



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Joonas Harjula

TYÖN VAKIINNUTTAMINEN BIG CO-
VER- SOLUSSA LEAN MANAGEMENT-
PERIAATTEIDEN MUKAISESTI

Tekniikka ja liikenne
2013

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Joonas Harjula
Opinnäytetyön nimi	Työn vakiinnuttaminen Big Cover- solussa Lean management- periaatteiden mukaisesti
Vuosi	2013
Kieli	suomi
Sivumäärä	65 + 2 liitettä
Ohjaaja	Pekka Ketola

Tämä kone – ja tuotantotekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö tehtiin Vaasan ammattikorkeakoululle. Työn toimeksiantaja oli Wärtsilä Oyj Abp Vaasan toimitusyksikön Moduulikoneistusverstas ja työ toteutettiin ajalla 1.9.2013- 31.3.2014.

Opinnäytetyö on rajattu käsittämään Vaasan toimitusyksikön moduulikoneistusosaston Big Cover- solun työn vakiinnuttamista. Tavoitteena oli luoda yhtenäiset ja selkeät työtavat sekä hyvä ohjeistus työn suorittamiselle. Prosessista karsittiin tuotannon hukcatekijöitä Lean management- periaatteiden mukaisesti.

Työssä kartoitettiin ensimmäiseksi prosessin nykytilanne. Hukcatekijöitä alettiin miettiä ja keksiä parempia ratkaisuja, jotta ne voitaisiin poistaa prosessista. Tämän jälkeen luotiin uusi toimintamalli, jossa esimerkiksi työstökoneille on tehty sellaiset jäysteenpoisto- ohjelmat, ettei jäysteenpoistoa tarvitse suorittaa latausasemalla.

Uudet työohjeet laadittiin uuden toimintamallin tavoitteiden mukaan ja ne ovat tarkoitettuja olemaan helppolukuisia. Työohjeiden käyttöönotto jää solun työnhoidon vastuulle.

ABSTRACT

Author	Joonas Harjula
Title	The Standardization of Work in Big Cover- Unit by the Principles of Lean Manufacturing
Year	2013
Language	Finnish
Pages	65 + 2 Appendices
Name of Supervisor	Pekka Ketola

This thesis was done at Vaasa Module Machining Unit in Wärtsilä. This thesis was done between 1.9.2013- 31.3.2014.

The topic of this thesis was the standardization of work at Big Cover- unit using Lean Tools to eliminate waste during process. The objective of this thesis was to create a common and clear way to work using a working manual, which has been attached to the appendices.

The current state of machinery was surveyed first. Then the surveying of the waste factors of the process was started and step by step eliminating the most of them by better solutions. The creation of new machinery programs was started to reach the goal. The new standard of activity was created within these earlier issues.

The new working manuals were created by the new standard of activity and they are meant to be easily available and easy to read. The responsibility of introduction the working manuals are with foremen. The manuals should also be updated periodically.

Keywords	Standardization of work, Lean Tools, Waste, The new standard of activity
----------	--

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVALUETTELO.....	7
TAULUKKOLUETTELO	9
LYHENTEET JA KÄSITTEET	10
LIITELUETTELO	65
1 JOHDANTO.....	12
1.1 Tarve opinnäytetyölle	12
1.2 Opinnäytetyöntyön aihe ja rajaus.....	12
1.3 Työn etenemisen seuranta.....	13
1.4 Lupa- asiat.....	13
2 OPINNÄYTETYÖN TOIMEKSIANTAJA	14
2.1 Wärtsilä Oyj yrityksenä	14
2.2 Wärtsilä Oyj:n haasteet	15
2.3 Wärtsilä Lean	16
2.4 Big Cover – solu	16
3 LEAN MANAGEMENT- PERIAATTEET.....	18
3.1 Yleistä	18
3.2 6s- menetelmä	18
3.3 Just in time (JIT)	20
3.4 Value Stream Map	21
3.5 Laadunvalvonta.....	21
3.6 Virtaava tuotanto.....	23
3.7 Eräkoon vaikutus	23
3.8 Jatkuva parantaminen.....	24
3.9 Hukka.....	25
3.9.1 Odottaminen.....	26
3.9.2 Varastointi.....	26
3.9.3 Ylituotanto	27
3.9.4 Laatuvirheet.....	27
3.9.5 Ylimääräinen liike.....	28

	5
3.9.6 Turhat kuljetukset.....	28
3.9.7 Turha käsittely.....	28
3.9.8 Ylilaatu.....	29
4 TUOTANTOPROSESSIN NYKYTILANNE	30
4.1 Yleistä.....	30
4.2 V-moottorin pumppukotelo	30
4.2.1 Valmistusprosessi.....	31
4.2.2 Robotti.....	35
4.2.3 Koeponnistusasema.....	37
4.2.3.1 Koeponnistusprosessi.....	37
4.2.3.2 Koeponnistusprosessi tuotannossa.....	39
4.2.4 Laadun varmistus	41
4.2.4.1 Mittaukset	41
4.2.4.2 Visuaalinen tarkastus	41
4.3 Turbohyllyn kannatin.....	42
4.3.1 Valmistusprosessi.....	44
4.3.2 Robotti.....	47
4.3.3 Koeponnistusasema.....	48
4.3.3.1 Koeponnistusprosessi.....	48
4.3.3.2 Koeponnistusprosessi tuotannossa.....	50
4.3.4 Laadun varmistus	52
4.3.4.1 Mittaukset	52
4.3.4.2 Visuaalinen tarkastus	53
4.4 Logistiikka	53
5 UUDEN TOIMINTAMALLIN LUOMINEN	54
5.1 Kehitysideat tuotannon jatkuvaan parantamiseen.....	54
5.1.1 V-moottorin pumppukotelo.....	54
5.1.2 Pumppukotelon koneistuksen uusi toimintamalli	54
5.2 Turbohyllyn kannatin.....	56
5.2.1 Kannattimen koneistuksen uusi toimintamalli	58
6 TYÖOHJEIDEN LAATIMINEN	61
6.1 Yleistä.....	61

6.2 Koeponnistusohjeet.....	61
7 YHTEENVETO	62
7.1 Tavoitteiden saavuttaminen	62
7.2 Saavutetut hyödyt.....	62
7.3 Henkilökohtainen kehittyminen.....	63
LÄHDELUETTELO.....	64

KUVALUETTELO

Kuva 1.	Wärtsilä Oyj:n matriisirakenne	s. 14
Kuva 2.	6s- malli	s. 19
Kuva 3.	8 hukkaa	s. 26
Kuva 4.	Työtehtävät ennen 1-vaiheen koneistusta	s. 32
Kuva 5.	Työtehtävät ennen robottijäystä	s. 33
Kuva 6.	Työtehtävät robottijäystä eteenpäin	s. 33
Kuva 7.	Työtehtävät ennen 2-vaiheen koneistusta	s. 33
Kuva 8.	Työtehtävät ennen robottijäystä	s. 34
Kuva 9.	Työtehtävät 2- vaiheen koneistuksen jälkeisestä robottijäystä valmiiksi koneistettuun kappaleeseen	s. 34
Kuva 10.	Koeponnistuksen ensimmäinen työvaihe	s. 38
Kuva 11.	Koeponnistuksen viimeinen työvaihe	s. 38
Kuva 12.	Esimerkki V-moottorin pumppukotelon koeponnistuksesta	s. 40
Kuva 13.	Koneistettu turbohyllyn kannatin	s. 43
Kuva 14.	Turbohyllyn koneistuksen prosessi 1-vaiheen koneistukseen saakka	s. 45
Kuva 15.	1-vaiheen koneistuksen jälkeiset ensimmäiset tehtävät	s. 46
Kuva 16.	Työtehtävät robottijäystä 2-vaiheen koneistukseen	s. 46

- Kuva 17.** 2-vaiheen koneistuksen jälkeiset tehtävät robottijäystöön saakka s. 46
- Kuva 18.** Turbohyllyn koneistusprosessin viimeiset tehtävät s. 47
- Kuva 19.** Turbohyllyn koeponnistuksen prosessin ensimmäiset tehtävät s. 48
- Kuva 20.** Työtehtävät tulppauksen jälkeisestä nostokorvien kiinnityksestä paineistettuun koeponnistukseen s. 49
- Kuva 21.** Prosessin viimeisimmät työtehtävät laippojen ja tulppien irrotuksesta visuaaliseen tarkastukseen s. 49
- Kuva 22.** Esimerkki turbohyllyn koeponnistuksesta s. 51
- Kuva 23.** Mittatulkin käyttö turbohyllyn valua kiinnitettäessä s. 52
- Kuva 24.** Esimerkki valimon merkinnästä valun taustapuolella s. 57

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Konsernin avainluvut	s. 15
Taulukko 2. Pumppukotelon koko prosessin tilastot	s. 31
Taulukko 3. Pumppukotelon koeponnistuksen tilastot	s. 37
Taulukko 4. Turbohyllyn kannattimen prosessin tilastot	s. 44
Taulukko 5. Turbohyllyn kannattimen koeponnistuksen prosessin tilastot	s. 50

LYHENTEET JA KÄSITTEET

Big Cover	Big Cover on koneistusyksikkö, jossa koneistetaan kotelomaisia kappaleita kahdella työstökoneella.
FMS	Tarkoittaa joustavaa tuotantojärjestelmää, jonka lyhenne tulee englannin kielen sanoista Flexible Manufacturing System. FMS:n keskeisiä tekijöitä ovat automaatio ja tuotantosolut.
VSM	Value Stream Mapissa tehtävät kuvataan tapahtumajärjestyksessä. Niille on määritetty kesto sekä se, että onko tapahtuva työ jalostavaa vai jalostamatonta.
Doosan	Doosanilla koneistetaan 1-vaihe tietyistä sylinterikansista sekä valmistetaan säätimen käyttölaiteita ja esikammion runkoja.
Wotan	Wotan on koneistusyksikkö, jossa korjataan muun muassa työssä käsiteltävässä turbohyllyn kannattimessa ilmaantuneita valuvikoja.
TPM	TPM on kokonaisvaltainen, ennalta ehkäisevä kunnossapito. Lyhenne tulee englannin kielen sanoista Total Productive Maintenance. TPM lukeutuu keinoihin, joilla yritys pystyy varmistamaan kapasiteettinsa tehokkaan käytön.
Jäystäminen	Tarkoittaa jäysteenpoistoa erilaisia työkaluja apuna käyttäen. Tyypillisiä työkaluja jäystämiseen ovat kartiopora, kartiohiomakivi, ”räpäskä” ja koneviila. Kaikessa jäystämisessä on yhtenäistä se, että reiän, reunan tai muun ympäriltä halutaan jäyste pois ja se tehdään työkaluilla. Robotti suorittaa myös tiettyjen reikien ja reunojen jäystämisen opinnäytetyössä kartoitetuille osille.
Senkkaus	Senkkaus on jäysteenpoistoa kartioporaa apuna käyttäen. Kartiopora tekee reiän ympärille viisteen ja samalla tapahtuu jäysteenpoisto.
Helicoil	Turbohyllyn kierrereikään ruuvattava kierre.

Renishaw- Työstökoneen käyttämä mittalaite, jolla mitataan, että reikä on
mittalaite oikean kokoinen ja oikeassa paikassa.

1 JOHDANTO

1.1 Tarve opinnäytetyölle

Tämä opinnäytetyö tehtiin Wärtsilä Finland Oyj:n toimeksiannosta. Opinnäytetyön aihe käsittelee työn vakiinnuttamista ja tuotannon hukkatekijöiden poistamista Lean management- periaatteiden mukaisesti.

Lähtökohta opinnäytetyön toimeksiannolle on, että Wärtsilä Oyj:n Big Cover- solussa työntekijöillä on eri tapoja tehdä työtä. Työn vakiinnuttamisella pyritään siihen, että työohjeet ovat selkeät ja tätä kautta löydetään yhtenäiset työtavat. Työohjeet ovat päivittäisessä käytössä ja helposti saatavilla.

Lean management- periaatteita sovelletaan nykyisin monissa teollisuusyrityksissä. Periaatteet ovat vakiinnuttaneet itsensä näyttämällä tuloksia tehokkaammasta tuotannosta. Useat suuret suomalaiset teollisuusyritykset käyttävät Lean - management- periaatteita tuotannossaan.

Wärtsilä Oyj on ottanut Wärtsilä Lean - ohjelman käyttöön vuonna 2009. Lean - periaatteiden on todettu parantavan laatua ja vähentävän kustannuksia tuotannossa. Tästä syystä nähtiin tarpeelliseksi tehdä opinnäytetyö Lean management- periaatteiden vakiinnuttamiseksi Big Cover- solussa. Tavoitteena on myös työn tehokkuuden parantaminen ja läpimenoajan lyhentäminen.

1.2 Opinnäytetyön aihe ja rajaus

Opinnäytetyö rajattiin käsittelemään kahta koneistettavaa moottorin komponenttia. Nämä osat ovat V-moottorin pumppukotelo ja turbohyllyn kannatin. Näiden kahden komponentin tuotantoprosessista poistettiin hukkatekijöitä ja pyrittiin saamaan komponenttien prosessia muutenkin kevyemmäksi. Komponenttien prosessit on kuvattu työssä kokonaisuudessaan.

Opinnäytetyön teoriaosuus koostuu yritysesittelystä ja Lean management- teoriasta. Käytännön eli empiirinen osuus koostui nykyprosessin kartoituksesta, uuden

toimintamallin luomisesta, työohjeiden laatimisesta sekä yhteenvedosta. Yhteenvedossa käydään läpi, kuinka työ on kokonaisuudessaan onnistunut.

1.3 Työn etenemisen seuranta

Työn alkaessa tehtiin henkilökohtainen aikataulu. Wärtsilä Oyj asetti myös päivämäärän, johon mennessä työn tulisi olla valmis. Työn etenemisestä on pidetty palavereita niin koulun puolesta ohjaavan opettajan kuin toimeksiantajan ohjaajan kanssa. Palavereita on pidetty myös uuden toimintamallin luomisen puitteissa.

1.4 Lupa- asiat

Opinnäytetyössä on kuvattu videomateriaalia, jota on hyödynnetty niin prosessin kartoituksessa kuin työohjeita tehdessäkin. Työssä käytetyt kuvat ovat useimmiten henkilökohtaisesti kuvattuja. Kuvaamiseen tarvittiin Wärtsilä Oyj:ssä erityislupa, joka myönnettiin koko opinnäytetyön kirjoittamisen ajalle.

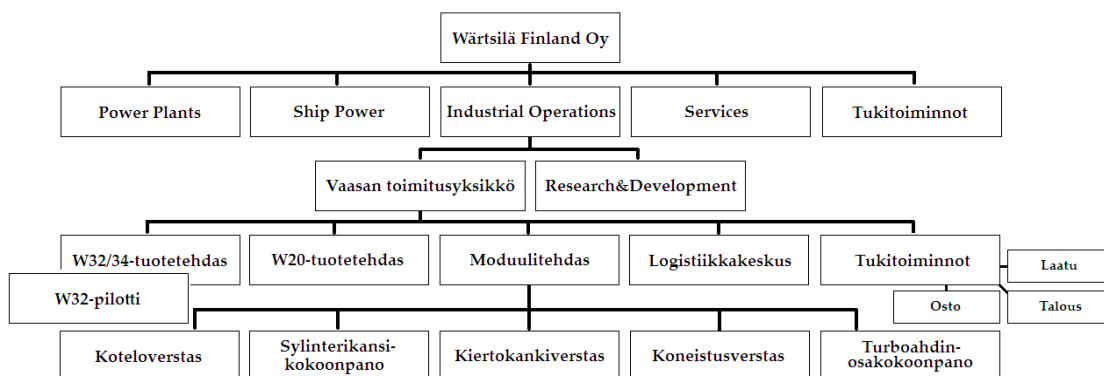
2 OPINNÄYTETYÖN TOIMEKSIANTAJA

2.1 Wärtsilä Oyj yrityksenä

Wärtsilä Oyj on globaali merenkulun ja energiamarkkinoiden voimaratkaisujen toimittaja. Yhtiö tukee asiakasyrityksiään koko tuotteiden elinkaaren ajan. Wärtsilä Oyj:n huoltoverkosto on laaja, ja se on aina asiakasta lähellä. Tehtaitakin on ympäri maailman, aina lähellä asiakasta. Wärtsilä Oyj maksimoi alusten ja voimalaitosten ympäristötehokkuuden ja taloudellisuuden keskittymällä teknologisiin innovaatioihin ja kokonaishyötysuhteeseen. /14/

”Wärtsilä-konsernilla on vankka, yli 175 vuoden kokemus asiakkaiden palvelemisesta niin maalla kuin merellä.” Yrityksen pääkonttori sijaitsee Suomessa, ja sillä on toimipisteitä ympäri maailman 70:ssä eri maassa. /14/

Wärtsilä Oyj konserni koostuu kuvan 1 matriisin mukaisista yksiköistä.



Kuva 1. Wärtsilä Finland Oy:n matriisirakenne. /7/

Vuonna 1936 Wärtsilä osti Onkilahden konepajan Vaasassa ja vuonna 1954 siellä alettiin valmistaa dieselmootoreita. Yhtiö koostuu nykyisin kolmesta liiketoiminta-alueesta, joita ovat Ship Power, Power Plants ja Services. Kaikkia näitä liiketoiminta-alueita yhdistävät samat arvot ja visio. Vaasan toimitusyksikkö vastaa Ship Powerin ja Power Plantsin toimitetuista moottoreista. Vuonna 2012 julkistettu tulos liikevaihdon, -tuloksen ja tilausten arvon suhteen on esitetty seuraavassa taulukossa 1.

