

Edgar Voloskov & Esa Luoma

## **Tehtaan konekannan siirto**

Puuntyöstökoneiden siirto, layout, logistiikka ja ennakoiva huolto

Opinnäytetyö

Kevät 2017

SeAMK Tekniikka

Konetekniikan tutkinto-ohjelma

**SeAMK** 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan alan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Edgar Voloskov & Esa Luoma

Työn nimi: Tehtaan konekannan siirto

Ohjaaja: Kimmo Kitinoja

Vuosi: 2017

Sivumäärä: 48

Liitteiden lukumäärä: 3

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehtaan koneiden ja valmistuksen siirto Luoman Puutuote Oy:n Reinilän tehtaalta Kylänpään uuteen tehdaskiinteistöön. Opinnäytetyö tehtiin parityönä, josta toinen osio käsittelee uuden tehdaskiinteistön koneiden sijoittelua sekä logistiikkaa. Toinen osio käsittelee ennakoivaa huoltoa siirrettävälle konekannalle.

Layout-suunnitelma toteutettiin tiiviissä yhteistyössä yrityksen henkilöstön kanssa kaikilla tuotannontasoilla. Logistiikan osiossa analysoitiin kuljetus- ja materiaalivirran määrää ja suunnitellun optimoinnin jälkeen kasvanut hyötysuhde mitattiin sekä euromääräisesti että ajallisesti. Säästöjen määrä on huomattavan suuruinen yrityksen liikevaihdosta. Sisäisen logistiikan uudelleenorganisointi säästi työaikaa ja koneiden uudelleen sijoittelulla päästiin toivottuun tavoitteeseen.

Siirron yhteydessä päätettiin koneiden huoltotoimenpiteistä, jotka toteutettiin suunnitelmien mukaan. Koneiden siirto tapahtui vuosiseisokin yhteydessä. Tästä syystä tehdastuotanto ei häiriintynyt. Ennakoivaa kunnossapitoa suunniteltaessa hyödynnettiin kriittisyysanalyysia. Koko konekannalle tehtiin ennakoivat kunnonvalvonta- ja huolto-ohjelmat. Ennakoiva kunnossapito suunniteltiin tehtaan sähköisille ja mekaanisille koneenosille. Kunnossapito on yksi suurimmista yrityksen kustannuksista, itse asiassa pääoma- ja raaka-ainekustannusten jälkeen suurin menoerä. Uusi ennakkohuoltojärjestelmä säästää huomattavasti kustannuksia, vähentää merkittävästi ennustamattomia tuotantokatkoksia ja mahdollistaa tasaisen tuotantotoiminnan.

Luoman Puutuote Oy:lle tehty projekti onnistui toivotulla tavalla kaikilta osin. Toteutus tapahtui suunnitelmien mukaan ja tuotanto lähti käyntiin odotetulla tavalla. Työn toteutus on otettu vastaan positiivisesti.

Avainsanat: layout, logistiikka, ennakoiva huolto, salvoskone, tehdassiirto, huolto, kunnossapitojärjestelmä

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical Engineering

Specialisation: Mechanical and Production Engineering

Author/s: Edgar Voloskov, Esa Luoma

Title of thesis:

Supervisor(s): Kimmo Kitinoja (Seamk)

Year: 2017

Number of pages: 48

Number of appendices: 3

---

The subject of this bachelor's thesis was the transfer of the machinery from Luoman Puutuote Oy Reinilä plant to a new factory site located in Kylänpää.

The thesis was made as a pair work in which the other part studied the placement of the machinery on the new factory site and the logistics. The second part concentrated on the preventive maintenance of the machinery that was being transferred.

The layout-plan had been made in close partnership with the staff of the company on every production level. Autodesk Inventor was used as the preferred tool for planning. Logistics, transport and the material flow were analyzed and after the planned optimization of those factors, the risen output of goods was measured in profitability. The savings achieved through these optimizations were remarkable. The re-organization of the internal logistics saved a lot of work time. With the new placement of the machines the desired target was reached.

In relation to the transfer, the machinery service operation was decided and carried out as planned. The transfer of the machines happened during the factory's yearly shutdown. Because of this, the production in the factory was not disrupted. While planning the preventive maintenance, critical analysis was exploited. The whole machinery went through a preventive condition monitoring and a preventive maintenance schedule was planned both for the electrical and mechanical components in the factory.

Maintenance is one of the biggest cost-factors for the company. In fact, it is the most costly factor right after capital and raw material costs. The new preventive maintenance programme noticeably cuts costs, considerably lowers the number of unexpected breaks in manufacturing and enables smooth production activity.

The thesis made for Luoman Puutuote Oy succeeded as hoped. The execution was carried out and the production was started exactly as planned. The personnel has reacted positively to the execution of the project.

Keywords: layout, logistics, preventive maintenance, timber milling machine, factory transfer, service, maintenance system

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ.....	3
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
<b>1 JOHDANTO.....</b>	<b>9</b>
1.1 Työn tavoitteet.....	9
1.2 Yritysesittely.....	10
<b>2 TEHTAAN LAYOUT.....</b>	<b>12</b>
2.1 Layout.....	12
2.2 Layout-suunnittelu.....	13
2.3 LEAN.....	14
2.4 8 hukkaa.....	15
2.4.1 Ylituotanto.....	15
2.4.2 Odottaminen.....	15
2.4.3 Materiaalien siirrot.....	15
2.4.4 Ylimääräinen prosessointi.....	16
2.4.5 Varastointi.....	16
2.4.6 Turhat liikkeet.....	16
2.4.7 Virheet.....	17
2.4.8 Työntekijöiden ideoiden ja luovuuden käyttämättä jättäminen.....	17
<b>3 KUNNOSSAPITO.....</b>	<b>18</b>
3.1 Kunnossapidon tavoitteet.....	18
3.2 Suunniteltu kunnossapito.....	19
3.3 Ehkäisevä kunnossapito.....	19
3.4 Ennakoivan kunnossapidon suunnittelu.....	20
3.5 Parantava kunnossapito.....	21
3.6 Korjaava kunnossapito.....	21
<b>4 LOGISTIIKAN KUSTANNUKSIEN VÄHENTÄMINEN.....</b>	<b>23</b>
4.1 Siirtokustannukset.....	23

4.2	Logistiikan kustannuksen ennen muuttoa .....	24
4.3	Investoinnin takaisinmaksuaika.....	26
5	SISÄISEN LOGISTIIKAN SUUNNITTELU .....	29
5.1	Vanhat tuotantotilat .....	29
5.2	Kuljetusajat .....	31
5.3	Uudet tilat.....	33
5.4	Aikahyödyt .....	35
6	ENNAKOIVA HUOLTO .....	38
6.1	Yleinen ohje huollolle .....	38
6.2	Ennakkohuollon kannattavuus .....	39
6.3	Hätäkorjauksen kustannus.....	41
6.4	Ennakkohuollon tarve.....	42
6.5	Huoltolista ja merkitseminen .....	43
7	YHTEENVETO.....	44
	LÄHTEET .....	47
	LIITTEET .....	48

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Luoman Puutuote Oy, Kylänpää (Luoman Oy). .....	10
Kuva 2. Robottisolu. ....	25
Kuva 3. Uudet tuotantotilat käytössä.....	37
Kuva 4. Lineaarilaakeri. ....	40
Kuva 5. Logmaker 2 .salvoskone.....	42
Kuva 6. Lineaarilaakeri. ....	1
Kuva 7. Automaattinen kaasutoiminen yksipistevoitelulaite. ....	2
Kuva 8. Syöttöketjuston säätöketjupyörä. ....	3
Kuva 9. Alipainenostimen imupää.....	4
Kuva 10. Alipainenostimen koneikko. ....	5
Kuva 11. Syöttö ja ulostuloketjusto. ....	6
Kuva 12. Mattokuljetin.....	7
Kuva 13. Moottori/ vaihteisto.....	8
Kuva 14. Vetoketju/ johde. ....	9
Kuva 15. Moottorit ja johteet. ....	10
Kuva 16. Jurvalainen 28mm.....	11
Kuva 17. Logmaker 2.....	12
Kuva 18. Ilmansyöttöyksikkö.....	13
Kuva 19. Kuljettimen taittopyörät. ....	14
Kuva 20. Kolossi. ....	15

Kuva 21. Logiikka yksikkö.....	16
Kuvio 1. Logistiikan prosessikaava ennen muutosta.....	27
Kuvio 2. Uusi prosessikaava.....	28
Kuvio 3. Vanhat tuotantotilat ja sisäinen logistiikka.....	30
Kuvio 4. Varastojen ja tuotantotilojen väliset matkat.....	31
Kuvio 5. Uusien tuotantotilojen layout sekä sisäisen logistiikan reitit.....	14
Kuvio 6. Välimatkat. Uusi tehdas.....	15
Taulukko 1. Parantavan kunnossapidon luokat.....	21
Taulukko 2. Muutosta aiheutuva kustannus.....	24
Taulukko 3. Koneiden hoitamiseen tarvittava kokonaisaika.....	32

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>34 mm salvoskone</b>	Pitemmän puutavaran molempiin päihin tapahtuva salvostaminen. Puutavaraa, (34 mm) syötetään koneen toiselta puolelta ketjuston vetäessä puutavaran koneen läpi purkaen takapuolelta nauhakuljettimelle.
<b>Häiriökorjaus</b>	Välittömästi kunnostettava kohde.
<b>Jurvalainen 28 mm</b>	Pitemmän puutavaran molempiin päihin tapahtuva salvostaminen. Puutavaraa, (28 mm) syötetään koneen toiselta puolelta ketjuston vetäessä puutavaran koneen läpi purkaen takapuolelta nauhakuljettimelle.
<b>KNL</b>	Kokonaistehokkuus. KNL lasketaan kertomalla käytettävyyks, nopeus ja laatu keskenään, jolloin saadaan kokonaistehokkuutta kuvaava luku.
<b>Kolossi</b>	28/34 mm hirsi ajetaan pituussunnassa mitta-asemaan, jonka jälkeen pystytään salvostamaan yhdestä kolmeen syvä-/tuulisalvosta samanaikaisesti.
<b>Käytettävyys</b>	Tehokkuus ja tyytyväisyys, jolla tietyt määritellyt käyttäjät saavuttavat määritellyt tavoitteet tietyssä ympäristössä.
<b>Käyttöaste</b>	Kapasiteetin ja toteutuneen tuotannon tai käytön suhde.
<b>Käyttövarmuus</b>	Tarkoittaa kohteen kykyä suorittaa siltä vaadittua toimintoa tai tehtävää moitteettomasti tietyissä olosuhteissa suunniteltuna ajankohtana.
<b>Layout</b>	Layout on termi, joka kuvaa tuotantojärjestelmän fyysisten osien, kuten koneiden, laitteiden, varastopaikkojen ja kulkureittien sijoittelua rakennuksessa tai tehtaassa.

- Lean** Toimintamalli, jonka tarkoituksena on keskittyä lisäarvon tuottamiseen turhia toimintoja poistaen.
- Logmaker 2** Kurkipuun salvostamiskone. Puu ajetaan salvosyksikön pituussuunnassa ja mittalaitteen pidättäessä salvosyksikkö salvostaa puun alareunaan loven. Puu jatkaa matkaa seuraavaan mitta- asemaan.
- Osantekorobotti** Lyhyen puutavaran automaattinen salvosyksikkö. Purkaminen, salvostaminen ja trukkilavalle lastaus tapahtuu samalla osantekorobottiyksiköllä.
- Siirretty kunnossapito** Rikkoutuminen, joka ei suoraan pysäytä prosessia. Tällöin korjaaminen voidaan siirtää tehtäväksi suunnitellun huoltoseisokin aikana.
- SKF 125** Automaattinen kaasutoiminen yksipistevoitelulaite.
- Sormijatkoskone** Liittää kaksi puukappaletta toisiinsa, jyrsien molempiin sormimaiset vastakkaiset urat, laittamalla liiman pintaan ja puristamalla kappaleet yhteen.

