



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Matti Vahtera

# KAASUVIIMEISTELYN MAALAUSTI- LAN PÄIVITYSSUUNNITELMA

Tekniikka  
2018

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Matti Vahtera
Opinnäytetyön nimi	Kaasuviimeistelyn maalaustilan päivityssuunnitelma
Vuosi	2018
Kieli	Suomi
Sivumäärä	24
Ohjaaja	Pekka Ketola

---

Tämä työ tehtiin Wärtsilä Finlandin Delivery Center Vaasan kaasuviimeistelyosastolle. Aiheena oli kaasuviimeistelyn maalaustilan päivitys uusia moottorimalleja silmällä pitäen. Uusien moottorityyppien sekä niiden mukana tulevien mahdollisten uusien työtapojen vuoksi, tiloja on päivitettävä niille sopiviksi.

Työ toteutettiin päivittäisiä osaston toimintoja seuraamalla sekä henkilökunnan haastatteluin. Työn tekemisen kannalta oli erityisen tärkeää saada tietoa vanhoista tapauksista, mitkä olennaisesti vaikuttavat maalaustilan päivittämiseen. Oman työni kautta pystyin myös keräämään tietoa päivitystarpeesta, jonka pohjalta pystyin tekemään johtopäätelmiä mahdollisista päivitystarpeista.

Työssä tein ehdotuksia, millä saisimme maalaustilan toimivuutta sekä turvallisuutta parannettua. Lämpimenoaikojen lyhentäminen oli myös vahvasti esillä päivitysratkaisuja mietittäessä.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Author	Matti Vahtera
Title	Update plan for Painting Area in Gas Finishing
Year	2018
Language	Finnish
Pages	24
Name of Supervisor	Pekka Ketola

---

This thesis was made for Wärtsilä Finland Delivery Center Vaasa gas finishing department. The purpose of thesis was to update the painting area of gas finishing for the new engine models. Because of the new engine types and the possible new working methods that follow them, the working methods need to be updated.

The thesis was carried out by following the daily activities at the finishing department and by personnel interviews. From the point of view of the work, it was especially important to get information on the old cases which have a significant effect on updating the painting area. Through my own work I was also able to gather information about the need for updating, which made it possible to make conclusions about possible updating needs.

In the thesis suggestions were made to get the better functionality of the painting area and improve the safety. Reducing lead times was also strongly emphasized when considering solutions.

---

Keywords                      lead time, gas finishing, painting area, Wärtsilä

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

1	JOHDANTO.....	6
2	WÄRTSILÄ .....	7
3	KAASUVIIMEISTELY .....	8
4	KAASUVIIMEISTELYN MAALAUSTILAN PÄIVITYKSEN LÄHTÖKOHDAT .....	11
5	LEAN .....	13
	5.1 5S.....	13
	5.2 Just-in-time .....	13
	5.3 KAIZEN.....	14
	5.4 KANBAN .....	14
6	KAASUVIIMEISTELYN MAALAUSTILAN PÄIVITYS .....	15
	6.1 Maalaustilan koko .....	15
	6.2 Maalauspaikkojen työtasot.....	17
	6.3 Maalaus .....	19
	6.4 Lean kaasuviimeistelyssä.....	20
7	YHTEENVETO .....	22
	LÄHTEET.....	24

**KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO**

<b>Kuvio 1.</b> Wärtsilä Suomessa. ....	7
<b>Kuvio 2.</b> Kaasuviimeistelyhalli.....	9
<b>Kuvio 3.</b> Kaasuviimeistelyn maalaustila.....	16
<b>Kuvio 4.</b> Työtaso.....	17
<b>Kuvio 5.</b> Työtasot ääriasennossa.....	18
<b>Taulukko 1.</b> Tikkurilan Temalac ML 90 kuivumisaika.....	20

## 1 JOHDANTO

Moottoreiden viimeistelyssä yksi tärkeimmistä vaiheista on moottorin maalaus. Ennen moottorin peittämistä toimitusta varten, moottorin metalliset osat tulee suojata ruosteelta sekä muilta ulkoisilta rasitteilta. Ruosteenestomuovit, -kapselit, sekä -aineet ovat yksi menetelmä, mutta tärkeimmän ja näkyvimmän suojan moottorin pintaan tekee maalaus. Koska suurin osa moottoriin kiinnitettävistä moduuleista, putkista ja suojuksista on pintakäsittelemättömiä, eikä esimerkiksi Tectyliä voi ruiskuttaa koko moottorin alalle, on yksinkertaisin ja järkevin keino maalata moottori. Maalaus antaa myös ulkonäöllisesti mielekkäämmän kuvan moottorista kuin se, että se jätettäisiin ilman pinnoitetta.

Uusien moottorimallien lisääntyessä ja niiden siirtyminen tulevaisuudessa sarjatuotantoon on edessä, joten työtapoja sekä työtiloja tulee päivittää näille moottoreille sopiviksi, jotta olemme valmiina volyymien kasvaessa. Nykyiset maalaustilat kaasuviimeistelyssä on suunniteltu W32-/W34 moottoreille ja sopivatkin näille moottoreille poikkeuksetta hyvin. Nyt kuitenkin tulemistaan tekee uusi W31-moottorimalli, joka on varsinkin 20-sylinterisenä V-moottorina generaattoripaketin kanssa huomattavasti suurempi kooltaan, kuin vastaavat W32 tai W34 moottoripaketit. Tämä aiheuttaa haasteen sille, miten näiden W31-pakettien viimeistelytyö pystytään suorittamaan sujuvasti sekä turvallisesti läpimenoaikoja liikaa pitkittämättä. Tulevaisuudessa on tulossa ainakin W34LG-moottori, joka on myös huomattavasti pidempi, kuin W32-, W34- tai W31-moottoripaketit.

