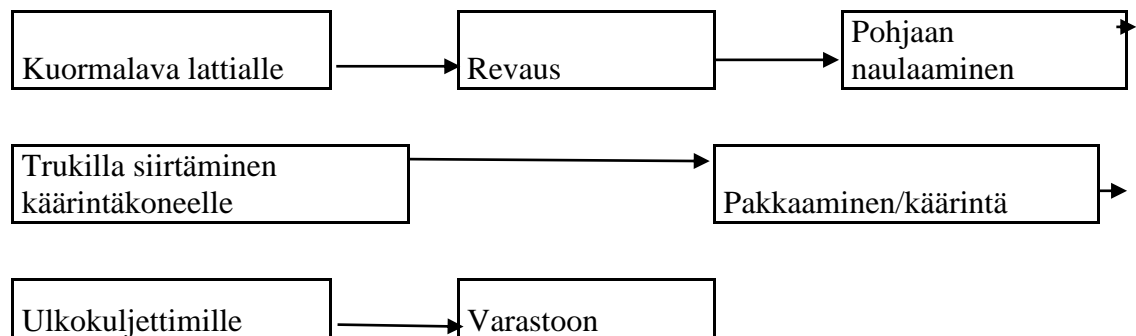
KUVIO 2. Tilaus-toimitusprosessi. (Vähätiitto 2014.)

Lähetämön toiminnot kuuluvat yrityksen tilaus-toimitusprosessiin ja niiden kehittäminen edesauttaa toimitusvarmuutta- ja valmiutta. Lähetämön toimintoihin kuuluvat kokoonpanon jälkeiset työvaiheet aina siihen asti, kunnes tuote tai tuotteet ovat asiakkaalla. Tiivillä on havaittu, että koko prosessin yksi keskeinen pullonkaula on lähetämön toiminta. Erityisesti siirtymä kokoonpanolinjalta revauksen kautta käärintäkoneelle on havaittu ongelmaksi, koska se kestää liian kauan. Automatisoinnin avulla läpimenoaikaa saataisiin lyhennettyä ja turha odottelu vähenisi.

5 LÄHETTÄMÖN TOIMINTOJEN KEHITTÄMINEN

Lähetämön toiminta on osa tuotantoprosessia, jonka tärkein tehtävä on saada ikkunat kokoonpanolinjan jälkeen mahdollisimman nopeasti ja hyvin pakattua, jotta tuotannon tehokkuus säilyy. Lähetämön toiminnassa ongelmakohtaksi on havaittu siirtymä kokoonpanolinjalta revaukseen ja siitä käärintäkoneelle. Tuotantoprosessia halutaan tehostaa automatisoimalla tämä siirtymä.

Lähetämön henkilöstöön kuuluu neljä suorittavaa työtä tekevää työntekijää. Tehdas toimii pääosin kahdessa vuorossa, joten molemmissa vuoroissa työntekijöitä on kaksi. Kuten kuviossa 3 näkyy kokoonpanolinjan jälkeinen työntekijä (revari) laittaa kuormalavan lattialle ja asettaa ja kiinnittää ikkunat siihen. Toinen työntekijä (pakkari) nostaa kuormalavan trukilla ylös, jotta revari pääsee naulaamaan ikkunat kuormalavaan pohjasta kiinni, tämä työvaihe on hidas ja lisäksi suuri turvallisuusriski, joten se halutaan poistaa. Naulaamisen jälkeen pakkari vie kuormalavan trukilla käärintäkoneelle, joka siirtää kuormalavan pakkaamisen jälkeen automaattisesti rullakuljettimia pitkin ulkokuljettimille, josta ulkotrukki hakee ne varastoitavaksi.



KUVIO 3. Lähetämön toiminnan eri vaiheet.

Yrityksessä käsitellään erikokoisia ikkunoita, joiden maksimipituus on 2800 millimetriä. Ikkunoita lastataan kuormalavalle rinnakkain 3-5 kappaletta. Käytössä olevia kertakäyttölavoja on kahta eri kokoa 1200*800*150 mm ja 2000*800*150 mm. Nämä mitat tulee ottaa huomioon kuljetinjärjestelmän suunnittelussa. Alla olevassa kuviossa 4 näkyy kokoonpanolinja, jonka jälkeen alkaisi uusi kuljetinjärjestelmälinja. Kuviossa 5 näkyvät

käärintälinja ja pressuhalli. Kuljetinjärjestelmä loppuisi käärintälinjalle, johon sen olisi tarkoitus tuoda lavoja yksitellen.



KUVIO 4. Kokoonpanolinjalta virtaus kulkee oikealle.



KUVIO 5. Käärintälinja ja pressuhalli.

5.1 Kuljettimet

Kuljettimet ovat keino kehittää lähettämöä, koska niillä voidaan vähentää käsin nostelua ja trukkiliikennettä, modernisoida lähettämön toimintaa ja myös tehostaa tuotantoa. Alla tarkastellaan yleisimpiä kuljettimia, jotka pystyvät kuljettamaan painavia kuormalavoja.

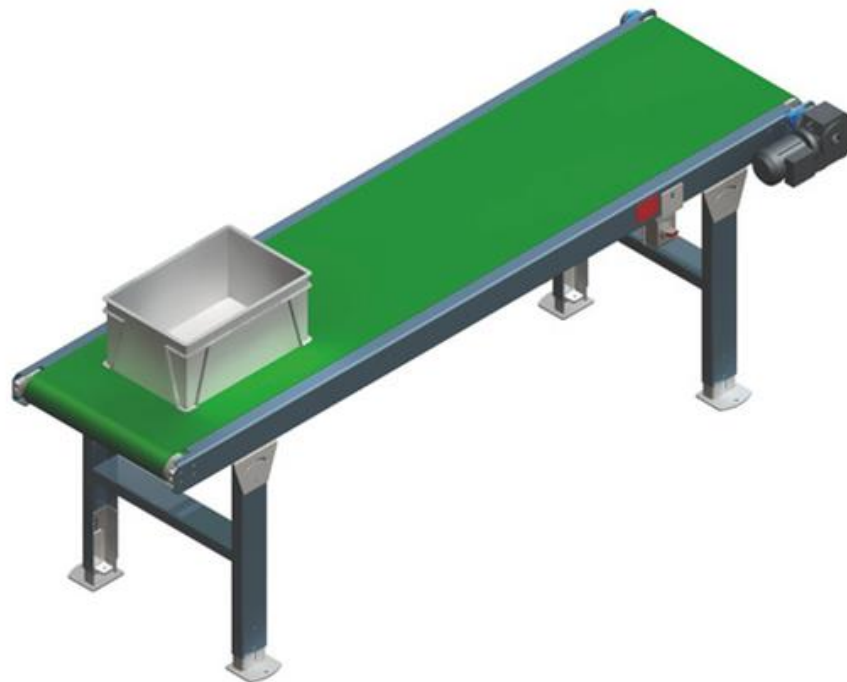
Kuljetin on siirtolaite, joka siirtää ainetta tai tavaraa paikasta toiseen. Tämä tarkoittaa sitä, että massa- tai kappaletavara lastataan ja puretaan tuotantoprosessin aikana. Joissakin kappaletavarakuljettimissa kuljetin käynnistyy kun sille asetetaan kappale siirtääkseen sitä eteenpäin tarvittavaan pisteeseen asti. Kaltevuus kuljettimella voi vaihdella vaakasuorasta pystysuoraan. Kuljetettava materiaali määrää sen, mikä kuljetintyyppi valitaan. Tehtaan prosessista riippuen puhutaan massatavarakuljettimista, kappaletavarakuljettimista tai puun käsittelyyn tarkoitetuista kuljettimista. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2009, 168.)