Taulukko 1. Konsernin avainluvut.

Liikevaihto	4,73 miljardia euroa
Liiketulos	515 miljoonaa euroa
Tilausten arvo	4,9 miljardia euroa

Wärtsilä Oyj:n osakkeet ovat pörssinoteerattuja Helsingin pörssissä NASDAQ OMX Helsinki. /14/

2.2 Wärtsilä Oyj:n haasteet

”Maailman kuljetus- ja energiatarpeet ovat muuttumassa väestönkasvun, talouskehityksen ja kehittyvien markkinoiden nousun myötä.” Nämä trendit luovat uusia liiketoimintamahdollisuuksia sekä samalla vakavia haasteita, kuten kiihtyvä ilmastonmuutos. Myös luonnonvaroihin kohdistuva paine kasvaa jatkuvasti. Sekä energia- että merenkulkualan ympäristövaatimukset ovat kiristyneet jatkuvasti.

Maailmantalouden epävakaa tilanne jatkuu edelleen. Kiristynyt kilpailutilanne, polttoaineiden kallistuminen ja maailman talouskehitykseen liittyvät huolet aiheuttavat paljon epävarmuutta alalla. Nykymaailmassa Wärtsilä Oyj:n asiakkaat etsivät tapoja parantaakseen kilpailukykyään. Tällaisia tapoja ovat muun muassa toimituskustannusten alentaminen, energiatehokkuuden parantaminen sekä investoitujen laitteiden hyödyntäminen mahdollisimman tehokkaasti.

Maailmantilanteen asettamat haasteet vaativat luovia ja innovatiivisia ratkaisuja. Wärtsilä Oyj:llä sitoudutaan tarjoamaan näihin haasteisiin vaadittuja ratkaisuja. Kun Wärtsilä Oyj pysyy teknologian kehityksen eturintamassa, auttaa se myös heidän asiakkaitaan kehittymään kestävästä kehityksestä mukaisesti. /14/

2.3 Wärtsilä Lean

Wärtsilä Oyj otti Lean management- periaatteet osaksi tuotantoajatteluaan vuonna 2009. Työturvallisuus on tärkeä osa Wärtsilän Lean management- ohjelmaa. Wärtsilän Lean management- ohjelmaan kuuluu myös laadun 100 % varmistus. Tähän sisältyy lopputuotteen visuaalinen tarkastus sekä tarkastukset esimerkiksi jokaisen koneistusvaiheen päätyttyä. Ylilaaatu poistetaan myös Wärtsilän Lean management- oppien mukaisesti. Lean management- periaatteista on kerrottu enemmän luvussa 3.

2.4 Big Cover – solu

Moduulikoneistus osastoon kuuluvat seuraavat osastot: Big Cover, sylinterikansikoneistus, Doosan, pulttisolu, protokoneistus ja W20 moduulikokoonpano. Moduulikoneistus on yksi moduulitehtaan osastoista. Muita siihen kuuluvia osastoja ovat kiertokankivalmistus ja moduulikokoonpano. Big Cover- solu sijaitsee Wärtsilä 32 Pilot- tehtaassa, sylinterikansikoneistussolun vieressä. 32 Pilot- tehtaassa sijaitsevat myös lohkolinja, W20- ja W32- sylinterikansien manuaaliasennus- yksiköt, Pilot- kokoonpano sekä moottorien koeajo.

Wärtsilä Oyj:n Big Cover- solussa koneistetaan niin rivi- kuin V-moottorin osia omaan tuotantoon. Big Cover- solussa koneistetaan seuraavia osia: turbohyllyn kannattimia, kahta erilaista pumppukoteloa eli rivi- ja V-moottoriin, satuloita, E-mallin sylinterikansia sekä voiteluöljymoduulin päätyjä ja kannattimia. Alihankkijoita Big Cover- solulla ovat Componenta Oy, Laksmi ja Fronberg-Guss. Nämä alihankkijat toimittavat valuja juuri kartoitettaviin moottorin osiin.

Big Cover- solussa työskentelee 16 koneistajaa. Moduulikoneistuksen päällikkö on Mikael Storlund ja Big Coverin työnjohtaja Jussi Minni. Big Coverilla on myös kaksi menetelmämiestä, jotka ovat Juha Ruostetoja ja Sami Unkuri.

Big Cover- solussa on kaksi Burkhardt Weber- työstökoneita. Suurempi on mallia MCX 1200 ja pienempi mallia MCX 750. MCX 1200- koneella ajetaan pumppukotelot, turbohyllyt ja voiteluöljymoduulien päädyt sekä kannattimet. MCX 750-

koneella ajetaan satulat ja E-mallin sylinterinkannet. E-mallisten sylinterikansien koneistus siirretään sylinterikansikoneistusosastolle helmikuun 2014 aikana.

3 LEAN MANAGEMENT- PERIAATTEET

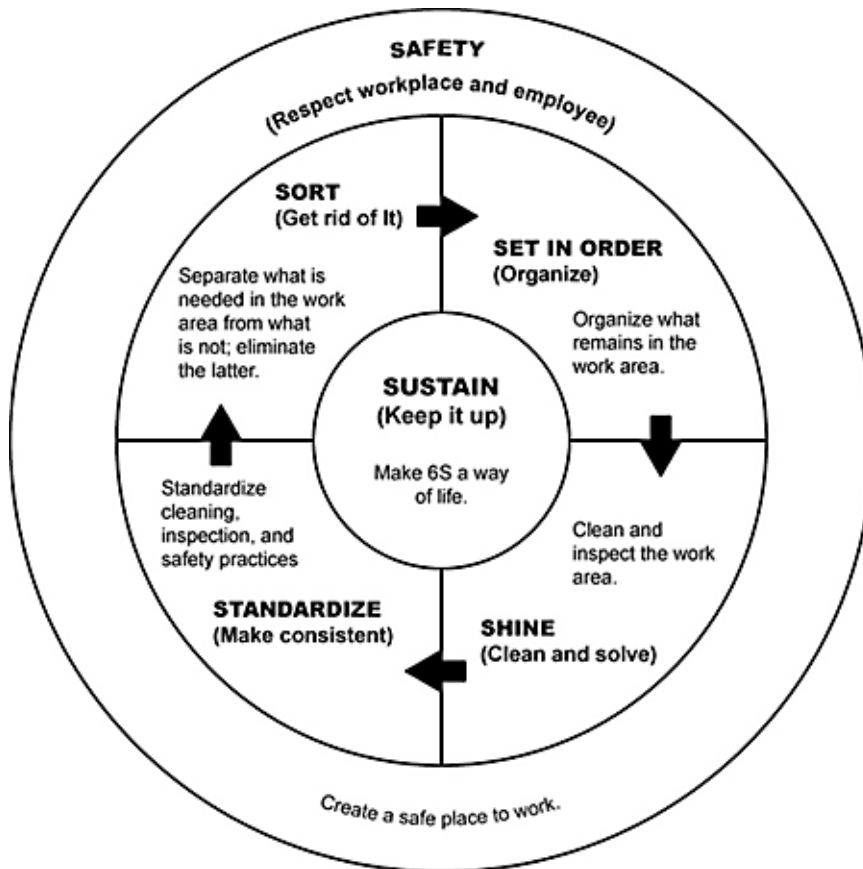
3.1 Yleistä

Tämän opinnäytetyön käytännön osuus pohjautuu Lean management ajattelumalliin. Lean management tuotannonohjauksen malli on peräisin Japanin autotehtailta. Sitä hyödynnetään monissa muissakin suuremmissa teollisuusyrityksissä. Lean management- periaatteet ovat yleistyneet teollisuudessa siitä seuranneen asiakasyytyväisyyden myötä. Lean management tarkoittaaakin karkeasti, että päästään matalammilla kustannuksilla sellaiseen tuotteeseen, jonka arvo on lisääntynyt asiakkaan näkökulmasta. Tavoitteena on pienentää varastoja ja eräkokoja sekä välttää ylimääräisiä kuljetuksia. Työohjeiden tulee olla selkeät ja ajan tasalla, jotta ei tehdä monta kertaa samaa työvaihetta. 6s on tärkeä Lean managementin työkalu niin siisteyden, järjestyksen, oikeiden työkalujen ja -menetelmien kannalta. Työn standardisointi on yksi osa 6s-menetelmää, johon tämä opinnäytetyö pohjautuu.

3.2 6s- menetelmä

6s- menetelmän nimi muodostuu englannin kielen sanoista sort, set in order, shine, standardize, sustain ja safety. Sort- sana tarkoittaa, että pidä vain sellaiset työkalut ja – välineet työpisteesi läheisyydessä, mitä tarvitset. Kaikki ylimääräinen on poistettava työpisteen läheisyydestä. Set in order tarkoittaa, että järjestele ne työkalut ja – välineet, jotka päätät jättää työpisteelle. Shine tarkoittaa, että työpiste tai tuotantosolu on siivottava ja tarkkailtava siisteyttä. Standardize tarkoittaa, että siivous, tarkkailu ja turvavälineet täytyy standardoida. Standardize tarkoittaa myös itse työn tekemisen standardointia eli työn vakiinnuttamista. Sustain tarkoittaa, että järjestys ja siisteys on ylläpidettävä jatkuvasti. Safety tarkoittaa työturvallisuutta, joka koskee kaikkea tehtyä työpaikalla. Työturvallisuusohjeita tulee jatkuvasti noudattaa, kuten myös käyttää suojavälineitä ja standardoituja nostimia.

Nämä asiat ja niiden yhteydet on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. 6s- malli. /1/

Yleinen ongelma tuotantotyössä on se, että työvälineitä ja tavaroita etsitään jopa viidennes tuotantotyöntekijän kokonaistyöajasta. Edellä mainitun 6s- periaatteen mukaisella työskentelyllä saadaan työvälineet ja tavarat pidettyä järjestyksessä sekä hyvässä kunnossa. 6s- mallia noudattamalla pystytään lyhentämään asetusai-koja jopa puolella. Tästä syystä onkin erityisen tärkeää, että jokaisella työpisteellä ja tuotantolinjalla yleisesti vallitsee hyvä järjestys. /6/

Esimerkiksi Wärtsilässä tehdään yksikkökohtaisia 6s- kierroksia, joissa tarkkailaan edellä mainittuja asioita sekä niiden toteutumista. Havainnoista tehdään rap-ortti ja niitä seuraamalla voidaan tarkastella 6s- mallin kehittymistä.

3.3 Just in time (JIT)

Just in time- menetelmän kehitti Taiichi Ohno 1950- luvulla. JIT kuuluu kokonaisvaltaisen laadunvalvonnan TQC ja resurssien hyödyntämisen ohella nykyisen tuotantoajattelun keskeisiin periaatteisiin. JIT- periaatteen mukaisesti tuotetaan oikeaa tuotetta, oikea määrä, oikeassa paikassa, oikeaan aikaan. Yleisesti JIT- periaate tarkoittaa, että tehdään tilauksesta eikä tarpeettomasti suuria määriä puskurivarastoihin. JIT- ajattelumallissa voidaan tunnistaa 5 eri tasoa, joista jokaisella on omat piirteensä. Tasot ovat seuraavat:

- Ensimmäinen ajatus on, että tuote toimitetaan asiakkaalle oikeaan aikaan ja pienissä erissä. Tämä voi johtaa siihen, että alihankkijat varastoivat tuotteita liikaa, pystyäkseen varmasti toimittamaan asiakkaalleen tuotteita heti tilauksen tultua. Tästä saatetaan ymmärtää, että JIT siirtää varastoinnin riskit ja kustannukset alihankkijoille. Se ei kuitenkaan ole JIT- periaatteen tarkoitus, vaan tarkoitus on vähentää varastoja tuotantoketjussa aina alihankkijasta lopputuotteen käyttäjälle saakka.
- Yritysjohto pitää JIT- periaatetta tehokkaana keinona vähentää varastoja tuotannosta.
- JIT muutetaan jatkuvaksi prosessiksi, jonka avulla yritys kehittää tuotantomenetelmiään. Varastot vähenevät ja siitä syystä tuottavuus ja laatu paranevat.
- JIT muutetaan tuotantostrategiaksi, jonka avulla yritys voi olla kilpailukykyinen niin asiakaspalvelun, joustavuuden, laadun kuin tuotantokustannusten alalla.
- JITistä muodostetaan kokonaisvaltaisen tuotantofilosofian kulmakivi. Tuotannon käsitys laajenee pelkästä tuotantotoiminnasta tuotantoyritykseen kokonaisuutena. Yrityksen kaikki muutkin toiminnot, kuten markkinointi ja tuotesuunnittelu perustuvat uuteen filosofiaan. /15/

3.4 Value Stream Map

VSM kehitettiin apukeinoksi suunnitellun, tilatun ja valmistetun kappaleen prosessin kierron kartoittamiseen sekä hukan poistamiseen. VSM luokittelee tehdyn työn kolmeen kategoriaan:

- tuotteen arvoa lisäävät työt asiakkaan näkökulmasta
- tuotteen arvoa lisäämättömät työt, jotka ovat välttämättömiä tuotteen kehityksessä tai sen valmistusprosessissa
- tuotteen arvoa lisäämättömät työt, jotka voidaan poistaa prosessista välittömästi.

Kolmas kohta pitää pyrkiä eliminoimaan tuotannosta, jotta tehokkuus pysyy maksimaalisena. Tällaisia töitä ovat muun muassa ylimääräiset kuljetukset sekä liian suuret varastot. /15/

Opinnäytetyössä on käytetty hyväksi Wärtsilässä laadittua VSM:a kartoitettavien moottorin osien prosessien kuvauksessa. Työssä esitetyt vuokaaviot kuvaavat juuri yllä mainitut asiat.

3.5 Laadunvalvonta

Kokonaisvaltainen laadunvalvonta TQC tarkoittaa, että laatuvirheet pyritään ehkäisemään jo aikaisessa vaiheessa. Lyhenne tulee englannin kielen sanoista Total Quality Control. Japanilainen Ishikawa on korostanut kirjoituksissaan kokonaisvaltaisen laadunvalvonnan ja JIT- tuotantofilosofian erottamatonta yhteyttä. TQC onkin yhtä lailla tuotantoajattelun kulmakivi, kuten JIT- tuotantofilosofia. Toimiva JIT- järjestelmää ei voida luoda ilman kokonaisvaltaista laadunvalvontaa. TQC:n perusajatuksena pidetäänkin sitä, että yrityksen kaikki työntekijät huolehtivat asiakkaiden tarpeiden tyydyttämisestä. TQC:n avulla yritys pystyy välttämään laatuviat. Laadussa erotetaan kaksi tasoa, tuotesuunnittelun laatu ja tuotteen laatu. /6/

Teollisuusyrityksissä huono laatu saattaa aiheuttaa jopa 20- 40 prosenttia tuotannon kokonaiskustannuksista. Esimerkiksi kelvottomat tuotteet, turha työ, takuu-

korvaukset ja laatuvirheiden paikantamiseen ja korjaamiseen liittyvä työ aiheuttavat laaduttomuuskustannuksia. /6/

”Laatu merkitsee asiakkaan tarpeiden tyydyttämistä. Ei siis riitä, että tuote valmistetaan ohjeiden ja määräysten mukaan, koska ne eivät välttämättä vastaa asiakkaan tarpeita. Sitä paitsi asiakkaiden tarpeita ei aina voida edes ilmaista määrällisin keinoin. Esimerkiksi autonostajaa saattaa kiinnostaa lähinnä se, millaisen yleisvaikutelman autosta saa ja millaista sillä on ajaa. Tämän tyyppisiä tarpeita on vaikea ilmaista varustelutasosta ja teknisistä yksityiskohdista kertovin perinteisin termein.” /6/

Yhdysvalloissa valvotaan tuote-erien laatua ottamalla yksittäisistä tuotteista näytteitä tuotantoprosessin eri vaiheissa. Mikäli yksittäinen tuote läpäisee laatutarkastuksen, katsotaan koko tuote-erän täyttävän laatuvaatimukset. Kyseisen menetelmän avulla pystytään erottamaan vialliset tuote-erät virheettömistä. Tällaisella laadunvarmistamisella voidaan useimmiten varmistaa, ettei toimitettu tuote-erä ole virheellinen. Virheellisiä tuotteita voi kuitenkin päästä laadunvalvonnasta läpi, koska tässä menetelmässä ei jokaista tuotetta tarkasteta. /6/

Wärtsilä Oyj:ssä tehdään paljon visuaalisia tarkastuksia. Tällä menetelmällä taataan riittävä laatutaso asiakkaan näkökulmasta. Mitkään tarkastukset tai testaukset eivät ole jalostavaa työtä, mutta niiden avulla saadaan karsittua prosessista paljon laatuvirheitä pois. Tarkastukset ovat prosessille välttämättömiä, jotta Wärtsilä Oyj pystyy valmistamaan laadukkaita moottoreita asiakkailleen. Kaikenlaiset koneistettujen kappaleiden mittaukset kuuluvat osaksi yhtiön laadunvarmistusta.

