



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mooses Moilanen

# POWERPACK PROSESSIKUVAUS & LAYOUT

Tekniikka  
2020

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Mooses Moilanen
Opinnäytetyön nimi	Powerpack prosessikuvaus & layout
Vuosi	2020
Kieli	suomi
Sivumäärä	35 + 4 liitettä
Ohjaaja	Jukka Hautala

---

Tämä opinnäytetyö tehtiin Wärtsilä Finland Oy:n Vaasassa sijaitsevan moottoritehtaan Delivery Centre Vaasan alaisuudessa toimivalle moduulitehtaalte. Työn tarkoituksena on toimittaa moduulitehtaalte prosessikuvaus powerpack-tuotannosta ja powerpack-asennuslinjalle toimivampi layout.

Powerpack-tuotanto siirtyi 2019 moduulitehtaalte eikä heillä ollut prosessikuvausta tästä prosessista. Prosessin määrittelemisessä keskityin siihen mitä ovat prosessit, kenelle ne kuuluvat ja miten ne voi yksikertaisimmin esittää.

Powerpack tuotannon siirryttyä moduulitehtaalte voimassa olevaan layoutiin ei tehty mitään muutoksia. Ongelmana nykyisen layoutin kanssa on tilan puute asennuslinjalla, rajalliset paikat materiaaleille sekä tehokkuus.

Työstä saatiin moduulitehtaalte prosessikuvaus työnkulkukaaviona, josta on helppo hahmottaa koko prosessi. Työstä saadussa layoutissa 20 powerpackin asennukseen kuluva läpimenoaika saatiin vähenemään 51 %. Lisäksi layoutilla on mahdollista tilata kaikki tarvittavat materiaalit kerralla asennuslinjalle.



# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	8
1.1	Wärtsilä Oyj Abp.....	9
1.2	Delivery Centre Vaasa (DCV).....	9
1.3	W31 -moottori.....	10
2	POWERPACK.....	12
2.1	Powerpack tärkeimmät komponentit.....	13
2.1.1	Kiertokanki.....	14
2.1.2	Mäntä.....	15
2.1.3	Sylinteriholkki.....	16
2.1.4	Sylinterikansi.....	17
3	POWERPACK-PROSESSIKUVAUS.....	18
3.1.1	Prosessikuvauksen tarpeellisuus.....	18
3.2	Prosessi.....	19
3.2.1	Työnjohto.....	19
3.2.2	Logistiikka.....	20
3.2.3	Asennus.....	21
3.2.4	Laaduntarkistus.....	22
3.2.5	Osto.....	23
3.2.6	Pääkokoonpanolinja.....	23
4	LAYOUT.....	25
4.1	Nykyinen layout.....	26
4.2	Asentajien ja verstasjohdon toiveet.....	27
4.3	Uusi layout.....	27
4.3.1	Toimet ennen käyttöönottoa.....	29
4.4	Logistiikka.....	31
5	POHDINTA.....	32
5.1	Prosessi.....	32
5.2	Layout.....	33

LÄHTEET..... 34

LIIKTEET

## KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

<b>Kuva 1.</b> Wärtsilä W31DF V-moottori /4/.....	10
<b>Kuva 2.</b> W31 -moottorin tekniset tiedot /5/.....	11
<b>Kuva 3.</b> Valmis W31 -moottorin powerpack asennusjigissä .....	12
<b>Kuva 4.</b> W31 -moottorin kiertokangen varret .....	14
<b>Kuva 5.</b> W31 -moottorin mäntä.....	15
<b>Kuva 6.</b> W31 -moottorin sylinteriholkki .....	16
<b>Kuva 7.</b> W31DF -moottorin sylinterikansi.....	17
<b>Kuva 8.</b> MES näkymä, aktiviteetit .....	22
<b>Kuva 9.</b> Hyllyjen muokkaustarve väreissä .....	30
<b>Taulukko 1.</b> Powerpack kokoonpano, yhden asentajan routingajat.....	26
<b>Taulukko 2.</b> Materiaalien määrät: nykyinen layout - uusi layout .....	29