5.1.1 Hihnakuljettimet

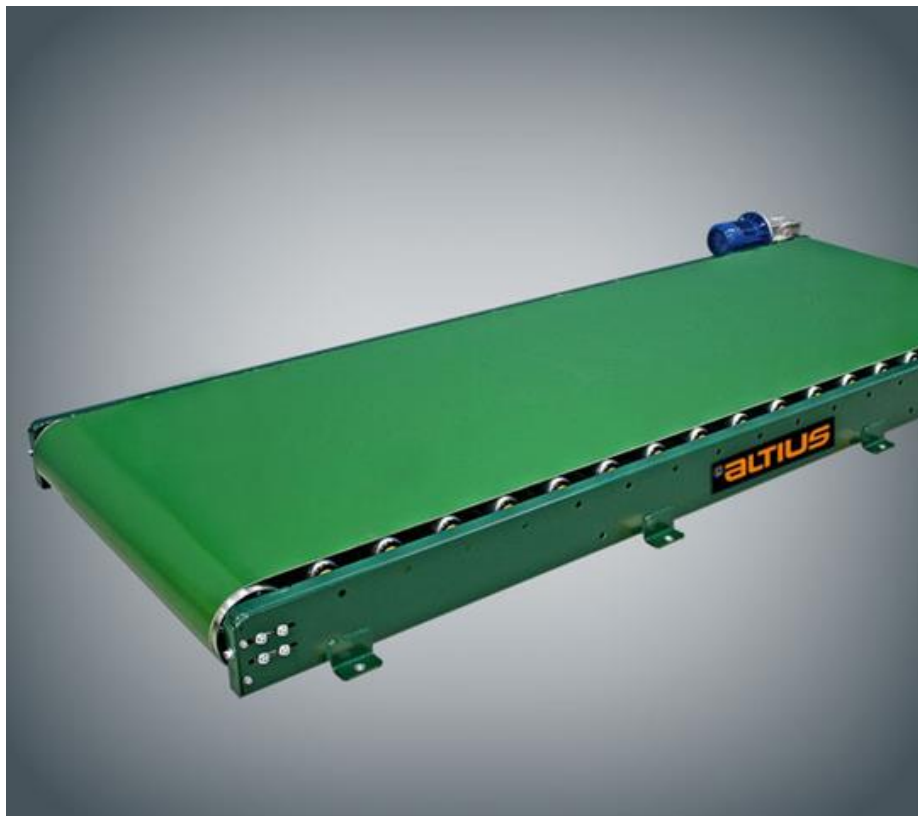
Hihnakuljettimet ovat suosittuja sekä erillisinä laitteina, että suurissa kappaletavarakuljetinjärjestelmissä. Erilaiset tartuntapinnat sallivat jyrkät nousut ja laskut. Järeydeltään hihnakuljettimia on saatavilla hyvinkin erilaisia. Hihnakuljettimen pääosa on liikkuva kuljetinhihna, jonka materiaalina käytetään muovi- tai kumiseosta. Kuljetinhihna hankitaan päättömänä tai se voidaan liittää yhtenäiseksi kuumavulkanoimalla, liimaamalla tai mekaanisella liitoksella. (Kotamäki & Nyberg 1992, 58.)

Kuljettimia valittaessa on tärkeää kiinnittää huomiota kuljettimen kokoon ja käyttölaitteen tehoon. Lisäksi tulee huomioida, että hihnamateriaalin on sovittava kuljetettavaan aineeseen. Esimerkiksi lasinjäädytys-, keramiikka- ja päästöuuneissa käytetään teräksistä verkkohihnaa ja ympäröivän lämpötilan ollessa korkea suositetaan ruostumatonta tai haponkestävää teräksestä valmistettua hihnaa. (Kotamäki & Nyberg 1992, 58.) (Keinänen ym. 2009, 168-169.)

Hihnakuljettimia voi olla liukualustaisia (KUVIO 6.) tai rullakannatteisia (KUVIO 7.) Liukualustaisia hihnakuljettimia käytetään vain kevyen tavarankuljetteluun, koska kuljettimen kitkahäviöt ovat niin suuria sileän levyn ollessa hihnan kannattimena. Rullakannatteisissa hihnakuljettimissa sileän levyn sijaan hihnan tueksi on asennettu rullia, joten kitkahäviö on saatu kutistettua erittäin pieneksi. Rullarakenteiset hihnakuljettimet sopivat sekä raskaisiin kuormiin että pitkiin kuljetinlaitteisiin. (Kotamäki & Nyberg 1992, 58.)



KUVIO 6. Liukualustainen hihnakuuljetin (Etra 2014.)



KUVIO 7. Rullakannatteinen hihnakuuljetin (Altius 2014.)

5.1.2 Rullakuljettimet ja -radat

Rullakuljettimet (KUVIO 8.) ovat yleisesti käytettyjä kappaletavaran siirtämisessä. Tässä kuljettimessa tavara kulkee kiekkojen tai rullien päällä. Rullakuljettimet toimivat joko painovoimalla tai ne ovat konekäytöllä vetäviä. Rullakuljettimessa tuotteen tulee olla yhtä aikaa vähintään kolmen rullan päällä, joten rullien jako eli etäisyys toisistaan määräytyy kappaletavaran pituuden mukaan. (Keinänen ym. 2009, 169.)



KUVIO 8. Rullakuljetin (Servicepoint 2014.)

Rullaratoja (KUVIO 9.) löytyy paljon erikokoisia ja eri aineista valmistettuja. Rullarata muodostuu kahdesta reunapalkista, joiden väliin on asennettu laakeroituja rullia, joiden varassa kappaleet liikkuvat. Rullat on voitu moottoroida tai tavara voi liikkua kuljettimella kaltevan radan ja painovoiman vaikutuksesta. Rullarata soveltuu raskaiden kuormien kuljettamiseen, koska sen kitkahäviöt ovat niin pieniä.

Erityisiä jarrurullia voidaan käyttää kappaleiden liian suuren vauhdin estämiseksi tai kokonaan pysäyttämiseksi, kun rata ei ole moottoroitu vaan se on asennettu kaltevaksi. (Kotamäki & Nyberg 1992, 58- 59.)

Rullaratoja voidaan varustaa myös pyörillä, jolloin sen siirtäminen toiseen paikkaan onnistuu helposti. Näitä siirrettäviä ratoja sanotaan ns. saksirullaradoiksi, joissa niiden rullat on korvattu kiekkoilla. Myös loivat kaarteet ovat sallittuja tällä saksirakenteella.