Kokonaisvaltainen, ennalta ehkäisevä kunnossapito TPM (Total Productive Maintenance) lukeutuu keinoihin, joilla yritys pystyy varmistamaan kapasiteettinsa tehokkaan käytön. TPM-perusajatus on pitää esimerkiksi työstökoneet tehokkaassa käytössä ja, että koneita huolletaan päivittäin. Vastuu koneiden kunnossapidosta siirretään käyttöhenkilöstölle. Monet tuotantoyritykset pitävät TPM-kustannuksia korkeina, mutta todellisuudessa se alentaa kokonaiskustannuksia. Se myös auttaa yritystä kehittämään tuotantoprosessiaan entistä tehokkaammaksi ja toimivammaksi. /6/

3.6 Virtaava tuotanto

Tuotantoprosessin tahdistus on tärkeä elementti tuotantoprosessin suunnittelussa. Oikeanlaisella prosessin tahdistuksella saadaan materiaali virtaamaan tasaisesti tuotantosolun prosessin läpi, synnyttämättä liian suuria välivarastoja. Välivarastojen syntyminen on juuri merkki siitä, ettei prosessia ole tahdistettu oikein. Eri vaiheiden väliset välivarastot ovat niin sanottuja pullonkauloja, jotka hidastavat materiaalivirtaa ja täten läpimenoaikaa. Yritysten tulisi suunnitella tuotantoprosessinsa niin, että solun eri tuotantovaiheisiin kuluisi yhtä kauan. Osa yrityksistä käyttää huomattavan määrän rahaa lyhentääkseen läpimenoaikaa tietyssä tuotantovaiheessa. Tällaiset investoinnit ovat yrityksille huomattavasti kalliimpia kuin esimerkiksi tuotantoprosessin oikeanlainen tahdistus. Tahdistus ei yleensä vaadi suuria investointeja. Kyse on kyvystä organisoida tuotanto niin, että materiaali virtaa prosessin läpi pysähtymättä hitaimman työvaiheen tahdissa. /6/

Läpimenoajan lyhentämiseen pyritään tässä työssä juuri työn standardoinnilla eli vakiinnuttamisella. Myös Lean management- periaatteen mukaiset hukkatekijät pyritään poistamaan tuotantoprosessista. Tuotannon tahdistus ja resurssien oikeanlainen kuormitus ovat avaintekijöitä lyhyempään läpimenoaikaan. Oikean kokoiset varastot ovat myös merkittävä tekijä läpimenoajan lyhentämisessä. Työvaiheiden yhdistäminen on myös eräs keino lyhentää läpimenoaikaa. Tällöin kappaleen siirtelyä tapahtuu vähemmän ja laaduttomuuskustannukset madaltuvat useiden unohdusten välttämisen johdosta.

3.7 Eräkoon vaikutus

Suurin osa teollisuusyrityksiä tuottaa liian suuria varastoja säilyttääkseen toimitusvarmuuden mahdollisimman korkealla tasolla. Suuria varastoja täytyy kuitenkin hallita kalliilla ja monimutkaisilla ATK- järjestelmillä. Uuden tuotantofilosofian ajatuksena on tilata ja valmista pieniä eriä joka päivä. Mahdollistaakseen tämän ajatuksen täytyy tuotantoprosessissa asetusaikojen olla mahdollisimman lyhyet. Tuotteiden parempi laatu ja huomattavasti vähentyneet varastot ovat seurausta tuotannonohjauksesta, jossa suositaan pienerävalmistusta. Tällaisella tuotan-

nonohjauksella pystytään tilaamaan ja valmistamaan juuri kysynnän edellyttämä määrä tuotteita. /6/

Teollisuudessa on kautta aikojen kiinnitetty liian vähän huomioita eräkokoihin eli asetusaikojen lyhentämiseen. Tuotantosarjoja pyritään suurentamaan, jotta työn tuottavuus saadaan mahdollisimman hyvälle tasolle. Tällöin asetusten määrä pienenee, samoin kuin asetusaikat, jotka ovat työn tehokkuudesta pois. Asetusaikojen lyhentäminen lukeutuu uuden tuotantoajattelun keskeisiin periaatteisiin. ”Lyhyet asetusaikat mahdollistavat pienten sarjojen valmistuksen”. Ne lisäävät tuotannon joustavuutta. Tuotannon laatua koskeva palaute saadaan tällöin myös nopeammin. Pienellä vaivalla asetusaikojen on mahdollista muuttaa 75-90 prosenttia muutamassa kuukaudessa varsin pienellä vaivalla ja pienin kustannuksin.

”Asetusaikojen voidaan verraten helposti lyhentää jopa niin paljon, että vaikka asetusten määrä nelinkertaistuisi, asetukseen kuuluva aika olisi silti lyhyempi kuin ennen. Lyhyet asetusaikat mahdollistavat myös pienten sarjojen valmistuksen, mikä on omiaan vähentämään laatuvirheitä. Tuotantosarjan koko on nimitäin suoraan verrannollinen tuotteiden laatuun.” /6/

Useimmat yritykset käynnistävät uuden tuotantoajattelun toteuttamisen asetusaikojen lyhentämisestä, koska tällä toimenpiteellä päästään yleensä nopeasti hyviin ja näkyviin tuloksiin. Tästä syystä suurin osa uuden tuotantoajattelun alkuperäisistä vastustajista kääntyy sen puoleen. /6/

3.8 Jatkuva parantaminen

Jatkuva kehitys ja voimavarojen hukkakäytön välttäminen ovat uuden tuotantofilosofian tärkeimmät periaatteet. Jatkuva parantaminen tarkoittaa entistä parempiin tuloksiin pääsemistä niin tuottavuuden, laadun, asiakaspalvelun kuin tuotantoprosessien suunnittelun alueilla. Tuotantotyössä voidaan asiat tehdä aina paremmin, ja jokainen idea luo yritykselle uusia kehitysnäkymiä. Myös Wärtsilä Oyj:ssä on käytössä jatkuvan parantamisen malli. /6/

Jatkuva parantaminen ja henkilöstön luovuuden hyödyntäminen ovat niitä tekijöitä, joihin esimerkiksi johtavien japanilaisten teollisuusyritysten menestys pitkälti

perustuu. Henkilöstön tuottamien ideoiden määrä on suoraan verrannollinen yrityksen ongelmanratkaisun tasoon. Mitä enemmän tuotetaan ideoita yrityksen toiminnan kehittämiseksi, sitä enemmän aloitteita aletaan toteuttaa. Yrityksissä lasketaan kuinka monta ideaa syntyy vuodessa yhtä työntekijää kohden. Voidaankin sanoa, että mitä enemmän ideoita syntyy, sen parempi se on yritykselle. Yhdysvaltojen yrityksissä tuotettiin keskimäärin 1 idea vuodessa työntekijää kohden vuonna 1984. Samana vuonna Toyota-yhtiössä tuotettiin 35 ideaa työntekijää kohden, joista 95 % toteutettiin. Tämä on juuri syynä siihen, miksi Toyotaa pidetäänkin yhtenä maailman arvostetuimmista teollisuusyrityksistä. /6/

Yrityksen kilpailukykyyn vaikuttaa paljon myös se, että osataan hyödyntää henkilöstön luovia voimavaroja. Kyseinen periaate on tärkeimpiä, joilla japanilaiset ovat täydentäneet Fordin ja Shewhartin oppeja. Tarkoituksena on muodostaa yrityksessä laatupiirejä, jotka kokoontuvat ratkomaan omaan työhönsä tai yritykseen liittyviä ongelmia. Voidaan todeta, että mitä useammin laatupiirit kokoontuvat, sitä enemmän se hyödyttää yritystä. Jo pienikin osallistumisaste vaikuttaa positiivisesti toiminnan tuloksiin. Osallistumisasteen noustessa hyöty on aina suurempi. Yritysten täytyy tehdä pitkäjänteistä työtä henkilöstön luovien voimavarojen hyödyntämisessä. Henkilöstölle annetaan sopivaa koulutusta ongelmanratkaisuun ja -hallintaan, ja annetaan aikaa omaksua opitut asiat. Myöhemmin sovelletaan opittuja asioita käytäntöön. Yritykset joutuvat tekemään suuria sijoituksia henkilöstön luovien voimavarojen hyödyntämiseksi, mutta sijoitus palkitaan, esimerkiksi viiden vuoden viiveellä. Tällöin yrityksessä on ratkottu paljon erilaisia ongelmia, ja yrityksen toiminta on tehostunut sekä tullut joustavammaksi. /6/

3.9 Hukka

Tuotteen arvoa tuottamattomiksi asioiksi katsotaan kaikki, mikä ei lisää tuotteen arvoa. Yleisesti katsoen vain jalostavat työvaiheet prosessissa lisäävät tuotteen arvoa. Kyseisen periaatteen mukaan esimerkiksi kaikenlaiset tarkastukset, testaukset, materiaalin käsittely, osien laskeminen, varastointi, laatuvirheet ja raporttien laatiminen ovat voimavarojen hukkakäyttöä. /6/

Seuraavassa kuvassa 3 on esitetty 8 tuotannon hukcatekijää.



Kuva 3. 8 hukkaa. /2/

3.9.1 Odottaminen

Teollisuustyössä odottamiseen tuhrataan liikaa aikaa. Odotetaan, että esimerkiksi jokin työvaihe valmistuu ja sillä aikaa pitäisi pystyä tekemään jotakin muuta jaloistavaa työtä yrityksen hyväksi. Odottamisessa hukataan tehokasta työaikaa, eikä välttämättä ehditä kuitenkaan tekemään korvaavaa työtä loppuun saakka. Tämä hukkan muoto on niin sanottua resurssien hukkakäyttöä ja se pitää pystyä eliminoimaan tuotannosta.

3.9.2 Varastointi

Varastointi on yksi merkki tehottomuudesta tai jatkuvista ongelmista, ja sen takia sitä pidetään tuhlauksen pahimpana muotona. Esimerkiksi laatuvirheet, koneiden tehoton käyttö, virheelliset työmenetelmät, väärä informaatio tai ostotoiminnan puutteet saattavat johtaa varastojen muodostumiseen. Japanilaisten mielestä tavaran kasaantuminen ei koskaan kerro mistään hyvästä. /6/

Teollisuustyössä kertyy usein välivarastoja työvaiheiden välille. Pienet välivarastot ovat aivan suotavia, mutta mikäli tavara alkaa kasaantua työvaiheiden välille,

täytyy prosessin tahdistuksessa olla jokin vika. Tällöin toinen työvaihe valmistuu aina nopeammin kuin seuraava. Välivarastojen takia tuotteen läpimenoaika pitenee. Tuotantoyksikössä täytyy tällöin prosessi tahdistaa ja varmistaa, että resursseja kuormitetaan tasaisesti. Tavoite on päästä virtaavan tuotannon malliin, jossa materiaali virtaa tasaisesti prosessin eri vaiheiden läpi. Tällöin muutkaan varastot, kuten läpivirtaushyllyt, ei tarvitse olla täyteen lastattuja. Siinä tapauksessa tietenkin oletetaan, että materiaalin saatavuus on hyvä ja alihankkija on toimitusvarmuutensa valossa ollut luotettava.

Kaikki varastot kertovat sitoutuneesta pääomasta, puhutaan sitten keskeneräisestä tuotannosta tai raaka-aine varastoista. Pienempiin varastoihin sitoutuu vähemmän rahaa ja materiaali virtaa paremmin ja tasaisemmin prosessin läpi. Monissa tehtaissa on lopetettu niin sanottu puskuriin valmiiden kappaleiden valmistaminen ja on alettu valmistaa tuotteita vain tilauksesta. Tällöin voidaan aina tietää, että valmistettu tuote ostetaan eikä se jää varastoihin odottamaan ostajaansa.

3.9.3 Ylituotanto

Ylituotanto on myös yksi hukan muodoista ja kuten luvussa 3.9.2 kerrottiin liian suurista varastoista niin ylituotanto johtaa juuri niihin. Myös liian aikainen tuotanto johtaa ylisuuriin varastoihin, sillä asiakkaalle ei olla tuote-erää vielä sillä hetkellä toimittamassa. Ylituotanto pitäisi pyrkiä poistamaan yrityksistä oikeanlaisen tilausohjautuvuuden avulla.

3.9.4 Laatuvirheet

Laatuvirheistä johtuvaa ylimääräistä korjausta esiintyy paljon tehtaissa. Yrityksellä täytyy olla tietty laatutaso, minkä asiakas yritykseltä vaatii. Tuotteet valmistetaan laadukkaiksi, laatuvirheet korjataan ja pyritään havaitsemaan aikaisessa vaiheessa muun muassa tuotannossa tehdyin visuaalisin tarkastuksin. Useimmissa teollisuusyrityksissä on myös laatutarkastajia, jotka ovat varta vasten koulutettuja laatuongelmiin. Ylilaadusta kerrotaan luvussa 3.9.8.

3.9.5 Ylimääräinen liike

Eräs hukan muoto on ylimääräinen liike tuotannossa. Tätä aiheuttavat juuri laatuvirheet, odottaminen ja resurssien vääränlainen kuormittaminen. Tuotannon kokonaisuus vaikuttaa melko paljon tähän hukan muotoon. Tehokkaassa työympäristössä myös tämä hukan muoto pystytään jättämään minimaaliseksi.

3.9.6 Turhat kuljetukset

Turhia kuljetuksia aiheutuu useimmiten, mikäli tuotantosolun layout ei ole suunniteltu tarpeeksi hyvin. Turhia kuljetuksia tehdään myös, mikäli osia joudutaan viemään korjaukseen esimerkiksi Wotanille. Tästä syystä laatu vähentää myös turhia kuljetuksia. Turhia kuljetuksia aiheuttavat myös sekaannukset, joissa ei tiedetä, mitkä työvaiheet osalle on jo suoritettu. Työn vakiinnuttaminen on hyvä työkalu yhteisten työtapojen löytämiseen.

3.9.7 Turha käsittely

Turhaan käsittelyyn lukeutuu muun muassa se, että tehdään prosessissa sama työvaihe useampaan kertaan tai sitä ei tehdä kerralla kunnolla. Työn vakiinnuttaminen on hyvä työkalu tämänkaltaisen hukan poistamiseksi. Selkeä ohjeistus työvaiheista sekä työnjohdon opastaminen käyttämään laadittuja työohjeita takaavat sujuvamman työskentelyn. Jos ei ohjeistusta ole, saatetaan työvaiheet suorittaa useamman kerran huonon informaatiokulun takia tai sitten ne jäävät kokonaan tekemättä. Unohdetun työvaiheen tekeminen jälkeinpäin turhauttaa työntekijää sekä aiheuttaa turhia kuljetuksia ja pahimmassa tapauksessa virheellinen tuote saattaa päätyä asiakkaalle asti.

Työn vakiinnuttamisella kartoitettiin prosessista välttämättömät työt ja niistä laadittiin ohjeistus. Kaikki mahdolliset prosessin hukatekijät karsitaan pois muun muassa pitämällä kehityspalavereita. Tällä tavoin saavutetaan parempi laatu prosessissa ja tuotanto tehostuu ja jopa tuotteen läpimenoaika saattaa lyhentyä. Turha käsittely pystytään eliminoimaan, mikäli solun työntekijät suorittavat työn samalla tavalla ja joka kerta työohjeita noudattaen. Jatkuvan parantamisen periaatteiden mukaisesti työntekijä ilmoittaa esimiehelleen mikäli huomaa, että jonkin asian

voisi tehdä esimerkiksi helpommin tai tehokkaammin prosessissa. Näin ollen työ muuttuu koko ajan joustavammaksi ja prosessia kehitetään jatkuvasti Lean management- periaatteiden mukaisesti.

3.9.8 Ylilaatu

Ylilaatu poistetaan Wärtsilä Oyj:n prosesseista muun muassa mittauksiin määritetyillä toleransseilla. Toleranssiylityksissäkin on hiukan niin sanottua liikkumavaraa, mutta niissä tapauksissa käännetään kuitenkin aina osaston laatutarkastajan puoleen. Pinnanlaatuvaatimukset ovat myös yksi esimerkki laatuvaatimuksista eli jos ei vaadita tietyltä pinnalta tarkkaa pinnanlaatua niin ei sitä myöskään silloin tehdä.

Jäysteenpoistossa puhutaan myös paljon ylilaadusta ja se onkin hiukan hankalampi määrittää. Yleensä periaatteena on, että esimerkiksi reiän ympärystä ei saa olla terävä, eikä siinä saa olla irtoavia metallinpaloja. Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että silloin puhutaan ylilaadusta, kun käytetään liikaa työaikaa liian hyvän laadun aikaan saamiseksi. Asiakas asettaa aina laatuvaatimukset, joita noudatetaan, mutta ei anna tuotteelle lisäarvoa ylilaadusta. Teollisuustyössä asiakkaan tarpeisiin vastaaminen on koko prosessin toimimisen elinehto.

4 TUOTANTOPROSESSIN NYKYTILANNE

4.1 Yleistä

Opinnäytetyössä kartoitetaan kahden komponentin prosessin kuvaus sekä reikien että terävien reunojen jäysteenpoisto- ohjeet. Kartoitus tehdään V-moottorin pumppukotelolle sekä turbohyllyn kannattimelle. Kartoituksella pyritään tarkemmin selvittämään kummankin osan koneistus- ja vaiheajat sekä poistetaan Lean management- periaatteiden mukaisesti hukkaa prosessista. Tavoitteeksi asetetaan yhtenevät työtavat, hyvä ohjeistus sekä tehokkaampi tuotanto Big Cover- solussa. Pumppukotelolle ja turbohyllyn kannattimelle on laadittu aiemmin esimerkiksi koeponnistusohjeet, mutta jäysteenpoisto- ohjeet puuttuvat. Myöhemmin opinnäytetyön edetessä ilmeni, että jäysteenpoisto- ohjeet olisivat olleet tarpeettomat ja kaikki jäysteenpoisto pyrittiin saamaan latausasemalta työstökoneelle ja robotille.

4.2 V-moottorin pumppukotelo

Työssä tarkasteltavan V-moottorin pumppukotelon prosessin kulun hahmottamiseen käytetään Value Stream Map- työkalua. VSM:sta saadaan selville muun muassa tarveläpimenoaika sekä jalostavan että jalostamottoman työn osuus koko prosessista. VSM on saatavilla Wärtsilä Oyj:n Intranetistä.