## LIITELUETTELO

**LIITE 1.** Työnkulkukaavio prosessista

**LIITE 2.** Nykyinen layout

**LIITE 3.** Uusi layout 1. kerros

**LIITE 4.** Uusi layout 2. kerros

## KÄYTETYT LYHENTEET, KÄSITTEET JA MERKINNÄT

<b>AUTOCAD</b>	Suunnitteluohjelmisto
<b>BATCH</b>	Ennalta määritetty erä powerpack-moduuleja. Määrä voi olla 1 — 20.
<b>BUFFER</b>	Väliparkki materiaaleille, ennen seuraavaan paikkaan sijoittamista
<b>CONVERTOIDA</b>	Tilaus muutetaan tuotantotilaukseksi
<b>JIGI</b>	Asennusalusta
<b>LAYOUT</b>	Alueen fyysisten osien sijoittelu
<b>MES</b>	Manufacturing Execution System. Järjestelmä tuotannon operatiivisten toimintojen ohjaamiseen ja jäljittämiseen sekä tietojen välittämiseen järjestelmien ja tuotannon automaation välillä
<b>MODUULI</b>	Moottoriin tuleva alikokoonpano komponentti, joka pitää erikseen kokoonpanna
<b>QDMS</b>	Quality Document Management System. Wärtsilän käyttämä ohjelmisto materiaalien jäljitettävyydessä
<b>ROUTINGAIKA</b>	Toimenpiteen suorittamiseen kuluva työaika
<b>SAP</b>	Systems Applications and Products. Wärtsilän käyttämä toiminnanohjaus ohjelmisto
<b>SETTI</b>	Ennalta määritetyt materiaalit asennukseen, jotka tulevat samalla lavalla
<b>SMART TECHNOLOGY HUB</b>	Työnalla oleva Wärtsilän tehdas
<b>TO</b>	Transfer order. Materiaalin siirtotilaus
<b>TURBOSOLVING</b>	Kokoonpanoalusta turbolle
<b>W31</b>	Moottorityyppi, jonka sylinteriholkin halkaisija on 310 mm.

# 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin Wärtsilä Finland Oy:n Vaasalaisen moottoritehtaan Delivery Centre Vaasan alaisuudessa toimivalle Assembly & Testing Unit:ille. Opinnäytetyössä esitelty Powerpack-prosessikuvaus ja layout tulevat käyttöön moduulitehtaalla, jossa valmistetaan sylinterikansia, turboja, pumppuja ja muita moottoreihin tulevia moduuleita.

Powerpackin kokoonpano tuli uutena vuonna 2015 W31-moottoreiden kokoonpanon alkaessa. Aiemmin sylinteriin liittyvät komponentit asennettiin suoraan moottoriin. Powerpack-kokoonpanossa kaikki nämä sylinteriin liittyvät komponentit valmistetaan yhdeksi valmiiksi moduuliksi, joka nostetaan pääkokoonpanolinjalla moottoriin. Powerpack-moduulin tarkoituksena on vähentää pääkokoonpanolinjan läpimeno aikaa, helpottaa asiakkaan toiveisiin pääsemistä, taata korkea laatu, nopeuttaa uusien ominaisuuksien lisäämistä, mahdollistaa moottorin muutokset ja helpottaa huoltoa. Mikäli käytössä olevasta moottorista täytyy vaihtaa sylinterinholkki, W31-moottorissa on mahdollista nostaa vanha powerpack pois ja laskea uusi tilalle. Vanhemmissa moottorimalleissa huollon tulisi poistaa sylinteriholkin edestä kaikki osat, ennen kuin pääsevät siihen käsiksi.

Powerpackien kokoonpano siirtyi moduulitehtaalte kesällä 2019, eikä aiempaa prosessikuvausta ollut olemassa. Powerpackien kokoonpano tapahtuu moduulilinjalla, jonka nykyinen layout ei ole optimaalinen toimimaan tässä tehtävässä.

Opinnäytetyöstäni saatavaa prosessinkuvausta käytetään tulevaisuudessa demonstroimaan verstaan toimintaa, selkeyttämään prosessia ja havainnollistamaan prosessiin kuuluvat osapuolet ja roolit. Suunniteltu layout tulee vähentämään powerpack-kokoonpanon läpivientiaikaa, helpottaa varastointia ja antaa vinkkejä tulevaan Wärtsilä Smart Hub:iin.