Tämä työ käsittelee pääasiassa kaasuviimeistelyn maalaustilan mahdollista päivitystä uutta W20V31-moottorimallia silmällä pitäen. Tähän sisältyy mahdolliset työturvallisuutta parantavat ratkaisut sekä pohdintaa siitä, mitä haasteita nämä tuovat maalausprosessiin. Työ toteutetaan omilla mittauksilla sekä havainnoilla kaasuviimeistelyssä. Asiantuntijoina haastatellaan osaston asentajia, maalausalihankkijan edustajaa, mahdollista Quality, Healthy, Safety and Environment-osaston (QHSE) henkilöstöä sekä muita yksittäisiä Wärtsilän sisäisiä asiantuntijoita.

## 2 WÄRTSILÄ

Wärtsilä perustettiin vuonna 1834 Tohmajärvellä sijaitsevan Wärtsilän kylään. Wärtsilä aloitti toimintansa sahana, mutta jo vuonna 1851 tilalle rakennettiin rautatehdas. Rautatehdas käytti jo vuonna 1908 vieressä olevia koskia tuottamaan vesivoimaa tehtaansa sähköistämiseen, ollen näin nykyaikainen teollisuuslaitos.

Wärtsilä laajensi toimintaansa telakkateollisuuteen vuonna 1935, kun se hankki yrityskaupoilla itselleen laivatelakan Helsingin Hietalahdessa sekä telakan Crichton-Vulcanilta. Seuraavana vuonna Wärtsilä osti vaasalaisen Onkilahden konepajan, missä valmistetaan moottoreita vielä tänäkin päivänä. Vaasassa on myös 1988 valmistunut moottorilaboratorio sekä monipuolista tuotekehitystoimintaa. Vaasan Runsorissa on myös laajasti toimintaa, esimerkiksi Wärtsilä Services. Wärtsilä lanseerasi vuonna 1960 täysin Vaasassa alusta loppuun asti suunnitellun sekä valmistetun dieselmoottorin. Turussa valmistettiin moottoreita aina vuoteen 2004. Nykyään Turussa on muun muassa koulutustoimintaa. Henkilöstöä Wärtsilällä on Suomessa noin 3500 (**Kuvio 1.**) ja maailmanlaajuisesti yli 18000. /1/ /2/



**Kuvio 1.** Wärtsilä Suomessa /4/

Nykyään Wärtsilä kuuluu kiistatta yksiin johtaviin toimijoihin energia- sekä laivamoottoriteollisuudessa. Yhtiö on jaettu kolmeen eri kategoriaan. Energy Solutions, joka toimii voimalaitosmarkkinoilla. Uusiutuvat energiaratkaisut ovat nykypäivää myös Energy Solutionille. Marine Solutions on johtava innovatiivisten palvelujen tuottaja merenkululle sekä öljy- ja kaasuteollisuudelle. Wärtsilä Service huoltaa Wärtsilän tuotteet ja näin tarjoaa elinkaaripalveluja asiakkaille ympäri maailman.

### 3 KAASUVIIMEISTELY

Kaasumootoreiden viimeistelyhalli valmistui vuonna 2007 samaan aikaan uuden linjakokoonpanon, logistiikkakeskuksen sekä kaasukoeajon kanssa palvelemaan lisääntyvää kaasumootoreiden tuotantoa. Ennen tätä uudistusta kaasumootorit viimeisteltiin Vaasan Wärtsilän tehdasalueella sijaitsevassa dieselmootoreiden viimeistelyosastolla.

Kaasumootoreiden kysynnän kasvaessa maailmalla, tuli pakottava tarve saada viimeistelyyn tehokkuutta sekä lisäkapasiteettia, jotta moottorit saataisiin toimitettua ajoissa asiakkaille. Kaasuviimeistely on yhteydessä kaasumootoreiden koeajostasoon. Tämä ratkaisu tuo synergiaetuja kummallekin osastolle, niin W3X-kaasukoeajolle sekä W3X-kaasumootoreiden viimeistelyosastolle. Mahdollisissa koeajossa havaituissa vikatilanteissa moottori on helppo siirtää viereiselle kaasuviimeistelyosastolle korjattavaksi ja sen jälkeen takaisin koeajoon, jos se katsotaan tarpeelliseksi. Tämän ei kuitenkaan tule olla pitkäkestoista korjaamista, koska moottoreita tulee koeajosta viimeistelyyn toisinaan nopealla tahdilla, joten kaikki työpisteet tarvitaan moottoreiden viimeistelyyn.

Kaasuviimeistelyn tilat rakennettiin palvelemaan volyymien kasvaessa lähinnä W32- sekä W34-tuoteperhettä. Myös viimeistelyhallin työskentelypisteet rakennettiin näitä moottorityyppejä silmällä pitäen. Näille moottorimalleille se onkin optimaalinen tila kokonsa, työtasojensa, maalaustilansa sekä käytettävyytensä puolesta.

Kaasuviimeistelyn maalausalueella on liikuteltava maalaustila, minkä voi käytännössä siirtää kahteen eri kohtaan, kun tilassa maalataan tai suojarasvataan jo maalattuja moottoreita. Molemmilla maalauspaikoilla on asennettuna kiinteät työtasot kummallakin puolella maalipaikkaa, joten ne eivät liiku maalauskopin siirtyessä maalipaikalta toiselle. Työtasoja voi nostaa ja laskea sähköisesti, jotta asentaja pääsee juuri oikealle korkeudelle. Tasojen etäisyyttä voi myös säätää sähköisesti, jotta päästään mahdollisimman lähelle moottorin kylkeä. Lisäksi työtasoissa on niin sanotut potkutasot, joilla voidaan hienosäätää etäisyyttä moottoriin.