V-moottorin pumppukotelon prosessin kiertoa kuvattaessa paneudutaan koneistukseen sekä jälkitöihin käytettävään aikaan. Logistiset kuljetukset mainitaan yleisellä tasolla eikä niihin tulla sen syvemmin tässä työssä puuttumaan.

Taulukossa 2 esitetään pumppukotelon koko prosessin tilastot.

Jalostamaton työ	z
Jalostava	y
Läpimenoaika yhteensä	$z+y$
Jalostava työ prosenteissa	$y/z \times 100 \%$
Kuljetuksia ja siirtoja	a
Käsittelykertoja	b
Varastointikertoja	c
Jalostavia työvaiheita	yk

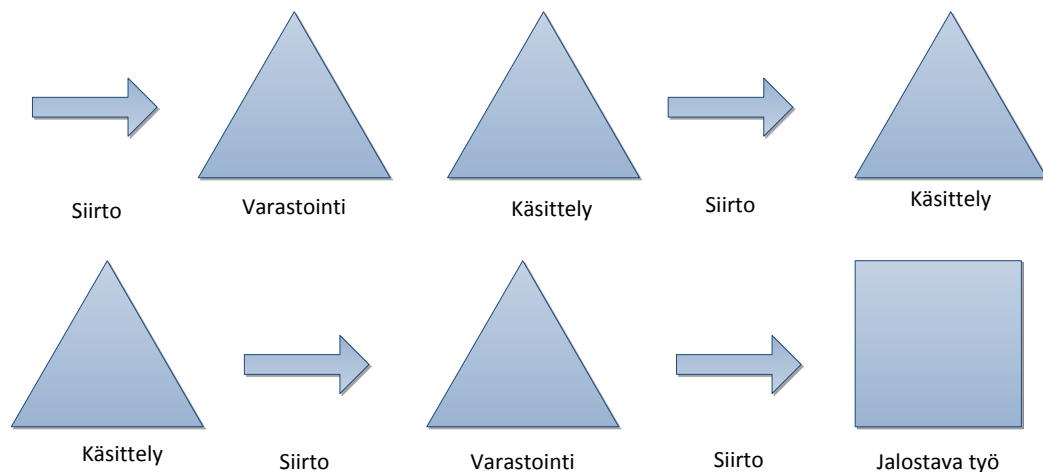
4.2.1 Valmistusprosessi

Prosessi alkaa valun tilaamisella ja vasta silloin, kun se on saapunut latausasemalle. Tämän jälkeen aloitetaan purku ja lataaminen. Ensimmäisenä suoritetaan 2-vaiheen irrotus. Tilataan kiinnitin latausasemalle ja suoritetaan luvussa 4.2.4.1 mainitut mittaukset. Puretaan valmis 2-vaihe ja nostetaan lavalle odottamaan jäysteenpoistoa, puhallusta ja holkkien asennusta. Näiden työtehtävien jälkeen pumppukotelo on valmis koeponnistettavaksi.

Suoritetaan tarvittavat mittaukset koneistetulle 1-vaiheelle ennen kiinnittimestä irrottamista, jotka ovat myös mainittuja luvussa 4.2.4.1. Puretaan koneistettu 1-vaihe, käännetään se ympäri ja kiinnitetään toiselle puolelle kiinnitin valmiin 2-vaiheen tilalle. Kiinnitetään lopuksi valu koneistetun 1-vaiheen tilalle.

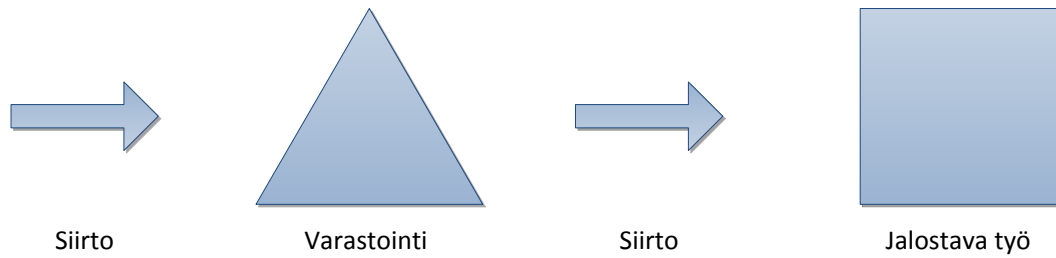
Pumppukotelon valmistusprosessi on kuvattu kaavioin. Kaavioissa nuolet osoittavat siirtoja, kolmiot jalostamattomia työvaiheita ja neliöt jalostavia. Työtehtävien kestot on kuvattu symbolien alapuolella.

Seuraavassa kaaviossa on kuvattu valun tuonti latausasemalle ja muutkin työvaiheet ennen 1-vaiheen koneistusta. Tehtävien kestoajat ovat viitteellisiä ja ne ovat poimittuja aiemmin mainitusta VSM:sta. Kaaviot on laadittu sen mukaan, että kiinnitin on alkutilanteessa tyhjä. Se ei kuitenkaan ole kappaleen koneistuksessa niin sanottu ideaalitalanne.



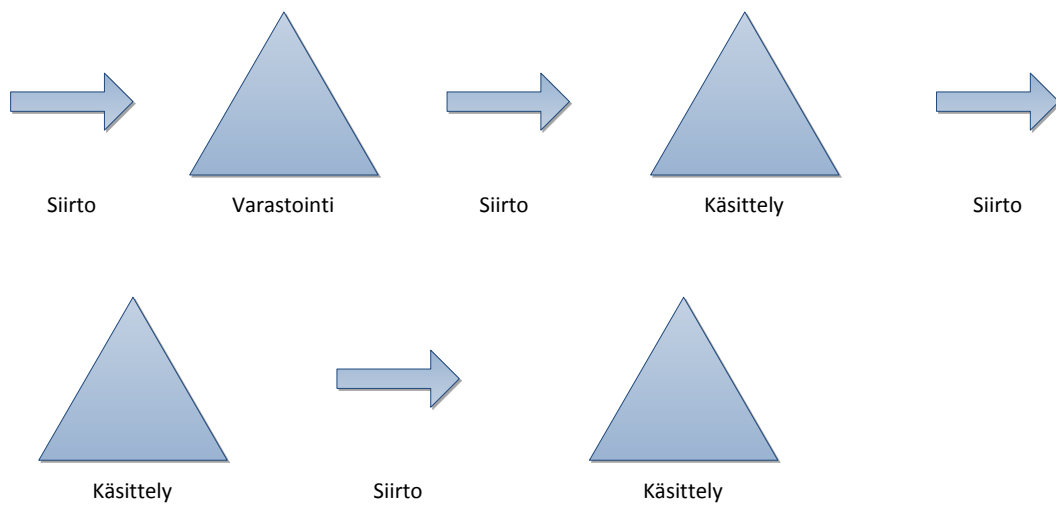
Kuva 4. Työtehtävät ennen 1-vaiheen koneistusta.

1-vaiheen koneistuksen jälkeen kappale pestään leikkuunesteellä työstökoneella. Pesu suoritetaan X minuutissa. Sen jälkeen on laskettu odotusajaksi X minuuttia. Kumpikin tehtävä on jalostamatonta työtä. Kuvassa 5 ilmaistaan 1-vaiheen koneistuksen jälkeiset tehtävät robottijäyryyteen saakka.



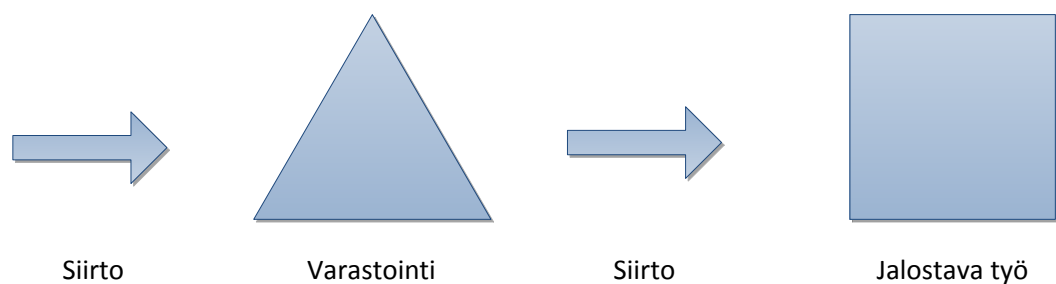
Kuva 5. Työtehtävät ennen robottijäystä.

Esitetty kuva 6 ilmaisee robottijäyksen jälkeen tapahtuvat työtehtävät.



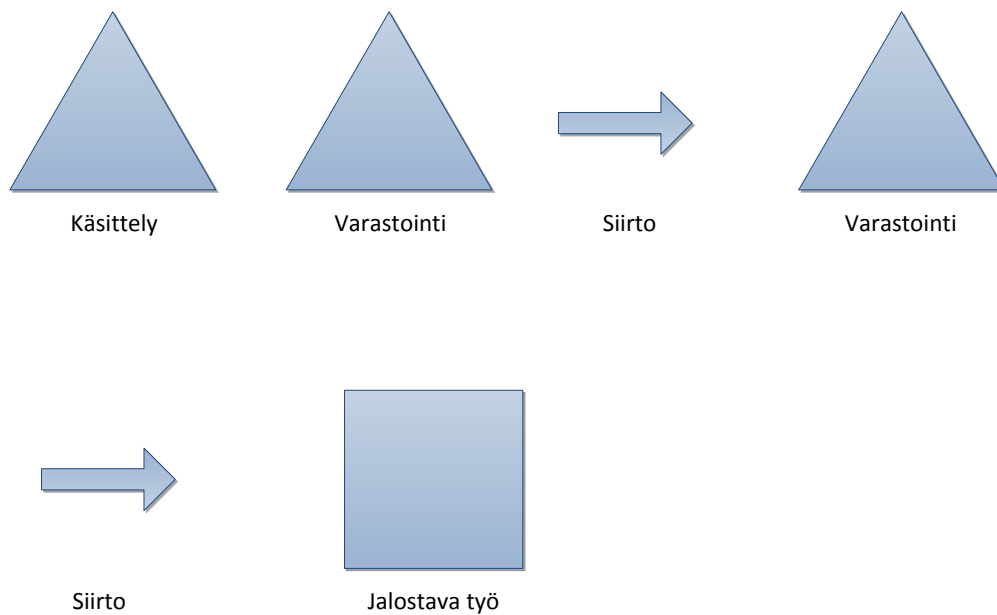
Kuva 6. Työtehtävät robottijäyöstä eteenpäin.

Kuvassa 7 on esitetty 2-vaiheen koneistusta edeltävät työt.



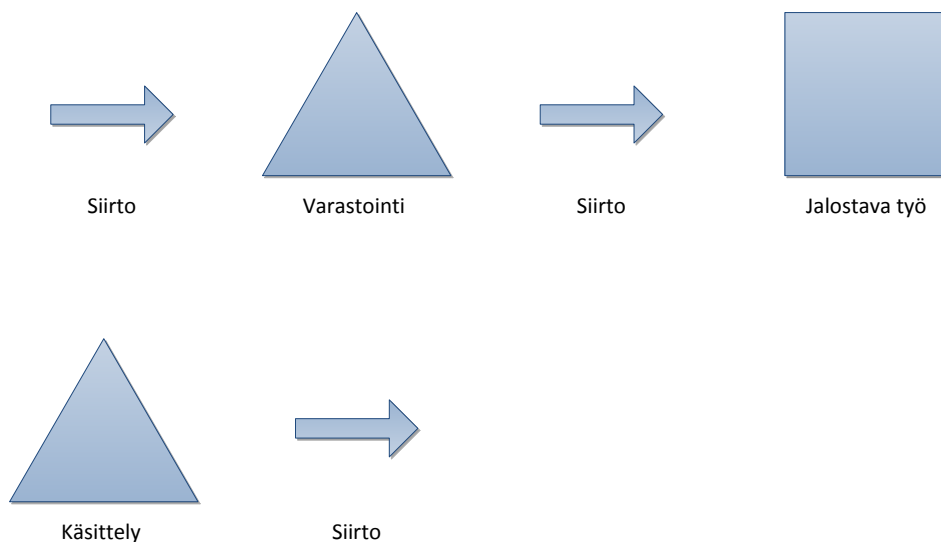
Kuva 7. Työtehtävät ennen 2-vaiheen koneistusta.

Kuvassa 8 on esitetty tehtävät 2-vaiheen koneistuksen jälkeen aina robottijäystöön saakka.



Kuva 8. Työtehtävät ennen robottijäystä.

Kuvassa 9 on esitetty 2-vaiheen koneistuksen jälkeisen robottijäystön jälkeiset tehtävät. Tämän prosessin jälkeen kappale on valmis koeponnistettavaksi.



Kuva 9. Työtehtävät 2- vaiheen koneistuksen jälkeisestä robottijäystä valmiiksi koneistettuun kappaleeseen.

4.2.2 Robotti

Robotti käyttää tehdessään jäysteenpoistoa V-moottorin pumppukoteloille kolmea eri työkalua. Nämä ovat kartiohiomakivi, kartiopora ja teollisuudesta tuttu ”räpäs-kä”.

Pumppukoteloissa on paljon reikiä, pieniä ja suuria. Pienimmissä on yleensä kierre. Suurimpien reikien reunoille tehdään jäysteenpoisto kartiohiomakivellä reikien ympäriltä. Keskikokoiset hiotaan ”räpäs-källä” ja pienimmät robotti käy läpi kartioporalla. Pienet reiät sijaitsevat usein suurempien reikien ympärillä, koska suurempiin reikiin kiinnitetään kokoonpanossa ruuveilla muita moottoriin kuuluvia osia. Pumppukotelon koneistus koostuu vaiheista. Koneistettujen vaiheiden jälkeen tulee pumppukoteloiden kiinnitin robotille. Robotti tekee jäysteenpoiston koneistettujen vaiheiden jälkeen tarvittaville rei’ille ja reunoille, sillä latausasemalla valmiiksi koneistettu vaihe käännetään toisin päin seuraavaa vaihetta varten. Tällöin robotti ei enää pysty jäystämään aiemmassa vaiheessa syntyneitä jäysteitä.

Opinnäytetyön käytännön osuudessa määritetään juuri sellaiset reiät ja viisteet, joille ei ainakaan toistaiseksi voida tehdä jäysteenpoistoa robotilla tai työstökoneella. Tällaisia ovat muun muassa pumppukotelon kiertävän niin sanotun kehyksen kierteettömät reiät. Tilanne huomataan, kun pumppukotelo makaa pohja alaspäin. Kehyksen ympärillä on noin 30 cm:n korotukset pumppukotelon profiilista johtuen, joten robotti ei pysty jäystämään kyseessä olevia reikiä.

Toiset reiät ovat pumppukotelon etupuolella myös ja nämä ovat kahta upotettua suurempaa reikää ympäröivät pienemmät kierrereiät. Kolmas mahdollinen on keskikorotuksen vieressä olevat pienet kierrereiät. Pumppukotelon sivukehykseen porataan vielä M6-kierrereikä läpi. Työstökoneella ei pystytä poraamaan reikää läpi asti, ainakaan nykytilanteessa.

Kuten esimerkiksi kuvasta 12 nähdään, on pumppukoteloissa paljon erikokoisia reikiä, ja käytännössä robotti tekee kaiken muun tarvittavan jäysteenpoiston pumppukoteloille.

Mainitut asiat on tarkoitettu selventämään tilannetta latausasemalla, missä tehdään jäysteenpoisto käsin reikiin, joihin robotti ei liikeratojensa puolesta pääse. Selvityksen avulla on tarkoitus poistaa kaikki ylimääräinen jäysteenpoisto latausasemalta, jotta työ tehostuisi. Tällöin vältetään ylimääräiseltä työltä ja selkeätä ohjeistusta apuna käyttäen pystytään varmistamaan laatu paremmin. Tarkoitus on, että tulevaisuudessa jäysteenpoisto tapahtuu latausasemalla, ennen kappaleen irrottamista kiinnittimestä. Työnjako on selkeä ja se täytyy saada juurtumaan työntekijöiden mieliin. Tällöin solussa päästään jälleen tuotannon kehittämisessä eteenpäin Lean Management- ajattelumallia hyödyntäen.

4.2.3 Koeponnistusasema

4.2.3.1 Koeponnistusprosessi

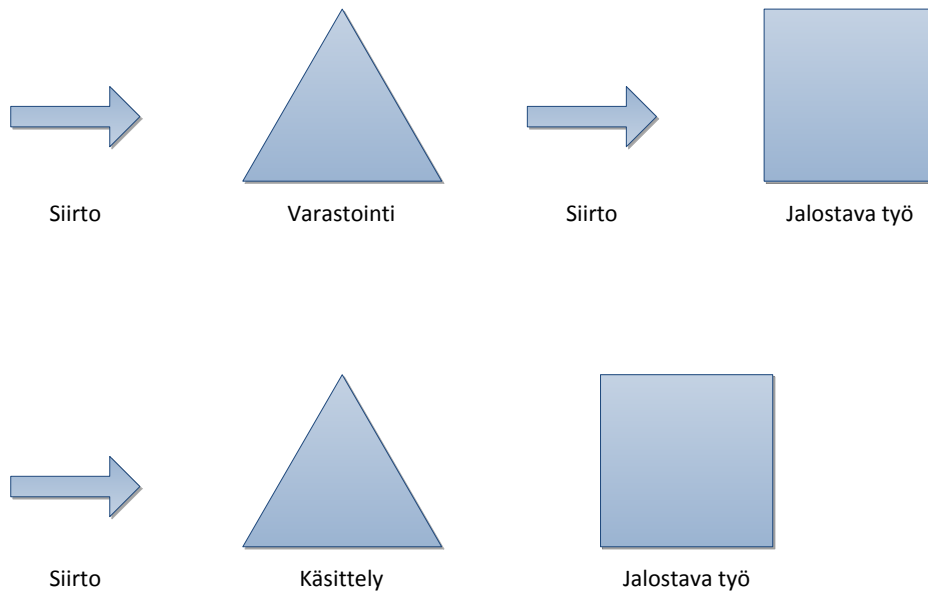
Seuraavassa taulukossa 3 on esitetty pumppukotelon koeponnistuksen tilastot. Ajat ovat viitteellisiä, mutta niistä saadaan koeponnistuksen prosessista kokonaiskuva.