KUVIO 9. Rullarata (Witre 2014.)

Rullaratoja löytyy joko vapaa tai moottorikäyttöisenä. Vapaat rullaradat ovat yleisesti käytettyjä erilaisissa vaakasuorissa kokoonpano- ja keräilykuljettimissa. Vapaissa rullaradoissa rullat pyörivät vapaasti, koska niitä ei ole kytketty mihinkään käyttölaitteeseen. Kappaleet liikkuvat vaakasuoralla radalla työntämällä, tai painovoiman avulla kaltevalla radalla.

Jotta kappaleet liikkuvat pelkän painovoiman avulla, radan täytyy olla tarpeeksi kalteva. Riippuen pakkauksen painosta ja pohjan laadusta sekä rullien painosta ja halkaisijasta kaltevuus vaihtelee 2-7 % välillä (1 % = 1 cm korkeusero 1 m matkalla). Kuorma saavuttaa sitä suuremman nopeuden, mitä raskaampi kuorma rullien painoon verrattuna on. (Suomen Metalliteollisuuden Keskusliitto 1983, 1.)

Radan kaltevuutta kasvattaessa raskailla kuormilla tulee eteen käytännön vaikeus kun radalle pysäytetty kuorma lähtee itsestään liikkeelle ja kuorman vauhti kiihtyy niin suureksi, että törmäys seisovaan kuormaan tai päätyypysäyttöön aiheuttaa vaurioita. Näitä törmäyksiä voidaan kuitenkin pienentää käyttämällä jarrurullia sopivin välein. (Suomen Metalliteollisuuden Keskusliitto 1983, 1.)

Vapailta rullaradoilla kaiteet eivät ole pakollisia, jos radalla ei ole varsinkin kaarteissa esiintyvää jononpainetta. Turvallisuussyistä kaiteet ovat kuitenkin yleisesti käytettyjä, jotta vältetään kuljetettavan kappaleen suistumiselta radalta maahan.

Moottorikäyttöiset rullaradat on mahdollista saada pyörimään ulkoisella voimanlähteellä, kuten sähkömoottorilla. Tällöin saavutetaan vapaaseen rataan verrattuna monia etuja, koska kappaleet saadaan liikkumaan vaakasuuralla ja loivasti nousevalla radalla.

Moottorikäyttöisiä rullaratoja voi olla joko kiinteä- tai kitkavälitteisiä. Kiinteävälitteisissä rullaradoissa rullat pyörivät koko ajan täydellä teholla ja siten painavat kuormaa eteenpäin rullan ja kuorman välisen kitkavoiman avulla. Rullat luistavat kuorman alta, jos kuorma pysäytetään radan päässä estettä vasten. Tavallisin käyttötapa kiinteävetoisissa rullaradoissa on ketjukäyttö, jolloin rullissa ovat vain ketjupyörät. Tällöin ketju voi olla yksi yhtenäinen ketju, joka sivuaa ketjupyöriä tai se voi mennä rullalta toiselle. (Suomen Metalliteollisuuden Keskusliitto 1983, 4.)

Kitkavälitteisissä radoissa on mahdollista saada erilaisilla kitkajärjestelyillä aikaan tilanne, jolloin pysäytetyn kuorman alla olevat rullat eivät pyöri, vaan luisto tapahtuu rullan ja käyttävän elimen välillä. (Suomen Metalliteollisuuden Keskusliitto 1983, 4.)

5.1.3 Ketjukuljettimet

Ketjukuljettimissa (KUVIO 10.) vetävinä elementteinä on yksi tai useampi ketju. Kuljetinketjun täytyy kestää voimakasta kulumista ja kovia iskumaisia kuormia. Yleensä ketjuun kiinnitetään kuljettava elin, jolloin puhutaan kolakuljettimesta. Kolakuljettimen ketju on varustettu kiinnityskorvakkeilla, joilla kuljettava elin kiinnitetään ketjuun. (Keinänen ym. 2009, 169.)

Ketjukuljettimia voidaan käyttää useissa kohteissa. Esimerkiksi sahoilla ketjukuljettimia käytetään tukkien siirtämiseen, jolloin ketjuun kiinnitetyillä piikeillä saadaan aikaan tartunta tukkiin. Yksi sovellus ketjukuljettimista on riippukuljetin, jolloin ketjuun kiinnitettyihin koukkuihin voidaan ripustaa esimerkiksi maalattavia tuotteita. Ketjukuljetin on myös yleinen rullaportaissa, joissa askelmat kiinnitetään kahteen vetävään ketjuun ja johteilla ohjataan askelmien asentoa. Niitä käytetään usein myös kuormalavojen kuljetuksiin, jolloin kuljettimet ovat 2- tai 3- ketjuisia. (Keinänen ym. 2009, 169- 170.)



KUVIO 10. Ketjukuljetin. (Ferroplan 2014.)

5.2 Valittu kuljetintyyppi

Vertailussa olevat kuljettimet ovat erilaisia ominaisuuksiltaan ja niiden räätälöiminen onnistuu käyttökohteen mukaan tilanteeseen sopivaksi. Määrittäessä kuljetinta on tiedettävä siirrettävästä tavarasta muutamia asioita, kuten mikä siirrettävä tavara on ja mikä on kuljettimen kapasiteetti. Tulee ottaa myös huomioon, että kerran rakennetun kuljettimen siirtäminen tai muuttaminen on hankala toteuttaa ja kustannukset joita muutostyöt aiheuttavat voivat olla todella korkeat.

Esitellyistä kuljetintyypeistä hihna- ja ketjukuljettimet ovat tähän tarkoitukseen soveltumattomia. Hihnakuljettimen huono puoli on sen kykenemättömyys kuljettimen päällä tapahtuvaan varastointiin. Ketjukuljetin soveltuisi hyvin kuormalavojen siirtoon ja varastointiin, mutta ketju ei luista puiosen kuormalavan alla samoin kuin rullakuljettimen sileät rullat. Tämän vuoksi karhea ketju syö kuormalavaa varastointikohdassa, josta tulee paljon roskaa.