Itse viimeistelyhalli on 38 metriä pitkä halli, jonka kummallakin puolella on kaksi kappaletta varsinaisia työskentelypisteitä, mihin moottorin voi laittaa viimeisteltäväksi. Varsinaisia moottoripisteitä on neljä kappaletta, mutta poikkeuksellisesti voidaan ottaa viisikin moottoria työstettäväksi samanaikaisesti. Työtasoja on neljässä pisteessä ja vain maalauspuolella moottorin kummallekin puolelle, joten näiltä pisteiltä, joissa on vain yksi työtaso, on hankala tehdä tiettyjä viimeistelyyn kuuluvia töitä.



**Kuvio 2.** Kaasuviimeistelyhalli

Viimeistelytyöt voidaan jakaa karkeasti moottorin avaukseen, kasaamiseen, maalaukseen, korroosiosuojaukseen, moottorin kuljetussuojaukseen ja lähettämiseen. Moottorin avauksessa moottorista otetaan esille avauspöytäkirjassa ennalta määrättyt laakerit luokituslaitosta ja asiakasta varten. Joissain tapauksissa asiakas haluaa nähdä myös moottorista männän koeajon jäljiltä. Näiden jälkeen on vuorossa moottorin kasaus, mikä käytännössä on laakereiden ja männän takaisinasentaminen moottoriin, laipoittaminen, öljypohjan tyhjentäminen sekä 50 tunnin jälkikiristys

kiertokangille. Tämän jälkeen moottori on valmis maalattavaksi. Moottori siirretään maalipaikalle, missä maalarit peittelevät moottorin herkät komponentit sekä puhdistavat moottorin pinnat liasta ja rasvasta. Ensin moottori pohjamaalataan ja annetaan kuivua. Sen jälkeen maalataan pintamaali. Kun moottori on kuiva, suojat poistetaan ja määrättyihin kohtiin laitetaan vaseliinia. Tämän jälkeen moottori suojataan sisäisesti ruosteenestoaineilla. Kun tämä työvaihe on suoritettu, on vuorossa irtonaisten maalaamattomien suojien paikalleen asennus sekä kuljetussuojauksen tekeminen. Kuljetussuojauksessa moottorin ulkopuoliset osat suojataan pehmusteilla, puulaipoilla, VCI-muovilla sekä moottorin päälle laitettavalla pressulla. Pressu on moottorin päällä tehtaalta asiakkaalle asti. Tämän jälkeen moottori nostetaan nosturilla lavetille, millä se matkaa satamaan laivattavaksi.

## **4 KAASUVIIMEISTELYN MAALAUSTILAN PÄIVITYKSEN LÄHTÖKOHDAT**

Kuten aikaisemmin mainittiin, nykyiset tilat rakennettiin palvelemaan W32- sekä W34-moottoriperhettä. Silloin ei vielä ollut nähtävissä, että kymmen vuoden kuluttua olisi uusi moottorityyppi tulossa, tai ei ainakaan sitä tietoa, minkä kokoinen siitä tulisi toteutuessaan. Kaasuviimeistelyyn rakennettiin pituudeltaan 18 metriä oleva maalaustila 13,5 metriä pitkine työtasoineen. Nämä mitat riittäisivät, koska sen hetkiset moottorit olivat suurimmillaan noin 13 metriä pitkiä. Työtasojenkin pituus ylitti tämän pituuden, joten mitat olivat juuri sopivat näille moottoreille. Moottoreiden korkeus korkeimpaan kohtaan, eli turbon päälle oli noin 4,4 metriä, joten lähes 2,5 metrin korkeuteen nousevat työtasot riittivät asentajille sekä maalareille hyvin.

Uuden W31- moottorimallin tullessa sarjatuotantoon, muuttuvat myös maalaustilan vaatimukset. W31-moottorin pituus generaattorin kanssa on noin 14,5 metriä ja korkeutta hieman yli 5 metriä. Maalaustilan ollessa ulkomitoiltaan 18 metriä, ei W31-moottorin maalaustilassa ollessa, moottorin etu- eikä takaosaan jää tarvittavaa työtilaa. Myös moottorin mahdolluttaminen maalaustilaan on haasteellinen moottorin korkeuden vuoksi. Yksi suuri haaste on työtasojen pituuden riittävyys. Työtasojen tulisi olla vähintään moottorin pituisia, mutta mieluummin pidempiä, koska asentajien täytyy työskennellä koko moottorin pituudelta. Moottorin kummassakin päässä tulisi myös pystyä työskentelemään turvallisesti, mutta nyt tilanpuutteen vuoksi päihin saattaa olla hankala sijoittaa työtasoja.

Maalaustilan tärkein tehtävä on toimia paikkana, missä moottorit maalataan, joten kaikki maalaamiseen liittyvät asiat tulee ottaa samalla tavalla huomioon, kuten uuden moottorin koosta koituvat haasteet. Nykyään maalaustila on ilmastoinniltaan mitoitettu pienempien moottoreiden maalaukseen, joten ilmastointi vaatii tarkastelua varsinkin silloin, jos maalaustapoja muutetaan radikaalisti. Maalaustila on myös alttiina ilmankosteuden vaihteluille, jota ilmenee usein sateisina ja lämpöisinä kesinä sekä sään viiletessä. Maalin kuivumisaika saattaa venähtää odotettua pidemmäksi, mikä taas pidentää läpimenoaikoja, jota yritetään toiminnan tehostamiseksi

lyhentää mahdollisimman paljon Leanin mukaiseksi. Tämä asia nousee esille viimeistään siinä vaiheessa, kun vesiohenteisia maaleja mahdollisesti testataan mootoreiden maalauksessa laajemmin. Vesiohenteiset maalit vaativat jatkuvasti balanssissa olevat olosuhteet ilmastoinnin, lämmön sekä ilmankosteuden suhteen.