# 1 JOHDANTO

Tämän työn tarkoituksena oli siirtää valmistus Luoman Puutuote Oy:n Reinilän tehtaalta Kylänpään uuteen tehdaskiinteistöön ja kartoittaa konehuollot ja korjaukset, sekä tehokkuuden ja ennakkohuoltojärjestelmän suunnittelu. Opinnäytetyö on tehty Luoman Puutuote Oy:n Ylistaron tuotantoyksikölle. Yrityksessä kartoitettiin konesiirron yhteydessä tapahtuvan konehuollon ja korjauksen tarpeita, jossa yritys parantaa tehokkuutta ja luotettavuutta. Aihe on sopinut opinnäytetyöksi hienosti, koska tehtävä on aivan uusi. Työ on haastava, koska aikaisemmin koneiden siirron yhteydessä koneitten huoltoa ja korjausta ei ollut kartoitettu. Yrityksessä halutaan keskittää tuotantoyksiköitä lähelle toisiaan, että saadaan vähennettyä turhia siirtoja, varastointia ja muita logistisia kustannuksia.

## 1.1 Työn tavoitteet

Yrityksessä keskitetään materiaalivirrat ja tuotantoyksiköt omiksi tulosvastuullisiksi yksiköiksi. Sen johdosta koneensiirrot olivat välttämättömiä, jotta materiaalikäsittelyvirrat pystyttiin käsittelemään. Konesiirron yhteydessä kartoitettiin koneitten korjaustarpeet sekä laadittiin ennakkohuoltojärjestelmä. Niiden avulla laaditaan päivittäinen, viikoittainen sekä kuukausittain tapahtuva huolto. Tavoitteiden saavuttamiseksi koneet irrotettiin ja sijoitettiin uuteen halliin. Suoritettiin koneiden korjauskartoitus sekä kustannusarvion laadinta. Huollon kartoittamiseksi suunniteltiin huoltolomake, josta ilmenevät päivittäiset, viikoittaiset ja kuukausittaiset huoltotoimeenpiteet. Myös materiaalivirtojen logistiikan kustannussäästöt kartoitettiin.

## 1.2 Yritysesittely

Luoman Puutuote Oy on perustettu vuonna 1982. Aluksi yhtiö keskittyi kenttäsiirteillä sahaamiseen ja sahatavaran höyläämiseen. Asiakkaat olivat tuolloin maan kunnan konepajat, joille valmistettiin puukomponentteja ja puisia pakkauksia. Tämän jälkeen on tapahtunut paljon ja Luoman Oy:stä on kasvanut merkittävä piharakennusvalmistaja kansainvälisille markkinoille. Luoman Oy:llä on tällä hetkellä omaa tuotanto- ja myyntitoimintaa Suomessa, Saksassa ja Ranskassa. Laadukkaita piharakennuksia viedään nykyään yli 30 muuhun maahan, joissa tuotteita voi ostaa jälleenmyyjältä eli pääasiassa rautakauppaketjujen valikoimista. Lisäksi tuotteet ovat asiakkaiden saatavilla myös verkkokauppojen kautta. Ketterä tuotekehitys takaa sen, että matka ideasta uuteen, myyntivalmiiseen tuoteinnovaatioon on parhaimmillaan vain muutaman kuukauden pituinen. (Luoman Oy.)



Kuva 1. Luoman Puutuote Oy, Kylänpää (Luoman Oy).

Konekanta siirretään Luoman Puutuote Oy:n Reinilän tehtaalta Kylänpään uuteen tehdaskiinteistöön, joka kuuluu alihankintayritys FoxLog Oy:lle. Sen pääasiallinen

toiminta koostuu Luoman Puutuotteelle tehdystä alihankinnasta. FoxLog salvostaa ja pakkaa hirsimökkien komponentteja toimitusjohtaja Petri Ekoluoman alaisuudessa.

## 2 TEHTAAN LAYOUT

Työn aloituspisteenä oli layout-suunnitelman hahmottaminen. Toteuttamiskelpoisen kokonaisuuden saavuttamiseksi suoritettiin työntekijöiden ja toimihenkilöiden haastattelut, joissa pohdittiin nykyisten tuotantotilojen ongelmia. Työntekijöiden mielipiteitä ja näkemyksiä kuunneltiin. Henkilöstö esitti parannusehdotuksia, jotka otettiin huomioon. Henkilöstön haastattelujen perusteella luotiin toimiva koneiden uudelleensijoittelusuunnitelma. Tämän jälkeen sovellettiin teoreettiset tiedot ja luotiin sopivin ratkaisu.

### 2.1 Layout

Layoutilla tarkoitetaan tehdaslaitoksen koneiden, laitteiden ja materiaalivirtojen muodostamaa järjestelmää. Layoutilla määritellään koneiden ja laitteiden sijoittelu tuotantotilassa sekä materiaalivirtojen liikkeet tehtaan tuotantoprosessissa. (Miettinen 1993.)

Layout-suunnittelua sovelletaan niin uusiin kuin jo käytössä oleviin tuotantolaitoksiin ja sillä pyritään löytämään paras tapa järjestellä tuotantotekijät tuotantolaitoksiin (Miettinen 1993). Meidän tapauksessamme kyse on koneiden uudelleensijoittamisesta uusiin tuotantotiloihin.

Suunnittelun toteuttamiseen vaikuttaa oleellisesti se, aloitetaanko suunnittelu uusiin tiloihin vai suunnitellaanko vanhan uudistamista. Tyhjiin tiloihin muutettaessa koneet ja materiaalivirrat on helppo sijoittaa oikeille paikoilleen, koska tuotantotila on heti käytettävissä. Toisaalta layout-muutosta suunniteltaessa on otettava huomioon, että ennen siirtoa täytyy tuotantokoneille tarkoitettu tila tyhjentää, jotta uusi layout olisi mahdollinen. (Miettinen 1993.)

Layout-suunnittelun lähtökohtia ovat

- käytössä oleva tila
- layout-tyyppi

- tuotantotekijät: koneet, materiaalivirrat yms.

- tilan resurssit: sähkö, vesi, viemärit yms.

- raaka-aineen tarpeet.

Työn suorittamistavan ja tuotantokoneiden sijoittelun perusteella layoutit yleensä jaetaan kolmeen päätyyppiin: tuotantolinja-, funktionaalinen- ja solu- layoutiin (Havela, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2005).

## **2.2 Layout-suunnittelu**

Aloitetaan suunnittelemalla kokonaisuus ja sen jälkeen syvennyttään yksityiskoh-  
tiin samalla kun suunnitteluprojekti jaetaan osaprojekteiksi. Osaprojektit saavat  
mennä päällekkäin seuraavaa vaihetta suunniteltaessa ennen kuin edellisen vai-  
heen tulokset hyväksytään. Lähtökohtana pidetään materiaalivirran kulkua ja val-  
mistusprosessia. Tuotantokoneiden sijoittelu toteutetaan valmistusprosessin vaa-  
timassa järjestyksessä, rakennustilojen mahdollisuuksien mukaan.

Tavoitteena on laatia ihanneratkaisu, jossa otetaan käytettävissä olevat tilat huo-  
mioon. Layout-suunnitelma on tehtävä yhteistyönä henkilökunnan kanssa. Työn-  
tekijöiden tietotaito ja kokemus on oleellinen osa toimivan kokonaisuuden luo-  
miseksi. Suunnitelmat on tarkistettava perusteellisesti, asiantuntija-apua on käy-  
tettävä mahdollisuuksien mukaan. Aikaa on varattava riittävästi mahdollisten  
muutosten toteuttamiseen suunnitelman laatimisessa. Suunnittelun avainasioita  
ovat tuotantokoneisto, käytettävät materiaalit, työntekijät, huolto ja laajennusmah-  
dollisuudet tulevaisuudessa. Muutosten joustavuuden tärkeyttä ei myöskään pidä  
unohtaa

Työntekijöiden viihtyvyys, työergonomia, -suojelu ja -ympäristö ovat asioita, joi-  
den tärkeyttä ei voi unohtaa missään suunnitteluvaiheessa kuten ei työturvalli-  
suusnäkökohtiakaan. Joustavuuden takaamiseksi materiaalikäsittely ja siirto on  
oltava kokonaisuuden osana siten, että materiaali pysyy liikkeessä ja on jatkuvasti  
valvottavissa.

### 2.3 LEAN

LEAN- ajattelu on johtamisfilosofia, joka keskittyy seitsemän erilaisen turhuuden (tuottamattoman toiminnon) poistamiseen, minkä avulla pyritään parantamaan asiakastytyvyyttä, parantamaan laatua ja pienentämään toiminnan kustannuksia ja lyhentämään tuotannon läpimenoaikoja.

Lean on muodostettu pääosin Toyota Production System (TPS) periaatteiden pohjalta (Liker 2006). Lean pyrkii siihen, että oikea määrä oikeanlaatuisia oikeita asioita saadaan oikeaan aikaan ja oikeaan paikkaan ja oikean laatusena. Samaan aikaan vähennetään kaikkea turhaa ja ollaan joustavia sekä avoimia muutoksille (Kouri 2009.) Lisäarvoatuottamattomia työvaiheita poistettaessa lisäarvoa tuottava aika samalla lyhentyä (Liker 2006, 31). Olemassa olevien resurssien siirtoutuessa ei-arvoa lisäävään työhön laskee työn tuottavuus. Tämän takia Leanin keskeinen tavoite on lyhentää läpimenoaikaa virtaustehokkuuden kasvattamiseksi. (Liker 2006).

Just in time- menetelmällä halutaan vähentää kaikkea turhaa kuten turhaa aikaa, resursseja, materiaaleja ja varastointia. Menetelmän nimi tulee englannin kielen "juuri ajoissa" tarkoittavasta termistä. Suomessa käytetään JIT-lyhenteen sijasta enemmän termiä JOT, joka tulee sanoista "Juuri Oikeaan Tarpeeseen". (Zokaei 2013, 80.) Vuonna 1956 Taiichi Ohnon kävi tutustumassa Yhdysvaltojen autotehtaisiin, silloin JIT sai uuden alkunsa. Taiichi on käyttänyt JIT-periaate itsepalvelumarketeissa autotehtaiden sijasta. Pääpanostus oli tehty asiakkaiden valintaan tarvitsemansa tuotteet ja määrät. (Toyota Motor Manufacturing [viitattu 20.08.2016].) Tällaiset periaatteet kuin Kanban ja imuohjaus alkoivat kehittyä tästä ajatusmaailmasta (Six Sigma [viitattu 20.08.2016]). 1980-luvulla Toyota oli huomioitu maailmanlaajuisesti erittäin korkean laadun ja tuotantotehokkuuden ansiosta (Liker 2006, 3).

## **2.4 8 hukkaa**

Lean-filosofiassa asiakkaalle lisäarvoa tuottamaton toiminta kutsutaan hukaksi. Lisäarvoa tuottamattomiksi toiminnoiksi tai turhiksi asioiksi lasketaan 8 yleisintä hukkaa.

### **2.4.1 Ylituotanto**

Ylimääräisten tavaroiden tai palveluiden tuottaminen aiheuttaa suurin hukka. Tilaamattomien osien valmistaminen aiheuttaa tarpeetonta henkilökunnan palkkaamista sekä turhia varasto- ja kuljetuskustannuksia. Pahimmassa tapauksessa varastoon valmistettu komponentti saattaa tuotemuutosten takia vanhentua. (Moisio 2006.) Ylituotannon syitä ovat mm. pitkät asetusajat, osaoptimointi, tuotantokoneiden toiminnan epävarmuus, huono toimintaprosessin suunnittelu (Moisio 2006).

### **2.4.2 Odottaminen**

Työntekijän estyessä seuraavaan työvaiheeseen siirtymistä aiheutuu odottamista. Odottaessaan seuraavaan työvaiheeseen siirtymistä työntekijä voi tehdä muuta korvaavaa työtä, mutta komponentti jää odottamaan seuraavan työvaiheen alkamista. (Moisio 2006.) Odottamisen syitä ovat mm. oikeiden materiaalien tai työkalujen puute, tuotannon pullonkaulat, toisistaan poikkeavat työskentelytavat, työntekijöiden puutteellinen perehdytys eri työvaiheisiin ja heikosti toimiva kunnossapito (Moisio 2006).

