



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Juha Pylkkä

ESISELVITYS OSAKOKOONPANON AUTOMATISOINNISTA

Wärtsilän kiertokankiverstas

Tekniikka ja liikenne
2015

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Vaasan ammattikorkeakoulussa kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelman päättötyönä Wärtsilä Finland Oy:n Delivery Centre Vaasan kiertokankiverstaalle. Työtä ohjasi Vaasan ammattikorkeakoulun lehtori Mika Billing ja kiertokankiverstaalla ohjausryhmä, johon kuului verstpäällikkö Tapio Kaunismäki ja kehitysinsinööri Sami Koivisto.

Vaasassa 17.4.2015

Juha Pylkkä

LYHENNELUETTELO

DVC	Delivery centre Vaasa - Vaasan toimitusyksikkö.
Kiertokanki	Mäntäkoonpanon osa, joka muuttaa männän edestakaisen liikkeen kampiakselin pyöriväksi liikkeeksi.
Layout	Tehtaan pohjapiirustus.
W32	Wärtsilä W32-dieselmoottorin malli, männän halkaisija 32 cm.
W20	Wärtsilä W20-dieselmoottorin malli, männän halkaisija 20 cm.

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Juha Pylkkä
Opinnäytetyön nimi	Esiselvitys mäntäkokoonpanon automatisoinnista
Vuosi	2015
Kieli	suomi
Sivumäärä	35 + 1 liitettä
Ohjaaja	Mika Billing

Tämä opinnäytetyö on tehty Wärtsilä Finland Oy:n Vaasassa sijaitsevan moduuli-tehtaan kiertokankiverstaalle. Opinnäytetyön aiheena oli automatisoida männän osakokoonpano, joka helpottaisi työntekoa. Parhaasta layout-ratkaisusta tuli tehdä investointiesitys. Lisäksi tehtävänä oli tutkia kuinka kyseinen automatisointi vaikuttaa tuotevirtaukseen.

Työ aloitettiin tekemällä robottisolu, joka sijoitettiin parhaaksi valittuun layout-pohjaan. Työssä tutustuttiin erityyppisiin pohjaratkaisuihin teoriapohjalta.

Työn tuloksena kehitettiin automatisoitu männän kokoonpanosolu, joka parantaa kokoonpanon virtausta. Layout- ratkaisujen kesken tehtiin vertailua, jonka pohjalta valittiin paras ratkaisu. Layoutista tehtiin investointiesitys.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

ABSTRACT

Author	Juha Pylkkä
Title	Preliminary report of the piston assembly automation
Year	2015
Language	Finnish
Pages	35 + 1 Appendices
Name of Supervisor	Mika Billing

This thesis was made for Wärtsilä Finland Oy Connecting Rod Workshop, which is part of Delivery Center Vaasa's Module factory module factory. The subject of this thesis was to automate the piston subassembly, which would facilitate the workload. An investment proposal was also made about the best layout solution. In addition, the task was to investigate how this affects the automation of product stream.

The thesis began by making a robot cell, which was located into the best selected layout template. The theory of the different types of layouts was also studied.

As a result, an automated piston subassembly was developed in the thesis. A comparison was made between the various layout solutions, of which the best solution was chosen. An investment proposal was made about the layout.

Keywords automation, Layout, investing, turnaround time.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO	8
2 WÄRTSILÄ	9
3 AUTOMATISOINTI	10
3.1 Yleistä automatisoinnista.....	10
3.2 Teollisuusrobotti.....	10
4 KIEROKANGEN JA MÄNNÄN OSAKOKOONPANO	11
4.1 Mäntäkoonpano	11
4.2 Koonpanossa käytettävät osat.....	12
4.3 Suunnittelu.....	15
5 MÄNTÄKOKOONPANON TUTKIMINEN	16
5.1 Tuotannon simuloinnin / suunnittelun työkaluja.....	16
5.2 Nykytilanne	16
5.3 Mäntäosakoonpano, robotisoitu käytäntö.....	16
6 LAYOUT- SUUNNITTELU	17
6.1 Layout-vaihtoehdot kiertokankiverstaalle	17
6.1.1 Layout-vaihtoehto 1	17
6.1.2 Layout-vaihtoehto 2	19
6.1.3 Layout-vaihtoehto 3.....	20
6.2 Layout-vaihtoehtojen vertailu	21
6.2.1 Ensimmäinen layout-pohja	21
6.2.2 Toinen layout-pohja	21
6.2.3 Kolmas layout-pohja.....	21
6.3 Johtopäätös.....	21
7 LÄPIMENOAIKA	22
7.1 Kiertokangen läpimenoaika.....	22
7.1.1 Jäysteen poisto.....	24
7.1.2 Kuljetus ja särötutkimus	24

7.1.3 Kuljetus pesukoneelle ja pesu	24
7.1.4 Varsien holkitus	24
7.1.5 Varastointi	24
7.2.1 Männän ja varren kokoonpano	25
7.2.2 Männän asennus	25
7.2.3 Lukkorengas	25
7.2.4 Männäntappi	25
7.2.5 Männänrengas.....	25
8 KAPASITEETTI.....	26
8.2 Mäntäkokoonpanon kapasiteetti kiertokankiverstaalla	27
8.3 Automatisoitu kokoonpanon kapasiteetti W32	28
8.4 Automatisoitu kokoonpanon kapasiteetti W32 ja W20.....	29
9 INVESTOINTI.....	31
9.1 Investointiesitys	31
9.2 Investointiyhteenveto	32
10 YLEINEN OSAKOKOONPANOSOLUN KEHITTÄMINEN	33
11 YHTEENVETO	34
LÄHTEET	35
LIITE.....	36

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena oli tehdä esiselvitys mäntäosakokoonpanon automatisoinnista, jossa selvitetään voidaanko automatisoinnilla helpottaa työntekoa. Lisäksi opinnäytetyössä piti tehdä layout- pohjia, joista piti valita parhain ratkaisu. Parhaasta automatisoidusta layout- pohjasta tehtiin investointiesitys, josta pystytään katsomaan investoinnin kannattavuus.

Opinnäytetyössä hahmoteltiin layout- pohja, jossa käytettiin simulaatio-ohjelmaa hyödyksi. Lopuksi perehdyttiin osakokoonpanopuolen yleiskuvaan. Mitä voisi parantaa, jotta kokoonpano toimisi paremmin? Työ tehtiin Wärtsilä Finland Oy:n Vaasan toimitusyksikön kiertokankiverstaalle. Raportissa on muokattu lukuja ja laskuja salassapitotietojen takia.