## 1.1 Wärtsilä Oyj Abp

Wärtsilä toimittaa älykästä teknologiaa ja kokonaislinkaariratkaisuja merenkulku- ja energiamarkkinoille. Tuoteportfolio on laaja, jossa on tuotteita kuten laivoja, lukkoja, voimaloita ja moottoreita. Asiakkaille toimitettujen alusten ja voimalaitosten ympäristötehokkuuden Wärtsilä maksimoi keskittymällä taloudelle kestäviin innovaatioihin, data-analytiikkaan ja kokonaishyötysuhteeseen. Kehityksessä Wärtsilän suuri painopiste on erilaisten seurantapisteiden kehittäminen. /1/

Wärtsilän liikevaihto oli 5,2 miljardia euroa vuonna 2019. Wärtsilän henkilöstömäärä on noin 19 000 ja toimipisteitä löytyy yli 200 ympäri maailmaa. Wärtsilä panostaa erityisesti kehittyviin maihin. Voimaloita Wärtsilä on rakentanut yli 5 000, 177 maahan. /2/

Wärtsilä on pörssiyritys, jonka osakkeet ovat listattu Nasdaq Helsingissä. Wärtsilän toiminta jakautuu kahteen osaan. Wärtsilä Marine Solutions ja Wärtsilä Energy Solutions. /2/

## 1.2 Delivery Centre Vaasa (DCV)

DCV on Wärtsilän Vaasassa toimiva tehdas kokonaisuus. Wärtsilän toiminta Vaasassa sai alkunsa vuonna 1936, kun Wärtsilä osti Onkilahden konepajan konkurssipesän. Tehdasalueelle on tehty sen jälkeen useita päivityksiä. Nykyiseen muotoon se tuli vuosina 2007 – 2010 tehtyjen laajennuksien myötä. /3/

DCV jakautuu kahteen tuotantoyksikköön: Assembly & Testing Unit (ATU) ja Machining Delivery Unit (MDU). Machining Delivery Unit koneistaa ja toimittaa koneistetut moottorin osat Wärtsilän huollolle ja sarjatuotantoon Vaasaan sekä Kiinaan. Assembly & Testing Unit valmistaa ja koeajaa W20/31/32/34-moottoreiden eri variaatioita. DCV:llä on noin 500 kokoaikaista työntekijää ja kaikkiaan se työllistää yli 1 000 henkilöä. Tuotantotilaa DCV:llä on 34 400m<sup>2</sup>. /3/

### 1.3 W31 -moottori



**Kuva 1.** Wärtsilä W31DF V –moottori. /4/

Wärtsilän W31 (kuva 1.) on ensimmäinen uuden sukupolven keskinopeusmoottoreista. W31 luotiin parantamaan tehokkuutta ja vähentämään päästöjä. Wärtsilän W31 tarjoaa markkinoille tehokkaimman 4-tahtimoottorin, alhaisimman polttoaineen kulutuksen ja korkeimman tehon sylinteriä kohti omassa luokassaan. W31-moottoria myydään offshore- ja matkustajalaivoihin. Moottoria voidaan ajaa 4.2 MW – 12.2 MW:n tehoalueella (Kuva 2.). Moottorista on saatavilla kolme eri versiota: kaasuo- (SG), diesel- (DE) ja monipolttoainemoottori (DF). /4/

Design parameters	Pure Gas		Diesel		Dual Fuel	
Bore (mm)	310 mm		310 mm		310 mm	
Stroke (mm)	430 mm		430 mm		430 mm	
Stroke/Bore ratio	1.39		1.39		1.39	
Nom. Speed (rpm)	720	750	720	750	720	750
Max. Output/CYL (kw)	530	550	590	610	530	550
Available cylinder configurations	8V31	10V31	12V31	14V31	16V31	20V31

**Kuva 2.** W31 -moottorin tekniset tiedot. /5/

W31-moottorin suunnittelussa keskityttiin jakamaan moottorin valmistus moduuleihin, kuten powerpack. Moottorin valmistaminen moduuleittain mahdollistaa Wärtsilälle joustavamman portfolion. Lisäksi se lyhentää asentamiseen kuluvaa aikaa, helpottaa asiakkaan toiveisiin pääsemistä, takaa korkean laadun, nopeuttaa uusien ominaisuuksien lisäämistä, mahdollistaa moottorin muutokset ja helpottaa huoltoa. /6/

## 2 POWERPACK

Powerpack pitää sisällään kaikki sylinteriin liittyvät komponentit. Sen tärkeimmät komponentit ovat sylinteriholkki, kiertokanki, mäntä ja sylinterikansi. Moottoria ajaessa powerpackit pyörittävät kampiakselia moottorin sisällä. Powerunit tarkoittaa vastaavaa kokoonpanoa ilman sylinterikantta.