### **2.4.3 Materiaalien siirrot**

Kaikki materiaalien tai komponenttien siirtely, joka ei liity seuraavaan vaiheeseen, on arvoa tuottamatonta hukkaa (Moisio 2006). Materiaalien tai komponenttien tur-

hien siirtelyiden syitä ovat mm: heikko tuotannon suunnittelu, toimimaton tuotannon layout-suunnittelu, suuret puskurivarastot ja välivarastointipisteet, suurien eräkokojen työstäminen tai hankinta (Moisio 2006).

#### **2.4.4 Ylimääräinen prosessointi**

Kaikki lisäarvoa tuottamaton työ on ylimääräistä prosessointia. Ylimääräistä prosessointia esiintyy kaikissa yrityksen toiminnoissa. Aikaa saattaa hukkaantua tarpeettomaan palvelu- tai tuoteominaisuuksien työstämiseen. (Moisio 2006.) Ylimääräisen prosessoinnin syitä ovat esimerkiksi: Puutteellinen tietämys asiakasvaatimuksista, todellisista asiakasvaatimuksista poikkeava laatusuunnitelma ja ylilaadun tuottaminen, heikosti dokumentoidut prosessit, puutteellinen tuoterakenteiden ja koostumusten valvonta (Moisio 2006).

#### **2.4.5 Varastointi**

Raakamateriaalien, komponenttien tai valmiiden tuotteiden liian suuresta varastoinnista aiheutuu kuljetus- ja varastointikustannuksia, läpimenoajan pidentymistä sekä epäkurantin tavarain riski kasvaa. Varastoidut komponentit tai kemikaalit saattavat vanhentua varastoinnissa. (Moisio 2006.) Varastoinnin syitä ovat mm. pitkät asetusajat, heikosti optimoitu tuotantoprosessi, hitaat läpimenoajat, heikko varastokierron suunnittelu, yhtenäisesti oikeaa määrää ja laatua tuottamattomat prosessit (Moisio 2006).

#### **2.4.6 Turhat liikkeet**

Komponenttien ja työkalujen turha etsiminen tai kurkottelu eivät tuota lisäarvoa valmistettavalle tuotteelle. Työntekijä saattaa esimerkiksi joutua etsimään työkalua tai komponenttia, liikkua turhaan työasemien välillä tai kurkotella työhön tarvittavaa materiaalia. (Moisio 2006). Huonosti suunniteltu layout, heikosti toimiva visuaalinen toiminnanohjaus, puutteellinen työpaikan siisteys tai heikko prosessin dokumentointi aiheuttavat turhaa liikkumista (Moisio 2006).

### 2.4.7 Virheet

Aikaa hukkaantuu virheellisten komponenttien tai tuotteiden lajitteluun. Myös tarkastamiseen ja korjaamiseen kuluva aika on lisäarvoa tuottamatonta, kuten myös asiakaspalautuksiin ja reklamaatioihin kuluva aika. (Moisio 2006.) Liian suuret varastot, ennalta sovitut määriä ja laatua tuottamaan kykenemättömät prosessit, liialliset määrät tuotevariaatioita, väärät työkalut ja laitteet altistavat virheille (Moisio 2006).

### 2.4.8 Työntekijöiden ideoiden ja luovuuden käyttämättä jättäminen

Tuotantotyöntekijät ovat avainasemassa jatkuvan kehittämisen prosessissa. He tuntevat yksityiskohtaisesti ja käytännönläheisesti tuotantolinjan, työkalut, tuotantokoneet, päivittäiset ongelmat ja useita muita tärkeitä näkökulmia tuotantolinjasta. Työntekijöiden tietämystä on hyödynnettävää ongelmatilanteissa, korjaavien toimenpiteiden suunnittelussa ja toteutuksessa. Kehitystyöhön osallistuvat tuotantotyöntekijät ovat tärkeässä asemassa muutoksen läpiviemisessä ja hyväksynnässä tuotantotyöntekijöiden keskuudessa tuotantolinjalla muutosten suorittamisen jälkeen. Tuotantotyöntekijöiden osallistaminen kehitystyöhön on tärkeää myös muutosvastarinnan vähentämisessä. Tuotantotyöntekijät pitävät tärkeänä, että heidän edustajiansa on osallistunut kehitystyöhön insinöörien ohella. (Ortiz 2006, 16.) Usein työntekijät eivät uskalla tuoda julki omia ideoitaan tai ne eivät tule koskaan puheeksi. Työskentelyn helpottamiseksi ja tehostamiseksi työntekijöitä tulisi rohkaista kertomaan parannusehdotuksiaan. (Ceriffi [viitattu 22.8.2016].)

### 3 KUNNOSSAPITO

Tuotannon jatkumiseksi keskeytyksettä on huolehdittava koneiden ja laitteiden kunnosta, turvallisuudesta, ympäristöstä ja laadusta. Tuotantokoneiden viat on pystyttävä korjaamaan nopeasti ja kustannustehokkaasti. Toimintojen varmistamiseksi seurannan ja ennakkoinnin osuus on erittäin tärkeä. Koneiden ja laitteiden toimintakyvyn säilyttämiseksi tapahtuvan huoltokorjauksen merkitystä ei voi kylliksi korostaa. (Sandvik. 2011.)

#### 3.1 Kunnossapidon tavoitteet

Keskeisiä tavoitteita ovat korkean tuotannon kokonaistehokkuus (KNL) sekä hyvä käyttövarmuus. Oikein hoidettuna nämä luovat mahdollisuuden hyvätasoiseen käytettävyyteen ja käyttöasteeseen. Hyvä käyttövarmuus merkitsee myös toiminnan luotettavuutta. (Järviö, 2007.)

Kunnossapidon tunnusluvuilla mitataan, kuinka hyvin tavoitteet on saavutettu. Tärkeimmät tunnusluvut laskentakaavoineen on esitetty standardissa PSK 7501. Luotettavuus ja käyttövarmuus osatekijöineen on kuvattu tarkemmin standardissa SFS-IEC 50(191).

Kunnossapidolla tarkoitetaan kaikkia niitä toimia, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa koneen tai yksikön toiminta sellaiseksi, että se kykenee suorittamaan sille suunnitellut ja siltä halutut toiminnot. Tällaisia toimintoja ovat elinjakson aikainen kunnan ja kustannusten hallinta ja hallinnolliset sekä liikkeenjohdolliset toimenpiteet. Kunnossapidon määritelmiä on esitetty esimerkiksi standardeissa SFS-EN 13306:2010 (Kunnossapito, kunnossapidon terminologia) ja PSK 6201:2011 (Kunnossapito, käsitteet ja määritelmät).

Kunnossapito on yksi suurimmista yrityksen kustannuksista, itse asiassa pääoma ja raaka-ainekustannusten jälkeen suurin. Tärkeää on ymmärtää, että kunnossapito on yritysten suurin kontrolloimaton kustannuserä. Hyvin johdetuissa yrityksistä onkin panostettu siihen, että kunnossapito saadaan hallintaan ja kustannukset kontrolliin. (Järviö, 2007.)

Kunnossapidon vaikutus yrityksen tuloksen muodostumiseen on välillinen (epä-suora). Tämän vaikutusmekanismin tunteminen on kuitenkin välttämätöntä, jotta pystytään selvittämään esimerkiksi kunnossapitopanostusten synnyttämät tuotot. (Järviö, 2007)

### **3.2 Suunniteltu kunnossapito**

Yleisesti voidaan sanoa, että suunnitellun kunnossapidon kustannukset ovat noin puolet suunnittelemattoman kunnossapidon kustannuksista. Mikäli otetaan huomioon menetetty tuotanto, voivat reagoivan kunnossapidon kustannukset nousta jopa kymmenkertaiseksi. (Järviö 2012, 103.)

### **3.3 Ehkäisevä kunnossapito**

Ehkäisevän kunnossapidon tarkoituksena on vähentää koneen tai laitteen rikkoutumisen todennäköisyyttä suunnittelemalla ennakkoon koneen huolto-ohjelma (Järviö 2012, 50). Ehkäisevä kunnossapito on laaja käsite. Suunniteltujen kunnossapito-ohjelmien lisäksi ehkäisevään kunnossapitoon kuuluvat kaikki toimenpiteet, joilla pyritään löytämään syyt laitteen vikaantumiselle ja laitteiden kunnonvalvonta, jotta voidaan korjata laite ennen laitteen vikaantumista. Kunnonvalvontaa tehdään visuaalisesti sekä erilaisten mittalaitteiden avulla. (Järviö 2012, 96.)

Japanilainen TPM korostaa käyttäjien tekemää kunnonvalvontaa ja käyttäjien roolia kunnossapitäjinä. Käyttäjillä on usein uusin ja paras tieto koneen kunnossapidon tarpeesta. Ennakoivaan kunnossapitoon kuuluu olennaisesti käyttäjien suorittama kunnonvalvonta ja mahdollisuuksien mukaan pienet huoltotyöt. (Järviö 2012, 152.)

Yleensä ehkäisevää kunnossapitoa tehdään erilaisten suunniteltujen seisokkiaikojen yhteydessä. Ehkäisevä kunnossapito voi olla esimerkiksi kuluvien laitteiden vaihtamista tietyn aikataulun määrittämällä ajanjaksolla tai koneiden huoltoa rasvauksin ja puhdistuksin. (Järviö 2012 103)

Ennakoivan kunnossapidon kannattavuus on taloudellinen asia. Ennakoivan kunnossapidon organisaation ylläpitäminen on kallista, ja ennakoivaa kunnossapitoa suunniteltaessa onkin otettava huomioon, että kunnossapidosta aiheutuvan tehokkuuden kasvun on oltava suurempi kuin kunnossapidon ylläpitokulut. (Järviö 2012, 97.)

### 3.4 Ennakoivan kunnossapidon suunnittelu

Tehokkaan ennakoivan kunnossapidon suunnittelu sisältää useita haasteita. Yleensä ennakoivaa kunnossapitoa suunnitellaan aikaisempien kokemusten, vara-osien kulutuksen, koneen toimintatavan tai valmistajien suositusten perusteella. Monesti kuitenkin tulee suunniteltua liian raskas ja sitä myötä kallis ennakoiva kunnossapito. (Järviö 2012, 100.)

Tehokkaimmin ennakoiva kunnossapito saadaan suunniteltua käyttäen kriittisyysanalyysia. Kriittisyysanalyysia käytettäessä jaetaan kunnossapidettävä kohde suppeampiin osa-alueisiin. Näiden osa-alueiden toiminnot määritellään ja niitä arvioidaan kohteen kriittisyyden perusteella. Kriittiseksi osaksi kutsutaan osaa, joka suoraan vaikuttaa tuotantoprosessin jatkuvuuteen. Ennakoiva huolto tulee kohdistaa näihin osa-alueisiin. Mikäli osa ei suoraan vaikuta tuotantoprosessiin, sen annetaan rikkoutua ja korjataan suunnitellun seisokin yhteydessä. (Järviö 2012, 101.)

Kriittisyyttä voidaan arvioida käyttäen kriittisyyslukua (kaava1) (Järviö 2012, 101).

$$R = T \times (M + k + HY + VL + VO) \quad (1)$$

missä

*T* on tapahtumien todennäköisyys

*M* on materiaalivahinkojen suuruus

*K* on tuotantomenetykset

*HY* on henkilöstö ja ympäristövaara

*VL* on varalaitteen saatavuus

VO on varaosan saatavuus

Tarkastusväli voidaan määrittää käyttäen kaavaa (2) (Järviö, 2012, 102).

$$T = 2 \times \text{epäkäytettävyys} \times \text{MTBF} \quad (2)$$

missä

MTBF on keskiarvoaika häiriöiden välillä

### 3.5 Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito jaetaan yleensä kolmeen eri luokkaan. Taulukossa 1 on esitelty nämä kolme pääluokkaa. (Järviö 2012, 51.)