2 WÄRTSILÄ

Wärtsilä on perustettu 1834 Tohmajärven Wärtsilän kylään. Wärtsilä aloitti toimintansa Vaasassa 1936, kun se osti Onkilahden konepajan. Wärtsilä aloitti valmistamaan dieselmoottoreita Vaasassa 1954. Wärtsilän liikevaihto vuonna 2013 oli noin 4,72 miljardia euroa ja työllisti noin 18 800 työntekijää. Wärtsilällä on yli 200 toimipistettä noin 70 maassa ympäri maailmaa. Wärtsilä Finland Oy on Wärtsilä-konsernin tytäryhtiö Suomessa. Wärtsilä työllistää Suomessa yli 3 600 työntekijää, jotka sijoittuvat Vaasaan, Turkuun, Helsinkiin ja Vuosaareen. Wärtsilä jakautuu kolmeen pääsegmenttiin, Ship Power, Power Plants ja Services. /1/

2.1 Ship Power

Ship Power toimittaa laivojen moottoreita sekä propulsio- ja ohjausjärjestelmiä. Ship Power toimittaa myös kaiken tyyppisiin aluksiin ja offshore-sovelluksiin aggregaatteja, alennusvaihteita, propulsiolaitteistoja, valvontajärjestelmiä ja tiivistusratkaisuja. /1/

2.2 Power Plants

Power Plants on toimittanut joustavia voimalaratkaisuja, jotka kattavat perusvoimatuotannon, sähköverkon vakaaseen toimintaan ja kuormitushuippujen tasaamiseen tarkoitettut voimalat, oman energiatuotannon sekä öljy- ja kaasuteollisuuden tarpeita. Wärtsilän voimaloiden vahvuudet ovat alhaiset päästöt, joustavat ratkaisut ja korkeat hyötysuhteet. /1/

2.3 Services

Services huoltaa kaikkia Wärtsilän toimittamia järjestelmiä, laivojen koneistoja ja voimaloita. Wärtsilä tarjoaa asiakkaille tukipalveluita tuotteen koko elinkaaren ajan. Wärtsilällä on myös merkkituotteiden huolto maailman pääsatamissa. /1/

3 AUTOMATISOINTI

3.1 Yleistä automatisoinnista

Automatisoinnilla tarkoitetaan itsetoimivaa laitetta tai järjestelmää. Tunnetuin automaation alue on teollisuusrobotiikka. Automaation joitakin hyötyjä ovat toistettavuus, tiukempi laadunhallinta, jätteiden vähentyminen, integraatio yrityksen muiden järjestelmien kanssa, kasvanut tuotanto ja vähentynyt työvoiman tarve. Joitakin haittapuolia ovat korkeat alkukustannukset ja suurempi riippuvuus kunnossapidosta Suomessa. On tärkeää kehittää automatisoituja tuotantoja. Tämä takaa hyvän kilpailukyvyn ja tuottavuuden ja työpaikat pysyvät suomessa.

3.2 Teollisuusrobotti

Teollisuusrobotti on tietokoneohjattu työkappaleita tai työvälineitä käsittelevä yleiskäyttöinen kone. Robotin yleiskäyttöisyys tarkoittaa ohjelmaa, jonka mukaan robotin toiminta on helposti muutettavissa. Samaa robottia voidaan käyttää useisiin käyttötarkoituksiin. Robotin liikkeitä voidaan tuottaa sähköisten, pneumaattisten tai hydraulisten toimilaitteiden avulla.

Tunnetuimmat teollisuusrobottien valmistajat ovat ABB ja Fanuc.

4 KIEROKANGEN JA MÄNNÄN OSAKOKOONPANO

Opinnäytetyön yhtenä aiheena on robotisoida osakokoonpano, jonka tarkoituksena on saada joustavuutta ja nopeutta työvaiheeseen, samalla helpottaa työntekijöiden työtehtävien määrää. Kyseisessä työpisteessä on kaksi työntekijää, jotka kokoonpanossa laittavat osat omille paikoilleen.

4.1 Mäntäkokoonpano

Mäntäkokoonpanoa (**Kuva 1.**) käytetään Wärtsilän valmistamissa moottoreissa voimantuottajana. Valmis kokoonpano sijoitetaan moottorissa oleviin sylintereihin, joita on moottoreissa useampia. Mäntäkokoonpano on tärkeimpiä osia moottorin toimivuutta ajatellen.

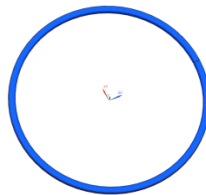


Kuva 1. Mäntäkokonpano

4.2 Kokoonpanossa käytettävät osat

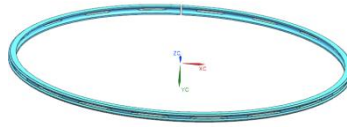
Mäntäkokoonpanossa on yhteensä seitsemän osaa, jotka koostuvat

- kahdesta männänrenkaasta (**Kuva 2.**)
- öljyrenkaasta, joka on jousitettu (**Kuva 3.**)
- männäntapista (**Kuva 4.**)
- männästä (**Kuva 5.**)
- kahdesta lukkorenkaasta (**Kuva 6.**)
- varsiosasta. (**Kuva 7.**)



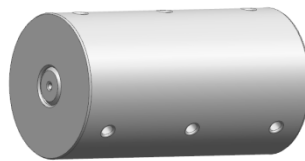
Kuva 2. Männänrenkas

Männänrenkaiden (**Kuva 2.**) tarkoitus on tiivistää sylinterin palamistila erikseen kampikammioista ja edistää lämmön johtumista männästä sylinterin seiniin. Männänrenkaksiin luetaan myös öljyrenkas.



Kuva 3. Öllyrengas

Öllyrengas (**Kuva 3.**) öllyrengas, jonka tarkoitus on levittää öljy sylinterin seinämiin ja samalla kaapia ylimääräinen öljy pois, jotta jäljelle jää vain männän voitelun kannalta välttämätön öljykalvo.



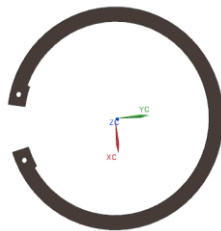
Kuva4. Männäntappi

Männäntappi (**Kuva 4.**) Männäntapin tarkoitus on pitää mäntä kiinni kiertokan-gessa, aiheuttaen mahdollisimman vähän ylimääräistä kitkaa.



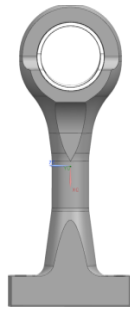
Kuva 5. Männä

Männällä (**Kuva 5.**) Männän tehtävä on välittää ilma/polttoaineseoksen palaessa syntyvä voima kamppiakselille.



Kuva 6. Lukkorengas

Lukkorengasta (**Kuva 6.**) käytetään männäntapin lukitukseen.



Kuva 7. Kiertokanki

Kiertokanki (**Kuva 7.**) Kiertokanki yhdistää männän kampiakseliin, joka työntää ja vetää mäntää edestakaisin sylinterissä.

4.3 Suunnittelu

Suunnittelussa täytyy pohtia, missä järjestyksessä osat tulisi laittaa kokoonpanossa, jotta kokoonpanosta tulisi toimiva. Entisestä toimintamallista saa hyvän käsityksen miten kokoonpano tapahtui. 3-Automate-ohjelmalla pystytään tekemään simulaatioita robotilla. Simulointi on tietyltä osin haastavaa, koska osien paikoilleen laitto ei onnistu robotilla helposti. Projektissa on hyvä miettiä, minkälainen robotti pystyy tekemään kokoonpanon sujuvasti.