Kaikissa näissä asioissa on laajasti kysymys myös työturvallisuusasioita, mikä tulee vaikuttamaan suuresti maalaustilan päivitykseen, kuten myös koko viimeistelyhallin toimintaan. Työturvallisuus on ensimmäinen asia, mikä tulee suunnittelussa ottaa huomioon.

## 5 LEAN

Lean perustuu Toyotan ideoimaan ja lanseeraamaan johtamisjärjestelmään, mikä tähtää tuotannon prosessissa kaiken turhan tekemisen, hukan poistamiseen. Sen avulla pyritään lyhentämään tuotannon läpimenoaikaa, parantamaan asiakastytyväisyyttä, laatua sekä vähentämään kustannuksia. Jatkuva kehittäminen ja oikea-aikaisuus ovat Leanin tärkeimpiä osa-alueita, mikä taas takaa asiakaslähtöisen toiminnan, mikä on Leanin peruseriaate. Näihin Leanin perusteisiin kuuluu vielä esimerkiksi käsitteet 5S, Just-in-time, Kaizen sekä Kanban. /3/

### 5.1 5S

5S on Japanissa kehitetty, ympäri maailman levinnyt työpaikkojen organisointiin ja työtapojen standardisointiin keskittyvä menetelmä. 5S-menetelmällä pyritään välttämään kaikkea mahdollista tuhlausta ja poistamaan kaikki ei-tuottava toiminta.

5S muodostuu seuraavista sanoista.

- Sort (Seiri) – Poistetaan työpaikalta kaikki ylimääräinen tavara.
- Set in order (Seiton) – Tällä pyritään löytämään sopivia työmenetelmiä, esimerkiksi merkkamalla tavarat lapuin ja värikoodein.
- Shine (Seiso) – Päivittäinen työpaikan siivous.
- Standardize (Seiketsu) – Standardoidaan työpaikan parhaat käytännöt.
- Sustain (Shitsuke) – Kun toimintamallit on sovittu, on niiden toteutusta seurattava sovitulla tavalla. Jatkuva parantaminen. /5/

### 5.2 Just-in-time

Just-in-time on teollisuudessa käytetty tuotannonohjausstrategia, jolla pyritään pääsemään eroon kaikesta turhasta toiminnasta. Tuotannossa tällä pyritään vähentämään laatukustannuksia, kuten turhaa aikaa, resursseja, materiaaleja ja varastointia. Valmistusteknisestä näkökulmasta tämä tarkoittaa valmistussarjojen pienentämistä. Tämä tarkoittaa, että yritys joutuu miettimään uutta kustannusoptimia, esimerkiksi

läpimenoaikojen suhteen. Menetelmässä kaikki tarvittavat resurssit ovat käytössä juuri oikealla hetkellä /6/

### **5.3 KAIZEN**

Kaizen käännetään kahdesta japaninkielisestä termistä Kai ja Zen. Kai tarkoittaa muutosta ja Zen tarkoittaa hyvää. Kaizen on keino jatkuvan parantamisen toteutukseen hukkien poistamiseksi. Tässä hukat poistetaan mahdollisimman pienin kustannuksin yksi kerrallaan. Kaizeniin osallistuu koko organisaatio eikä pelkästään siihen erikoistuneet organisaatiokehittäjät. /7/

### **5.4 KANBAN**

Kanban on lähinnä varastointijärjestelmä, mikä seuraa varaston tilannetta reaaliaikaisesti. Kanbanissa järjestelmä tietää milloin tavara on loppu ja tilaa sitä automaattisesti lisää. Kanban-menetelmä toimii käytännössä tavaran mukana kulkevin korttein, mitkä viestittävät kortin palautuessa toimittajalle tavaran olevan loppu, jolloin toimittaja tietää toimittaa uuden erän, jotta toiminta voisi jatkua katkeamatta. Kanban-korteista ilmenee kaikki tarvittava tieto siitä, mihin tavara pitää toimittaa, materiaalinumero, varastopaikka. Oikealla määrällä Kanban-kortteja lyhennetään selkeästi läpimenoaikoja, mutta liiallinen korttien määrä taas saattaa pidentää sitä kasvattamalla varaston määriä. Myös liian vähäinen korttimäärä pidentää läpimenoaikoja pidentämällä odotusaikaa. Kanban-signaaleja voidaan nykyään lähettää myös sähköisesti. Tätä kutsutaan e-kanbaniksi. Tässä järjestelmä lähettää toimittajalle sähköpostin, kun varasto uhkaa loppua. /8/