Taulukko 1. Parantavan kunnossapidon luokat.

Parantavan kunnossapidon pääluokat	
Luokka 1	Pyritään korvaamaan vanhentuneet komponentit uusilla ja paremilla
Luokka 2	Koneiden ja laitteiden uudelleensuunnittelut ja korjaukset. Pyrkimyksenä kasvattaa koneen luotettavuutta.
Luokka 3	Koneiden ja laitteiden suorituskyvyn parantaminen modernisoidulla. Modernisoidaan sekä kone että valmistusprosessi.

### 3.6 Korjaava kunnossapito

Korjaavaksi kunnossapidoksi käsitetään kaikki ne toimet, joilla pyritään saattamaan rikkoutunut laite takaisin toimintakuntoon. Yleensä laitteen rikkoutuessa myös prosessi on tämän seurauksena pysähtynyt. (SFS-EN 13306:2010.)

Korjaava kunnossapito voidaan edelleen jakaa kahteen pääryhmään. Tämä jaottelu tapahtuu häiriön kriittisyyden mukaisesti. Välittömästi kunnostettavia kohteita kutsutaan yleensä häiriökorjauksiksi. Yleensä tämä tapahtuu silloin, kun prosessi on pysähtynyt jonkin ennalta suunnittelemattoman häiriön takia eikä prosessi pysty toimimaan tämän seurauksena. Toisena pääryhmänä on siirretty kunnossapito. Siirretyllä kunnossapidolla tarkoitetaan rikkoutumisia, jotka eivät suoraan pysäytä prosessia ja tällöin korjaaminen voidaan lykätä suunnitellulle huoltoseisokille. (Järviö 2012, 51.)

## 4 LOGISTIIKAN KUSTANNUKSIEN VÄHENTÄMINEN

Tehtaan siirtotyön tarpeellisuus lähelle varsinaista tuotantokeskusta on tullut esille tuotantomäärien kasvaessa ja siitä johtuen kuljetuksen aiheuttavista viivästyksistä. Tässä kappaleessa analysoidaan siirron aiheuttavat kustannukset ja logistiikan kustannukset ennen muuttoa sekä lasketaan muutoksen kannattavuus ja investoinnin takaisinmaksuaika.

### 4.1 Siirtokustannukset

Reinilän tehtaalta siirron yhteydessä koneet uudelleenasetetaan Kylänpään uuteen tehdashalliin. Toimitusjohtaja Petri Ekoluoman (2016) kanssa tehdystä suunnitelmasta robottisolu saa oma paikkansa sormenjatkokoneiden hallista Kylänpäässä, ja salvoskoneet saavat oman hallinsa varastoiineen.

**Robottisolun** irrottaminen ja uudelleenasetaminen on luovutettu ulkopuoliselle asennusyrietykselle. Tämä työ vaatii erikoisosaamista, myös robotiikan ja automaatiopuolen valmistajat vaativat valtuutetun asennusyrietyksen osallistumista takuuehtojen säilyttämiseksi.

Höyläämönjohtaja Juha Arentin (2016) mukaan, tämä työ ostetaan tarjouspaketihinnalla 15 000 €, mihin lisätään robotin lineaarilaakereiden vaihtoon tarkoitettu 2 800 € sekä imukupin ja voitelujärjestelmän huollot 700 €.

**Salvoskoneiden** siirto ja asennus suoritetaan omin voimin. ”Logmaker 1”, ”Logmaker 2” ja ”Jurvalainen” ovat saman kokoisia koneita ja niiden muuttamiseen toiseen halliin tarvitaan huoltoyksikön kaksi (2) täyttä työpäivää. ”Kolossi” on huomattavasti monimutkaisempi ja massiivisempi kone, joten sen muuttamiseen varataan neljä (4) työpäivää. Jokainen työpäivä tulee kustantamaan noin 1 000 €. Summaan sisältyvät palkat, työkoneet, yhdistelmäajoneuvon vuokraus sekä tarvikkeet. Salvoskoneiden muutto maksaa yhteensä 10 000 €.

Näin ollen, koko muutosta aiheutuva kustannus on esitetty taulukossa 2:

Taulukko 2. Muutosta aiheutuva kustannus.

Robottisolu	Salvoskoneet	Yhteensä
15 000 + 2 800 + 700	$((1000 * 2) * 3 + (1000 * 4))$	<b>28 500€.</b>

#### 4.2 Logistiikan kustannuksen ennen muuttoa

Luoman Puutuote Oy harkitsee tehtaan muuttoa pääsääntöisesti logistiikan kustannuksien vähentämisen takia. Tässä luvussa käsitellään tarkasti logistiikan aiheuttamat kustannukset.

**Robottisolu** tuottaa melkein tasaisesti kaksi (2) yhdistelmäkuormaa viikossa, jokainen kuorma sisältää noin 50 lavaa. Tehtaan ja välivaraston välimatka on 5 kilometriä, mikä maksaa yritykselle reilut 500€/ yhdistelmä. Hinta muodostuu kuormalavojen kappalemäärästä ( $a \cdot 10$  €/ kuormalava), mistä johtuen yhdistelmäkuorman hinta voi vaihdella noin 100 € suuntaan tai toiseen. Tämä summa sisältää yhdistelmäajoneuvon kustannukset, trukin ja pyöräkuormaajan kustannukset molemmissa päässä sekä edellä mainittujen ajoneuvojen kuljettajien palkat.



Kuva 2. Robottisolu.

**Salvoskoneet (4 kpl)** tuottavat epätasaista tavaraa, ja lähetettävän valmistavaran volyymi vaihtelee 3-5 yhdistelmäkuormassa päivässä. Normaalivauhti arvioidaan olevan 20 kuormaa viikossa (+/-5 kuormaa/vk). Salvoskoneiden tuottama tavara on huomattavasti suurempi, ja trukinkuljettajien työtä lastaus/purkuvaiheissa tarvitaan tuplasti vähemmän, jolloin kustannukseksi uskalletaan arvioida 200 €/ yhdistelmäkuorma. Hinta muodostuu kuorman täyttöasteen perusteella, joten hintavaihtelu on +/-20 €/yhdistelmäkuorma.

Näin ollen, robottisolun logistiikkakustannukset ovat, jos vuodessa on 47 työviikkoa:

$2 * 47 * (500 +/- 100)$	<b>47 000€ (+/- 9 400€)</b>
--------------------------	-----------------------------

Samalla, salvoskoneiden tavaroiden hoitamiseen tarvitaan:

$20 (+/-5) * 47 * 200 (+/-20)$	<b>188 000€ (+/-70 500€)</b>
--------------------------------	------------------------------

Vuoden logistiikkakustannukset täällä hetkellä ovat:

47 000 (+/-9 400) + 188 000 (+/-70 500)	<b>235 000€</b> (+/- 79 900€)
---	-------------------------------

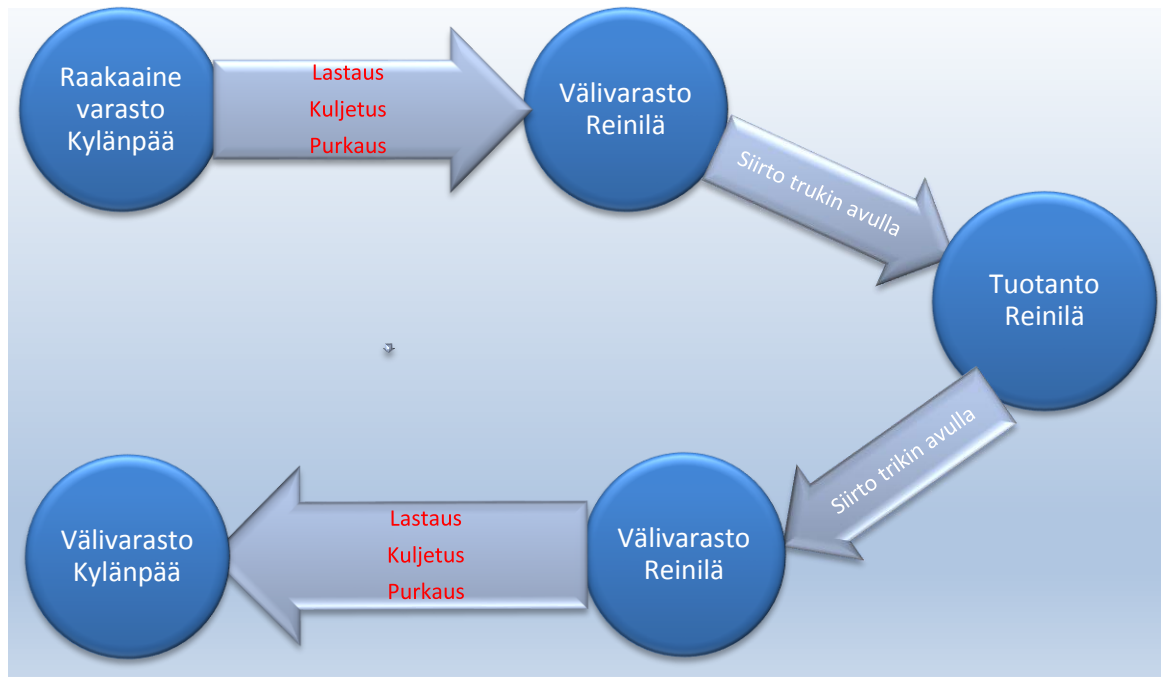
Luoman puutuotteen liikevaihto vuonna 2015 oli 21 895 000€, eli:

$(235\,000(+/-79\,900) * 100) / 21\,895\,000$	<b>1,073 %</b> (+/-0,365 %)
---	-----------------------------

Keskittämällä tuotannon komponenttien teko yhdelle tuotantoalueelle säästetään suoraan 1,073 % yrityksen liikevaihdosta.

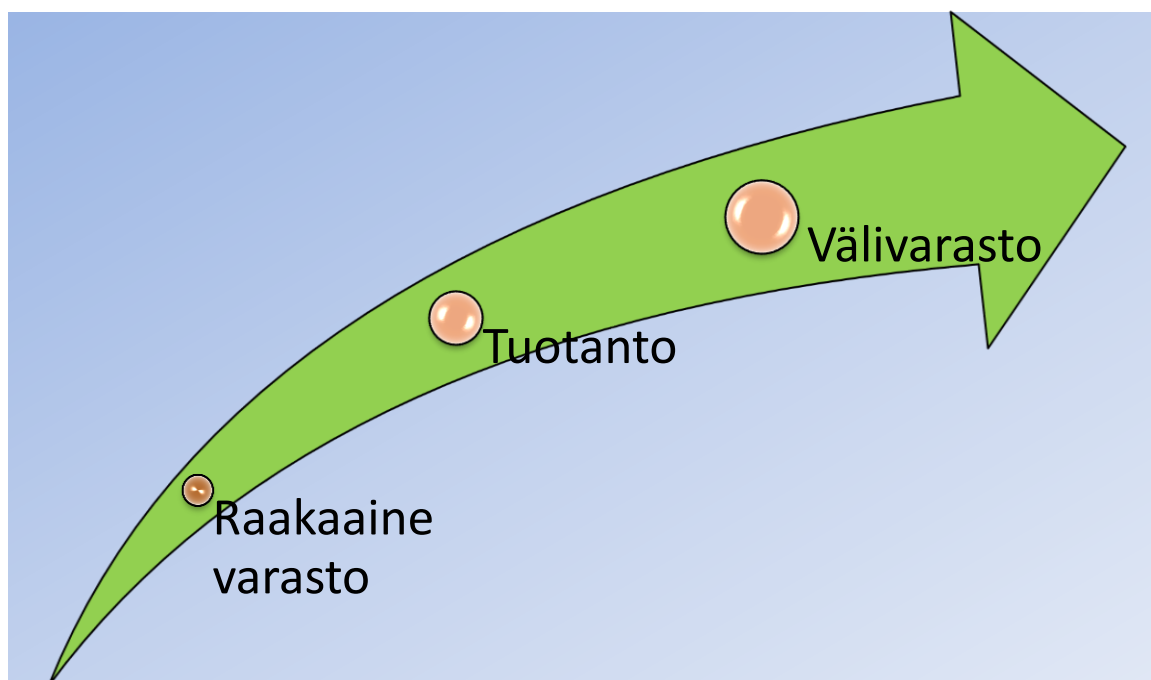
### 4.3 Investoinnin takaisinmaksuaika

Edellinen laskelma on nostanut esille merkittävän taloudellisen hukan tuotantotilojen hajallaan olevan sijainnin takia. Vaikka välimatka on 5 kilometrin pituinen, suurin osa kustannuksista kohdistuu kuorman lastaukseen, purkuun ja välivarastointiin. Vanha prosessikaava näyttää seuraavalta:



Kuvio 1. Logistiikan prosessikaava ennen muutosta.