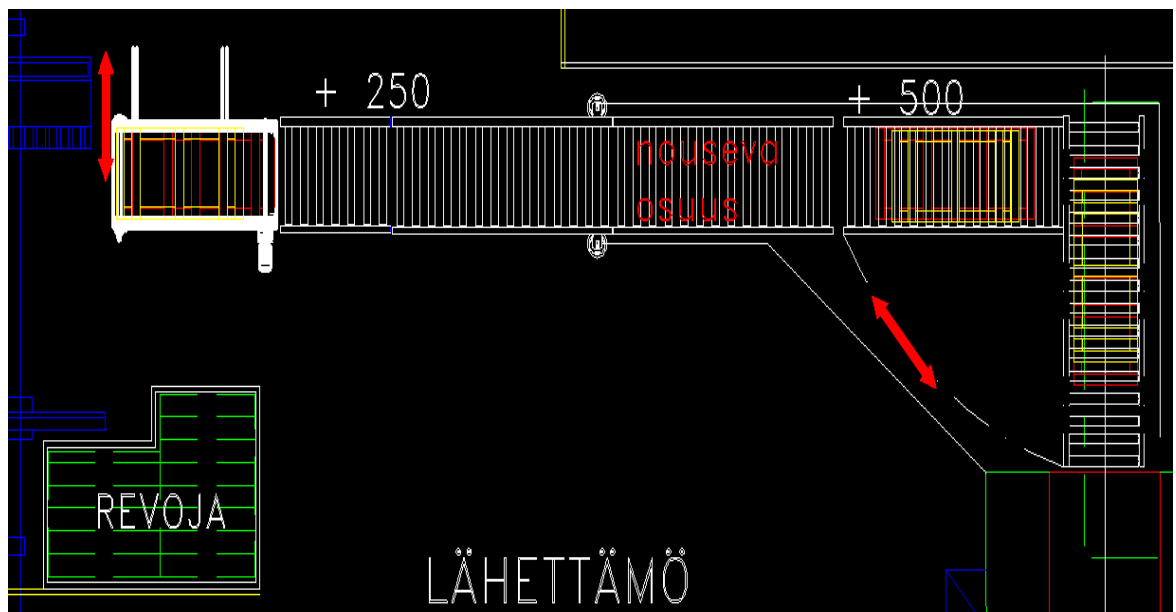
Kuljetintyyppin valinta suoritettiin keskustelemalla eri vaihtoehtoista, kriteereistä ja kuljetintyyppien huonoista ja hyvistä puolista. Keskustelun pohjalta tutkituista kuljetintyypeistä päädyttiin valitsemaan rullakuljetin. Tärkein peruste rullakuljettimen valinnalle on sen kyky tavarain varastoimiseen vedonpoistolla tai ilman. Valinnan ehdottomat kriteerit olivat kuljetintyyppin kykenevyys kuljettaa raskaita kuormia, sekä sen fyysinen kestävyys ja rullakuljetin täyttää nämä vaatimukset.

6 TUTKITUT VAIHTOEHDOT

Kehittämiskohteen ja kuljetintyyppin valinnan jälkeen kuljetinjärjestelmätoimittajia kutsuttiin hahmottelemaan yhdessä Tiivin kanssa erilaisia toteutusvaihtoehtoja halutun siirtymän automatisoimiseksi. Lähempään tarkasteluun valittiin kolme vaihtoehtoa.

6.1 Vaihtoehto 1

Ensimmäisen lavausjärjestelmävaihtoehdon toiminta (KUVIO 11.) lähtee liikkeelle siitä, että siirtovaunun kuljettimelle asetetaan tyhjä lava. Lavan kansilautojen välistä nostetaan rullat ikkunoiden siirtämistä varten ja ikkuna työnnetään manuaalisesti lavalle. Tämän jälkeen lavaaja painaa kytkintä, jolloin rullat laskevat ja siirtovaunu siirtyy ohjelman mukaisesti. Seuraavaksi rullat nousevat ylös uutta ikkunaa varten. Tätä toimintaa jatketaan kunnes lava on ohjelman mukaisesti täysi. Tällöin siirtovaunu siirtyy kuljetinlinjan kohdalle ja ikkunoihin naulataan tukipuut manuaalisesti. Lavaaja painaa kytkintä, jolloin siirtovaunun kuljetin siirtää lavan kuljetinlinjastolle. Kun lava on siirtynyt, siirtovaunu siirtyy takaisin aloituspaikkaan. Kuljettimilla lava siirtyy nousevalle osalle, joka nousee käärintäkoneen kuljettimen kanssa samalle tasolle. Tästä lava siirtyy kääntyvälle kuljettimelle, joka kääntyy 90 astetta ja näin mahdollistaa lavan siirtymisen käärintäkoneeseen.



KUVIO 11. Lavausjärjestelmä, jonka virtaus kulkee vasemmalta oikealle.

Tämän vaihtoehdon vahvuutena ovat nousevat rullat, jotka vähentävät työntekijöiden kuormittamista ikkunoita siirrettäessä. Järjestelmä on kustannuksiltaan kolmen lähemmin tarkastellun vaihtoehdon joukossa keskimmäinen.

6.2 Vaihtoehto 2

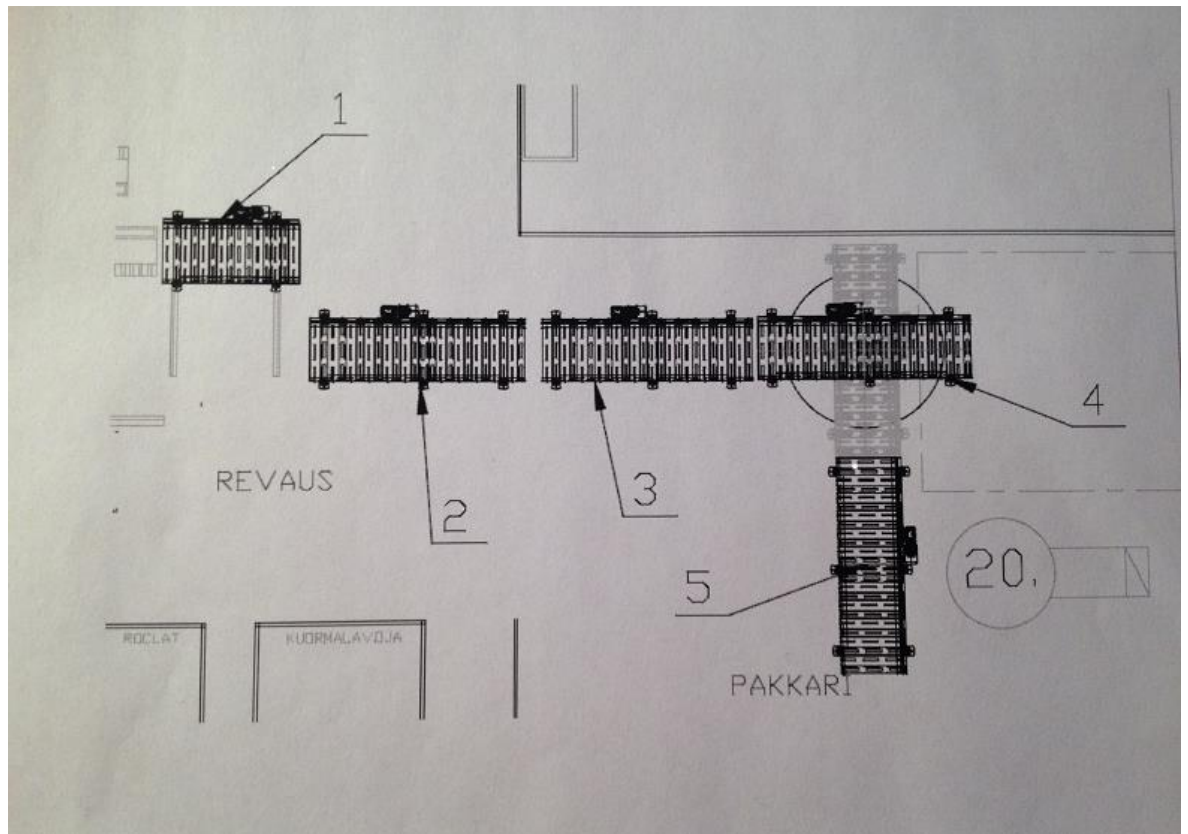
Kuljetinjärjestelmässä ikkunayksiköt lastataan aluksi lavalle. Yhdelle lavalle tulee joko kolme tai neljä ikkunaa. Tyhjä lava asetetaan lavausvaunuun ja työnnetään ensimmäinen ikkuna lavapaikalle 1. Ensimmäisen ikkunan naulaus lavaan kiinni tapahtuu nappia painamalla. Lavausvaunu ajetaan seuraavalle lastauspaikalle nappia painamalla, paikoittuminen tapahtuu automaattisesti. Seuraavaksi ikkuna työnnetään lavapaikalle 2. Vaunu ajetaan seuraavaan lastauspaikkaan nappia painamalla. Sama toistuu kolmanteen tai neljänteen ikkunaan asti. Kun viimeinen ikkuna on saatu lavalle, ajetaan vaunulähetys paikalle nappia painamalla. Tämän jälkeen ikkunat kiinnitetään käsinaulaimella lavaan ja toisiinsa. Lopuksi pakattu lava lähetetään lavakuljettimelle nappia painamalla. Kun lava on siirtynyt lavakuljettimelle, tilataan vaunu takaisin kotiasemaan, jolloin vaunu on valmis uudelle lavalle.