## 6 KAASUVIIMEISTELYN MAALAUSTILAN PÄIVITYS

Kaasuviimeistelyn maalaustilan päivityksessä on varmasti monia vaihtoehtoja. Kysymys on etenkin siitä, mitä halutaan tehdä, mitä halutaan tehdä tulevaisuudessa ja kuinka paljon tähän halutaan satsata rahallisesti. Tulevaisuudessa, kun W31-moottorit yleistyvät, maalaustilan sekä maalauspaikkojen merkitys tulee korostumaan. Tarkoituksena on, että W31-moottorit viimeistellään yhdellä paikalla alusta loppuun, koska jokaisessa viimeistelyn työvaiheessa moottoria joutuu operoimaan molemmilta puolilta. Tämä tarkoittaa sitä, että kummallakin moottorin sivuilla sekä moottorin päissä tulee olla telineet, jotta työskentely onnistuu turvallisesti ja sujuvasti. W31-moottorin viimeistelyyn kuuluu muun muassa 50 h jälkikiristys, määntien mittausta sekä sylinterikansien vaarujen kireyksien tarkastus, mikä myös aiheuttaa jonkin verran purkutöitä moottoriin. Vaarujen kiristys tehdään myös moottorin molemmilla puolilla, joten varsinkin tässä työvaiheessa työtasoja tarvitaan moottorin kummallakin puolella, ettei moottoria tarvitse käännettä kesken työn. Liikuttavalta työtasolta tätä työvaihetta on lähes mahdotonta tehdä, eikä se olisi edes turvallista työkalujen koon ja painon vuoksi.

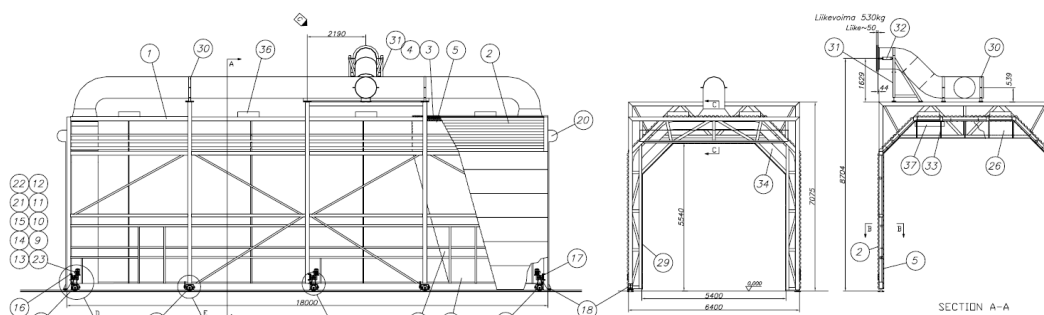
### 6.1 Maalaustilan koko

Kaasuviimeistelyn maalaustilan pituutta pitäisi kasvattaa, jotta W31-moottori mahtuisi siihen kokonaisuudessaan, eikä turbo jäisi osittain ulos, kuten on käynyt edellisillä kerroilla, kun kyseinen moottori generaattoreineen on ollut viimeisteltävänä. Turbomodulista on noin puolet jäänyt tilan ulkopuolelle. Maalaustilanteessa se tarkoittaa sitä, että maalaustilan nosto-ovea ei pysty sulkemaan maalauksen tai rasvauksen ajaksi. Tässä tapauksessa ulos jäänyt osa moottorista on suojattu erillisellä muovilla maalaushöyryjen leviämisen estämiseksi halliin. Tämä varmasti haittaa myös ilmastointijärjestelmää. Vaikka muovi asennetaan suojaksi, se päästää kuitenkin hajuja ja maalipölyä hallin puolelle, mikä saattaa aiheuttaa päänsärkyä tai hengitysoireita viimeistelyhallissa työskenteleville asentajille.

Maalaustilan ollessa pituudeltaan noin 17 metriä ja W31-moottorin ollessa 14,5 metriä, jää moottorin kumpaankin päähän tilaa noin 1,25 metriä, mikä on liian vä-

hän, jos moottorin päässä pitää työskennellä. Tavoite olisi, että moottorin kummasakin päässä olisi ainakin 2 metriä tyhjää tilaa, mihin mahtuisi jonkinlainen liikuteltava työtaso, mistä voisi maalata tai tehdä asennustöitä. Alustallaan olevan W31-moottorin korkeus on otettava myös huomioon sen ollessa hieman yli 5 metriä ja nykyisten moottoreiden korkeuden ollessa normaalilla alustalla hieman alle 4,5 metriä. W31 moottorin korkeimman kohdan ja maalaustilan katon väliin jäävän tilan mitta on huomattavasti pienempi kuin nykymoottoreissa. Työskentelytila on todella pieni, jos maalaustila on ajettu moottorin päälle. Maalaustilan pituuteen voisi olla ratkaisuna haitarimallinen tilan jatkaminen. Näin maalaustilan pituutta voisi säätää tarpeen mukaan. Ongelmaksi tässä muodostuisi mahdollisesti pidennettävät työtasot, mitkä ovat kiinteästi lattiaan asennetut. Haasteita aiheuttaisi myös nostovien toiminta.

Koska W31-moottoreita ei ole vielä montaakaan tässä suurimmassa muodossaan ollut viimeisteltävänä, on testejä tämän moottorin lopulliseen asettelemiseen maalaustilaan ollut toistaiseksi mahdotonta toteuttaa. Joitakin muutoksia on jo maalauspisteisiin tehty, mutta on epäselvää, ovatko ne riittäviä. Varmin ratkaisu, jos vanhaa maalaustilaa ei voida hyödyntää päivityksessä, on sen poispurkaminen ja uuden maalaustilan rakentaminen uusien moottorityyppien vaatimuksien mukaiseksi. Jos uuteen liikuteltavaan maalaustilaan päädytään, on otettava huomioon viimeistelyhallin pituus, mikä on 38 metriä. Mahdollisia rakenteiden muokkauksia saattaa joutua tekemään, mikäli ne rakennusteknisesti ovat mahdollisia, ja jos kaasuviimeistelyn ja kaasukoeajon välinen tila antaa mitoiltaan myöten tähän suunnitelmaan.