Tuotantoyksikön siirron jälkeen kuljetusketju pienenee rajusti. Yhdistelmäauton ajot poistetaan kokonaan tästä prosessista. Trukin avulla suoritettavat ajot myös vähentyvät vähintään tuplasti, koska lastaus/purkuvaiheet myös poistuvat. Kuvio 4 näyttää uuden logistiikan järjestelyt.



Kuvio 2. Uusi prosessikaava.

Tuotantoyksikön siirto uusiin tiloihin on maksanut 28 500 €. Vanha logistiikan ketju on vienyt viikoittain:

Robottisolulle:

$2 * 500(+/-100)$	1000€ (+/-200€)
-------------------	-----------------

Salvoskoneet:

$20(+/-5) * 200(+/-20)$	4000€ (+/-1400€)
-------------------------	------------------

= 20 kuormaa \* 250€ = 5 000 €/ viikko.

Yhteensä tehtaiden välinen logistiikka on maksanut 5 000 €/viikko (+/-1600 €).

Näin ollen, investoinnin takaisinmaksuaika on  $28\ 500\ € / 5\ 000\ € = 5,7$  viikkoa (+/-1,38 %).

## 5 SISÄISEN LOGISTIIKAN SUUNNITTELU

Uuden layout-suunnitelman toteutuessa oli pyritty myös sisäisen logistiikan vähentämiseksi. Tässä oli huomioitu 4 eri hukkaa LEAN:n ”8 hukka”-periaatteesta. Nämä ovat:

2. Odottaminen. Liian pitkojen välimatkojen vuoksi salvoskoneet joutuvat odottamaan raaka- ainetavara.
3. Materiaalin siirrot. Kaikki materiaalien tai komponenttien siirtely, joka ei liity seuraavaan vaiheeseen, on arvoa tuottamatonta hukkaa (Moisio 2006).
5. Varastointi. Raakamateriaalien, komponenttien tai valmiiden tuotteiden liian suuresta varastoinnista aiheutuu kuljetus- ja varastointikustannuksia, läpimenoajan pidentymistä sekä epäkurantin tavaran riski kasvaa (Moisio 2006).
6. Turhat liikkeet. Turhaa liikehdintää on kaikki ylimääräiset liikkeet, kuten komponenttien ja työkalujen etsiminen tai kurkottelu, jotka eivät tuota lisäarvoa valmistettavalle tuotteelle (Moisio 2006).

Uusi layout-suunnitelma vähentää edellä mainitut hukat tuomalla tuotantoprosessille lisää tehokkuutta. Varastoinnin ja varastojen välisten matkojen vähentämisen lisäksi käsitellään myös henkilöstön työajan tarpeet.

### 5.1 Vanhat tuotantotilat

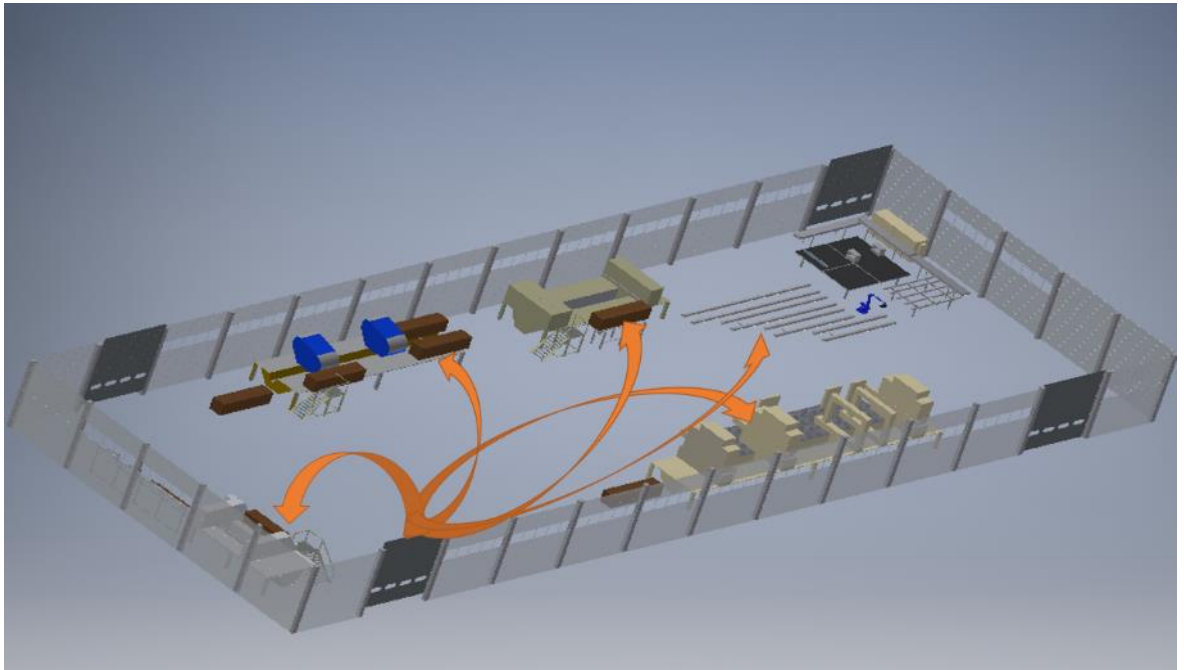
Tuotantotilojen siirtyessä uusiin toimitiloihin pyritään poistamaan kaikki asiat, jotka ovat hidastuneet tuotantoprosessin kulkua ja vaikeuttaneet työntekoa. Merkittävin niistä on sisäinen logistiikka, joka suoritetaan trukin avulla.

Vanhan tehtaan tiloissa trukkimiehen tehtäviin kuuluu

- puolivalmisteiden syöttö työstökoneen (4 kpl salvoskoneita + robottisolu)

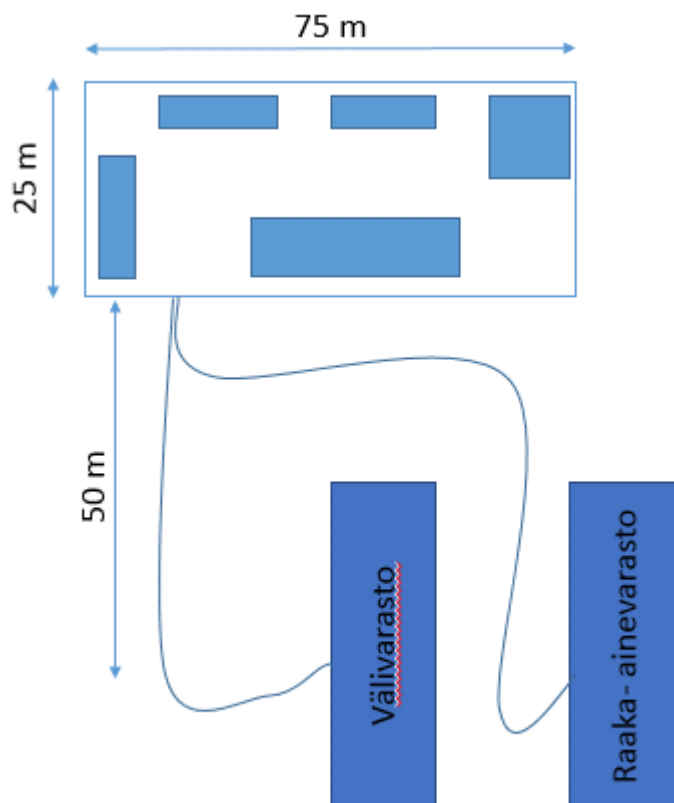
- valmistavaran poisvienti välivarastoon
- yhdistelmäajoneuvon lastaus/purku.

Kyseisiä tehtäviä hoitaa yksi vakituinen trukinkuljettaja. Hallin ulkopuolella häntä avustaa pyöräkuormaajan kuljettaja, myös salvoskoneiden käyttäjät avustavat materiaalien siirtoa tarvittaessa. Vanhassa tuotantotilassa käytössä oli vain yksi sisäänpääsyovi. Tämä pidentää merkittävästi kulkureittiä sisätiloissa ja sisätilojen liikenne sekaantuu, jos käytössä on kaksi tai useampi trukki. Tehtaan sisätilojen keskimatkaksi laskettiin 47,2 m/ suunta, tai **94,4 m/ 1 käynti**. Kuviossa 5 on vanhan hallin layout kulkureitteineen.



Kuvio 3. Vanhat tuotantotilat ja sisäinen logistiikka.

Sisätilamatkojen lisäksi trukinkuljettajalla on pitkä matka ulkopuolisille välivarastolle ja raaka-ainevärostolle. Varastoiden ja toimitilojen välinen keskimatkaksi laskettiin 185 m. Alla olevasta kuvasta näkyy matkojen suhteellinen pituus.



Kuvio 4. Varastojen ja tuotantotilojen väliset matkat.

Lean:in ”8 hukka”-periaatteesta tiedetään, että ” Kaikki materiaalien tai komponenttien siirtely, joka ei liity seuraavaan vaiheeseen, on arvoa tuottamatonta hukkaa” (Moisio 2006). Näin olimme päättäneet, että kolmas hukka, eli ”turhat materiaalien siirrot” poistetaan uusiin toimitiloihin siirtyessä.

## 5.2 Kuljetusajat

Vanhan hallin konekapasiteetti (5 työstöpisteettä) ylikuormitti trukinkuljettajan työpäivää. Jokaisen työpisteeseen pitää tuoda raaka-ainetavaraa sekä viedä valmis tavaraa välivarastoon noin 43 (+/-2) minuutin välein. Jokainen reissu vie keskimäärin 10 (+/-2) minuuttia trukinkuljettajan aikaa. Karkeasti laskettuna saadaan, että koko hallin koneiden hoitamiseen trukinkuljettaja tarvitsee:

Taulukko 3. Koneiden hoitamiseen tarvittava kokonaisaika.

Työpisteiden lukumäärä	Yhden ajon vaatima aika	Koneiden hoitamiseen tarvittava kokonaisaika
5 kpl	10 (+/-2) min	50 (+/-10) min

Jos vähennetään tämä 43 puskuriminuutista, saadaan -7 (+/-2) (!) minuuttia myöhästymistä! Kahden tunnin jakson aikana trukinkuljettaja pystyy tekemään vain kaksi täydellistä syöttö/poivientimatkaa:

$120 - 50 (+/-10) * 2$	20 min (+/-10)
------------------------	----------------

Näin olleen tämä työ pystytään juuri suorittamaan yhden trukin avulla. Samaan aikaan työstökoneet kerkeävät käydä tämän syklin läpi  $120 \text{ min} / 43 \text{ min} = 2,8$  kertaa. Tämän lisäksi trukinkuljettaja on velvollinen osallistumaan yhdistelmäajoneuvon lastaus/ purkutehtäviin.