Taulukko 3. Pumppukotelon koeponnistuksen tilastot

Jalostamaton työ	z
Jalostava	y
Läpimenoaika yhteensä	$z+y$
Jalostava työ prosenteissa	$y/z \times 100 \%$
Kuljetuksia ja siirtoja	a
Käsittelykertoja	b
Varastointikertoja	c
Jalostavia työvaiheita	yk

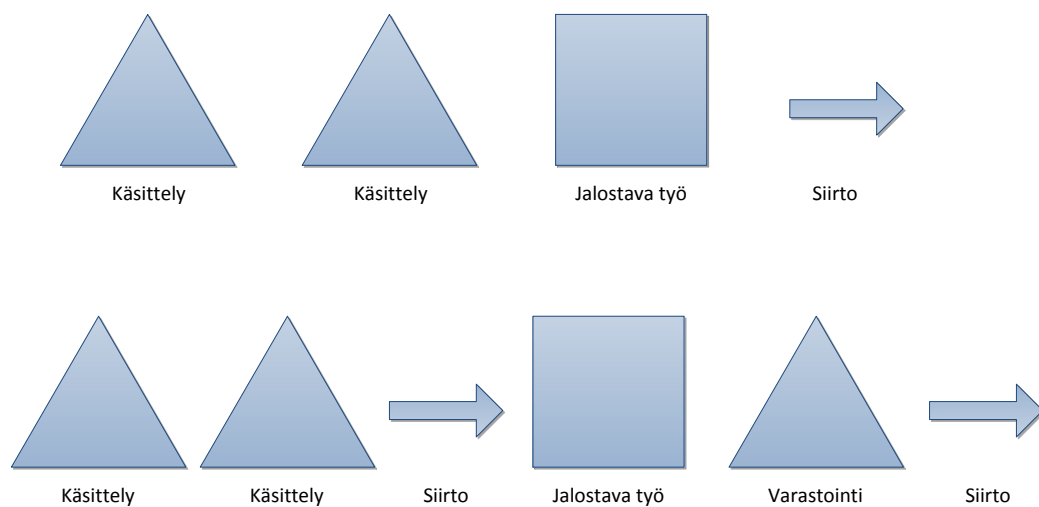
Pumppukotelon koeponnistuksen prosessi on kuvattuna seuraavien vuokaavioiden avulla.

Kuvassa 10 on esitetty koeponnistuksen työvaiheet kappaleen siirrosta kokoonpanohyllyyn aina tilojen 1-4 koeponnistukseen saakka.



Kuva 10. Koeponnistuksen ensimmäinen työvaihe

Kuvassa 11 on esitetty koeponnistuksen työvaiheet ensimmäisten tilojen koeponnistuksesta aina prosessin loppuun saakka.

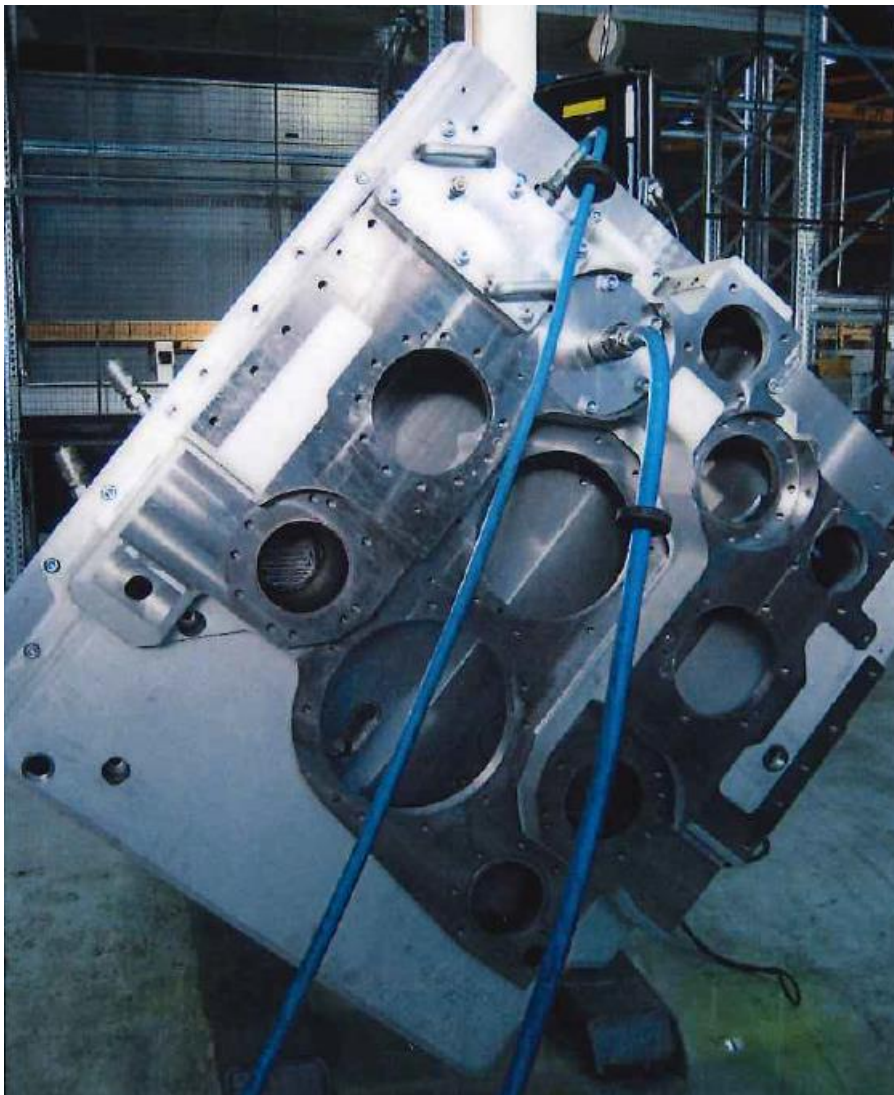


Kuva 11. Koeponnistuksen viimeinen työvaihe

4.2.3.2 Koeponnistusprosessi tuotannossa

V-moottorin pumppukoteloiden koeponnistukseen on laadittu ohjeet. Ohjeet säilytetään Big Cover- solun koeponnistusasemalla, missä komponenttien koeponnistus suoritetaan. Pumppukoteloissa on yhteensä X eri tilaa, jotka suljetaan tiiviiksi ja tilat täytetään koeponnistusnesteellä ja paineistetaan yleensä X baarin paineella. Koeponnistuksen alkaessa kiinnitetään poisto- ja tuloletku, laitetaan paineet päälle ja tarkkaillaan noin X minuutin ajan mahdollisia vuotoja. Joitain tiloja koeponnistettaessa pumppukoteloä käännellään sekä paineistettaessa että purettaessa painetta. Hydraulisesti toimiva pöytä on käänneltävissä tarvittaviin asentoihin. Pöytää ohjataan kaukosäätimellä. Koeponnistus on yleisesti sanottuna eräänlainen tarkastus, jolla varmistetaan, ettei moottori vuoda koeajossa. Mikäli havaitaan vuotoa, paikannetaan vuotokohta, analysoidaan riskit ja tarkastellaan korjaavat toimenpiteet yhdessä suunnittelun kanssa. Tämän jälkeen tehdään korjaavat toimenpiteet. Kaikkia vikoja ei pystytä korjaamaan, vaikka siihen pyritäänkin. Koeponnistuksen aikana voidaan havaita valuvirheitä, joista johtuen pumppukotelon koneistetulla pinnalla saattaa olla huokosia. Tällöin havaitaan vuotoa koeponnistuksen aikana ja tarkemmassa tarkastelussa todetaan huokokset. Ylimääräiseltä työltä vältetään, mikäli valuvirhe huomataan jo latausasemalla visuaalisen tarkastuksen yhteydessä.

Kuvassa 12 on esimerkkitilanne V-moottorin pumppukotelon koeponnistuksesta.



Kuva 12. V-moottorin pumppukotelo koeponnistusvaiheessa

Opinnäytetyössä on hyödynnetty pumppukotelon koeponnistuksen osalta aiemmin kuvattua videomateriaalia. Työssä kirjoitetut asiat perustuvat henkilökohtaisiin havaintoihin työvaiheista Big Cover- solun koeponnistusasemalla myös pumppukotelon osalta. V-moottorin pumppukotelon työvaiheet koeponnistusasemalla ovat jäysteenpoisto, holkkien asennus ja koeponnistus.

4.2.4 Laadun varmistus

4.2.4.1 Mittaukset

Käsitellään ensimmäiseksi 2-vaiheen irrotusta edeltävät mittaukset. Mitataan holkin reiät sekä niihin sivuilta yhtyvät putken reiät. Mitataan myös sokkien reiät kappaleen ylä- ja alapäästä sen ollessa kiinnittimessä.

Seuraavaksi mitataan koneistetusta 1-vaiheesta O-renkaiden urien syvyydet sekä kyseisten reikien halkaisijat.

2-vaiheen kiinnityksessä ei mittauksia tarvitse suorittaa. Pyyhitään kuitenkin vastinpinnat puhtaiksi ennen kiinnitystä. Tarkastetaan myös visuaalisesti, ettei kiinnittimen ja pumppukotelon vastinpintojen väliin jää välyksiä.

Valua ei tarvitse mitata kiinnitettäessä. Varmistetaan kuitenkin, että valu on kiinnitetty kunnolla ja makaa kaikkia kiinnittimessä olevia tukia vasten.

4.2.4.2 Visuaalinen tarkastus

Visuaalinen tarkastus suoritetaan V-moottorin pumppukotelon osalta ensimmäisen kerran koneistuksen 1-vaiheen jälkeen. Suoritetaan myös tarvittavat mittaukset laadun varmistamiseksi. Seuraavan kerran tarkastetaan koneistuksen laatu 2-vaiheen jälkeen. Myös 2-vaiheen jälkeen mitataan määrätyt mitat koneistuksen ollessa valmis. Myös valua kiinnitettäessä 1-vaihetta varten katsotaan, ettei mitään silmäänpistäväää valuvirhettä ole. Pumppukotelojen kiinnitykset latausasemalla täytyy tarkastaa joka kerta, varsinkin jos on esiintynyt huolimattomuutta. Mikäli pultit ja ruuvit kiristetään järjestelmällisesti ja työhön keskittyen, ei ole tarvetta kiinnityksen tarkastamiseen. Tärkeintä kuitenkin on, että kaikki tarpeellinen on kiinnitetty. 2-vaiheen ollessa koneistettu täytyy tehdä visuaalinen tarkastus, että robotti on suorittanut jäysteenpoiston sille kuuluville rei'ille ja esimerkiksi reunoille ja viisteille. Kun pumppukotelo on purettu latausasemalla, suoritetaan jäysteenpoisto reikiin, joihin ei robotilla päästä. Jäysteenpoiston jälkeen ei enää tarvitse tarkastaa kaikkia reikiä ja viisteitä, koska ne on tarkastettu jo 2-vaiheen jälkeen.

Koeponnistuksessa tulee myös visuaalisen tarkastamisen vaiheita, kun tarkastellaan vuotavatko tilat paineistettaessa. Lopuksi, kaikkien tilojen ollessa koeponnistettuja, tehdään vielä lopullinen tarkastus. Wärtsilä Oyj:n ajatus on, että tehdään kerralla laatua. Silloin ei sidota turhaa rahaa ylimääräisiin työvaiheisiin ja kuljetuksiin. Ylimääräiset tarkastuksetkaan eivät ole tarpeen, kunhan tehdään huolellista ja laadusta tinkimätöntä työtä.

Mikäli visuaalisen tarkastuksen yhteydessä pumppukotelossa ilmaantuu jokin vika, voi työntekijä tarvittaessa kääntyä tarkastajan puoleen. Varsinkin jos ei olla varmoja, haittaako kyseinen vika jatkossa moottorin toimintaa, on tärkeä kysyä tarkastajalta neuvoa. Tarkastajat ovat osastokohtaisia ja varta vasten koulutettuja osissa ilmenneiden vikojen analysointiin. Tarkastaja tekee aika ajoin lopputarkastuksia otantamenetelmän avulla. Otantamenetelmällä varmistetaan, että laatuvaatimus täyttyy. Aikaisemmin hän on tarkastanut kaikki Big Cover- solun lopputuotteet, mutta siitä käytännöstä on luovuttu suuren kuormituksen takia. Laatuvastuu on siirretty tuotannossa työskenteleville koneistajille. Koeponnistuksen suorittanut työntekijä on vastuussa komponentin laadusta. Visuaalisia tarkastuksia ja mittauksia tehdään jo aiemmin muun muassa koneistusvaiheessa.

4.3 Turbohyllyn kannatin

Opinnäytetyössä tarkastellaan V-moottorin turbohyllyn kannatinta. Kyseinen turbohyllly koneistetaan ja koeponnistetaan osakokoonpanoa varten ja se asennetaan lopuksi V-moottoriin. Työhön tarkkailtavaksi valittiin kyseinen malli sen ollessa volyymituote. Työ saadaan selkeämmäksi juuri tämän kaltaisella kartoituksella, että kumpikin tutkittava komponentti on V-moottoriin kuuluva ja edustaa myös volyymituotetta.

Turbohyllyn kannattimen prosessin kulun hahmottamisessa käytetään myös VSM:a. Turbohyllyn kannattimen tuotantoprosessia kuvattaessa paneudutaan koneistukseen sekä jälkitöihin käytettävään aikaan. Logistiset kuljetukset mainitaan yleisellä tasolla.

Kuvassa 13 on valmiiksi koneistettu turbohyllyn kannatin.



Kuva 13. Koneistettu turbohyllyn kannatin.

Taulukossa 4 on kuvattu turbohyllyn kannattimen prosessin tilastot.

Taulukko 4. Turbohyllyn kannattimen prosessin tilastot

Jalostamaton työ	z
Jalostava	y
Läpimenoaika yhteensä	z+y
Jalostava työ prosenteissa	$y/z \times 100 \%$
Kuljetuksia ja siirtoja	a
Käsittelykertoja	b
Varastointikertoja	c
Jalostavia työvaiheita	yk

4.3.1 Valmistusprosessi

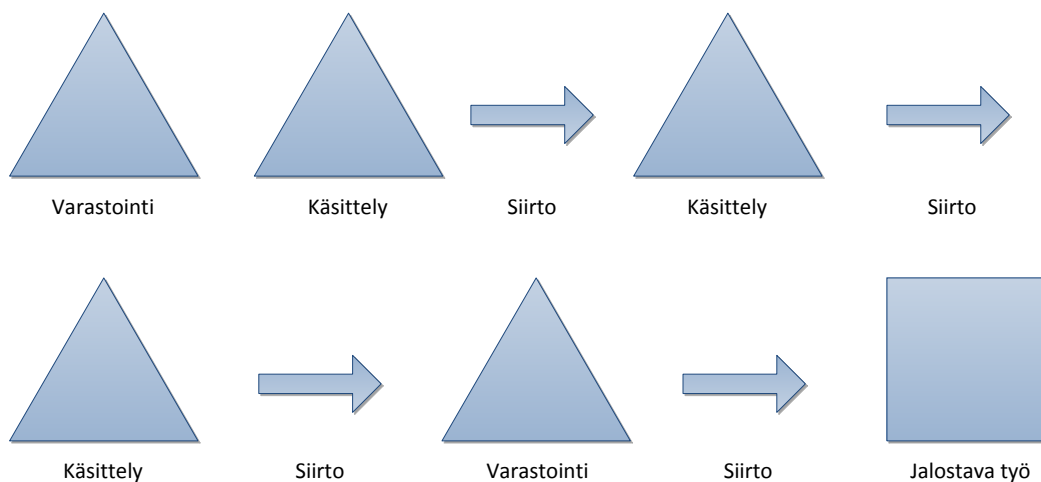
Turbohyllyn työtehtävät alkavat latausasemalla valun tilaamisella. Kun valu on saapunut latausasemalle, tilataan kiinnitin ja puretaan valmis 2-vaihe kiinnittimestä. Tehdään komponentille ensin visuaalinen tarkastus, että mitä robotti ei ole liikeratojensa puolesta pystynyt jäystämään. Suoritetaan jäysteenpoisto käsin näihin reikiin ja reunoihin. Irrotetaan kiinnittimestä ja viedään lohkolinjan pesukoneelle

pesujonoon. Pesun jälkeen komponentti imuroidaan ja on tämän jälkeen valmis koeponnistettavaksi.

Seuraavaksi kiinnitetään valu kiinnittimeen koneistuksen 1-vaihetta varten. Valun ollessa kiinnitetty mitataan, että kannattimen korkeus on oikea kiinnittimeen nähden. Käytetään mittatulkkia, jotta nähdään koneistuksen työvarat. Turbohyllyn mittauksesta on kerrottu enemmän luvussa 4.3.4.1.