Tämän kuljetinjärjestelmän ehdoton vahvuus on se, että se on tehty samaan logiikkaan linjan loppupään laitteiden kanssa, joten ne toimivat saumattomasti yhteen käärintälinjan kanssa. Mikäli kuljettimet ovat tyhjiä, lava ajaa automaattisesti käärintäkoneelle saakka. Mikäli linjan loppupää ruuhkautuu, kuljettimet puskuroivat lavoja yksi lava/kuljetin. Järjestelmä on myös lähemmin tarkastelluista vaihtoehdoista edullisin.

6.3 Vaihtoehto 3

Kuljetinjärjestelmässä pakkaaja asettaa tyhjän lavan traverssi vaunulle, jonka jälkeen pakkaaja työntää ikkunan lavalle. Lavan välistä nousevat kevennysrullat keventävät työntöä. Ikkunan ollessa asemoituna oikein, pakkaaja käynnistää seuraavan syklin, jossa kevennysrullat laskevat ja hakasnaulain kiinnittää ikkunan lavaan noin 50 millimetrin pitkällä hakasella. Tämän jälkeen traverssi- vaunu siirtää lavaa ennalta määrätyn matkan ja sitten kevennysrullat nousevat taas ylös. Kun lavalla on haluttu määrä ikkunoita ajaa traverssi vaunu revauspaikalle. Revauksen jälkeen lava kuitataan valmiiksi, jolloin automatiikka ajaa lavan käärintäkoneelle.

Vaihtoehdon vahvuutena ovat kevennysrullat, jotka vähentävät työntekijöiden rasitusta. Se on lähemmin tarkastelluista vaihtoehdoista kallein.



KUVIO 12. Kuljetinjärjestelmä, jossa numero 1 on traverssi-vaunu, numero 2 rullakuljetin, numero 3 nouseva rullakuljetin, numero 4 kääntyvä rullakuljetin ja numero 5 rullakuljetin.

7 INVESTOINNIN KANNATTAVUUS

Investointien eli kone-, kiinteistö-, kalusto- ja laitehankintojen kannattavuuden suunnittelu on tärkeää, koska investoinneista aiheutuva kustannus on suuri ja se vaikuttaa yrityksen tulokseen useiden vuosien ajan. Lisäksi usein tehtyjä investointipäätöksiä ei voi enää myöhemmin perua. Investointikohteita voivat olla tehtaot, kiinteistöt, tietojärjestelmät, laitteistot ja uudet toimintatavat. Tyypillisiä piirteitä investoinneille ovat suuri sitoutunut pääoma, pitkä ajallinen kesto, laajat vaikutukset ja epävarmuus. Yrityksen toiminta muuttuu lisäksi peruuttamattomasti investoinnin vaikutuksesta.

- Suuri sitoutunut pääoma: Investoinneissa pääomaa sitoutuu moniin eri kohteisiin, kuten laitteistoihin, varastoihin, myyntisaataviin, ohjelmistoihin, tuotekehitykseen ja informaatioteknologiaan. Pääomat vapautuvat näistä kohteista sitä mukaa kun investoinnista saadaan kassavirtoja.
- Pitkä ajallinen kesto: Investointipäätöksenteko liittyy tiiviisti yhteen yrityksen strategian toteuttamisen kanssa. Noudattaen investointien määrittelemiä linjoja yrityksen on mahdollista toteuttaa valittua strategiaa. Muut yrityksen päätökset toteutetaan suurimmaksi osaksi näiden investointien puitteissa.
- Laajat vaikutukset: Yksittäiset investoinnit saattavat ratkaisevasti vaikuttaa siihen millaisia investointeja voidaan myöhemmin tehdä. Esimerkiksi tietyn toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto tai tuotantoteknologian valinta rajaa näiden valintojen puitteisiin myöhempiä investointimahdollisuuksia. Lisäksi investointien vaikutukset ovat byrokraattisesti laajat, koska usein investoinnit eivät ole täysin erillisinä kokonaisuuksina, vaan ne yhdistyvät laajemmin yritystoimintaan ja vaikuttavat välillisesti myös muiden yksiköiden toimintaan.
- Epävarmuus: Investoinnit ulottuvat pitkälle tulevaisuuteen. Tulevaisuuden tapahtumat ovat aina epävarmoja, joten myös investointien lopputulos on epävarma. Usein osa tekijöistä, jotka vaikuttavat yrityksen menestykseen, on selkeästi kriittisempiä ja epävarmempia investoinnin onnistumisen kannalta kuin toiset. (Ikäheimo, Lounasmeri & Walden 2009, 202- 203.)

Investoinnit kohdistuvat tulevaisuuteen, joten niiden avulla voidaan hankkia esimerkiksi lisää tuotantokapasiteettia tai uudistaa tuotantomenetelmiä tai – tiloja. Niiden tarkoituksena

on lisätä yrityksen kustannussäästöjä ja tuottaa lisää myyntituloja. Investoinnin kannattavuus pyritään varmistamaan etukäteen investointilaskelmien avulla. Investoinnin tulee käyttöaikanaan tuottaa enemmän tuloja kuin menoja yritykselle, jotta se kannattaa tehdä. (Eklund & Kekkonen 2014, 131.)