Esille on tullut uusi hukka, Lean:in ”8 hukka”-periaatteen mukaan, eli ”odottaminen”. Työstökoneiden operaattorit joutuvat odottamaan raaka-ainetavaraa keskimäärin:

$7(+/-2) / 5$	<b>1,4 min (+/-0,4)</b>
---------------	-------------------------

minuuttia 43 minuutin väliin, tai kahden tunnin jakson sisällä tapahtuu:

$(7(+/-2) / 5) * (120 / 43 (+/-2))$	<b>3,92 min (+/-0,88)</b>
-------------------------------------	---------------------------

tuottamatonta odottamista per työpiste, tai koko tuotantolaitoksen seisokkia 2 tunnin jakson sisällä:

3,92 (+/-0,88) * 5	<b>19,6 min</b> (+/-2,35)
--------------------	---------------------------

Tämä aika helposti venyy ennusteettomien tilanteiden vuoksi ja operaattori useasti joutuu itse suorittamaan trukinkuljettajan tehtävät. Odottamisen lisäksi tällainen työjärjestys tuo muitakin ongelmia:

- epäsäännöllinen työaikataulu
- työajan ylikuormitus
- puuttuvan ammattitaidon aiheuttamat työtaturmat (trukin käyttäminen operaattoreilla)
- läpimenoajan venyminen
- ylimääräisestä työstä ja seisokista aiheuttavat kustannukset.

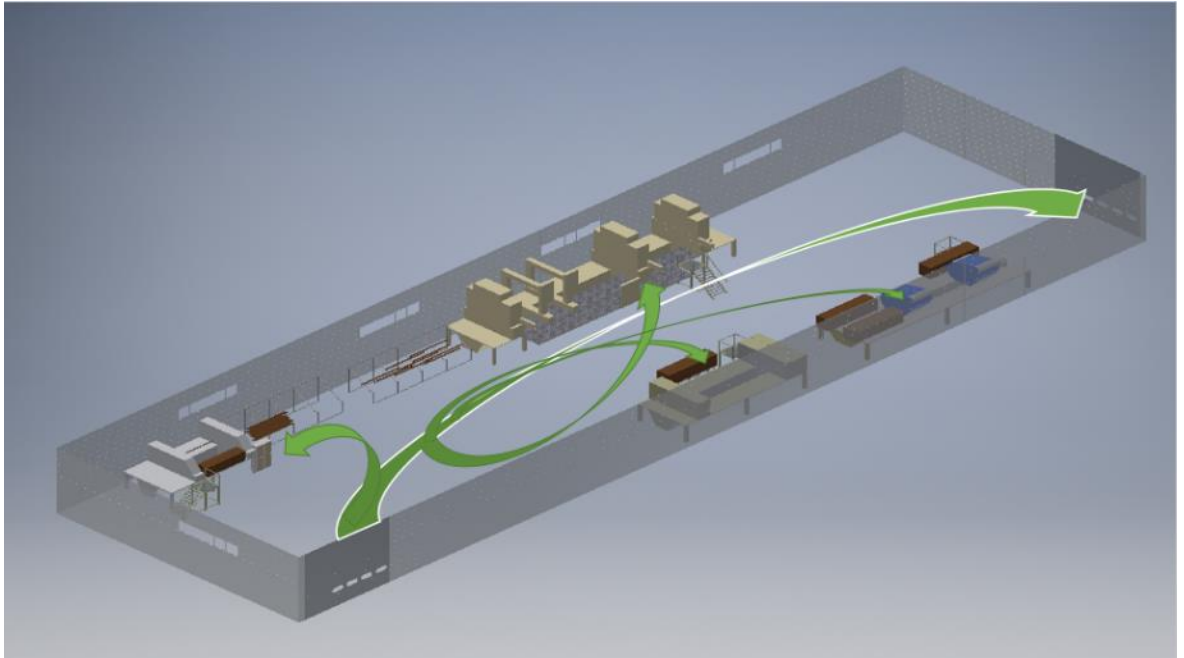
Näitä ongelmia oli päätetty poistaa uusiin tiloihin muutettaessa.

### 5.3 Uudet tilat

Uusi halli oli rakennettu vuonna 2015, ja se oli tarkoitettu yleiseen toiminnan laajentamiseen. Salvoskoneiden tuotantolinja oli päätetty sijoittaa juuri tähän tilaan, koska hallin mitat täyttävät tilantarpeet ja halli sijaitsee välittömässä läheisyydessä höylälinjasta, joka on edellinen työstöprosessi ennen salvostusta. Näin saadaan mahdollisimman lyhyet välimatkat linjojen välissä.

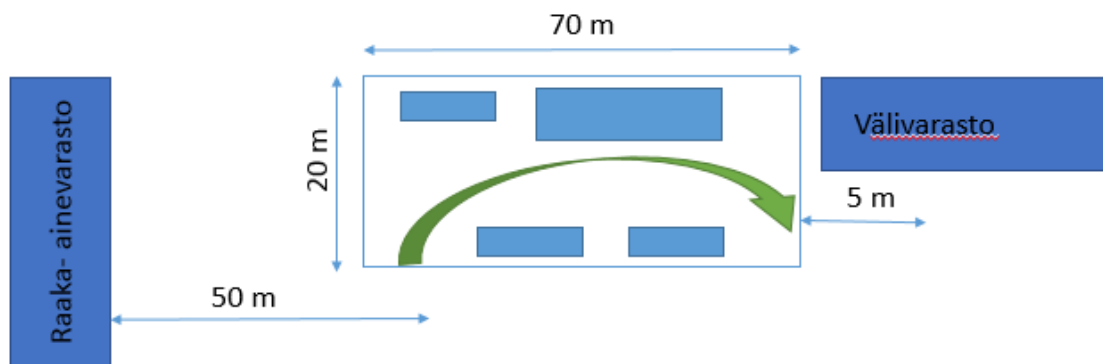
”Läpäisevä” tuotantomalli oli huomioitu jo hallin rakentamisvaiheessa. Tämä toteutuu niin, että sisäänpääsy- ja ulosmeno-ovet ovat hallin vastakkaisilla puolilla. Tämä ominaisuus oli päätetty hyödyntää ja järjestää layout niin, että molemmat ovet olisivat käytössä ja niiden vieressä olisi riittävästi liikennetilaa. Tämän takia oli päätetty sijoittaa robottisolu toiseen tilaan sormijatkoskoneen vieressä, jossa välimatkat ovat vielä lyhyempiä. Pitkän sovittelun jälkeen olimme saaneet opti-

maalisen ratkaisun koneiden fyysisen sijoitteluun. Alla olevasta kuvasta näkyy uuden hallin layout suunniteltuna sekä pääsääntöisesti yhden suuntainen, optimaalinen liikennereitti.



Kuvio 5. Uusien tuotantotilojen layout sekä sisäisen logistiikan reitit.

Uuden hallin tiloissa toimii nyt neljä konetta. Uusi layout-suunnitelma mahdollistaa suoran pääsyn jokaisen työstökoneen ääreen erikseen sekä valmistavaran poisviennin jatkaen kulkua hallin päähän, häiritsemättä muuta tiloissa tapahtuva liikennettä. Alla oleva kuva näyttää välivarastojen väliset matkat.



Kuvio 6. Välimatkat. Uusi tehdas.

Uusi raaka-ainevarasto on höylälinjan välivarasto. Puolivalmisteiden siirto tapahtuu trukin avulla joko välivarastojen välissä tai suoraan työpisteestä työpisteeseen.

Valmistavaravälivarasto sijaitsee uusien tuotantotilojen yhteydessä, ja keskipituisen matka hallin ovesta on 5 metriä.

Tehtaan sisätilojen keskimatkaksi syöttösuuntaan on laskettu 38,5 metriä ja poisvientisuuntaan todettu 48,5 metriä. Yhteensä keskimatkan pituus uudessa tiloissa on **87,5 metriä**, joka on 6,9 metriä lyhempi kuin vanhassa (94,4 metriä). Vaikka hallin mitat ovat suhteellisen samat, matkojen lyhennys on tapahtunut layoutin optimoidusta suunnitelmasta, joka mahdollistaa liikkeen yhdensuuntausta ja paluuliikkeiden minimointia.

Uuden hallin välivarastojen matkaksi on laskettu keskimäärin **60 metriä**, joka on 125 metriä lyhempi kuin vanhoissa tiloissa (185 metriä).

#### 5.4 Aikahyödyt

Uudessa hallissa sijaitsee 4 työstökoneita, mikä tarkoittaa trukinkuljettaja työaikaa helpottamista jo tässä vaiheessa. Tämän lisäksi tehtaan sisäiset välimatkat sekä välivarastojen väliset matkat ovat lyhentäneet ja samojen tehtävien hoitamiseen tarvitaan nyt **7 (+/-2) minuuttia** (vanhoissa tiloissa tarve oli 10 (+/-2) minuuttia).

Näin olleen, trukinkuljettaja tarvitsee nyt:

4 * 7(+/-2)	<b>28 min (+/-8)</b>
-------------	----------------------

työaika koko hallin koneiden hoitamiseen. Nyt trukkikuljettaja saa 15(+/-8) minuutin etuaikaa, koska 43 minuutin läpimenoaika päätee edelleenkin. Tämä tarkoittaa, että trukinkuljettaja aikataulu on nyt realistinen, ja työmäärät ja työjärjestykset voidaan ennustaa ja suunnitella nyt työlain mukaisesti käyttämättä ylityöaika. Trukkikuljettaja on nyt vapautettu yhdistelmäajoneuvon lastaus/purkutehtävistä, ja huolehtii pelkästään materiaalien saattavuudesta omassa työpisteessä.

Salvoskoneiden operaattorit eivät enää ole velvollisia itse suorittamaan kuljetustehtäviä ja voivat keskittyä tuotantoon. Sillä saadaan ainakin 3,92 minuuttia lisätyöaika neljältä työntekijöiltä (eli 15,68 minuuttia yhteensä) kahdessa tunnissa tai 31,36 minuuttia työpäivässä (**125,44 minuuttia yhteensä**).

Vapautettu työaika käytetään mm. puskurivaraston täyttämiseen sekä siisteyden ylläpitämiseen ja ennakkohuoltojärjestelmän toteuttamiseen.



Kuva 3. Uudet tuotantotilat käytössä.

## 6 ENNAKOIVA HUOLTO

Ennakoiva kunnossapito tarkoittaa toiminnan mallia, jossa vaihdetaan koneen mahdollisesti vikaantuva osa uuteen, ennen kuin se vikaantuessaan aiheuttaa toimintahäiriön (Järviö & Lehtiö 2012). Ennakoivaa huoltoa voitaisiin tehdä viikkokohtaisella huollolla. (Kts. Liite). Viikkokohtaiseen huoltoon sisältyy rasvaus ja perustarkistukset laitevalmistajan vaatimuksien mukaisesti. Näin havaitaan koneen kuluminen viikossa, pystytään tilaamaan tarvittavat komponentit tai kohdistamaan tarvittavat isommat korjaukset sopivalle ajankohdalle minimoimalla tuotantokatkokset.

Viikkokohtaisella huollolla nähdään koneen eri laitteiden ajotunnit. Tuntikertymän seuranta on tärkeää muun muassa laitevalmistajan määräämille huoltoväleille. Näin siksi, koska kuluneiden osien rikkoutuminen suurentaa kustannuksia huomattavasti. Vastaavasti tuntikertymää seuraamalla voidaan sovittaa koneen huoltoajankohta parhaalle mahdolliselle ajankohdalle, joka aiheuttaisi mahdollisimman lyhyen tuotantokatkoksen mahdollisimman pienillä kustannuksilla.

Koneiden ennakoivan huollon tärkeys tulee esiin silloin, kun halutaan parantaa tuotannon tehokkuutta. Kokonaisuutta ajatellen kustannuksetkin pienenevät huomattavasti, koska kone tai koneet ovat tuotannossa ilman ylimääräisiä katkoksia toimien tehokkaasti. (Järviö & Lehtiö 2012.)