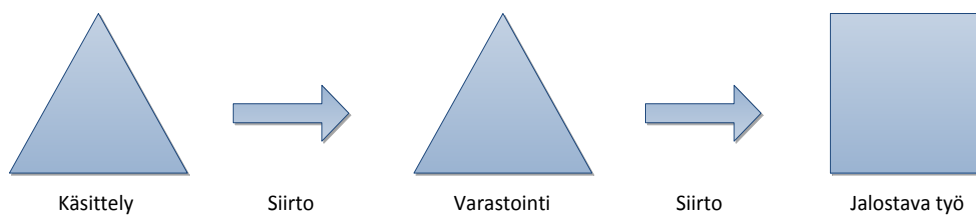
1-vaiheen ollessa koneistettu tehdään jäysteenpoisto kannattimen pohjalle ja suoritetaan visuaalinen tarkastus. Kiinnitetään kannattimen pohjaan nollapistekiinnittimet koneistuksen 1-vaiheessa syntyneisiin reikiin 2-vaiheen koneistusta varten. Käännetään komponentti ilmassa ja kiinnitetään nollapistekiinnittimien avulla. Mittauksia ei tarvitse suorittaa, koska nollapistekiinnitys kiinnittää ladattavan 2-vaiheen aina samalla tavalla.

Kuvassa 14 on esitetty koneistuksen prosessin kulku aina 1-vaiheen koneistukseen saakka.



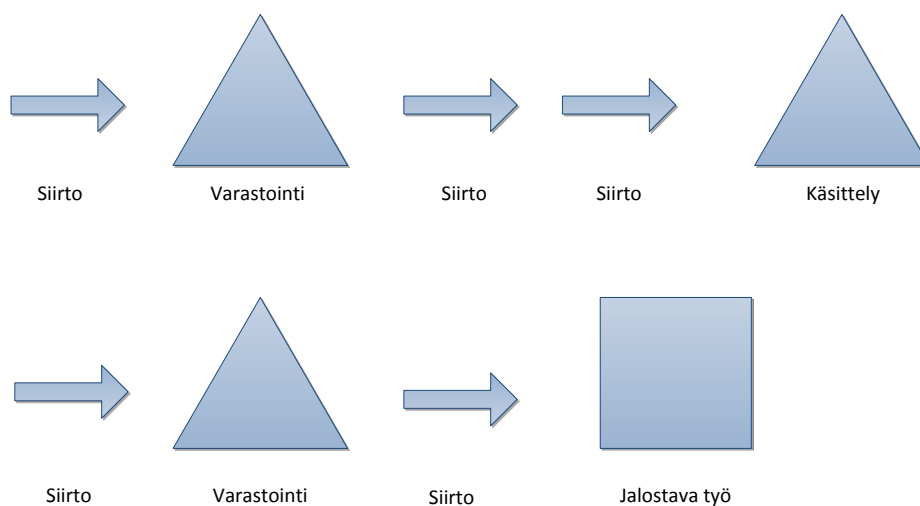
Kuva 14. Turbohyllyn koneistuksen prosessi 1-vaiheen koneistukseen saakka.

Kuvassa 15 esitetään tehtävät koneistuksen 1-vaiheesta sitä seuraavaan robottijäystöön saakka.



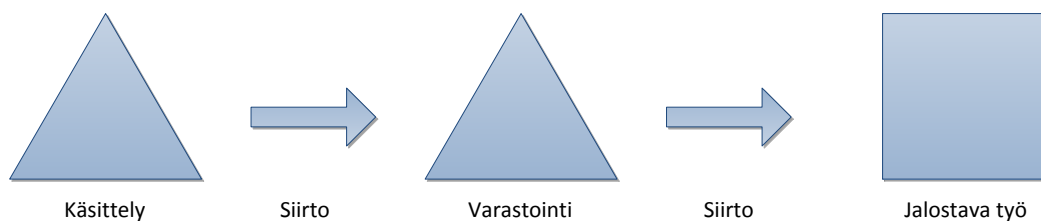
Kuva 15. 1-vaiheen koneistuksen jälkeiset ensimmäiset tehtävät.

Kuvassa 16 on esitetty tehtävät robottijäyöstä 2-vaiheen koneistukseen.



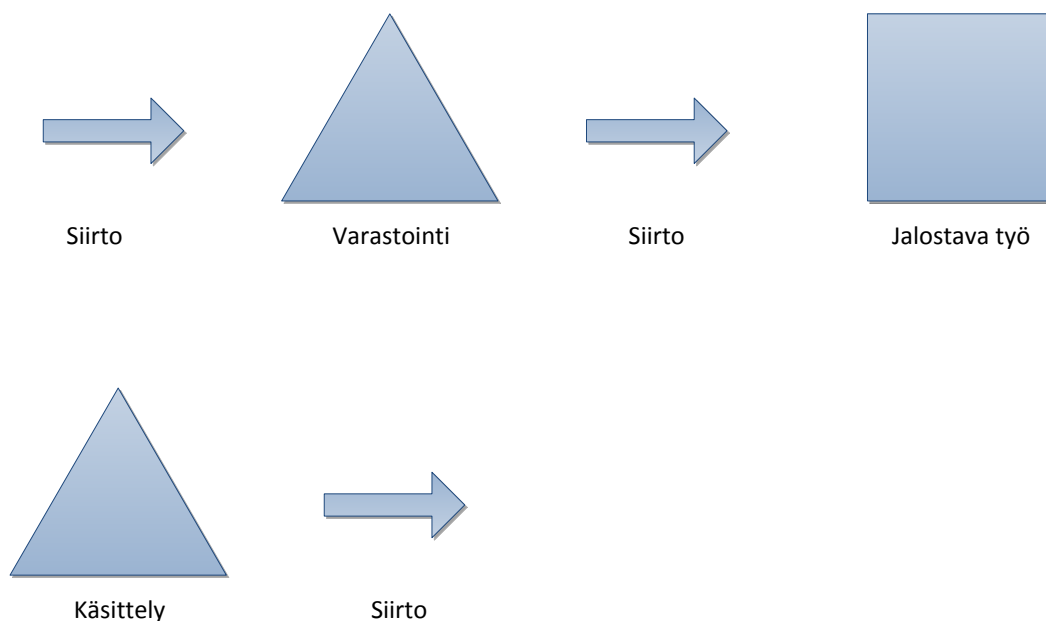
Kuva 16. Työtehtävät robottijäyöstä 2-vaiheen koneistukseen.

Kuvassa 17 on esitetty 2- vaiheen koneistuksen jälkeiset tehtävät robottijäystöön saakka.



Kuva 17. 2-vaiheen koneistuksen jälkeiset tehtävät robottijäystöön saakka.

Kuvassa 18 on esitetty turbohyllyn koneistusprosessin viimeisimmät tehtävät robotijäyöstä eteenpäin.



Kuva 18. Turbohyllyn koneistusprosessin viimeiset tehtävät.

4.3.2 Robotti

Turbohyllyn kannattimelle tehdään jäysteenpoisto robotilla 2-vaiheen eli viimeisen koneistusvaiheen jälkeen. 1-vaiheen koneistuksen jälkeen suoritetaan jäysteenpoisto latausasemalla kannattimen pohjalle, koska pohja kiinnitetään nollapisteikiinnityksellä kiinnittimeen koneistuksen 2-vaihetta varten. Tulevaisuudessa pyritään saamaan ainakin koneistetun 1-vaiheen reikien senkkauksia työstökoneelle. Tällä tavoin pystyttäisiin vähentämään latausasemalla suoritettavaa jäysteenpoittoa entisestään.

Opinnäytetyössä kuvattiin robotin prosessin vaiheita, jonka perusteella on tehty havaintoja, joita on hyödynnetty työssä.

Robotin ohjelman alkaessa se poraa kaksi kaapelikiinnikkeen M6-reikää kannattimen päälle. Reiät porataan molemmille puolille kannatinta. Ensiksi robotti käyttää kartiohiomatyökalua, jolla se työstää ja tekee jäysteenpoiston ulkopinnoille.

Seuraavana työkaluna on kartiopora, jolla viistetään 2-vaiheessa koneistetut reiät. Robotti tekee jäysteenpoiston kartioporalla kaikille 2-vaiheen koneistuksessa syntyneille pienemmille rei'ille, joille se pystyy sen tekemään. Kiinnitin on robotin edessä joidenkin reikien osalta, mutta näille rei'ille suoritetaan jäysteenpoisto käsin.

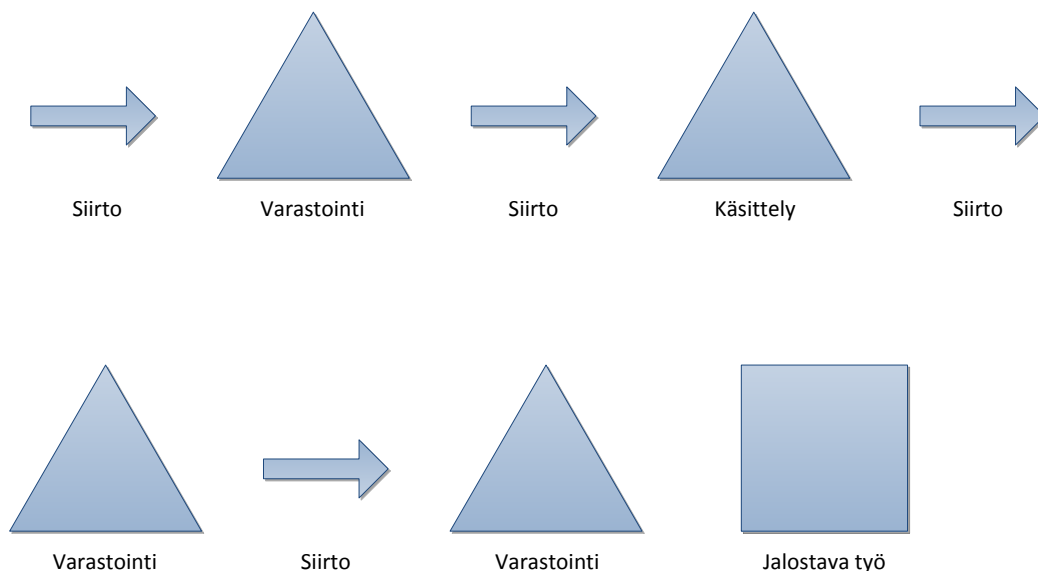
Vaihdetaan työkaluksi ”räpäskä”, jolla viimeistellään 2-vaiheen koneistuksessa syntyneet suuremmat reiät, joihin robotti pääsee liikeratojensa puolesta.

Robotilta jää joitakin reikiä, joille se ei pysty liikeratojensa tai kiinnittimen takia tekemään jäysteenpoistoa. Komponentin tullessa latausasemalle purkuun, viimeistellään se näiden reikien osalta.

4.3.3 Koeponnistusasema

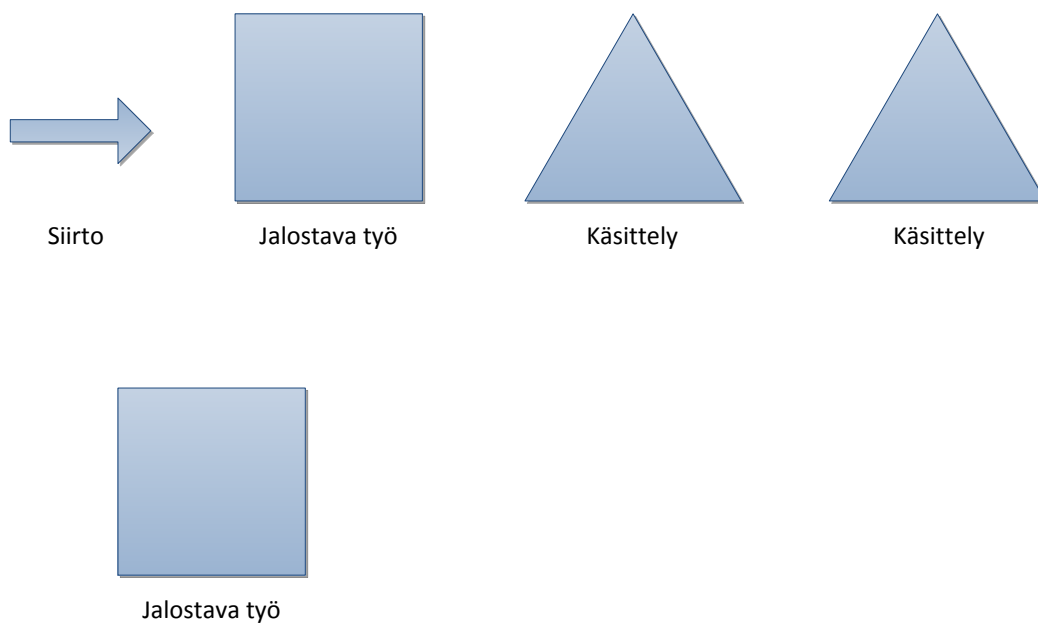
4.3.3.1 Koeponnistusprosessi

Turbohyllyn kannattimen koeponnistuksen prosessi on kuvattu vuokaavioiden ja taulukon avulla. Koeponnistuksen prosessi alkaa ensimmäisestä vuokaaviosta, mikä on esitetty kuvassa 19.



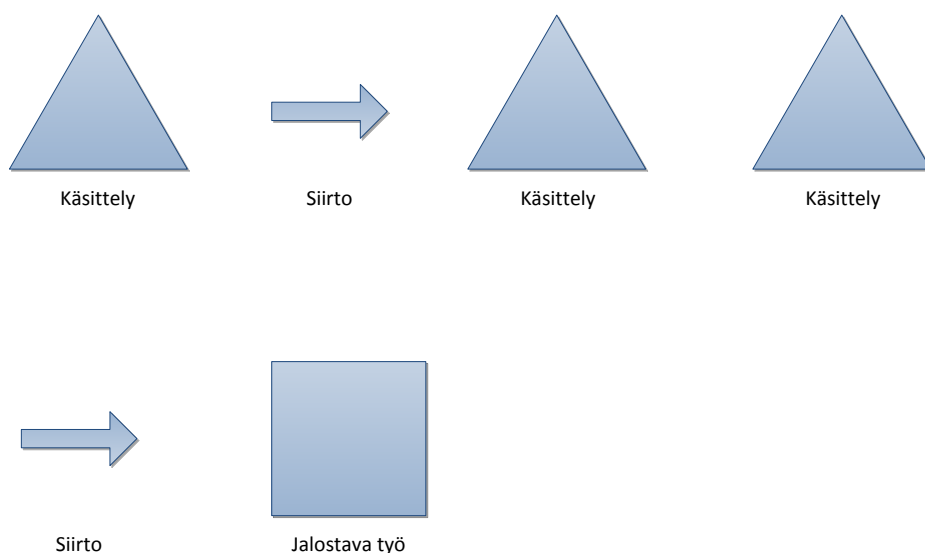
Kuva 19. Koeponnistuksen prosessin ensimmäiset tehtävät.

Kuvassa 20 on esitetty turbohyllyn kannattimen koeponnistuksen tehtävät tulppauksesta paineistettuun koeponnistukseen.



Kuva 20. Työtehtävät tulppauksen jälkeisestä nostokorvien kiinnityksestä paineistettuun koeponnistukseen.

Kuvassa 21 on esitetty koeponnistuksen prosessin viimeiset työtehtävät paineistetusta koeponnistuksesta visuaaliseen tarkastukseen saakka.



Kuva 21. Prosessin viimeisimmät työtehtävät laippojen ja tulppien irrotuksesta visuaaliseen tarkastukseen.

Taulukossa 5 on esitetty turbohyllyn kannattimen koeponnistuksen prosessin tilastot.

Taulukko 5. Turbohyllyn kannattimen koeponnistuksen prosessin tilastot.