**Kuva 3.** Valmis W31 -moottorin powerpack asennusjigissä.

Powerpackien alikokoonpano alkoi Wärtsilässä 2015, W31 -moottorin tuotannon mukana. W31 -moottori on suunniteltu moduuleittain ja powerpack on yksi näistä uusista muutoksista. Aiemmissa Wärtsilän moottoreissa sylinteriin liittyvät

komponentit asennettiin erikseen moottoriin. Sylinteriholkki kiinnitettiin lohkon koneistusvaiheessa ja kiertokanki, mäntä sekä sylinterikansi asennettiin omilla vaiheilla pääkokoonpanolinjalla. Powerpack asennetaan kokonaisuutena moottorinlohkoon kiinni niin, että sylinteriholkki kiinnitetään lohkon sisälle, kiertokanki kampiakseliin ja sylinterikansi jää näkyville moottorilohkon päälle. /8/

## **2.1 Powerpack tärkeimmät komponentit**

Powerpack pitää sisällään kaikki sylinteriin liittyvät komponentit. Sen tärkeimmät komponentit ovat sylinteriholkki, kiertokanki, mäntä ja sylinterikansi. Seuraavissa kappaleissa käydään läpi nämä komponentit ja niiden funktiot powerpackissä.



### 2.1.2 Mäntä



**Kuva 5.** W31 -moottorin mäntä.

Mäntä ja männänrenkaat toimivat mäntäpumppuna liikkeessaan sylinteriholkin sisällä ylös ja alas. Ylös-alas-liike pyörittää kiertokankea, joka on kiinni männässä männäntapilla.

W31 on nelitahtimoottori, jonka toimintavaiheet ovat: 1. imutahti, 2. puristustahti, 3. työtahti ja 4. poistotahti. Näiden neljän vaiheen aikana kampiakseli on kiertänyt ympäri kaksi kertaa. Imutahdissa ilman ja polttoaineen seosta syötetään sylinteriholkkiin, jolloin mäntä lähtee liikkumaan alas. Puristustahdissa mäntä nousee puristaen ilman ja polttoaineen tiiviiksi sylinteriholkkiin, männän ja sylinterikannen väliin. Työtahdissa polttoaineen syttyminen saa männän laskeutumaan. Poistotahdissa mäntä työntää noustessaan pakokaasut pois sylinteriholkin sisältä. Powerpackiin tulevat männät ostetaan yhteistyökumppanilta ja toimitetaan Wärtsilään. /7/

### 2.1.3 Sylinteriholkki



**Kuva 6.** W31 -moottorin sylinteriholkki.

Sylinteriholkki muodostaa sisällään palotilan ilmalle ja polttoaineelle. Sylinteriholkin sisällä mäntä ja kiertokanki tekevät ylös-alas-liikettä. Sylinteriholkki kiinnitetään moottorin valuun ja sen päälle tulee sylinterikansi. W31-moottorissa sylinteriholkin sisätilan halkaisija on 310 mm. Powerpackiin tulevat sylinteriholkit ostetaan sylinteriholkkeja tuottavalta yhteistyökumppanilta ja ne toimitetaan Wärtsilään. /7/

#### 2.1.4 Sylinterikansi



**Kuva 7.** W31DF -moottorin sylinterikansi.

Sylinterikansi tulee sylinteriholkin päälle tiivistäen palotilan yläosan. W31 -moottorit ovat nelitahtimoottoreita ja sylinterikansissa on neljä venttiiliä. Kaksi imupuolelle ja kaksi pakopuolelle. Sylinterikannen tehtävänä on oikeassa tahdissa avata venttiilejä täyttääkseen palotilan ilmalla tai poistaakseen pakokaasut. Sylinterikansissa on myös polttoaineventtiili, josta polttoaine syötetään ja starttiventtiili, jolla polttoaine sytytetään palotilaan. Kuten kiertokanki, sylinterikansi koneistetaan ja alikokoonpannaa Wärtsilän sisällä. /7/

### 3 POWERPACK-PROSESSIKUVAUS

Aloitin prosessiin perehtymisen miettimällä, mihin kysymyksiin vastaukset ovat oleellisia prosessinkuvauksen kannalta. Perehtyminen alkoi etsimällä vastaukset kysymyksiin:

- Ketkä osallistuvat prosessiin?
- Mitä prosesseja on?
- Kenelle prosessi kuuluu?
- Miten yksityiskohtainen prosessikuvauksen tulee olla?