7.1 Investointilaskelmat

Investointilaskelmien avulla pyritään selvittämään investoinnin kannattavuus. Yrityksen johto joutuu usein tekemään monenlaisia investointipäätöksiä, tyypillisenä esimerkkinä koneinvestointi. Päätökset vaativat tuekseen laskelmia. Investointilaskelmat ovat pitkän aikavälin kannattavuuslaskelmia. Tarvittavat lähtötiedot tulee arvioida mahdollisimman realistisesti ennen varsinaisten laskelmien aloittamista. Lähtötiedot eivät kuitenkaan usein ole kovin tarkkoja, koska laskelmat perustuvat tulevan kehityksen arvioihin. (Jormakka, Koivusalo, Lappalainen & Niskanen 2009, 226.)

Kolme peruslaskentamenetelmää ovat:

- annuiteettimenetelmä
- nykyarvomenetelmä
- sisäisen korkokannan menetelmä

Tarkastellaan kuitenkin aluksi laskelmien edellyttämiä lähtötietoja, ennen yksittäisten menetelmien esittelyä. Keskeisimpinä investoinnin edullisuuteen vaikuttavina komponentteina, jotka voidaan mitata, arvioida tai esittää kvantitatiivisesti, ovat:

- perusinvestointi eli perushankintakustannus
- juoksevasti syntyvät kustannukset
- juoksevasti syntyvät tuotot
- laskentakorkokanta
- investointikohteen jäännösarvo
- investointiajanjakso tai pitoaika (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 214.)

Perusinvestointi eli perushankintakustannus on investoinnin alussa oleva suuri meno. Se on edellytys tulevien kassavirtojen aikaansaamiseksi. Hankintamenoja voivat olla mm. kiinteistön rakentaminen, laitteiston hankkiminen, laitteiston asennus, markkinatutkimus,

henkilökunnan koulutus ja uudet informaatiojärjestelmät. Sitä mukaa kun saadaan tuloja ja laitteiston tuotantokyky heikkenee, vapautuu myös hankintamenoa. Yritykset kuvaavat tilinpäätöksessään tätä arvonalentamista suunnitelman mukaisilla poistoilla. (Ikäheimo ym. 2009, 210.)

Juoksevasti syntyviä kustannuksia ja tuottoja on tarkoituksenmukaista tarkastella vuositasolla yhdessä. Vuotuinen nettotuotto on investoinnista saatavasta vuotuisesta erillistuotosta aiheutuvan vuotuisen erilliskustannuksen erotus. Tuottojen ennusteesta on hyvä lähteä liikkeelle arvioitaessa juoksevasti syntyviä kustannuksia ja johtaa niistä sitten vastaavat kustannukset. Laskelmissa kustannusten ja tuottojen oletetaan syntyvän yksinkertaisuuden vuoksi kunkin tarkasteluvuoden lopussa. Nettotuotto on investoinnista saatava käyttökate. Laskelmissa on yleistä käyttää arvioituja kassaperusteisia nettotuloja. Poistoja ja vieraan pääoman korkoja ei tule vähentää kustannuksina. Vieraan pääoman korot tulevat otetuksi huomioon korkokannassa. Yrityksen käyttöön taas jää poistoja vastaava rahasumma. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 215.)

Korolla tarkoitetaan yleisesti korvausta siitä, että raha on saatu käyttöön. Velkoja perii velalliselta myöntämästään luotosta tietyn korvauksen. Investointi kuitenkin rahoitetaan usein osittain vieraalla ja osittain omalla pääomalla, esimerkiksi osakepääoman korotuksella tai tulorahoituksella. Investoinneissa käytetään vaihtoehtojen välisen kannattavuusvertailun tekemiseksi laskentakorkokantaa. Niissä laskentakorkokanta voidaan ajatella minimituottovaatimuksena, mikä suunnitellun hankkeen tulee toteuttaa. Laskentakorkokantaa käytetään investointilaskelmissa siis ilmaisemaan sekä investointeihin tarvittavan pääoman kustannuksia, että investoinneille asetettuja tuottovaatimuksia. Tämän menetelmän avulla saadaan vertailukelpoisiksi myös eri ajankohtina tapahtuvat suoritukset. Koron tehtävä on selvittää, miten paljon arvokkaampi tietty rahamäärä on tänään kuin vaikkapa vuoden päästä. Diskonttaus on käänteinen tapahtuma korkolaskennalle. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 16.)

Jäännösarvo on se osa, joka jää jäljelle investoinnin hankintamenoista, kun investointi on täysin palvellut. Yleensä investoinnin käynnistymisen jälkeen menee vuosia, jopa vuosikymmeniä, kunnes yksittäisen investoinnin tuotanto loppuu. Jäännösarvon arvioiminen voi olla usein vaikeaa, siksi sen oletetaan olevan usein arvoton. Joissakin tapauksissa jäännösarvo voi olla jopa negatiivinen. Esimerkiksi silloin kun kyseessä on ongelmajäte,

investointi saattaa aiheuttaa kustannuksia esimerkiksi kierrätysmaksun, varastointikulujen tai saastuneen maa-alueen puhdistuskuluissa. (Ikäheimo ym. 2009, 210.)

Investointiajanjakso tai pitoaika tarkoittaa sitä taloudellista käyttöaikaa, jonka investointi tuottavassa toiminnassa yrityksessä on. Pitoajan pituuteen voivat vaikuttaa monet asiat: Koneen tai laitteen fyysinen ikä eli ajanjakso jolloin kone tai laite on alkuperäisessä tarkoituksessaan käyttökelpoinen. Fyysistä ikää voidaan kuitenkin teknisesti ehkä jatkaa sopivilla korjauksilla ja modernisoinnilla. Tämän vuoksi pitoaikatarkasteluissa tulee turvautua arvioihin koneen tai laitteen teknistaloudellisesta iästä. Investointiajanjakso tuo usein laskelmiin vaatimuksen luonteen. Huomattavaa on, että investointihankkeeseen saattavat sisältyä kohteet, joiden pitoajat ovat erilaisia, kuten rakennuksia, laitteita, koneita, työkaluja jne. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 217.)

7.1.1 Nykyarvomenetelmä

Nykyarvomenetelmässä ajatuksena on diskontata kaikki investoinnista johtuvat kustannukset ja tuotot nykyhetkeen käyttämällä valittua laskentakorkokantaa. Jos tuloksena saatava nykyarvojen summa on positiivinen, on investointivaihtoehto kannattava. Silloin investoinnista syntyvien nettotuottojen nykyarvo, kun jäännösarvo luetaan mukaan, on suurempi mitä investoinnin perushankinnasta johtuvat kustannukset. Mikäli laskentakorkokantaa ei käytettäisi, olisi investointi kannattava nettotuottojen summan ollessa suuruudeltaan vähintään perushankintakustannuksen luokkaa. Tällöin yrityksen saama tuotto sijoittamalleen pääomalle jäisi saamatta. Tämän menetelmän mukaan investointi on kannattava nykyarvon ollessa positiivinen. Vaihtoehtoisista investoinneista kannattavin on se, jonka nykyarvo on suurin. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 218.)