**Kuvio 3.** Kaasuviimeistelyn maalaustila



## 6.2 Maalauspaikkojen työtasot

Työtasot ovat nyt kummallakin maalauspaikalla samanlaiset. Näiden työtasojen pituutta on jatkettava, jos niiden halutaan riittävän koko W31-moottorin pituudelta. W31-moottorin ollessa generaattorinsa ja alustan kanssa pituudeltaan 14,5 metriä, jää työtasojen pituus 13,5 metriin. Työtasojen työskentelykorkeus riittänee, jos moottorialustan korkeus ei poikkea paljoa, esimerkiksi W32/W34-moottoreiden normaalista alustan korkeudesta. Erikoiskorkea alusta aiheuttaa jo hieman ongelmia ulottuvuuden kannalta sekä maalareille että asentajille.



**Kuvio 4.** Työtaso

Maalauspaikkojen työtasojen etäisyyttä toisistaan voi säätää sähköisesti. Nyt säätövara on 2,9 metristä 4,1 metriin. W31-moottoria nostettaessa maalauspaikalle, pitää käyttää erityistä varovaisuutta sekä tarkkaavaisuutta moottorin leveyden vuoksi. Moottorin alusta mahtuu työtasojen väliin, mutta työtasoja nostettaessa on varmistettava, että työtasoja voidaan nostaa tarpeelliseen työkorkeuteen. Nykyisissä moot-

torimalleissa tasot voidaan nostaa yläasentoon, mutta W31- moottorin leveys aiheuttaa haasteita nykyisten työtasojen kanssa, koska moottorin turbomoduli on huomattavasti leveämpi kuin nykyisissä sarjatuotantomootoreissa. Jos moottorin levein kohta on lähes 4,6 metriä ja, kun työtasojen levein etäisyys on 4,1 metriä, on selvää, että työtasojen etäisyyssäätöä on kasvatettava. Tällä hetkellä tämän toimenpiteen suorittaminen on lähestulkoon mahdotonta, jos itse maalaustilaan ei tehdä rakenteellisia muutoksia. Työtasojen ollessa ääriasennossa toisistaan, jää työtasojen ja maalaustilan seinien väliin ainoastaan 16-24 senttimetriä tilaa, joten mahdollisuudet muokkaukseen ovat lähes olemattomat.



**Kuvio 5.** Työtasot ääriasennossa

Maalauspaikkaan nostettava moottori ei kuitenkaan aina ole saman kokoinen kuin aikaisemmissa moottorikuvauksissa on kerrottu. Usein moottorit ovat myös pienempiä rivimoottoreita generaattoreineen tai pelkkiä yksittäisiä moottoreita ilman alustaa ja generaattoria. Näissä tapauksissa moottorin pituus on huomattavasti lyhyempi kuin alustalla olevat W3x-moottorit. Tämä aiheuttaa telineillä työskentele-

välle henkilölle työturvallisuusriskin. Vaikka potkutasoilla saadaan työtasot hienosäädettyä kiinni moottorin kylkeen, jää työtasoihin tyhjää aluetta moottorin pituuden vuoksi. Kuten ylläolevasta kuviosta 5 voidaan huomata, vain työtason toisella reunalla on turvakaide, mutta moottorinpuoleisella sivulla ei ole. Tämä on turvallisuuskysymys, mikä on aiheuttanut keskustelua QHSE-osaston kanssa tehdyillä turvallisuuskierroksilla. Jos työtasoja muokataan maalaustilan mahdollisen päivityksen yhteydessä, on viimeistään silloin mahdollisuus puuttua tähän epäkohtaan tarkemmin. Nykyisten työtasojen turvallisuuteen on kuitenkin keksittävä edes väliaikainen ratkaisu, jotta pienempienkin moottoreiden kanssa voidaan työskennellä turvallisesti. Siirrettävät turvakaiteet olisivat vaihtoehto, jos ne saataisiin järkevästi ja käytännöllisesti toteutettua. Valmiitakin ratkaisuja tällaisiin tapauksiin lienee olevan. Moottorin kummassakin päässä on myös työskenneltävä. Tähän on tällä hetkellä ollut ratkaisuna käsin liikuteltavat tikastasot, mitkä ovat osoittautuneet huteriksi, varsinkin silloin, jos niihin kiivetään raskas työkalu mukana tai asennustöitä tehdessä. Tähän voisi olla ratkaisuna saksinosturin kaltainen, ajettava työtaso missä olisi potkutasot. Tällainen ratkaisu löytyy jo tuotantolinjan generaattorivaiheen varustelusta. Tämän sopivuutta tulisi kaasuviimeistelyssä myös miettiä.

### 6.3 Maalaus

Maalauksen osalta maalaustilan päivittäminen ei tuo suuria muutoksia. Moottorit maalataan kuten ennenkin, ensin pohjamaalilla ja sen kuivuttua moottori maalataan pintamaalilla. Maalaustilan päivityksen yhteydessä on mahdollisuuksia parantaa myös moottoreiden läpimenoaikoja. Jotta näin tapahtuisi, tulisi maalaustilan lämmitys ottaa päivityksessä huomioon tarkemmin. Nyt maalaustilassa ei ole käytössä toimivaa lämmitystä, vaan lämpö on ns. huonelämpö. Jos maalaustilan lämpö saataisiin nostettua esimerkiksi +35 celsiusasteeseen, maalin kuivumisaika lyhentyisi huomattavasti. Näin myös läpimenoajat lyhentyisivät, mikä olisi viimeistelyn toiminnan kannalta hyvä asia. Moottorien maalaamiseen käytetään nyt pääasiassa Tikurilan Temalac ML-90-maaleja, mitkä ovat yksikomponenttisiä alkydipintamaaleja. **(Taulukko 1.)** Myös ilmankosteutta ja ilmastoinnin tehoa tulee tarkastella, niiden vaikuttaessa olennaisesti maalin käyttäytymiseen. Kosteaa ilma kesäisin sekä

syksyisin pidentää tällä hetkellä maalin kuivumisaikaa entisestään. Joissain tapauksissa moottorin pinta ei ole ollut kosketuskuiva, vaikka moottori on kuivunut yön yli, koska ilmankosteus on ollut hyvin korkea. Tämä on aiheuttanut vaikeuksia moottorin peittelyssä, koska alusmuovi voi tarttua kosteaan maaliin kiinni, mikä tulee laatuvirheenä esille, kun moottorin peitteet avataan määränpäässä.