5 MÄNTÄKOKOONPANON TUTKIMINEN

5.1 Tuotannon simuloinnin / suunnittelun työkaluja

Tuotannon simulointi aloitettiin tekemällä 3D-automate-ohjelmalla layoutmalli. Wärtsilän annetusta layoutpohjasta valmistui päivitetty 3Dlayoutmalli. Tämän layout- mallipohjan ansiosta pystyimme hahmottamaan, mitä tuotannossa tapahtuu.

5.2 Nykytilanne

Mäntäosakokoonpanossa ensimmäiseksi mitataan holkki, jonka jälkeen mäntä nostetaan nostimella ja lasketaan kiertokangen päälle. Mäntä asettuu varren ja pöydän päälle. Männän ja varren reiät asetetaan kohdakkain tunkin avulla. Lukkorengas asennetaan ennen männäntappia. Männäntappi nostetaan nostimella ja ujutetaan öljytyyn reikään männänrengasta vasten. Toinen männänrengas asennetaan paikalleen, mikä lukitsee männäntapin. Mäntään asennetaan jousitettu öljyrengas alimpaan hahloon, jonka jälkeen asennetaan keskimmaiseen hahloon isoin männänrengas.

5.3 Mäntäosakokoonpano, robotisoitu käytäntö

Mäntäosakokoonpanossa robotti ottaa kiertokangen pesusetistä ja vie sen nostopöydälle. Sen jälkeen robotti noutaa männän solussa olevasta kuljettimesta ja vie sen kiertokangen päälle. Nostopöytä menee alas niin, että mäntä on pöytää vasten. Robotti käy vaihtamassa uuden tarttujan ja hakee männäntapin lavalta. Männäntappi asennetaan männän ja kiertokangen silmukan läpi, jonka jälkeen robotti käy hakemassa lukkorengaan telineestä. Lukkorengaan asennuksen jälkeen robotti työntää männäntapin lukkorengasta vasten. Robotti asentaa toisen lukkorengaan männän sisään, jolloin männäntappi lukittuu. Männän renkaiden asennuksen jälkeen mäntäkokoonpano nostetaan robotilla kuljetusettiin ja robotti alkaa työstää seuraavaa kokoonpanoa.

6 LAYOUT- SUUNNITTELU

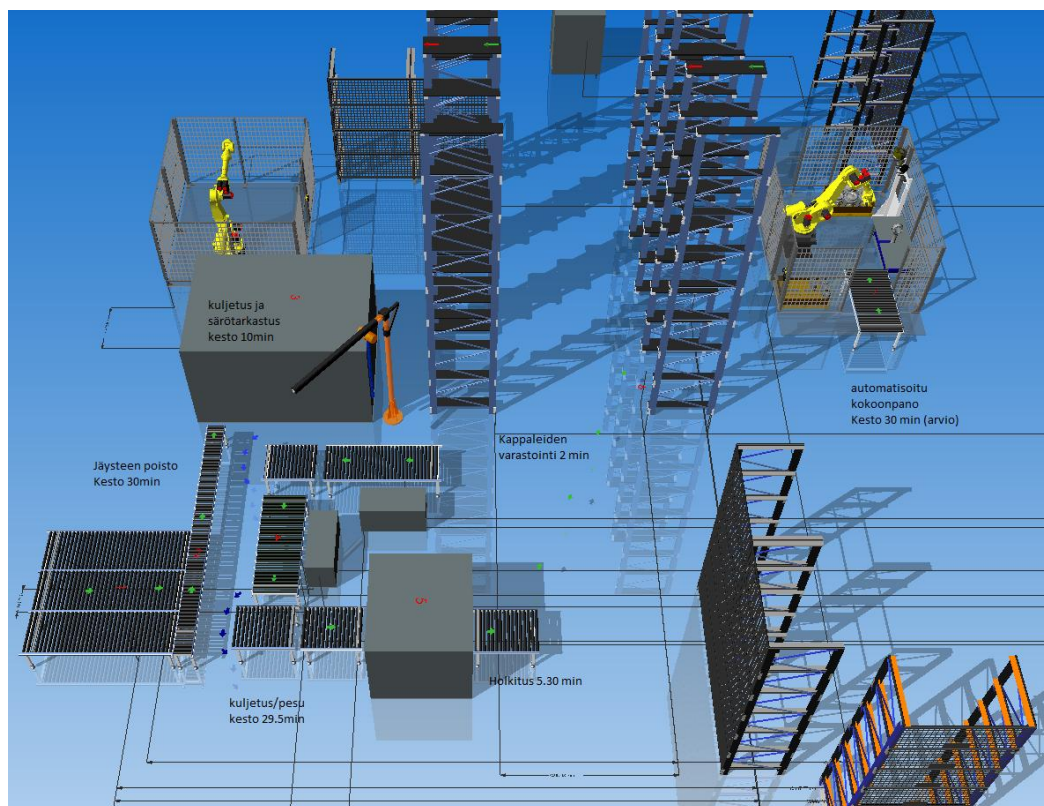
Layout- suunnittelulla tarkoitetaan solujen ja muiden valmistusyksiköiden sekä kuljetusväylien ja varastoiden sijoittelua haluttuihin toimitiloihin. Layout-suunnittelussa tärkein päämäärä on mallintaa mahdollisimman hyvä layout. Tehtaiden layoutin muuttaminen vaatii yleensä ison investoinnin, joten mallinuksen tulee olla todella tarkka, hyvin suunniteltu sekä helposti toteutettavissa. /7/

6.1 Layout-vaihtoehdot kiertokankiverstaalle

Layoutsuunnitelmat toteutetaan osakokoonpanon puolelle. Layout-suunnitelmia laaditaan 3D-Automate-ohjelmalla. Kaksi erilaista robotisoitua layout-pohjaa mallinnettiin. Ensimmäinen on päivitetty versio nykytilanteesta ja toinen mallinnus robotisoidusta osakokoonpanosolusta, jossa robottisolun sijoitettiin pesukoneen jälkeen. Kiertokankiverstaalla on layout-pohjat valmiina, josta on helpompi suunnitella robottisolulle oma kohtansa. Layout-pohjasta pystyy hahmottelemaan kokonaiskuvan, jolloin layout on toimiva ja tehokas.