7.1.2 Annuiteettimenetelmä

Annuiteettimenetelmä on tavallaan käännteinen verrattuna nykyarvomenetelmään. Se on laskentamenetelmä, jossa jaetaan investoinnin hankintameno pitoaikaa vastaaville vuosille ja yhtä suuriksi pääomakustannuksiksi, annuiteeteiksi. Niitä muodostuu poistoista ja käytössä olevan laskentakorkokannan mukaisista korkokustannuksista. Investointi katsotaan kannattavaksi, jos vuotuisia nettotuottoja tulee vähintään yhtä paljon tai enemmän kuin vuotuisia pääomakustannuksia eli annuiteetteja. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 220.)

7.1.3 Sisäisen korkokannan menetelmä

Sisäinen korkokanta on se korkokanta, jolla laskettuna investoinnin nettoarvo on nolla. Tämä tarkoittaa sitä, että käyttäen sisäistä laskentakorkokantaa on investoinneista kertyvien nettotuottojen nykyarvo yhtä suuri kuin perusinvestointi. Investoinnin voidaan katsoa olevan edullinen, jos sen sisäinen korkokanta on suuruudeltaan samaa luokkaa tavoitteeksi asetetun pääoman tuottoprosentin kanssa. Edullisin investointivaihtoehdoista on se, jolla sisäinen korkokanta on suurin. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 221.)

7.2 Valittu laskumenetelmä

Tähän työhön valitaan näistä kolmesta edellä mainituista laskumenetelmistä nykyarvomenetelmä. Nykyarvomenetelmän vahvuudeksi voidaan lukea se, että sen avulla saadaan yksiselitteinen tieto siitä saadaanko investoinnilla lisäarvoa yritykselle ja, jos niin kuinka paljon. Lisäksi tämä menetelmä mittaa aivan samoin investoinnin kannattavuutta kuin sisäisen korkokannan menetelmä. (Ikäheimo yms. 2009, 215.)

Tästä työstä poissuljetaan sisäisen korkokannan menetelmä ja annuiteettimenetelmä. Sisäisen korkokannan menetelmässä on joitakin epäkohtia. Oletus siitä, että sisäiseen korkokantaan voidaan sijoittaa investoinnista vapautuva pääoma, on oletuksena epärealistinen. Usein vaihtoehtona on sijoittaa johonkin toiseen kohteeseen yrityksen pääomatuottovaade. Lisäksi sisäisellä korkokannalla voi tulla useita vastauksia, jotka laskennallisesti ovat kaikki täysin oikeita. (Ikäheimo yms. 2009, 214.)

Annuiteettimenetelmän heikkoudeksi voidaan katsoa sen käytön ongelmallisuus, jos vuotuiset nettotulot kovasti vaihtelevat. Lisäksi se on Neilimon ja Uusi-Rauvan mukaan yrityksissä melko vähän käytetty menetelmä. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 224.)

7.3 Laskelmat

SALATTU

SALATTU

8 KULJETINJÄRJESTELMÄN VALINTA

Suuret investoinnit eroavat liiketoiminnan rutiinipäätöksenteosta usealla eri tavalla. Investointipäätökselle luo oman haasteensa pitkä sitoutumisaika, joka tulee ottaa huomioon suunniteltaessa investointia. Tavallista on, että investointipäätös on kertaluonteinen ympäristön kuitenkin muuttuessa nopeasti. Merkittävää investointia hankkiessa oikea ajoitus on siksi tärkeää. Investointipäätöstilanne on aina monimutkainen ja päätökseen vaikuttavat useat keskenään jopa ristiriitaiset laadulliset ja määrälliset tekijät. Investoinnin huolellinen suunnittelu ja kannattavuuden ennakointi on tärkeää. Investointipäätöksen valmistelu on siis tärkeä osa yrityksen toiminnan suunnittelua. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 207.)

Investoinnin eli tässä tapauksessa kuljetinjärjestelmän valintaa lähdettiin tarkastelemaan tutkittujen vaihtoehtojen valintamatriisin avulla (TAULUKKO 1). Valintamatriisissa on neljän eri henkilön vastaukset liittyen viiteen eri kriteeriin, joita ovat hinta, käytön helppous, huoltovaatimukset, takuu ja turvallisuus. Arviointi asteikko on 1-10 välillä, jossa 1= ei/suuri/huono/vaikea toteuttaa ja 10= kyllä/täysin/suuri/helppo toteuttaa. Lopuksi jokaisen vaihtoehdon pisteet lasketaan yhteen ja siten saadaan yhteispisteet. Vaihtoehto 2 sai parhaimman pistemäärän 143 pistettä.

Projektit Hlö	Vaihtoehto 1				Vaihtoehto 2				Vaihtoehto 3			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Hinta</i>	3	7	3	3	6	8	9	9	1	5	1	2
<i>Käytön helppous</i>	5	8	6	6	7	8	8	8	8	7	7	7
<i>Huoltovaatimukset</i>	5	6	5	5	5	6	6	6	5	6	5	6
<i>Takuu</i>	5	3	5	2	6	6	6	7	5	3	3	2
<i>Turvallisuus</i>	8	7	7	6	8	8	8	8	4	6	5	6
	Pisteet yhteensä			105	Pisteet yhteensä			143	Pisteet yhteensä			94

TAULUKKO 1. Tutkittujen vaihtoehtojen valintamatriisi.

Kuljetinjärjestelmän valinnassa tulee ottaa aiemmin mainittujen kriteereiden lisäksi huomioon investoinnin kannattavuus. Nykyarvomenetelmän mukaan kaikki tutkitut vaihtoehdot olisivat kannattavia toteuttaa, mutta kaikkein kannattavin on vaihtoehto 2. Valintamatriisin ja nykyarvomenetelmän mukaan vaihtoehto 2 on paras tutkituista vaihtoehdoista, joten se valitaan toteutettavaksi.

9 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön kehittämisen kohteena oli löytää ratkaisu jolla siirtymä ja työvaiheet kokoonpanolinjan ja käärintälinjan välillä saadaan optimoitua. Nykytilanteen ongelmat selvitettiin Tiivin henkilökunnan antaman tiedon pohjalta. Selvisi, että tämän hetken toiminnot, kun ikkunoita nostellaan käsin lavalle, kuormittaa työntekijöitä liikaa. Trukkiliikenne ja ikkunoiden naulaaminen käsin lavan pohjaan kiinni koettiin olevan suuri työturvallisuusriski. Lähettämön toiminnot koettiin vanhanaikaisina, joita olisi syytä modernisoida. Lisäksi tuotannon tehostamisen tärkeys nousi keskusteluissa esille. Näistä asioista saatiin työlle tavoitteet.

Lean otettiin osaksi tätä työtä, koska kuten Leanissa, oli tässä prosessissa tärkeää, että kuullaan työntekijää ja annetaan heille rooli oman työnsä kehittämisestä. Lean on ajattelumalli, jonka avulla esimerkiksi vähennetään tuotannon kustannuksia ja lisätään toimitusaikojen pitävyyttä.