**Taulukko 1.** Tikkurilan Temalac ML 90 kuivumisaika

Kuivakalvonpaksuus 40 µm	+ 10 °C	+ 23 °C	+ 35 °C
Pölykuiva, kuluttua	2 h	1 h	½ h
Kosketuskuiva, kuluttua	8 h	5 h	3 h
Päällemaalattavissa, kuluttua	36 h	24 h	16 h
Päällemaalattavissa, "märkää märälle", kuluttua		½ - 1 h	
Kosketuskuiva 1 h / 60 °C, ½ h / 80 °C			

Mahdollisia uusia maalaustapoja sekä uusia maaleja tutkiessa, on nykyisen maalaustilan ilmastointi ja lämmitys otettava työstettäväksi varsinkin, jos parhaillaan tutkimuksissa oleva vesiliukoisten maalien käyttö tulee ajankohtaiseksi tulevaisuudessa, silloin vaatimukset ovat aivan toisenlaiset kuin nykyisessä maalaustilassa. Tämänhetkisen tiedon mukaan tämä maalaustapa ei ole tulossa ihan lähiaikoina, mutta melko varmasti lähitulevaisuudessa, joten siihen tulee varautua jo nyt.

#### 6.4 Lean kaasuviimeistelyssä

Kaasuviimeistelyssä, kuten muillakin Wärtsilän osastoilla pyritään toimimaan Leanin mukaisesti. Kaasuviimeistely pyrkii toimimaan 5S-periaatteiden mukaan viikoittaisilla 5S-kierroksilla, mutta muilla Leanin osa-alueilla on usein vielä kehitettävää. Esimerkiksi, Kanban varastointimenetelmän käyttöönottoa olisi syytä harvita joillekin usein käytetyille materiaaleille. Osa käytettävistä materiaaleista on

hyllytyspalvelussa, mutta esimerkiksi, joidenkin o-renkaiden, laippojen sekä tiivisteiden kohdalla on syytä miettiä käytäntöjä, miten nämä materiaalit jatkossa varastoidaan siten, että ne olisivat käytössä aina tarvittaessa. Materiaalipuutteiden vuoksi työt joudutaan usein keskeyttämään ja asentajat joutuvat etsimään materiaaleja toisilta osastoilta. Tämä hukka on helposti poistettavissa pienillä toiminnan hienosäädöillä.

Moottorin kuljetus- ja pakkausvälineiden ajoittaminen Just-in-timen mukaiseksi olisi erityisen tärkeää, koska näiden puuttuminen viivästyttää moottorin toimitusta. Tähän tosin on automatisoitu ratkaisu jo kehitteillä. Toiminnan tehostamista voidaan kehittää ilman suuria kuluja jokapäiväisellä työympäristön havainnoinnilla. Tähän voivat osallistua kaikki kaasuviimeistelyssä työskentelevät työntekijät, tuomalla esiin kehitysehdotuksia, joita hänelle on työskennellessään tullut mieleen. Näin saamme kaikki mukaan toteuttamaan Kaizenia, eikä se jää pelkästään suunnitteluosastojen käsiin.

## 7 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli löytää mahdollisia ratkaisuja kaasuviimeistelyn maalaustilan päivittämiseen. Työssä oli tarkoitus myös osoittaa ne puutteet, mitkä tulisi korjata, jos päivitystä ei tehtäisikään lähiaikoina. Ratkaisuvaihtoehtoja on varmasti monia, mitä tämänkaltaisessa päivitysprojektissa tulee eteen. Vertailukohdetta ei valitettavasti ollut, joten havainnot ja ideat ovat päivittäisiä huomioita sekä keskusteluja Wärtsilässä työskentelevien tahojen kanssa. Työn aikana ideoita tuli lisää, mutta osa oli karsittava, koska ne olivat lähes mahdottomia toteuttaa nykyisissä tiloissa. Lisäksi työn aikana kaasuviimeistelyn hallissa ollessani työturvallisuusasiat olivat niitä asioita, mitkä monessa työvaiheessa voisivat olla kehityksen kohteena päivitystä tehtäessä. Mitään muutoksia ei työn aikana tehty, koska asia on vielä suhteellisen tuore ja vaatii vielä tarkastelua, esimerkiksi rakenteiden osalta, jos niin suureen päivitykseen päädytään. Tämä vaatisi suuria investointeja sekä rakennusalan ammattilaisia tekemään tarkat suunnitelmat ja piirustukset. Niin suuri projekti häiritsisi kaasuviimeistelyn toimintaa, mikä ei ainakaan korkean työkuorman aikana onnistu, koska dieselviimeistely ei yksin pysty kantamaan sitä kuormaa, mikä ruuhka-aikoina on. Työ pitäisi pystyä tekemään kesäaikoina, jolloin usein tehdään huoltotöitä ympäri tehdasaluetta ja alueella on vähän liikkuvia ihmisiä. Hyvin suunniteltuna ja aikataulutettuna se ei liene mahdoton yhtälö.