6.1.1 Layout-vaihtoehto 1

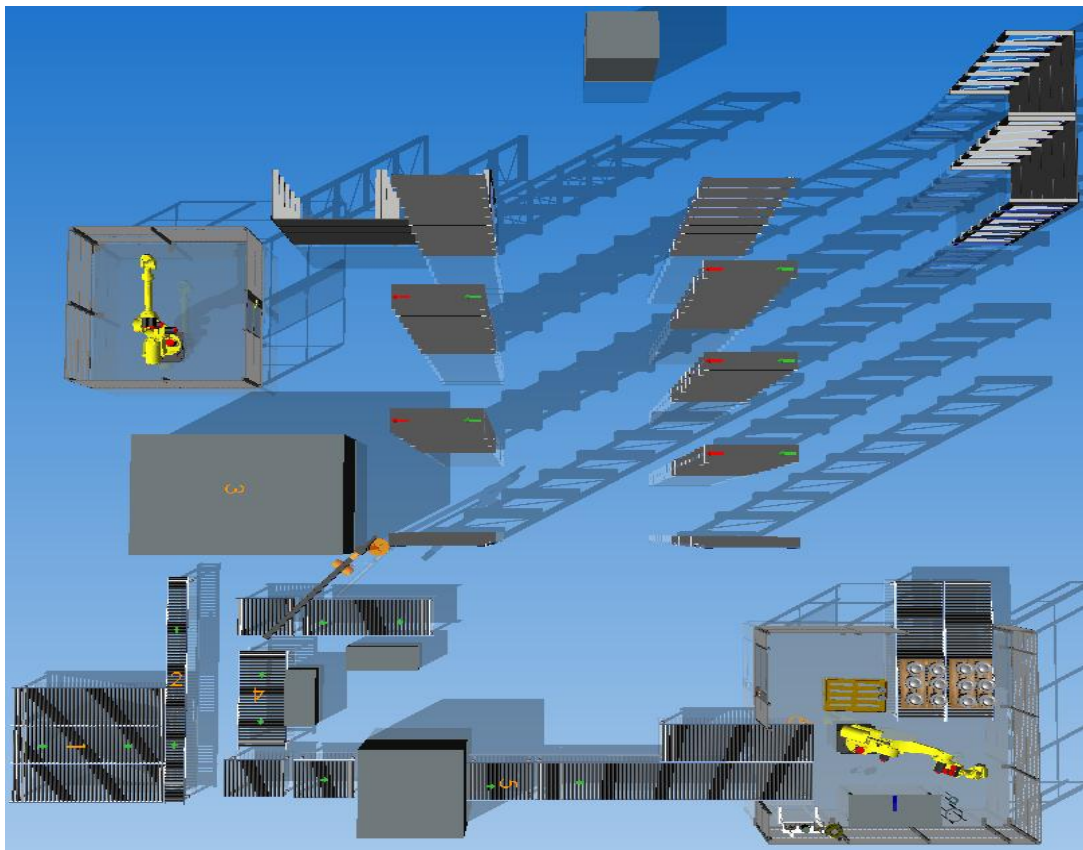
Ensimmäisessä layout-vaihtoehdossa (**Kuva 8.**) robottisolun sijoitettiin samaan kohtaan missä nykyinen kokoonpano tapahtuu. Tämä on ihan hyvä ratkaisu, koska robottisolun ei voinut osakokoonpanon puolelta ylimääräistä tilaa. Hyllytilaa pitää olla kuitenkin settien välivaraston takana, joka rajoittaa tilan käyttöä.



Kuva 8. Layout-vaihtoehto1

6.1.2 Layout-vaihtoehto 2

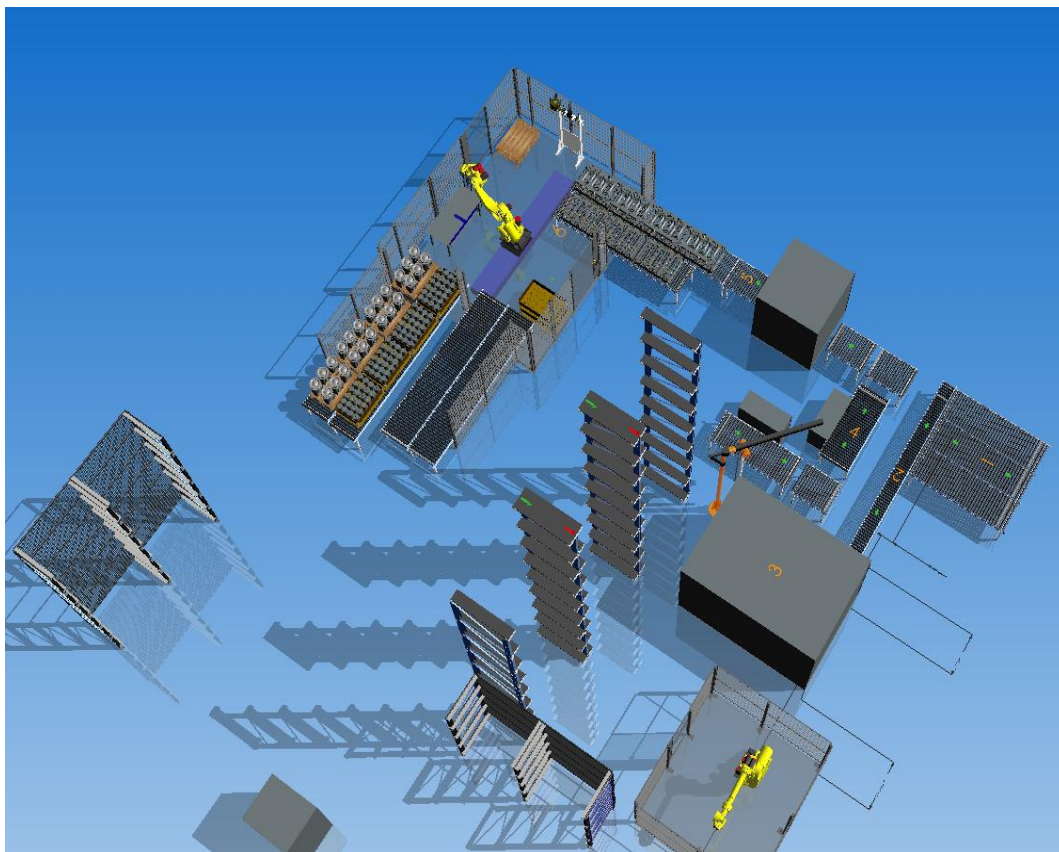
Toisessa layout-vaihtoehdossa (**Kuva 9.**) Robottisolu sijoitettaisiin pesukoneen jälkeen. Tällä ratkaisulla päästään hyviin läpimenoaikoihin, koska pesun/ holkitamisen jälkeen pystytään varret laittamaan suoraan robotisoituun kokoonpanoon. Kyseisellä layoutilla pystytään nopeuttamaan läpimenoaika, joka säästää kustannuksia. Tällä vaihtoehdolla muiden kappaleiden valmistus ei kärsi ja saadaan vapaata hyllytilaa. Tässä layoutpohjassa ei ole puskurivaraa ja osien tuonti on huo-
no.



Kuva 9. Layout-vaihtoehto 2

6.1.3 Layout-vaihtoehto 3.

Kolmannessa layout-vaihtoehdossa (**Kuva 10.**) Robottisolua paranneltiin osien tuonnin helpottamiseksi. Tämä vaihtoehto on hyvä, koska robotille saadaan 24 kiertokangen puskuri. Näin tavara saadaan virtamaan ja saadaan hyviä kustannussäästöjä. Pesukoneelta tulleet osat pystytään jatkamaan kääntämällä kuljetinpöytää ja nostamalla trukilla pois välivarastoon niin kuin ennenkin. Kiertokangien rullarataa on pidennetty ja männäntappien ja mäntien tyhjät lavat robotti kerää omiin pinoihinsa. Kuljetus setit tulevat kuvassa näkyvää tyhjää rataa pitkin ja poistuvat toista rataa pitkin, josta ne voidaan lähettää eteenpäin.