### 6.1 Yleinen ohje huollolle

On suositeltavaa pitää kirjaa huolto- ja kulutusosien käytöstä. Säännöllinen huolto asianmukaisin huoltovälein parantaa laitteen tuottavuutta, luotettavuutta, taloudellisuutta ja turvallisuutta. Varovaisuuden laiminlyöminen saattaa tehdä myös huoltotyöt vaarallisiksi itse tekijälleen. Jokaisen laitteella työskentelevän huoltohenkilön tulee tiedostaa mahdolliset vaarat ja käyttää turvallisia työmenetelmiä. Valmistajan ohjeet on luettava tarkoin läpi ennen minkään huolto- tai korjaustyön aloittamista ja ohjeita on noudatettava. Henkilön loukkaantumisvaaran vuoksi

huoltoasentajilla ei saa olla vapaana olevia pitkiä hiuksia, löysiä vaatteita tai koruja eikä myöskään sormuksia. Näin siksi, koska näistä edellä mainituista voisi jäädä kiinni tai aiheuttaa sähkötöissä oikosulun. (Sandvik 2011)

Suojavaatetusta ja muita suojavälineitä käytetään tarpeiden ja määräysten mukaisesti. Koneeseen ei saa tehdä koskaan mitään turvallisuuteen vaikuttavia muutoksia, lisäyksiä tai uudistuksia. Tarvittaessa koneen toimittajalta tai valmistajalta voidaan kysyä tarkempia ohjeita. Tämä koskee myös yhdysrakenteisia turvalaitteita ja -venttiilejä ja niiden säätämistä sekä runkorakenteiden hitsaamista. Erityisesti on muistettava, että minkäänlaisten reikien tekeminen on ehdottomasti kielletty. Varaosien on vastattava valmistajan käyttämiä teknisiä tietoja. (Sandvik 2011.)

## **6.2 Ennakkohuollon kannattavuus**

Ennakkohuollolla on erityinen rooli tässä opinnäytetyössä. Pitkäjänteisen analysoinnin kautta esille ovat tulleet merkittävät taloudelliset vaikutukset ennakkohuollon puutteen tai laiminlyönnin takia, jotka näkyvät myös koko konsernin liikevaihdossa.

Analysoinnin esimerkkinä on osatekoro­botin lineaarilaakerin vaihtamisen kustannus. Kyseisen laakerin elinikä vaihtelee 1,5 vuodesta 2,5 vuoteen käyttötavasta ja kuormituksesta riippuen (Arentti 2016). Ongelmatekijänä on kuntotarkastuksen suorittamisen mahdottomuus, koska se vaatii robottisolun tuotannon keskeyttämistä, eikä kuntotarkastuksen perusteella voida tarkasti määrittää jäljellä olevaa toimiaikaa, vaan yleensä se lakkaa toimimasta hetkessä.

Lineaarilaakerit (8 kpl) vaihdetaan kaikki kerralla, koska kuntoseuranta on mahdotonta pitää. Laakerin hinnaksi tulee noin 300 €/ kpl. Työt suorittaa yrityksen sisäinen huoltoyksikkö, tunti­hinnalla noin 100 €/ tunnissa. Lineaarilaakerien vaihtoon tarvitaan 4 tuntia työaika­aa. Näin ollen, suunniteltu (ennakkoiva) lineaarilaakerien vaihto maksaa yritykselle:

(8 * 300) * (4 * 100)	<b>2800€</b>
-----------------------	--------------



Kuva 4. Lineaarilaakeri.

Lineaarilaakereiden vaihto suoritetaan robottisolun siirron yhteydessä, ja uuden ennakkohuoltosuunnitelman mukaisesti sille määritetään vuoden vaihtoväli.

### 6.3 Hätkörjauksen kustannus

Vuoden vaihtoväli on takuuvarma lineaarilaakereiden käyttöikä. Suhteellisen ison vaihtokustannuksen ansioista lineaarilaakerit vaihdettiin aina tarpeen mukaan hyödyntämällä pidennettyä käyttöaika. Kustannuslaskenta on osoittanut vanhan välittömän huoltosysteemin tehottomuuden ja uuden ennakkohuollon täydellisen kelpoisuuden lineaarilaakereiden kunnossapidossa.

Robottisoluyksikkö tuottaa salvotun hirren osat kapasiteetilla noin 2400 kpl tunnissa. Kappaleen hinnaksi arvioidaan 0.50 €. Viallisten laakereiden toiminta saattaa aiheuttaa tuotteen hävikkiä tai korjaustoimenpiteettä vaativia vaurioita. Eli, kustannukset saattavat olla 1200 € tunnissa tai jopa korkeammat (Ekoluoma, P., 2016).

Hätkörjauksen aiheuttama tuotantokatkos kestää vähintään täydellisen työpäivän (8 tuntia), koska huoltoyksikkö sijaitsee toisella paikkakunnalla ja varaosia ei välttämättä löydy varastosta (Ekoluoma, P., 2016).

Jokaisen Lillevilla-mallisen mökin valmistukseen menee 50- 250 kpl robottisolun tekemää salvottua hirttää. Tehtaan kapasiteetti arvioidaan olevan keskimäärin 26 mökkiä tunnissa. Tämä tarkoittaa **208** mökkiä lähettämättä yhdessä työpäivässä. Tuotantokatkos aiheuttaa seisokkia myös logistiikkapuolelle, koska tällöin 4 rekakuormaa jää lähettämättä varastosta (Ekoluoma 2016). Mökin keskihinta arvioidaan 1 000 €:ksi, joten saadaan 208 000 €:n arvosta tavaraa varastossa kiinni.

Koko konsernin tuotanto pyritään ohjamaan ”just in time”-toimitusperiaatteella. Kauppasopimuksen mukaisesti toimittaja on velvollinen maksamaan viivästyskork ostajalle toimitusmääräpäivän noudattamatta jäätäessä. Sanktioiden hinta on yleensä 2 %/ tilaus, käytännössä se tarkoittaa **4160 €** päiväkustannusta tämän seisokin takia.

Näin ollen, uusi ennakkohuoltojärjestelmä säästää huomattavat määrän rahaa ja vähentää merkittävästi ennustamattomia tuotantokatkoksia sekä ylläpitää parhaiten tasasta tuotantokulkua.

## 6.4 Ennakkohuollon tarve

Ennakkohuollon järjestelmä on todettu käyttökelpoiseksi ja kokonaisuutta ajatellen kustannuksetkin pienenevät huomattavasti. Ennakkohuoltoa ei katsotaan tarpeelliseksi sellaisille osille, joiden hankintahinta on pieni ja saatavuus on hyvä sekä vaihtoaika on lyhyt. Kyseessä on ainoastaan ketjut, ketjurattaat, johteet ja sähkömoottorit, jotka kannattaa kuluttaa loppuun. Koska kyseiset osat ovat hankintakustannuksiltaan edulliset, niitä pidetään varastossa aina ja kyseisten osien vaihtoaika on todella pieni.

Kyseinen huoltotapa, tässä tapauksessa, sopii ainoastaan salvoskoneiden huoltoon. Näiden koneiden osien kestävyys on vaihteleva ja etukäteen ennustamaton, joten kustannustehokkuuden kannalta järkevin tapa on ajaa kyseiset osat loppuun. Äkiliistä rikkoutumista varten varastossa pidetään aina tarvittavat varaosat. Ennakoimatonta korjausta helpottaa muilla salvoskoneilla korvaava valmistusvaihtoehto, joten tuotantokatkoksia voidaan ehkäistä todella tehokkaasti.



Kuva 5. Logmaker 2 .salvoskone.

Koneosien käyttö on edellä kerrotulla toimintatavalla tehokkain mahdollinen, koska osien resurssit käytetään loppuun. Huomioitava on koneenosien kierrätettävyys, joka muodostuu täysin metallin uusiokäyttöön soveltuvista raaka-aineista.

Tällainen huoltomenetelmä säästää luonnonvaroja sekä palauttaa yritykselle metallikierrätyksen muodossa uusien osien hankintakuluja.

## 6.5 Huoltolista ja merkitseminen

Huoltolistasta ilmenee koneeseen tulleet häiriötilat ja korjausta vaativat tapahtumat. Saaduilla tiedoilla pystymme seuraamaan koneiden ja niiden laitteiden kuntoa ja toimivuutta seurannalla. Näillä kerätyillä tiedoilla on suuri merkitys tehtyjen huoltojen varmistamiseksi. Nykyään koneenkäyttäjältä vaaditaan jokaiselta työpöydältä täytetyt ja kuitatut konekohtaiset huoltolomakkeet. Tämä siksi, että jos jollakin koneella tai laitteella sattuisi tapaturma, systemaattisesti tehdyt ja täytetyt huoltolomakkeet ovat ainoita dokumentteja koneen työkunnon selvittämiseksi jälkikäteen. Täten myös huomataan täytetyn viikkohuoltolomakkeen toisenlainen merkitys työturvallisuuden varmistamiseksi.

Huoltolomake koostuu kolmesta tarkastusmoduulista, jotka ovat merkitty väreillä. Vihreällä merkitty sarake tarkoittaa päivittäistä, keltaisella merkitty sarake tarkoittaa 2-3 päivän välein suoritettava tarkastusta, sinisellä merkitty sarake tarkoittaa viikoittaista tarkastusta. Tarkastusta aloitettaessa huoltolomakkeeseen merkitään päivämäärä ja huollon suorittajien nimimerkit. Huoltolomakkeen tarkastuskohteet käydään läpi systemaattisesti ja merkataan rastilla kohteen olevan kunnossa/korjattava. Huollettava kohde voi olla korjattava, säädettävä tai vain silmämääräisesti havaitsemalla kunnossa oleva. Lomakkeen tyhjille riveille voidaan kirjoittaa lisätietoja korjaustarpeista. Huoltolomake palautetaan viikoittain huoltoyksikköön, jonka jälkeen lomakkeet arkistoidaan kuntoseuranta varten. Lomakkeet löytyvät liitteestä.

## 7 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehtaan konekannan siirto Luoman Puutuote Oy:n Reinilän tehtaalta Kylänpään uuteen tehdaskiinteistöön, joka kuuluu alihankintayritys FoxLog Oy:lle. Sen pääasiallinen toiminta koostuu Luoman Puutuotteelle tehdystä alihankinnasta. FoxLog salvostaa ja pakkaa hirsimökkien komponentteja toimitusjohtaja Petri Ekoluoman alaisuudessa. FoxLog Oy toimii Luoman Puutuotteen välittömässä läheisyydessä, joka takaa tehokkaan yhteistoiminnan. FoxLog Oy on perustettu vuonna 2010 ja on toiminut alusta asti Luoman Puutuotteen alihankintayrityksenä. Luoman Oy:n valmistaviin hirsimökkien päätykolmiot valmistetaan FoxLog Oy:ssa.

Koneet siirrettiin erikoiskuljetuksina tiukalla aikataululla suunnitelmaa noudattaen. Isoimmat koneet ovat 5 m leveitä, 5 m korkeita ja 18 m pitkiä. Siirtokuljetus suunniteltiin huolellisesti koneen irrotuksesta lähtien. Kone nostettiin hydraulinnostimilla siirtopyörien päälle ja vedettiin pyöräkuormaajan avulla ulos tehdashallista. Tämän jälkeen kone nostettiin kolmen pyöräkuormaajan avulla ilmaan ja erikoiskuljetuslavetti peruutettiin koneen alle. Siirto suoritettiin erikoiskuljetuksena uuteen tehdaskiinteistöön.

Layout-suunnitelma piirrettynä Autodesk Inventor -piirustusohjelmalla on käynyt läpi eritasoiset tarkastukset ja hyväksynnät. Loogisuus, ergonomisuus ja turvallisuus olivat ratkaisevat tekijät suunnitelman toteutuksessa. Työntekijöiden työkokemuksen perusteella onnistuimme luomaan optimaalisen koneiden sijoittelun tehdaskiinteistöön. Koneiden sijoittelu on avainasemassa materiaalivirtojen esteettömään ja joustavan käsittelyn mahdollistamiseksi.