Kaasuviimeistelyn maalaustilan päivitykseen tullaan tekemään vielä monia suunnitelmia, ennen kuin lopulliset päätökset tehdään. W31 moottorin lisäksi on vielä tulossa W34LG-moottori, mikä taas on pituudeltaan huomattavasti kookkaampi, kuin W31-moottori. Sekin otettaneen huomioon, kun suunnitelmia maalaustilaan tehdään. Mahdollisesti uusia moottorityyppejä maalataan tulevaisuudessa alihankkijan tiloissa, mikä ei ole missään tapauksessa poissuljettu vaihtoehto, jos suunnitelmat kaasuviimeistelyssä olevaan maalaustilaan kariutuvat tai siellä halutaan jatkossakin keskittyä vain nykyisiin sarjatuotantomootoreihin. W31 muuttuu kuitenkin lähitulevaisuudessa sarjatuotantomootoriksi ja samalla sen myyntivolyymit kasvavat, joten kaasuviimeistelyyn olisi järkevää suunnitelmia tehdä.

Koko kaasuviimeistelyhallin koon kasvattaminenkaan ei ainakaan teoriassa ole sekään mahdotonta. Lisää rakentamalla, rakenteita muuttamalla ja seiniä siirtämällä, kaasuviimeistelyä pystyisi laajentamaan useilla metreillä, mikä toisi mahdollisuuksia toimia vielä tehokkaammin kaikkien moottorimallien kanssa. Tällainen rakentaminen vaikuttaisi viimeistelyn vieressä oleviin muihin tuotanto-osastoihin rajusti, mikä vaikuttaisi näin ollen koko moottorituotantoon. Nämä toimenpiteet vaatisivat kuitenkin kunnollisia rakennussuunnitelmia sekä rakennuslupien hakuprosesseja. Itselläni ei ole tietoa, onko tontille mahdollista vielä rakentaa lisäneliöitä. Tämä idea on kuitenkin sen verran mahtipontinen, että se on paras sivuuttaa tässä vaiheessa ja keskittyä hieman pienempään sekä nopeampaan päivitysvaihtoehtoon.

Koska minkäänlaisia suunnitelmia ei vielä ole varmistettu, vaan kaikki on vielä suhteellisen alussa, eikä päivitystä varten ole myöskään tehty investointihakemuksia, on vielä aikaa tehdä lisää käytännön tutkimuksia W31- moottorin viimeistelyn osalta. Se antaa mahdollisuuden testata useita ratkaisuehdotuksia, mitkä tässä opinäytetyössä on tuotu esiin. Suurimman haasteen asettaa maalaustilan koko ilmastointineen, lämmityksineen, sekä työtasot, miten niiden järkevä muokkaus saadaan helpottamaan ja nopeuttamaan turvallisesti läpimenoaikaa W31-moottoreita viimeisteltäessä.

Mikäli nämä esittämäni päivitysvaihtoehdot eivät toteutuisi, on tämän työn tekeminen kuitenkin antanut uutta näkökulmaa esimerkiksi työturvallisuudesta, mikä on tällä hetkellä Wärtsilässä yksi tärkeimmistä asioista, ja mitä ei voi missään nimessä pitää vähäisenä asiana missään työvaiheessa tai työpaikassa. Pienillä muutoksilla saataisiin edistettyä vieläkin turvallisempaa toimintaa kaasuviimeistelyosastolla, jossa se on ollut hyvää muutenkin jo useiden vuosien ajan. Tärkeää olisi kuitenkin, että näistä esittelemistäni päivitysideoista löytyisi asioita jatkojalostukseen, kun päivitystä aloitetaan täyspainoisesti suunnittelemaan. Ideoita yhdistelemällä löytyisi varmasti tapa, millä kaasuviimeistelyn maalaustilaa olisi mahdollista käyttää kaikkien DCV:llä valmistettavien moottoreiden kanssa.

## LÄHTEET

/1/ Wärtsilä. Viitattu 18.5.2018

<https://fi.wikipedia.org/wiki/Wärtsilä>

/2/ Wärtsilä. Viitattu 18.5.2018

[www.wartsila.com/fi/wartsila/historia](http://www.wartsila.com/fi/wartsila/historia)

/3/ Lean. Viitattu 16.5.2018

<https://fi.wikipedia.org/wiki/Lean>

/4/ Wärtsilä Suomessa. Viitattu 18.5.2018

[www.wartsila.com](http://www.wartsila.com)

/5/ 5S. Viitattu 16.5.2018

<https://fi.wikipedia.org/wiki/5S>

/6/ Just-in-time. Viitattu 16.5.2018

<https://fi.wikipedia.org/wiki/Just-In-Time>

/7/ Kaizen. Viitattu 18.5.2018

<http://leaniksi.fi/lean-sanasto/>

/8/ Kanban. Viitattu 18.5.2018

<http://fi.wikipedia.org/wiki/Kanban>

/9/ Seppi, P. 2018 Asentaja, kaasuviimeistely

Haastattelu 2018

/10/ Yliranta, A. 2018 Asentaja, kaasuviimeistely

Haastattelu 2018

/11/ Ketola, T. 2018 Työnjohtaja, Famkro

Haastattelu 2018

Tikkurila Oyj tuoteseloste 2013. Viitattu 18.5.2018

[https://www.tikkurila.fi/teollinen\\_maalaus/tuotteet/temalac\\_ml\\_90#tuoteseloste](https://www.tikkurila.fi/teollinen_maalaus/tuotteet/temalac_ml_90#tuoteseloste)