Kuva 10. Layout-vaihtoehto 3

6.2 Layout-vaihtoehtojen vertailu

Layout-pohjia syntyi useita erilaisia revisioita, joista valitsimme nämä kolme vaihtoehtoa. Layout-pohjat kehittyivät opinnäytetyön edistyessä.

6.2.1 Ensimmäinen layout-pohja

Ensimmäisessä layout-pohjassa periaate on pelkistetty ja haluttu pitää yksinkertaisena. Tästä layout-pohjasta ei ollut minkäänlaista parannusta läpimenoaikaan. Kappaleet valmistettiin automatisoidulla menetelmällä, mutta läpimenoaika pysyi samana.

6.2.2 Toinen layout-pohja

Toisen layout-pohjan ajatuksena oli kehittää tavaran läpimenoaikaa miten ja millä keinoin saataisiin kappaleita paremmin valmiiksi. Robottisolu on aseteltu hyvälle paikalle ajatellen koko osakokoonpanon tilaratkaisua. Se ei vie turhaa tilaa ja tällä layout vaihtoehdolla saadaan jo parannusta aikaiseksi. Kiertokanget tulevat suoraan pesukoneelta robottisoluun, mutta robottisolun käytännöllisyys on liian ahdas.

6.2.3 Kolmas layout-pohja

Kolmas layout-pohja on suunniteltu Wärtsilän kiertokankiverstaan tarpeiden mukaisesti ja todettu toimivimmaksi vaihtoehdoksi. Robottisolu on tilava. Soluun on lisätty lineaariliikkeinen robotti, joka mahdollistaa suuren ulottuvuuden. Kappaleita saadaan puskuriin ja mahdollistetaan isommatkin tuotantotarpeet. Robottisolun toimivuus on huomioitu osakokoonpanon tilankäyttöä ajatellen.

6.3 Johtopäätös

Parhaaksi valinnaksi tuli kolmas layout-pohja, josta tehtiin investointiesitys. Layout-pohja antaa valmistukseen ison kehityksen, joka mahdollistaa tuotantovirran nopeammaksi. Layoutilla pystytään ajamaan miehittämättömän.

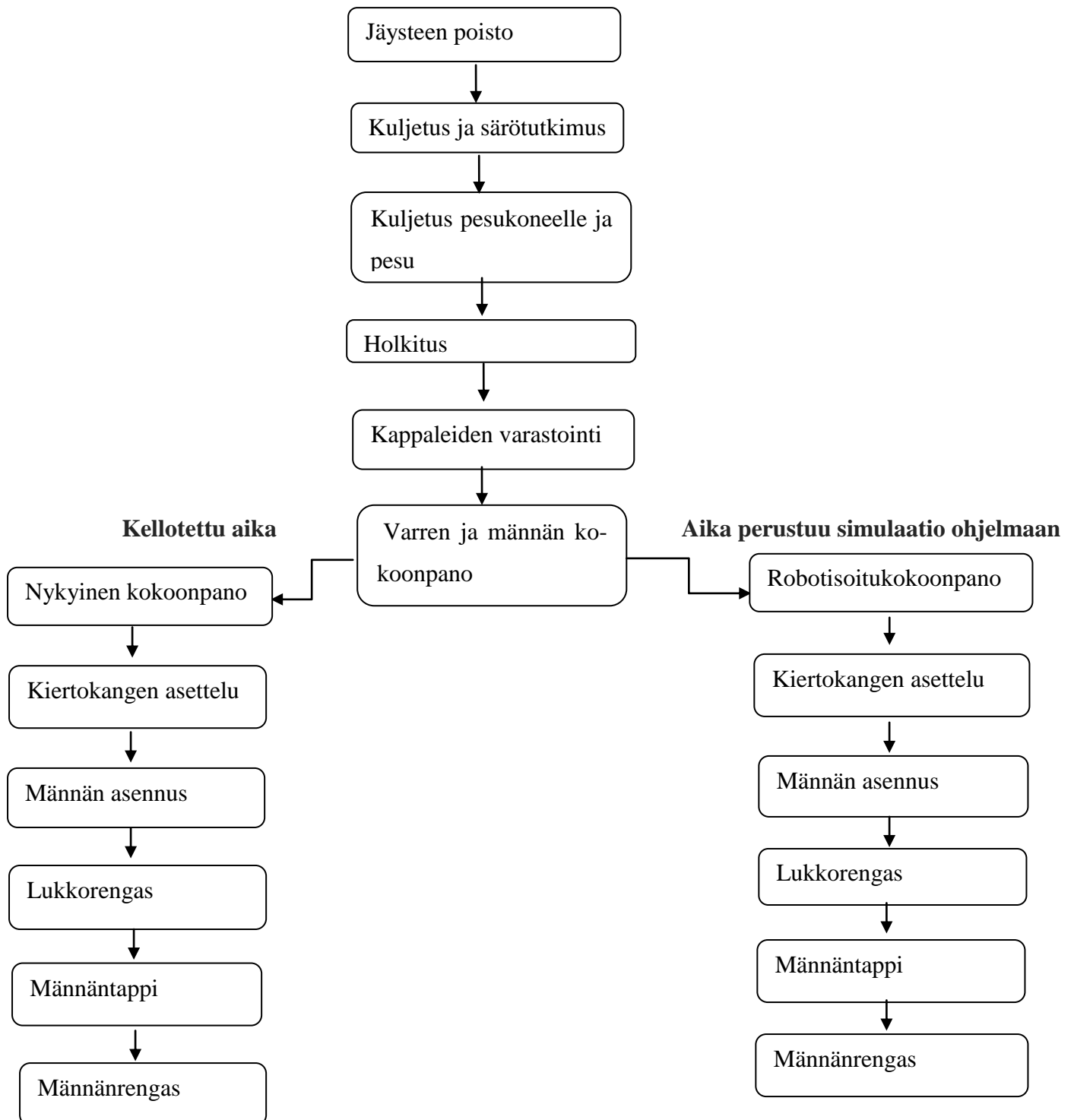
7 LÄPIMENOAIKA

Läpimenoajalla tarkoitetaan aikaa, joka kuluu toimintakokonaisuuden aloittamisesta sen valmiiksi tulemiseen. Tarkastelutavasta riippuen läpimenoaika voidaan määritellä esimerkiksi tilaus-, valmistus- tai kokoonpanoprosessille. Läpimenoaika pidetään tärkeänä tuotannon tehokkuuden mittarina. Läpimenoaika lasketaan kalenteriaikana, ja siihen ei vaikuta se mitä tuotteelle tuona aikana prosessissa tapahtuu. Suurin osa tuotteen läpimenoajasta koostuu odotusajasta. Näin ollen läpimenoaika ei kerro tuotteen valmistukseen kuluvaan aikaan. /4/