Logistiikkaa ja materiaalivirtoja analysoitaessa todettiin konekannan siirron kannattavuus, joka johtuu kuljetuskustannuksien vähentymisestä. Materiaalin ylimääräisen käsittelyn poistuessa raaka-aineen rikkoutuminen on vähentynyt merkittävästi sekä tuottava työaika lisääntynyt huomattavasti. Ponttiin höylätty puutavara on altis rikkoutumiselle trukkikuljetuksen aikana. Tätä rikkoutumista on pystytty vähentämään turhien kuljetusten poistumisella, joka on suora seuraus koneiden uudesta sijoittelusta.

Koko konekanta huollettiin suunnitelman mukaisesti siirron yhteydessä yksityiskohtaisesti. Huolto onnistui ilman odottamattomia yllätyksiä hyvän suunnitelman johdosta. Koneitten huolto tehtiin ennen kuin koneet siirrettiin uuteen tuotantotilaan. Samassa yhteydessä suunniteltiin koneiden yksityiskohtaiset huoltolomakkeet.

Koneiden siirron yhteydessä toteutimme ennakkohuollon strategiaa. Yrityksessä ei ennen ollut käytettävissä mitään kunnossapidon seurantaa. Sen johdosta laadimme ennakkohuollon huoltolomakkeen (kts liitteet), jota jokaisen koneenkäyttäjän tulee täyttää päivittäin. Huoltoseurannan prosessi on pyritty tekemään mahdollisimman yksinkertaiseksi tiedonkulun sujuvoittamiseksi. Huoltoseuranta koostuu päivittäisestä sekä viikoittaisesta raportoinnista. Epäsäännöllisen huollon teko koneille näkyy ja on näkynyt tuotannossa varsin merkittävänä kustannuksina, mutta ei yksistään koneen varaosien ja korjausten kustannuksissa, vaan myös tuotannon heikkenemisenä tai pahimmassa tapauksessa ajoittaisina tuotannon pysähtymisinä.

Projekti onnistui suunnitelmien ja aikataulun mukaan riippumatta tiukoista kriteereistä. Suurimmat haasteet kohdattiin layoutin osiossa, joka koski logistiikan tehokkuutta sekä järkevää materiaalivirran ohjausta. Koneiden sijoittelu tehdaskiinteistöön vaati huolellista suunnittelua, koska siirtämisen oli onnistuttava mahdollisimman sujuvasti. Oli otettava huomioon käytännöllisyys, jotta turhalta tyhjäkäynniltä vältytään ja materiaalivirran käsittelyssä ei tule esimerkiksi kuljetusongelmia. Käytettävissä oleva tila oli mitoitettava mahdollisimman tehokkaasti työn sujuvuuden säilyttämiseksi. Esimerkiksi sisään tulevan ja ulos lähtevän materiaalin kuljetusreitit oli suunniteltava huolellisesti, jotta ne eivät tarpeettomasti risteä. Tämä on myös työturvallisuuden kannalta tärkeä asia. Tässä suunnittelussa tehtaan työntekijöitten näkemyksiä kuunneltiin tarkkaan. Kuljetusreitit oli mitoitettava, jotta trukinkuljettajat voivat esteettömästi ja turvallisesti liikkua. Henkilöstön testamana toteutus todettiin toimivaksi ja onnistuneeksi.

Opinnäytetyön tekeminen oli mielenkiintoista ja haasteellista. Se on vaatinut paljon suunnittelua ja paneutumista erilaisiin asioihin. Olemme voineet soveltaa opiskelussa oppiamme asioita käytäntöön, mm. käyttämään Autodesk Inventoria.

Matematiikan opinnot ovat antaneet hyvän pohjan kustannuslaskelmien tekemiseen. Valmistus- ja laatutekniikan opinnot ovat auttaneet materiaalivirtojen suunnittelussa ja layuot-suunnitelman toteuttamisessa.

Luoman Puutuote Oy:ssä toteutettu projekti on käytössä ja henkilöstön palaute on ollut positiivista.

## LÄHTEET

- Arentti, J. 2016. Höyläämönjohtaja. Luoman Puutuote Oy. Haastattelu 19.11.2016.
- Ceriffi. Ei päiväystä. Kahdeksan hukan muotoa. [Verkkosivu]. [Viitattu 20.8.2016]. Saatavana: <http://www.ceriffi.fi/palvelut/kahdeksan-hukan-muotoa>
- Ekoluoma, P. 2016. Toimitusjohtaja. FoxLog, Luoman Puutuotteen alihankkija. Haastattelu 19.11.2016.
- Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6. painos. Tampere: Infacs Oy.
- Järviö, J. 2007. Kunnossapito. Helsinki: KP-Media Oy.
- Järviö, J. & Lehtiö, T. 2012. Kunnossapito: tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Helsinki: KP-Media Oy.
- Luoman Oy. Ei päiväystä. Luoman- yrityksen historia. [Verkkosivu]. [Viitattu 5.10.2016]. Saatavana: <https://luoman.fi/yritys/>
- Miettinen, P. 1993. Tuotannonohjaus ja logistiikka. Helsinki: ATK-instituutti.
- Moisio, J. 2006. 5S ja 7 hukkaa työpaikan kehittämisessä. [Verkkosivu]. [Viitattu 20.8.2016]. Saatavana: [http://media.ims.fi/Artikkelit/Lean-Management/5S\\_ja\\_7\\_hukkaa\\_tyopaikan\\_kehittamisessa.pdf](http://media.ims.fi/Artikkelit/Lean-Management/5S_ja_7_hukkaa_tyopaikan_kehittamisessa.pdf)
- Morgan, J.M. & Liker, J.K. 2006. The Toyota product development system: Integrating people, processes, and technology. NY: Productivity Press.
- Ortiz, C. A. 2006. Kaizen assembly: designing, constructing and managing a lean assembly line. Boca Raton: CRC Taylor & Francis, cop.
- Sandvik. 2011. Axera DD530, Käyttäjän käsikirja. Tampere: Sandvik.
- Zokaei, K. Lovins, H. & Hines, P. 2013. Creating a Lean and green business system: techniques for improving profits and sustainability. Boca Raton: CRC Press.

## **LIITTEET**

Liite 1. Koneiden korjaustarpeiden kartoitus

Liite 2. Huoltolomake osatekorobotti

Liite 3. Huoltolomake salvoskoneet

Liite 1. Koneiden korjaustarpeiden kartoitus

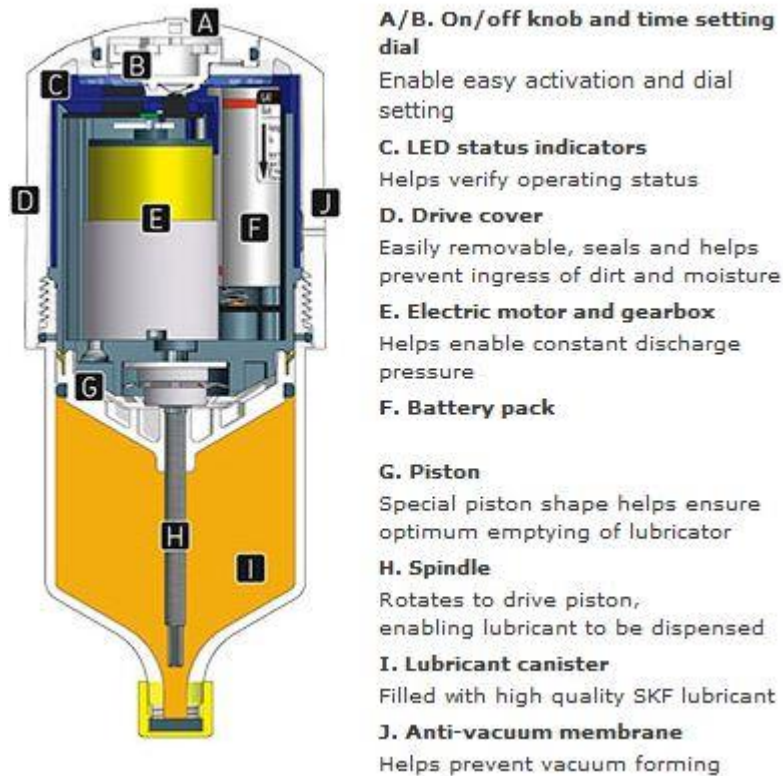
## Osantekorobotti

Salvosyksikköiden lineaarilaakereiden vaihto.



Kuva 6. Lineaarilaakeri.

Automaattisen kaasutoimisen yksipistevoitelulaitteen vaihtaminen.



Kuva 7. Automaattinen kaasutoiminen yksipistevoitelulaite.

Syöttöketjuston säätöketjupyörien korjaus.



Kuva 8. Syöttöketjuston säätöketjupyörä.

Alipainenostimen imupään uusiminen.



Kuva 9. Alipainenostimen imupää.

Alipainenostimen koneikon huolto.



Kuva 10. Alipainenostimen koneikko.

Syöttö ja ulostulo ketjustojen lyhentäminen.



Kuva 11. Syöttö ja ulostuloketjusto.

Kuljettimien mattojen uusiminen ja käyttöruillien tarkastus.



Kuva 12. Mattokuljetin.

# 34mm salvoskone

Vetomoottorin ja vaihteiston vaihto.



Kuva 13. Moottori/ vaihteisto.

Vetoketjujen/ johteiden uusiminen.



Kuva 14. Vetoketju/ johde.

Moottorien ja johteiden kuntotarkastus.



Kuva 15. Moottorit ja johteet.

# Jurvalainen 28mm

Yleinen kunnontarkastus.



Kuva 16. Jurvalainen 28mm.

# Logmaker 2.

Yleinen kunnontarkastus.



Kuva 17. Logmaker 2.

# Kolossi

Pneumatiikan puolen kunnostus ja ilmasylinterien ilmapuotojen tarkistus.



Kuva 18. Ilmansyöttöyksikkö.

Taittopyörien ja laakerien tarkastus.



Kuva 19. Kuljettimen taittopyörät.

Salvosyksikköiden moottorien kunnontarkastus.



Kuva 20. Kolossi.

Logiikka yksikön uusiminen.



Kuva 21. Logiikka yksikkö.

## Liite 2. Huoltolomake osatekorobotti

**Osatekorobotti Viikkohuoltolomake**

Päivämäärä:

	Päivittäinen
	2-3 päivän välein
	Viikottainen

Huoltaja:

Huolto ja tarkastuskohteet	Kuittaus	Huomautukset
Koneen puhdistus		
Ketjujen kunnan ja kireyden tarkistus		
Kuljetin mattojen kunnan ja kireyden tarkistus		
Luikujohteiden kunnan tarkastus		
Terien kunnan tarkastus		
Sähkömoottoreiden puhistus ja kunnan tarkastus		
Imupään tarkastus		
Hydraulikoneikon/ öljyn tarkastus		
Purunpoistoputkijien tarkastus		
Johteiden ja laakerien rasvaus		
Hätäseisäkytkimien tarkastus		
Sähkökaap. silmämääräinen tarkastus		
Käsisammuttimien kuntotarkastus		
Tilojen yleikunnan tarkistus		
Automaattisen kaasutoimisen voitelulaiteen tark.		
Lisähuomautukset:		

**LUOMAN**

## Liite 3. Huoltolomake salvoskoneet

**Logmaker 2****Viikkohuoltolomake**

Päivämäärä:

	Päivittäinen
	2-3 päivän välein
	Viikottainen

Huoltaja:

Huolto ja tarkastuskohteet	Kuittaus	Huomautukset
Koneen puhdistus		
Ketjujen kunnan ja kireyden tarkistus		
Kuljetin mattojen kunnan ja kireyden tarkistus		
Luikujohteiden kunnan tarkastus		
Terien kunnan tarkastus		
Sähkömoottoreiden puhistus ja kunnan tarkastus		
Vetovariaattorin vaihteen kuntotarkastus		
Hydraulikoneikon/ öljyn tarkastus		
Purunpoistoputkijien tarkastus		
Johteiden ja laakerien rasvaus		
Hätäseisäkytkimien tarkastus		
Hydrauliletkujen ja sähkökaap. silmämääräinen tark.		
Käsisammuttimien kuntotarkastus		
Tilojen yleikunnan tarkistus		
Lisähuomautukset:		

**LUOMAN**