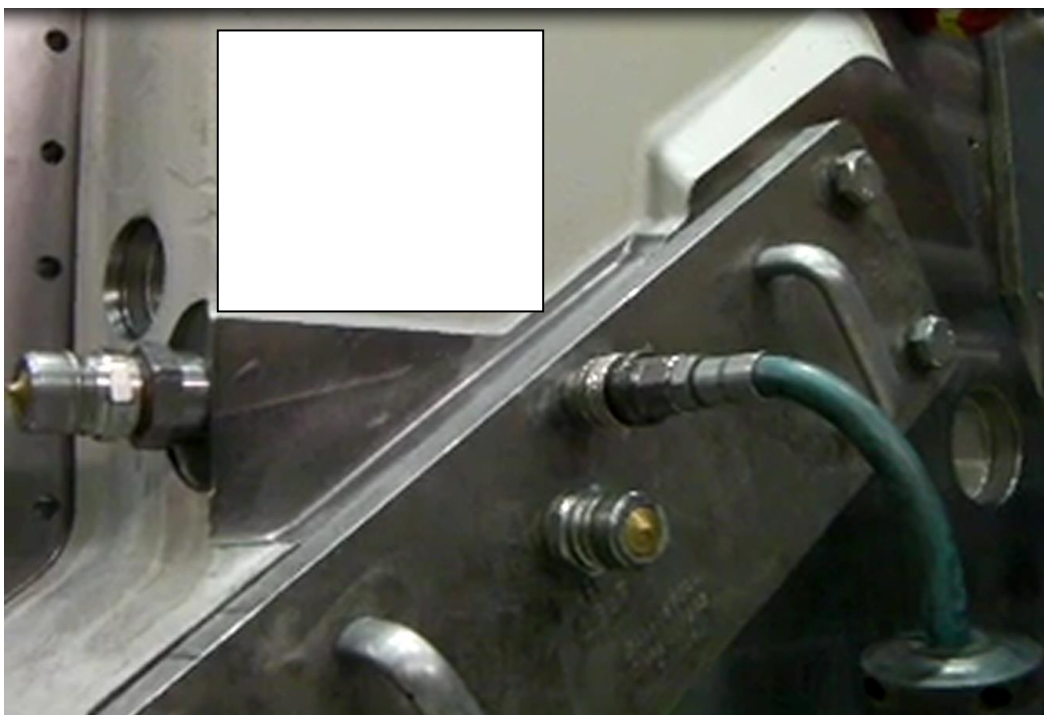
Jalostamaton työ	z
Jalostava	y
Läpimenoaika yhteensä	$z+y$
Jalostava työ prosentteissa	$y/z \times 100 \%$
Kuljetuksia ja siirtoja	a
Käsittelykertoja	b
Varastointikertoja	c
Jalostavia työvaiheita	yk

4.3.3.2 Koeponnistusprosessi tuotannossa

Turbohyllyn kannatin siirretään välivarastoon lähelle pesukonetta odottamaan pesua. Tämän jälkeen kannatin otetaan pesuun. Pesu suoritetaan X minuutissa. Väli-varastoidaan, kunnes siirretään koeponnistuksen välivarastoon. Kannatin otetaan työn alle koeponnistusasemalla, ensiksi asennetaan lyöntitulpat, nostetaan kappale ylös ja porataan kierrereikä läpi. Tulppausta pidetään jalostavana työvaiheena ja

sen kestoksi on asetettu X minuuttia. Seuraavaksi tehdään laippojen ja tulppien asennus koeponnistusta varten. Vaihe suoritetaan X minuutissa ja ylimääräisen nesteenpoiston apuaika on huomioitu vaiheen kestossa. Tehdään paineistettu koeponnistus, joka suoritetaan X minuutissa. Tämä vaihe lasketaan jalostavaksi tulpauksen lisäksi. Kun koeponnistus on valmis, irrotetaan laipat ja tulpat, jonka jälkeen nostetaan kappale lavalle. Tehdään visuaalinen tarkastus ja leimataan, mikäli tarkastuksessa ei ilmene ongelmia. Leimaus tarkoittaa, että kannatin on täyttänyt laatuvaatimuksen koeponnistuksessa. Kun kannattimen on todettu täyttävän laatu-kriteerit, tehdään SAP- kuittaus. Koneistaja kuittaa Production Orderin (PO), jonka jälkeen tulostuu Transfer Order (TO). Työvaihe suoritetaan kuten pumppukotelon vastaavassa työvaiheessa.

Kuvassa 22 on esimerkki turbohyllyn koeponnistuksesta.



Kuva 22. Esimerkki turbohyllyn koeponnistuksesta.

4.3.4 Laadun varmistus

4.3.4.1 Mittaukset

Valua kiinnitettäessä mitataan, että kannattimen korkeus on oikea kiinnittimeen nähden. Käytetään apuna koneistajan kehittämää mittatulkkia, joka nähdään seuraavan sivun kuvasta 23. Säädetään ruuvaamalla tulkissa oleva merkki oikeaan kohtaan ruuvia pyörittämällä. Tulkkia käyttämällä nähdään koneistuksen työvarat, joka puolelta kappaletta. Valun etupuolelle on määrätty paljon erilaisia mittoja reikiin tai korotuksen reunoihin. Nämä mitat ovat tarkemmassa työohjeessa liitteessä 2. Kun työvarat on säädetty mittatulkilla oikeaoppisesti, varmistetaan vielä vesivaakaimella kannattimen suoruus. Mikäli turbohyllä on suorassa, varmistetaan sen vielä makaavan kaikkien olemassa olevien tukien varassa.



Kuva 23. Mittatulkkin käyttö turbohyllyn valua kiinnitettäessä.

2-vaiheen latauksessa asetetaan hydraulikiinnittimien nastat kappaleen koneistetuja pintoja vasten. Tästä syystä ei mittauksia tarvitse suorittaa erikseen.

4.3.4.2 Visuaalinen tarkastus

Visuaalinen tarkastus tulee suorittaa myös turbohyllyn kannattimen osalta sekä koneistusvaiheiden jälkeen. Tarkastetaan kannattimen kiinnitykset aina ennen koneistusta, kuten pumppukotelon osalta. 2-vaiheen ollessa koneistettu tehdään visuaalinen tarkastus, että robotti on jäystänyt sille kuuluvat reiät, reunat ja viisteet. Kun kannatin on purettu latausasemalla, tehdään jäysteenpoisto reikiin, joille robotti ei sitä pysty tekemään liikeratojensa puolesta tai kiinnittimen ollessa edessä. Jäysteenpoiston jälkeen ei enää tarvitse tarkastaa kaikkia reikiä ja viisteitä, koska ne on tarkastettu jo 2-vaiheen jälkeen.

Koeponnistuksessa tulee myös visuaalisen tarkastamisen vaiheita, kun tarkastellaan vuotavatko tilat paineistettaessa. Laatuvastuu Big Cover- solussa on koneistajalla, kun komponentit ovat valmiita.

4.4 Logistiikka

Logistisia kuljetuksia kertyy kummankin komponentin kannalta paljon prosessin aikana. Ensimmäisenä tuodaan ulkotrukilla valut pihavarastosta latausaseman läheisyyteen väliavarastoon. Sitten käytetään sisätrukkia, jolla tuodaan valu latausasemalle. Tämän jälkeen kuljetetaan latausasemalta pesukoneelle, joka sijaitsee koeponnistuspaikan läheisyydessä. Kuljetetaan taas trukilla pesukoneelta koeponnistuspaikalle jäystettäväksi ja koeponnistettavaksi. Jäystämisen ja koeponnistuksen tultua valmiiksi kuljetetaan valmiit komponentit taas latausaseman läheisyyteen jatkokuljetusta varten. Kyseisestä paikasta kuljetetaan eteenpäin osakoonpanon käytettäväksi.

5 UUDEN TOIMINTAMALLIN LUOMINEN

5.1 Kehitysideat tuotannon jatkuvaan parantamiseen

5.1.1 V-moottorin pumppukotelo

Opinnäytetyön aiheeseen liittyvä palaveri pidettiin 12.11.2013. Palaverissa käsiteltiin V-moottorin pumppukotelon koneistukseen sekä koeponnistukseen liittyviä kehitysideoita. Läsnä olivat moduulikoneistuksen verstpäällikkö Mikael Storz, työnjohtaja Jussi Minni, opinnäytetyön ohjaaja Joni Hautala, menetelmä-mies sekä tuotannosta kaksi koneistajaa.

Pumppukotelon prosessia kehitettäessä pyrittiin myös siihen, että saataisiin latausasemalla tapahtuva jäysteenpoisto kokonaan pois latausaseman työtehtävistä. Latausasemalla mittauksiin ja kiinnityksiin koneistusta varten tullaan kiinnittämään entistä enemmän huomiota. Mittaukset tehdään esimerkiksi koneistetun 1-vaiheen jälkeen, ennen kuin se kiinnitetään koneistuksen 2-vaihetta varten. Samalla tavalla koneistetun 2-vaiheen tarvittavat mittaukset suoritetaan ennen kappaleen irrottamista kiinnittimestä.

5.1.2 Pumppukotelon koneistuksen uusi toimintamalli

Koneistuksen 1-vaiheen latauksesta aloitetaan. Alihankkijoilta tilatut valut ovat olleet melko hyviä ja tasalaatuisia. Valun toimittajia on kaksi ja eri valmistajien valut ovat erivärisiksi maalattuja. Kiinnityksessä esiintyy ongelmia valujen eroavaisuuden takia ja valun vaihtaminen toisen valimon valmistamaan tuottaa ongelmia. Kiinnittimen nastat täytyisi uusida, koska muuten valun kiinnitettävyyden on haasteellista. 15.11.2013 pidetyssä palaverissa käytiin keskustelua 1-vaiheen kiinnityksen parhaista kiinnityspisteistä. Suuremmissa 100 mm:n rei'issä työvara ei ole ollut riittävä, vaan on esiintynyt raakapintaa tai pinnanlaatu ei ole ollut riittävä. Asiaan tarvitaan parempaa ohjeistusta. Myös ohjautuvuuteen tullaan kiinnittämään enemmän huomiota, eli mitä tilataan alihankinnasta ja mitä koneistetaan itse.

1-vaiheen koneistus tapahtuu samalla työstökoneen ohjelmalla riippumatta valun valmistajasta. 1-vaiheen jälkeen ei jäystetä nykyisessä toimintamallissa. Mitataan 100 mm:n koneistetut reiät, kuten myös sivureiän halkaisija, mihin asennetaan kokoonpanossa putki. Varmistetaan myös 100 mm reiän pinnanlaatu. 1-vaiheen jälkeinen mittaohje tullaan laatimaan osana tätä opinnäytetyötä. Reiän pinnanlaadun kehittäminen jää opinnäytetyön ulkopuolelle. Ennen kappaleen irrottamista kiinnittimestä tehdään vielä visuaalinen tarkastus, esimerkiksi tarkastellaan robotin työn jälki. Koneistetun 1-vaiheen ollessa irrotettuna kiinnittimestä pyyhitään liitinpinta puhdistusliinalla 2-vaiheen kiinnitystä varten. Ennen 2-vaiheen kiinnitystä on pumppukotelo laskettava lattialle kääntöä varten.

Työturvallisuuden parantamiseksi mietittiin, saataisiinko latausaseman rataa upotettua alemmaksi. Siinä tapauksessa ei tarvitsisi kiivetä korkealle asentamaan nostinta. Radan upotus olisi kallista, mutta sitä pidetään vaihtoehtona. Mikäli korjaustöitä ryhdyttäisiin tekemään, tarvittaisiin väliaikainen latausasema, ettei työ seisahtuisi. Latausaseman kehittämiseksi mietittiin myös niin sanottua kippaavaa kiinnitintä, mitä voisi kallistaa erilaisiin kulmiin. Tällöin työ myös helpottuisi, eikä rataa välttämättä tarvitsisi upottaa.

2-vaiheen koneistus toimii vanhallakin toimintamallilla hyvin. Jäysteenpoisto tapahtuu koeponnistusasemalla. Varsinkin holkitettavat reiät on jäystettävä käsin. Tavoitteena tässäkin pidetään, että jatkossa ei tarvitsisi suorittaa jäysteenpoistoa käsin latausasemalla. Ongelmana pidetään kuitenkin pumppukotelon sisällä oleviin tiloihin jäävää lastua ja metallipölyä. Palaverissa tuotiin esiin kehitysidea, että työstökoneella saataisiin puhallettua lastut pumppukotelon sisältä pois.

Kaapelikiinnikkeen M6-kierrereikä kierteytetään käsin, mutta kehitystyön tuloksena se voidaan varmasti tehdä työstökoneella tulevaisuudessa. Palaverissa mietittiin, mikä olisi sopiva työkalu kaapelikiinnikkeen reiän tason tekemiseen. Pumpun reikien viimeistelyt kartioporalla tullaan jatkossa tekemään työstökoneella, koska robotilla niihin ei päästä. Koneiden ohjelmien muutokset tulevat olemaan koneistajien vastuulla. Vaihtopalaisen kartioporan tilaus suoritetaan myös. Takapuolelta pumpun reiän ympäristä jää robotilta jäystämättä. Big Cover- solun roboteista

vastaava menetelmänkehittäjä tekee tästä vaiheesta robotille ohjelman. Robotti käyttää hioessaan harjatyökalua.

Palaverissa mietittiin myös parempia värinätukien kiinnitysmekanismeja, jotka voisivat toimia mahdollisesti hydraulisesti tai jousien avulla. Myös holkkien asennuksessa käytettävät liimat otettiin tutkittavaksi. Tavoite olisi saada liiman kuivumisaika huomattavasti pienemmäksi, läpimenoajan pienentämiseksi. Nykyisellään pumppukotelon, johon holkki on asennettu, kuivumisaika on 24 tuntia ennen koeponnistusta. Opinnäytetyön ohella selvitettiin, että on olemassa nopeamminkin kuivuvia liimoja. Jatkokehitysideana nostettiin esille, että pystytäänkö liimaamaan ja asentamaan holkki jatkossa robotilla. Liimaamisen ja holkkien asennuksen pitäisi teoriassa olla mahdollista. Tämän myötä kuivuminen voisi tapahtua FMS-hissin välivarastossa ennen kuin se tilataan latausasemalle. Hyvillä liimoilla liimattuna kuivumisaika pitäisi olla riittävä. Haasteena nähtiin, että tämän hetkisen toimintamallin mukaan tilat ja robotin kapasiteetti eivät tulisi riittämään. Pysytään siis samassa menetelmässä holkin asennuksen suhteen kuin aikaisemmin. Holkki asennetaan pumppukoteloon siksi, että saadaan tarvittaessa muutettua vesikanava- virtauksia asiakkaan tilauksen mukaan.

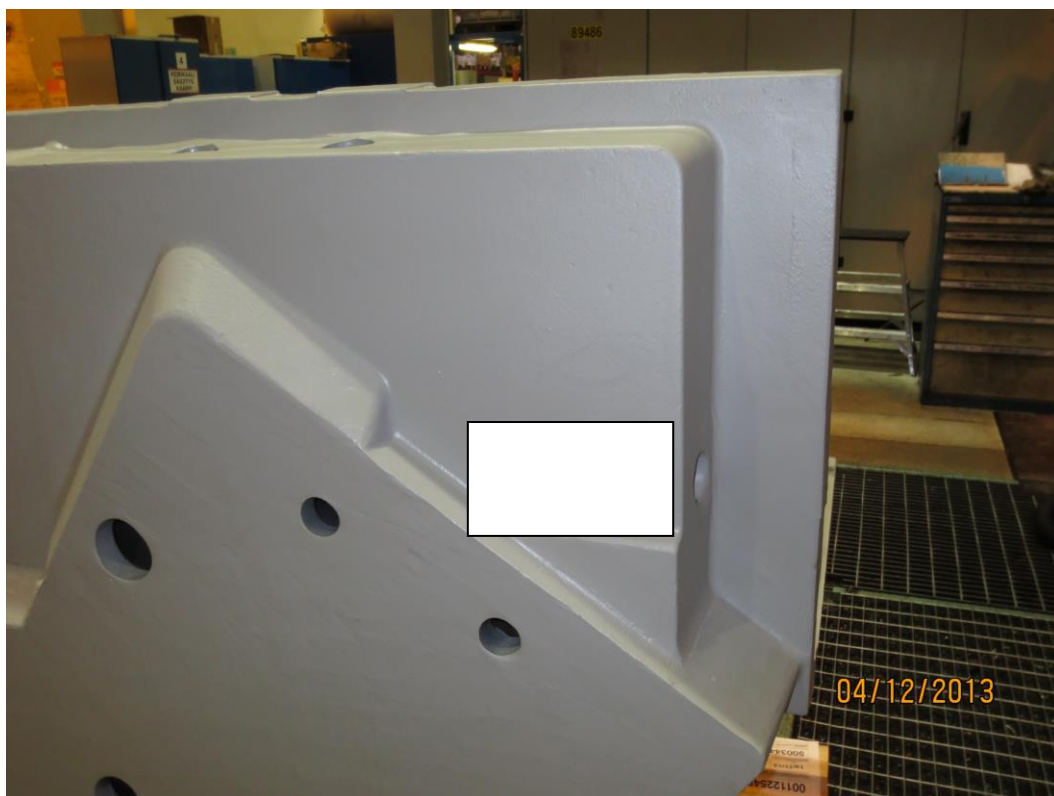
Jatkokehitystoimenpiteinä todettiin koeponnistustilojen samanaikaista koeponnistamista T-liittimiä apuna käyttäen, kuten turbohyllyn prosessissa.

5.2 Turbohyllyn kannatin

Turbon kannattimen ja V-moottorin pumppukotelon osalta kehittämisen lähtökohdaksi pidetään sitä, että moottorin oltua työstökoneella ja robotilla, ei latausasemalla enää jäysetä. Tähän pyrittäessä täytyy työstökoneen ja robotin ohjelmat tehdä sellaisiksi, että näin todella tapahtuu.

Opinnäytetyön aiheeseen liittyvä palaveri pidettiin 29.10.2013. Palaverissa käsiteltiin turbohyllyn kannattimen koneistukseen ja koeponnistukseen liittyviä kehitysideoita. Läsnä olivat verstpäällikkö, työnjohtaja, opinnäytetyön ohjaaja Wärtsilän puolesta, menetelmämiest, robotteihin erikoistunut menetelmänkehittäjä sekä tuotannosta kaksi koneistajaa.

Ensimmäisenä kehitysideana löydettiin, että alettaisiin käyttää erään koneistajan kehittämää mittatulkkia. Mittatulkista on tehty osana tätä opinnäytetyötä ohjeistus, joka on työohjeessa liitteestä 2. Mittatulkin avulla pystytään tarkastamaan eri valutoimittajien työvaroja. Toisinaan ilmaantuu tilanteita, joissa kannatin kiinnitetään väärin. Jokaiselle valulle on omat asetuksensa, koska ne tulevat eri valimolta. Valuja maalataan valimoilla erivärisiksi, mutta harmaa ja valkoinen menevät aika ajoin sekaisin. Punainen väri erottuu selkeästi muista. Tarkoitus olisi heti valun purun aikana merkitä valimon nimi turbohyllyn kylkeen tällaisten tilanteiden välttämiseksi. Myös valujen toimittajaan aiotaan olla yhteydessä, että he laittaisivat värimerkinnän juuri näihin kahteen, helposti sekaannusta aiheuttavaan valuun. Seuraavasta kuvasta 24 nähdään valimon merkintä valun taustapuolella. Tässä vaiheessa tehdään valimon tunnuksen merkintä tussilla näkyvään, mutta sellaiseen paikkaan, että se lähtee koneistuksessa pois.