Lyhyt läpimenoaika vähentää keskeneräiseen tuotantoon sitoutunutta pääomaa, parantaa tuotteiden toimituskykyä sekä helpottaa kapasiteetin suunnittelua. Keinoja millä läpäisyajoja voidaan lyhentää, ovat muun muassa puskurivarastoiden pienentäminen sekä keskeneräisen tuotannon minimointi. Läpimenoajoja voi myös pienentää virtautetulla tuotannolla sekä välivarastoinnin poistamisella./4/

7.1 Kiertokangen läpimenoaika

Kangen läpimenoaika lyhenee automaattiosolun avulla, kun ei kappaletta tarvitse välivarastoida ennen kokoonpanoa. Tämä tuo osakokoonpanolle suurta helpotusta, niin työntekijän, kuin yrityksen kannalta. Tuotteet saadaan nopeammin eteenpäin ja näin säästetään varastotilaa ja kustannuksia. Nykyisellä kokoonpanolla kangen työstöaika on X min ja automatisoidulla kokoonpanolla simulaatio ohjelman avulla saatujen aikojen arvio työstöaika on Y min. Robotisoitu menetelmä on kokonaisajaltaan nopeampi. Nyky menetelmässä varastoidut kappaleet voi seistä varastossa, jopa päivän. Robotisoidulla menetelmällä robotti työstää kappaleet heti niiden saapuessa pesukoneelta. Valmistusaika lyhenee, kun yksi työvaihe poistuu.



7.1.1 Jäysteen poisto

Jäysteenpoistoasemalla poistetaan kiertokangesta jäysteet, jotka syntyvät kanki-koneistuksesta. Kangen jäystämiseen käytetään paineilmavälineitä.

7.1.2 Kuljetus ja särötutkimus

Jäysteen poiston jälkeen kanget kuljetetaan rullakon avulla särötarkastuspisteelle, josta ne nostetaan nostimen avulla fluxikoneen leukojen väliin. Kankien päälle ruiskutetaan särötunkeuma-ainetta, jonka jälkeen koneen magneetti käy läpi kan-gen. Kangesta tarkastetaan säröt ja jos niitä ei näy laitetaan kanki pesusettiin.

7.1.3 Kuljetus pesukoneelle ja pesu

Särötutkimuksen jälkeen varret lähetetään pesusetin avulla rullakkoa pitkin pesu-koneelle. Pesukoneen tarkoitus on pestä kappaleesta kaikki ylimääräinen lika ja rasvat pois mikä vaikeuttaisi seuraavia työvaiheita. Pesuaika on 75 minuuttia ja kappaleiden siirtoon pesukoneelle kestää 40 minuuttia jolloin kappaleet ovat pe-sukoneen sisällä. Pesun jälkeen varret kuivataan ja puhdistetaan. Kangen läpi me-nevä öljyreikä käydään suippoharjalla läpi, ettei sinne ole jäänyt mitään ylimää-rästä.

7.1.4 Varsien holkitus

Varren silmukkaan asennetaan pesun jälkeen jäädytetty holkki, joka lämmitet-sään laajenee ja puristuu varren silmukkaan. Holkki asennetaan tarkasti paikal-leen.

7.1.5 Varastointi

Varsien holkituksen jälkeen kiertokanget viedään pesusetissä väliaikavarastoon männän asennuspaikan viereen, josta ne sitten jatkavat matkaa männänasennus-paikalle.

7.2.1 Männän ja varren kokoonpano

Männän ja varren kokoonpanossa ensimmäiseksi tuodaan männänvarsi, joka asetetaan sille tarkoitettuun asennuspöytään.

7.2.2 Männän asennus

Mäntä otetaan laatikosta pois ja nostetaan kiertokangen päälle. Männän ja kiertokangen silmukan reikien pitää olla linjassa toisiinsa nähden. Varren korkeutta pystytään säätämään nostopöydän avulla.

7.2.3 Lukkorengas

Männän ja varren asettelun jälkeen reiät öljytään männäntapin asentamisen helpottamiseksi. Reikien toiselle puolelle lisätään lukkorengas, joka asennetaan sille tarkoitettulla työkalulla.

7.2.4 Männäntappi

Männäntappi asennetaan männän ja varren silmukan läpi. Tappi työnnetään käsin lukkorengasta vasten, jonka jälkeen asennetaan toinen lukkorengas joka lukitsee männäntapin.

7.2.5 Männänrengas

Männänrengas asennetaan männässä oleviin kolmeen uraan, alimmaiseen uraan asennetaan öljyrenkas, joka koostuu kahdesta osasta, jousesta ja renkaasta. Jousi asennetaan ensimmäisenä, jonka jälkeen levitetään käsin renkas jousen päälle. Keskimmaiseen uraan asennetaan toinen männänrenkas, joka levitetään levitystyökalulla. Ylimpään uraan laitetaan samanlainen renkas kokoonpanon loppuvaiheessa.

8 KAPASITEETTI

Kapasiteetti on tuotantokykyä kuvaava mittari, joka ilmoittaa tuotantoyksikön enimmäissuorituskyvyn aikayksikössä. Kapasiteetti voidaan ilmaista tuoteyksiköissä, mikäli tuotteiden kapasiteetti vaatimukset poikkeavat vain vähän toisistaan. Kuormitus kertoo, kuinka paljon suunnittelu tuotanto varaa eli kuormaa kapasiteettia. Kuormitus voidaan ilmoittaa kapasiteettimääränä. Kuormitussuhde kertoo tietyn ajanjakson suhteellisen kuormituksen käytettävissä olevaan maksimikapasiteettiin verrattuna./5/

8.1 Käyttöaste

Käyttöaste tarkoittaa sitä tuotantokyvyn kapasiteetin osaa, mikä tehtaalla kulloinkin on käytössään. Tehtaan tuotantokykyä voidaan lisätä rakentamatta lisätuotantokykyä siten, että osa valmistusvaiheiden vaatimasta tuotantokyvystä hankitaan valmistustapahtuman ulkopuolelta.

Jos tehtaan käyttöaste on 50 %, käy tehdas puolella tuotantokyvystään. Suuressa pääomavaltaisessa teollisuudessa pyritään jatkuvasti korkeaan, jopa yli 90 %:n jatkuvaan käyttöasteeseen. Miltei 100 %:n kapasiteetin käyttöaste voi konerikkosten, raaka-aineiden tai energian tilapäisen saamattomuuden vuoksi aiheuttaa suurehkon toimitusepävarmuuden. Tämän vuoksi useimmat tuotantolaitokset mitoiteetaan kulloistakin myyntimäärää suuremmaksi, koska käyttämättömään kapasiteetin osaan sisältyy liikevaihdon kasvunvara.

8.2 Mäntäkokoospanon kapasiteetti kiertokankiverstaalla

Kiertokankiverstaalla toimii kaksi työntekijää, jotka hoitavat kokoonpanon aamu ja iltavuorossa. Kokoonpanon kapasiteetti on 16 h/päivä. Päivässä mäntäkokoospanoja valmistuu karkealla laskelmalla 1500 kpl/vuoro. Kokoonpanoja valmistuu 3000 kpl/päivä, josta pystytään laskemaan maksimikapasiteetti. Työpäiviä on vuoden aikana 258.