Työn ongelmia lähdettiin ratkomaan eri menetelmien avulla. Näihin menetelmiin kuuluivat PDCA-sykli, investointilaskelmat ja valintamatriisi. Menetelmillä saatiin tärkeää tietoa siitä, kuinka tuotantoprosessin parantamista kannattaa toteuttaa, miten kannattava tutkittu vaihtoehto on ja mikä vaihtoehto on paras liittyen eri kriteereihin.

Työn aikana huomattiin, että automatisointi on kannattavaa, koska se lisää turvallisuutta ja vähentää manuaalisen työn tarvetta. Lisäksi investoinnin kustannusvaikutusten takaisinmaksu on nopeaa ja siitä saatava hyöty suurempi kuin perushankintakustannus. Työ oli antoisa, koska siinä pääsi hyvin soveltamaan opiskeltuja asioita, mutta samalla pääsi oppimaan uutta. Työssä päästiin tavoitteisiin, koska se antaa hyvän pohjan kustannustehokkaan, laadukkaan ja hyvällä hyötysuhteella toimivan kuljetinjärjestelmän kehitystyölle.

Seuraava askel tuotantoprosessin tehostamisessa voisi tämän työn perusteella olla, kun näin hyvät investoinnin kannattavuudet ja muut parannukset saavutettiin, että käydään läpi kaikki tuotantoprosessin vaiheet, joissa on paljon manuaalista työtä ja jotka estävät tuotantokapasiteetin noston. Näistä voisi löytyä muita automatisoitavia asioita, joilla

voidaan parantaa tuottavuutta, työturvallisuutta, tuotteiden laatua ja työntekijöiden viihtyvyyttä.

LÄHTEET

Altius. Www- dokumentti. Saatavissa: <http://www.altius.fi/kuljettimet-nostopoydatteollisuusautomaatio-altius-kuljettimet.html>. Luettu 7.11.2014

Eklund, Irina & Kekkonen, Heidi 2014. Kannattavuuslaskenta ja hinnoittelu. Sanoma Pro Oy: Helsinki.

Etra Etola Yhtiöt. Hihnakuljetin. Www- dokumentti. Saatavissa: <http://tuotteet.etra.fi/fi/g22818251/hihnakuuljetin-liukualustainen>. Luettu 7.11.2014

Ferroplan Oy. Ketjukuljetin. Www- dokumentti. Saatavissa: <http://www.ferroplan.fi/fi/areas/solutions&con=gallery>. Luettu 23.11.2014.

Ikäheimo, Seppo; Lounasmeri, Sari & Walden, Risto 2009. Yrityksen laskentatoimi. WSOYpro: Helsinki. 3. painos.

Jormakka, Raija; Koivusalo, Kaija; Lappalainen, Jaana & Niskanen, Mervi 2009. Laskentatoimi. EDITA: Helsinki.

Keinänen, Toimi; Kärkkäinen, Pentti; Lähetkangas, Markku & Sumujärvi, Matti 2009. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. WSOY Oppimateriaalit: Helsinki.

Kotamäki, Miikka & Nyberg, Timo 1992. Koneautomaatio 2000. VAPK- kustannus: Helsinki.

Kouri, Ilkka 2014. LEAN taskukirja. Teknologiateollisuuden julkaisu 6/2009. Kopio-Niini: Helsinki.

Lehtonen, Juha-Matti. Tuotantotalous, 2008. WSOY Oppimateriaalit: Helsinki.

Natalie J. Sayer & Bruce Williams 2012. Lean for dummies. 2. painos. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey.

Neilimo, Kari & Uusi-Rauva, Erkki 2005. Johdon laskentatoimi. 6. painos. Edita Prima Oy: Helsinki.

Servicepoint Oy. Rullakuljetin. Www- dokumentti. Saatavissa: <http://www.servicepoint.fi/yritys>. Luettu 5.11.2014.

Suomen Metalliteollisuuden Keskusliitto. 1983. MET TEKNINEN TIEDOTUS 28/83. Yleisimmät kappaletavarakuljettimet. Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

Tiivituote Oy. Www- dokumentti. Saatavissa: <http://www.tiivi.fi/etusivu/>. Luettu 20.10.2014.

Vähätiitto, R. 2014. Sähköpostikeskustelu 28.11.2014. Inwido Finland Oy. Haapajärvi.

Witre. Rullarata. Www- dokumentti. Saatavissa: http://www.witre.fi/rullarata-flexi_MOD47869.html?finalCatString=&viewSize=30. Luettu 11.11.2014.

Yrittäjät. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.yrittajat.fi/fi-FI/tyonantajanabc/tyonantajamaksut/tarkeitalukuja/>. Luettu 24.3.2015.

Liite 1. Nettotuottojen nykyarvot

SALATTU

Liite 2. Laskelmassa käytetty taulukko

Diskonttaustekijän taulukko**1 EURON NYKYARVO****(maksujen oletetaan tapahtuvan kulloinkin kysymyksessä olevan vuoden lopussa)**

Kaava: $\frac{1}{(1+i)^n}$

n/1	5 %	6 %	7 %	8 %	10 %	12 %	15 %	20 %
1	0,9524	0,9434	0,9346	0,9259	0,9091	0,8929	0,8696	0,8333
2	0,9070	0,8900	0,8734	0,8573	0,8264	0,7972	0,7561	0,6944
3	0,8638	0,8396	0,8163	0,7938	0,7513	0,7118	0,6573	0,5787
4	0,8227	0,7921	0,7629	0,7350	0,6830	0,6355	0,5718	0,4823
5	0,7835	0,7473	0,7130	0,6806	0,6209	0,5674	0,4972	0,4019
6	0,7462	0,7050	0,6663	0,6302	0,5645	0,5066	0,4323	0,3349
7	0,7107	0,6651	0,6228	0,5835	0,5131	0,4523	0,3759	0,2791
8	0,6768	0,6274	0,5820	0,5403	0,4665	0,4039	0,3269	0,2326
9	0,6446	0,5919	0,5439	0,5002	0,4241	0,3606	0,2843	0,1938
10	0,6139	0,5584	0,5083	0,4632	0,3855	0,3220	0,2472	0,1615
11	0,5847	0,5268	0,4750	0,4289	0,3505	0,2873	0,2149	0,1346
12	0,5568	0,4970	0,4440	0,3971	0,3186	0,2567	0,1869	0,1122
13	0,5303	0,4688	0,4150	0,3677	0,2897	0,2292	0,1625	0,0935
14	0,5051	0,4423	0,3878	0,3405	0,2633	0,2046	0,1413	0,0779
15	0,4810	0,4173	0,3624	0,3152	0,2394	0,1827	0,1229	0,0649
20	0,3769	0,3118	0,2584	0,2145	0,1486	0,1037	0,0611	0,0261
30	0,2314	0,1741	0,1314	0,0994	0,0573	0,0334	0,0151	0,0042
40	0,1420	0,0972	0,0668	0,0460	0,0221	0,0107	0,0037	0,0007
50	0,0872	0,0543	0,0339	0,0213	0,0085	0,0035	0,0009	0,0001