Kuva 24. Esimerkki valimon merkinnästä valun taustapuolella.

Palaverissa pohdittiin myös, että koneistettaisiin aina isommissa sarjoissa samalta valmistajalta tilattuja valuja. Näin saataisiin asetusajoja lyhyemmiksi ja työ sujuisi jouhevammin. Riskit huonolaatuiseen koneistukseen pienenisivät myös huomattavasti. Kuitenkaan tämä ei välttämättä onnistu, koska valut tuodaan pihavarastosta ulkotrukilla ja trukin kuljettajille pitäisi onnistua tekemään selkeä ohjeistus, mitä valuja milloinkin tuodaan. Yleinen toimintaperiaate Wärtsilässä on, että käytetään vanhin valuerä aina ensin. Ulkona ajavat trukinkuljettajat työskentelevät alihankkijayritykselle, eivätkä ole Wärtsilä Oyj:n palkkalistoilla. Ohjeistaminen heidän esimiehelleen asiasta ei kuitenkaan luulisi olevan ylitsepääsemätöntä. Esimerkkinä voisi olla, että valuja on kahdessa eri kulutusputkessa ja käytetään aina toinen putki tyhjäksi ennen kuin siirrytään toiseen. Jokaiselle valun valmistajalle olisi oma kulutusputkensa.

5.2.1 Kannattimen koneistuksen uusi toimintamalli

1-vaiheen koneistuksen ollessa valmis ei tehdä jäysteenpoistoa tulpan rei'ille, koska robotti tekee sen. Robotti suorittaa jäysteenpoiston reikien ulkoreunoihin ja turbohyllyn ulkoreunoihin 1-vaiheen jälkeen paperikartiotyökalulla. Uudessa toimintamallissa käytetään hiovaa harjaa kartiotyökalun sijaan. Tämä reunapintojen jäysteenpoisto- ohjelma robotilla ja käytettävän työkalun suunnittelu toteutettiin opinnäytetyön kirjoittamisen aikana.

Tarkoitus olisi myös, että työstökoneen ohjelmaa tullaan muuttamaan niin, että se senkkaa pohjareijat, eikä niitä tarvitsisi enää käsin senkata. Mitataan 1-vaiheen jälkeen viimeinen D70- tulpan reikä. Pääsääntöisesti robotin työpäskettä pidetään hyvänä, mutta visuaalinen tarkastus on välttämätön, koska laadun vaihteluakin esiintyy ajoittain. Tavoite on, että voitaisiin paremmin luottaa robotin laadukkaaseen jäysteenpoistoon, eikä tarvitsisi jokaista reikää tarkastaa visuaalisesti erikseen. Tarkoitus on tehdä edelleen jäysteenpoisto ”räpaskällä” robotilla. Suoritetaan isompia, kuten aikaisemmin mainittujen D70- reikien jäysteenpoisto myös ”räpaskällä”.

Seuraavaksi käytiin läpi 2-vaiheen latauksessa ilmaantuneita kehityskohteita. Selvisi, ettei nostorauta ole kovinkaan hyvä, koska se ei nosta kappaletta suoraan.

Mietittiin, onko kappaletta aiheellista pestä työstökoneella leikkuunesteellä. Todettiin, että pesu puhdistaa paljon niin kappaletta kuin kiinnitintäkin eli pesu on tarpeellinen. 1-vaiheessa tehtävä tulpan reikien paikan mittaus tehdään jatkossa Renishaw- mittalaitteella. Tästä johtuen saadaan yksi ohjelman pysäytys eli M0 pois. Koneistajat hallitsevat hyvin kappaleen kääntämisen sekä 1-vaiheen kiinnittämisen 2-vaiheeksi. Seuraava kehitysidea oli, että pystyttäisiinkö poraamaan reikä turbohyllyn kyljestä kanavaan, jotta saataisiin leikkuuneste sieltä pois. Nestettä on kanavassa melko paljon ja se sotkee helposti lattiaa, mikäli sitä ei imeä pois. Nesteen voisi varmasti imeä robotillakin, mutta aikaisemmin mainittu reiän poraus kylkeen kuulostaisi järkevältä. Kun leikkuuneste on imetty kanavasta, täytyy porattu reikä tietenkin tulpata, koska kyseisessä paikassa ei kuulu olla reikää.

2-vaiheen kiinnityksen osalta selvisi, että nostokraanaa tulisi saada 20- 30 cm korkeammalle, koska nostolaite ei pysty nostamaan turbohyllystä kovin paljoa kiinnittimen yläpuolelle. Juuri tämän takia nykyinen, liian matala nostokorkeus, on turvallisuusriski. Kiinnittimeen saattaa helposti tulla vaurioita nostettaessa valmiita 2-vaihetta pois kiinnittimestä ja henkilövahingot ovat myös mahdollisia.

2-vaiheen jälkeistä jäystämistä ei pitäisi jäädä uuden toimintamallin käyttöönoton jälkeen. Selvitettiin, voidaanko turbohyllystä ympäröivän kehyksen 14 reikää porata toiselta puolelta, jolloin jäyste jäisi toiselle puolelle, mistä robotti pystyy tekemään jäysteenpoiston rei'ille kartioporalla. Selvisi, että ei voida porata toiselta puolelta, koska muuten metallijäyste jää tarkalle, koneistetulle pinnalle. Pystytään kuitenkin tekemään työstökoneella senkkaukset suunnasta, mistä robotilla ei pystytä. D80 ja D100- tulpan reikiin sivuille jää monesti raakapintaa. Nämä reiät voitaisiin koneistaa ylikokoon ja tulpata suuremmalla tulpalla. Mietittiin mahdollisuutta, että jäähdytyskennoelementin valmistaja tekisi viisteen jäähdytyskennoelementtiin, jotta se pystytään asentamaan turbohylllyn ongelmitta. Nykytilanteessa täytyy turbohylllyn koneistaa syvennys jäähdytyskennoelementtiä varten. Mittatulkkia käyttämällä pystytään kuitenkin hyvin varmistamaan turbohylllyn laatu, joten elementtiin tehtävä viiste on tarpeeton.

M18x 1,5 liittimen reikien senkkaukset olisi tarkoitus tehdä jatkossa työstökoneella, koska se tekee senkkaukset tarkemmin kuin robotti. Mitataan viimeinen D100-

tulpan reikä kustakin koneistussarjasta. Teräpaloja kiinnitettäessä työkaluun on oltava tarkkaavainen. Työkalu täytyy tarkastaa teräpalan käännön jälkeen, jotta varmistetaan oikea mitta työkalulle. Vaihdon jälkeen täytyy tarkastaa, että työkalu tekee laadukasta jälkeä, esimerkiksi koneistettu tulpan reikä on toleranssissa.

Koneistuksen jälkeen viedään turbohylly lohkolinjan pesukoneelle pestäväksi, jonka jälkeen kappale tuodaan koeponnistukseen. Pesun jälkeen ei enää mitata eikä jäystetä, vaan kappale on valmis koeponnistettavaksi. Käännetään kappale ja imuroidaan huolellisesti, jotta saadaan kappale puhtaaksi pesussa käytetystä nesteestä. Koeponnistuksessa pystytään hyödyntämään tilojen samanaikaista koeponnistusta. Koeponnistusvaiheet pystytään puolittamaan kahta tilaa koeponnistettaessa samanaikaisesti T-liittimiä apuna käyttäen. Porataan vapaareikiä ja kokoonpanossa käytetään M6- itsekierteytyviä ruuveja sähkökaapelin reikiin.

Tulppauksessa on tärkeä käyttää oikeanlaista liimaa sen kuivumisen takia. Testataan huomattavasti nopeammin kuivuvia liimoja ja hyväksytetään teknologiaosastolla.

Helicoilien asennusta ei ole hyvä suorittaa latausasemalla, koska kaksi työstökoneetta kuormittaa latausasemaa ja aika ei riitä helicoilien asennukseen. Osa työntekijöistä asentaa helicoil-kierteet käsin, mutta akkuporakoneen käyttö on sopivampi vaihtoehto helicoil-asennukseen, koska se on kevyempi ja nopeampi tapa.

6 TYÖOHJEIDEN LAATIMINEN

6.1 Yleistä

Työohjeiden laatimisessa tavoitellaan yhtenäisiä työtapoja sekä 100 % laadunvarmistusta. Työohjeet tehdään selkeiksi ja helppolukuisiksi. Työohjeet tulee olla sellaiset, että jokainen koneistaja tietää, mistä voi epäselvän asian varmistaa tarvittaessa. Työohjeet ovat koneistajilla päivittäisessä käytössä, joten niiden täytyy ennen kaikkea kattaa jokainen latausasemalla tehtävä työvaihe kartoitettavista komponenteista. Tarkat kuvat ovat hyvien työohjeiden ehdoton edellytys. Myös vaaditut mitat ja niiden toleranssit samoissa kuvissa ovat yhtä tärkeitä. Oikeilla toleransseilla varmistetaan komponenttien laatu. Työohjeita täytyy päivittää, mikäli latausaseman työtehtäviin tehdään tulevaisuudessa muutoksia. Tarkemmat työohjeet ovat liitteissä 1 ja 2, mutta niitä ei julkaista tässä versiossa.

6.2 Koeponnistusohjeet

Hyödynnetään kummankin kartoitettavan V-moottorin komponentin osalta tilojen samanaikaista koeponnistusta. Tällä tavoin komponenttien läpimenoaika lyhenee, kun voidaan ainakin kaksi tilaa koeponnistaa samanaikaisesti vanhan toimintamallin yhden sijaan. Paineenpitoaika kullekin tilalle on aina X minuuttia, jonka aikana koneistaja tarkkailee mahdollisia vuotoja. Kun koeponnistetaan kahta tilaa samanaikaisesti, paineen pitoaika on sama X minuuttia. Käytettävät T-liittimet mahdollistavat tilojen samanaikaisen koeponnistuksen. V-moottorin pumppukotelon kohdalla on vielä epäselviä asioita uuden toimintamallin koeponnistuksessa. Asiat selvitetään, ja koeponnistusohjeet tullaan laatimaan solussa uuden layoutin käyttöönoton yhteydessä.

7 YHTEENVETO

7.1 Tavoitteiden saavuttaminen

Tämän opinnäytetyön aihe on työn vakiinnuttaminen Big Cover- solussa. Työssä pyrittiin poistamaan tuotannon hukkatekijöitä kyseisessä solussa Lean Management- periaatteiden mukaisesti.

Ensimmäinen hukanpoisto on jäysteenpoisto- ohjelmien teko työstökoneelle tai robotille. Kun jäysteenpoisto saadaan tapahtumaan työstökoneella tai robotilla, jää latausasemalle vähemmän työvaiheita tehtäväksi. Tällä keinolla latausaseman työtaakka kevenee ja koneiden käyttöasteita saadaan parannettua. Latausaseman työtehtävät nopeutuvat ja uudella koeponnistusmenetelmällä myös koeponnistuksen läpimenoaika lyhenee huomattavasti.

Big Cover- solussa vireillä oleva layout - muutos vähentää huomattavasti kuljetuksia. Latausasemalta kappale nostetaan suoraan vieressä sijaitsevalle koeponnistuspöydälle. Tilat ovat lataus- ja koeponnistusasemalla rajalliset, joten tuotanto on saatava virtaavaksi, etteivät komponentit kasaudu liiallisiksi välivarastoiksi. Kappaleet ovat suurikokoisia, eikä niitä pystytä varastoimaan solussa eri tuotantovaiheiden välille.

Eräs tavoite solussa tietenkin on, että työohjeita noudatetaan ja niistä varmistetaan epäselvät asiat. Työohjeiden määrittäminen oli osana tämän opinnäytetyön käytännön osuutta. Työnjohtajan vastuulle jää, että ohjeita noudatetaan ja jokainen koneistaja tekee latausaseman työt samalla tavalla. Työohjeilla pyritäänkin juuri pääsemään yhtenäisiin työtapoihin. Työohjeiden helppo saatavuus oli myös yksi opinnäytetyön tavoitteista.

7.2 Saavutetut hyödyt

Saavutettuja hyötyjä ovat läpimenoajan lyheneminen ja työn parempi ohjeistaminen. Virtaavan tuotannon uskoisi toimivan kyseisellä toimintamallilla, mutta varmuus asiaan saadaan vasta tulevaisuudessa. Kuljetusten väheneminen lisää tuotannon tehokkuutta. Pidentämällä työstökoneiden ohjelmia niiden käyttöasteet pa-

ranevat ja latausasemalle jää vähemmän työtehtäviä. Tuotannon tahdistusta joudutaan mahdollisesti tekemään, kun on saatu uusi tuotantomalli käyttöönottettua.

Työn parempi ohjeistaminen luulisi vaikuttavan laatuun positiivisesti. Työnjohtajan täytyy käydä työnopastajan kanssa ohjeet läpi, miten ohjeistetaan ja mitä painotetaan perehdytettäessä uusia koneistajia. Työohjeet on pyritty laatimaan mahdollisimman havainnollisiksi ja mielipiteitä on kysytty myös solun koneistajilta.

7.3 Henkilökohtainen kehittyminen

Työn edetessä henkilökohtaista kehittymistä on tapahtunut monellakin osa-alueella. Ensimmäiseksi kirjoittaminen on mennyt koko ajan sujuvammaksi. Myös tuotantosolun kokonaisuuden ja koneistusprosessin hahmottaminen on harjaantunut. Lähtökohdahan oli se, että aiempaa kokemusta solun prosessista ei paljoa ollut.

Työohjeiden laatimisessa on myös tapahtunut kehitystä. Seuraavan kerran, kun niitä aletaan tehdä, tiedetään jo tarkalleen mitä tällaisilta ohjeilta yleensä halutaan ja vaaditaan. Työohjeiden tekemisessä kuvien valinnalla on suuri merkitys, ja senkin oppii paremmin hahmottamaan, mikä on hyvä kuva mihinkin ohjeeseen.

Tiedon keruu ja sen analysointi ovat myös kehittyneet työn edetessä. Yhteistyötä on tehty monien tahojen ja henkilöiden kanssa. Tehtaissa jokainen työntekijä tuntee oman vastualueensa parhaiten, ja juuri tätä seikkaa on työssä hyödynnetty monissa epäselvissä asioissa. Opinnäytetyön kirjoittaminen on kuitenkin ollut huomattavasti itsenäisempää kuin esimerkiksi monet koulussa suoritettut projektit. Opinnäytetyötä kirjoittaessa täytyy olla tavoitteita, aikataulu ja idea siitä, miten työ käytännössä toteutetaan. Opinnäytetyöt ovat projekteja, joissa mitataan taitoa toteuttaa nämä kolme mainittua asiaa.

LÄHDELUETTELO

/1/ 6s- kuva. Viitattu 18.12.2013. Saatavilla Internetissä

<[/2/ 8-hukkaa kuva. Viitattu 18.12.2013. Saatavilla Internetissä](https://www.google.fi/search?q=6s&client=firefox-a&hs=nsR&rls=org.mozilla:fi:official&channel=np&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=Igx-Ut--></p></div><div data-bbox=)

<[/3/ Hautala, J. & Minni, J. 2013. Value Stream Map. Vaasa. Moduuliverstas \(Sisäistä tietoa\)](https://www.google.fi/search?q=8+hukkaa&client=firefox-a&hs=YOZ&rls=org.mozilla:fi:official&channel=np&source=lnms&tbm=isch&a=X&ei=DmaxUu-></p></div><div data-bbox=)

/4/ Hautala, J. 2011. Sylinterikansikoneistuksen tuotannonohjauksen kehittäminen Lean- periaatteiden mukaiseksi. Opinnäytetyö. Vaasa. Moduuliverstas

/5/ Hautala, J. 2011. V-moottorin pumppukotelon ja turbohyllyn kannattimen koeponnistusohjeet. Vaasa. Moduuliverstas. (Sisäistä tietoa)

/6/ Huga E. C. & Anderson A. D. 1992. Tuotannon menestystekijät. Helsinki

/7/ Järvinen, J. 2011. Lean- tuotannonohjauksen materiaalivaraukset. Diplomityö. Vaasan yliopisto. Vaasa

/8/ Kehityspalaveri. 29.10.2013. Vaasa. Moduuliverstas.

/9/ Kehityspalaveri. 12.11.2013. Vaasa. Moduuliverstas.

/10/ Mansikkamäki, J. 2010. Excel-taulukko turbohyllyn kannattimen koeponnistuksen vaiheajoista. Vaasa. Moduuliverstas. (Sisäistä tietoa)

/11/ Mansikkamäki, J. Syksy 2010. Big Coverilla kuvattu videomateriaali. Vaasa. Moduuliverstas. (Sisäistä tietoa)

/12/ Minni, J. 10.9.2012. Haastattelu. Vaasa. Moduuliverstas

/13/ Mäntyniemi, T. 2012. Tuotannon kehittäminen Lean- periaatteiden mukaisesti – gradu. Vaasan yliopisto. Vaasa

/14/ Tämä on Wärtsilä- vihko. 2012. Helsinki

/15/ Womack, J. P., Jones, D. T. 2003. Lean thinking Free press, United States of America.

LIITELUETTELO

LIITE 1. V- moottorin pumppukotelon uuden toimintamallin työohje latausasemalle

LIITE 2. Turbohyllyn uuden toimintamallin työohje latausasemalle

Ei julkaista.

Ei julkaista.