Nykyinen maksimikapasiteetti on $3000 \text{ kpl} * 258 / \text{d} = 774000 \text{ kpl}$

Mäntäkokoospanoja valmistetaan vuodenaikana maksiminkapasiteetilla.

774000 kpl

Vuonna 2015 mäntäkokoospanon tavoite on 45 000 kpl.

$$\frac{45\,000 \text{ kpl} * 100}{774\,000 \text{ kpl}} = 58 \% \quad \text{Käyttöaste on } 58 \%$$

Vuonna 2016 mäntäkokoospanon tavoite on 50 000 kpl.

$$\frac{50\,000 \text{ kpl} * 100}{774\,000 \text{ kpl}} = 64 \% \quad \text{Käyttöaste on } 64 \%$$

Vuonna 2017 mäntäkokoospanon tavoite on 55 000 kpl.

$$\frac{55\,000 \text{ kpl} * 100}{774\,000 \text{ kpl}} = 71 \% \quad \text{Käyttöaste on } 71 \%$$

Tutkittaessa käyttöasteita huomataan, että ne ovat liian matalia. Herätti kysymyksiä onko 400 mäntäkokoospanoa päivässä liian vähän, kun vertaa toteutumaa ja kapasiteettia. Kappaleiden toteutumamäärät ovat kapasiteettiin verrattuna matalat.

8.3 Automatisoitu kokoonpanon kapasiteetti W32

Automatisoidussa kokoonpanossa pystytään toimimaan 24 h/vuorokaudessa. Kokoonpano on suunniteltu toimimaan puskureiden avulla. Kappaleita valmistetaan 900 kpl/päivä.

$$(4500 \text{ kpl}/24 \text{ h}) * 8760 \text{ h} = 1\,642\,500 \text{ kpl}$$

Maksimikapasiteetti on 1 642 500 kpl

Vuonna 2015 mäntäkokoonpanon tavoite on 45 000 kpl

$$\frac{45\,000 \text{ kpl} * 100}{1\,642\,500 \text{ kpl}} = 27 \% \quad \text{Käyttöaste on } 27 \%$$

Vuonna 2016 mäntäkokoonpanon tavoite on 50 000 kpl

$$\frac{50\,000 \text{ kpl} * 100}{1\,642\,500 \text{ kpl}} = 30 \% \quad \text{Käyttöaste on } 30 \%$$

Vuonna 2017 mäntäkokoonpanon tavoite on 55 000 kpl

$$\frac{55\,000 \text{ kpl} * 100}{1\,642\,500 \text{ kpl}} = 32\%$$

Käyttöasteeksi muodostuisi vain 32 % mikä on todella pieni, yli puolet ajasta olisi joutokäyntiä, joka ei ole hyvä asia.

8.4 Automatisoitu kokoonpanon kapasiteetti W32 ja W20

Robottisolun lisäkäyttö W20 kiertokankien avulla saadaan käyttöastetta paremmaksi. Kuormittamalla robottisolua W20 kiertokangilla tuotanto saadaan toimimaan joustavammin ja saadaan lisää työkustannuksia pois.

W20 kiertokankien tavoite on 18700 kpl. vuonna 2015. Kiertokankia valmistetaan 112 kpl/vuoro. Vuoroja on kolme ja kiertokankia saadaan 226 kpl päivässä automatisoidulla solulla. Kiertokankien tavoite vuosina 2016 on 21 000 kpl ja 2017 tavoite on 22 000 kpl.

$$\frac{226 \text{ kpl}}{24 \text{ h}} * 8760 \text{ h} = 82\,490 \text{ kpl}$$

W20:sen kapasiteetti on 82 490 kpl/vuosi

W32:sen kapasiteetti on 1 642 500 kpl joka on $\frac{1}{3}$ W20:sen tuotannosta, kun verrataan W32 kiertokangen kapasiteettia. W20 tuotannon kanssa saadaan 547 500 kpl kapasiteetiksi.

W20 kiertokanki kapasiteetti oli $\frac{1}{3}$ verrattuna W32:seen

$$3 * 63\,700 \text{ kpl} = 191\,100 \text{ kpl} \qquad 45\,000 \text{ kpl} + (63\,700 \text{ kpl} * 3) = 236\,100 \text{ kpl}$$

$$1\,642\,500 \text{ kpl} - 236\,100 \text{ kpl} = 1\,406\,400 \text{ kpl}$$

$$\frac{236\,100 \text{ kpl} * 100}{1\,406\,400 \text{ kpl}} = 45 \%$$

Vuonna 2015 käyttöaste on 45 %

Vuonna 2016 tavoite on 21 000 kpl W20 kiertoankea

$$50\,000 \text{ kpl} + (63\,700 \text{ kpl} * 3) + 2\,300 \text{ kpl} = 234\,400 \text{ kpl}$$

$$\frac{234\,400 \text{ kpl} * 100}{236\,100 \text{ kpl}} = 61 \%$$

Vuonna 2016 käyttöaste on 61 %

Vuonna 2017 tavoite on 29 000 kpl

$$55\,000 \text{ kpl} + (63\,700 \text{ kpl} * 3) + 3\,300 \text{ kpl} = 249\,400 \text{ kpl}$$

$$\frac{249\,400 \text{ kpl} * 100}{236\,100 \text{ kpl}} = 65 \%$$

Vuonna 2017 käyttöaste on 65 %

Robottisolun kapasiteetit:

W32 on 1 642 500 kpl

W20 on 82 490 kpl

Valmistaessa kumpaakin kappaletta kapasiteetti on 236 100 kpl.

Käyttöaste on vieläkin liian matala, vaikka robottisolulle lisättiin työtehtäviä. Käyttöaste on lähempänä haettua 70-80 % käyttöastetta. Vielä on mahdollista työllistää automatisoidulla solulla enemmän, jotta käyttöastetta saataisiin normaalitasolle.

9 INVESTOINTI

Investointilaskentamenetelmien avulla arvioidaan investoinnin kannattavuutta ja tehdään ennuste investointihankkeen taloudellisista seuraamuksista. Investoinnit ovat yleensä luonteeltaan sellaisia, että aluksi uhrataan resursseja ja myöhemmin niitä vastaan saadaan positiivisia nettokassavirtoja. /2/

Laskentamenetelmät voidaan jakaa Niskasen ja Niskasen (2000, 310) mukaan modernin investointiteorian mukaan kehittyneisiin ja perinteisiin menetelmiin. Kehittyneitä menetelmiä heidän mukaansa ovat nettonykyarvomenetelmä ja sisäisen korkokannan menetelmä. Perinteisimpiä menetelmiä ovat taas muun muassa investoinnin takaisinmaksuajan menetelmä ja investoinnin tuottoprosenttimenetelmä, jotka ovat sisäisen korkokantamenetelmän yksinkertaisempia versioita. /2/

9.1 Investointiesitys

Investointiesitys on tehty Wärtsilän standardipohjaan, joka on kahdeksansivuinen PowerPoint-esitys. Esitelmä on englanniksi ja siihen on sisällytetty kaikki tarvittava tieto investoitavasta kohteesta.

Taustatiedot

Taustatiedoissa kuvaillaan ongelmaa, johon ehdotus on ratkaisu. Taustatiedoissa kuvaillaan myös miten ehdotettu investointi soveltuu tämänhetkiseen strategiaan ja budjettiin.

Hyödyt

Kartoitetaan investoinnin tuomia etuja, esimerkiksi tuotannon ja toiminnan tehostamiseen liittyvät edut, laatuun ja suorituskykyyn liittyvät edut ja turvallisuuteen liittyvät edut.

Perusoletukset

Käydään läpi oletukset joihin ehdotus perustuu ja minkä takia investointi on ajankohtainen.

Vaihtoehdot

Kerrotaan mitä vaihtoehtoisia kohteita on ollut tutkimuksen aikana, mutta ovat sitten hylätty. Kerrotaan myös mitä siitä seuraa jos ehdotus hylätään, esimerkiksi ongelmien lisääntyminen.

Aikataulu

Sivulle merkitään projektin aikataulu investoinnin hyväksymisestä alkaen. Tärkeitä aikataulun kohtia ovat tilaus- ja toimituspäivämäärät sekä laitteiden käyttöönottopäivämäärä.

Taloudellinen yhteenveto

Tänne on kerätty rahoituslaskelmassa käytetystä taulukosta tärkeimpiä lukuja, esimerkiksi investoinnin hinta, takaisinmaksuaika, sisäinen tuotto prosentti ja nettonykyarvo.

Herkkyyshanalyysi

Lasketaan miten 10 % muutos vaikuttaa rahoituslaskelman tärkeimpiin lukuihin.

Tiivistelmä

Tiivistetään kaikki tärkeimmät tiedot ja luvut esityksestä ja kerrotaan miten niihin päästiin.

9.2 Investointiyhteenveto

Investointi ei ollut kannattava nykyisellä suunnitelmalla (LIITE 1). Investoinnin takaisinmaksuaika oli liian pitkä. Investointiin lisättiin W20 kiertokangen tuotanto robotisoidulla menetelmällä. Kustannussäästöjä tuli näiden yhteistuotannosta, jolla saatiin investoinnista kannattava. Tuotantosäästöt koostuivat pääosin työntekijöiden palkoista.

10 YLEINEN OSAKOKOONPANOSOLUN KEHITTÄMINEN

Opinnäytetyössä pohditaan myös yleistä kehittämisideaa osakokoonpanopuolelle, millä saataisiin paremmat työolosuhteet ja mikä asia olisi parantamisen tarpeessa. Työntekijöiden mielipiteitä kuunnellen ilmaantui parannusehdotus.

Männäntapit tulevat lavalla, jossa ne on pinottu vaakatasoon lavaa nähden. Tapit loppuvat nopeasti, koska ne vievät niin paljon haittatilaa pakkausvaiheessa. Männäntapit tulisi kuljettaa pystyasennossa tietenkin hyvin suojattuina. Tämä kehitys-idea mahdollistaa tappeja mahtumaan enemmän lavalle ja tapit riittävät kauem-
min.

11 YHTEENVETO

Työssä oli tarkoitus luoda osakokoonpanolle helpottava automatisoitu kiertokangen osakokoonpano, joka helpottasi työkuormaa. Opinnäytetyössä tutkittiin myös kiertokangen virtausta layoutpohjien avulla ja miten saataisiin kiertokangen läpimenoaikaa pienemmäksi. Läpimenoaika pienentyi, kun välivarastointi ei tarvita.

Kapasiteettilaskuissa huomasin robottisolun käyttöasteen alhaiseksi, vaikka lisäsin robottisolulle työmäärää. Robottisolu helpottaa työkuorman tekoa, mutta ei ole vielä kannattava. Robottisolulla olisi enemmän seisona tunteja, kuin työstötunteja. Automatisoidulla kokoonpanolla hyöty on tällä hetkellä, että sillä pystytään helpottamaan työntekijöiden työkuormaa.

Parhaasta layoutratkaisusta tehtiin investointiesitys. Investoinnissa huomattiin, että pelkkä W32 kiertokanki ei riitä kattamaan investointia. Jouduimme lisäämään investointilaskelmaan W20 kiertokangen valmistuksen, joka toi lisäsäästöjä ja saimme investointilaskelman takaisinmaksuajan kolmeen vuoteen.

Työssä pohdittiin myös yleisiä parannuksia osakokoonpanopuolelle. Yleisiä parannuksia olivat männäntappien kuljetuksen kehittäminen. Männäntapit tulisivat pystyasennossa lavalla, koska ajatuksena olisi että lavalle mahtuisi enemmän männäntappeja, joka helpottaisi työntekijän työskentelyä.

LÄHTEET

/1/ Wärtsilä-kotisivu. Viitattu 5.2.2015. http://wartsila.fi/fi_FI/etusivu

/2/ Niskanen, J. & Niskanen, M. 2000. Yritysrahoitus. Helsinki: Oy Edita Ab.

/3/ Leppiniemi, J. & Puttonen, V. 2002. Yrityksen rahoitus. Porvoo: WS Bookwell Oy.

/4/ edu.fi/oppimateriaalit/tuottavatehdas/ Viitattu 10.3.2015

/5/ Haverila M., Uusi-Rauva E., Kouri I. & Miettinen A. V.2009 Teollisuustalous. Tampere: Hämeen Kirjapaino Oy

/6/ Aaltonen K., Torvinen S. & Werner Söderström Oy V.1997 Konepaja-automaatio. Porvoo WSOY -kirjapainoyksikkö

/7/ Lapinleimu I., Kauppinen V. & Torvinen S. V.1997 Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo WSOY -kirjapainoyksikkö

LIITE

Investoinnin sisäinen korkokanta		
	W32	W32 & W20
Perushankintakustannus	-500 000,0 €	-500 000,0 €
1. vuoden nettotuotot	150 000,0 €	250 000,0 €
2. vuoden nettotuotot	150 000,0 €	250 000,0 €
3. vuoden nettotuotot	150 000,0 €	250 000,0 €
4. vuoden nettotuotot	150 000,0 €	250 000,0 €
5. vuoden nettotuotot	150 000,0 €	250 000,0 €
Sisäinen korko	15,24 %	41,04 %

Takaisinmaksuaika	
Vuosikorko	7 %
Vuotuinen nettotuotto	150 000,00 €
Perushankintakustannus	-500 000,00 €
Taikaisinmaksuaika (v)	3,93

Investoinnin nykyarvo	
Korkokanta	7 %
Perushankintakustannus	-500 000,0 €
1. vuoden nettotuotot	- €
2. vuoden nettotuotot	150 000,0 €
3. vuoden nettotuotot	150 000,0 €
4. vuoden nettotuotot	150 000,0 €
5. vuoden nettotuotot	150 000,0 €
6. vuoden nettotuotot	150 000,0 €
7. vuoden nettotuotot	150 000,0 €
8. vuoden nettotuotot	150 000,0 €
9. vuoden nettotuotot	150 000,0 €
10. vuoden nettotuotot	150 000,0 €
Nettonykyarvo	413 350,32 €