Tutustuminen prosessiin tapahtui pääsääntöisesti haastattelemalla powerpack-tuotannossa toimivia työnjohtajia kokouksissa ja sähköpostitse. Lisäksi kävin prosessin läpi materiaalikoordinaattorin ja laaduntarkastajan kanssa ja olin mukana asennusprosessissa asentajien kanssa. Asennusprosessissa kävimme läpi olemassa olevat asennusohjeet ja teimme muutokset niihin, jotta ohjeista voi tehdä viralliset.

Olemassa oleviin prosessinkuvauksiin pääsin tutustumaan Wärtsilän sisäisessä tietokannassa [ims.wartsila.com](https://ims.wartsila.com), jonne tästä opinnäytetyöstä saatava prosessinkuvaus myös tulee. Olemassa olevista prosessinkuvauksista myös selvisi, kuinka yksityiskohtaisesti prosessi tulee kuvata. Tehdyssä prosessinkuvauksessa käytin työkulkukaaviota, josta helposti hahmottaa miten prosessi etenee ja mille osastolle mikäkin työvaihe kuuluu. /8–9/

#### 3.1.1 Prosessikuvauksen tarpeellisuus

Powerpackien alikokoonpano alkoi Wärtsilässä 2015, W31 -moottorien tuotannon mukana. W31 -moottori on suunniteltu moduuleittain ja powerpack on yksi näistä uusista muutoksista.

2019 powerpack-alikokoonpano siirtyi moduulitehtaalle, eikä aiempaa prosessinkuvausta ollut olemassa. Opinnäytetyöstäni saatavaa prosessinkuvausta (Liite 1.) käytetään tulevaisuudessa demonstroimaan verstaan toimintaa, selkeyttämään prosessia ja havainnollistamaan prosessiin kuuluvat osapuolet ja

roolit. Lisäksi valmis prosessinkuvaus helpottaa löytämään mahdolliset kehittämisen kohteet prosessista. /8/

### **3.2 Prosessi**

Powerpack-prosessiin kuuluvat osapuolet ovat: työnjohto, asentajat, osto, logistiikka, laatu ja pääkokoonpanolinja. Prosessissa powerpack-alikokoonpano on jaettu kahteen tai neljään batchiin. Jako batcheihin helpottaa logistiikkaa ja käytettyjen materiaalien jäljittämistä. 14-sylinterisessä moottorissa on kaksi batchiä ja 20-sylinterisessä neljä.

Prosessi alkaa, kun työnjohto muuttaa suunnitellun tilauksen tuotantotilaukseksi ja päättyy valmiin powerpack-moduulin toimittamisesta pääkokoonpanolinjalle. Tulevissa kappaleissa esittelen tarkemmin prosessiin kuuluvien osapuolten toimet prosessissa. Prosessikuvaukseen ei ole otettu mukaan kuin toimijat ja toimenpiteet, jotka koskevat moduulitehtaan toimintaa prosessissa. /8–9/

#### **3.2.1 Työnjohto**

Työnjohdosta tuotannonohjaaja pitää ajan tasalla MES-järjestelmän listaa suunnitelluista tilauksista. Prosessi alkaa moduuliverstaalla, kun MES-vastaava työnjohtaja convertoi MES:sissä suunnitellun tilauksen tuotantotilaukseksi. Tilaus tulee convertoida 10 päivää ennen suunniteltua alikokoonpanon alkamista. Tilausjärjestystä sekä koeajoon menevien moottoreiden aikataulua työnjohto seuraa tuotantosunnitelmasta ja SAP:ista. Mikäli tilaus convertoidaan liian aikaisin siihen ei päivity uudet muutokset eivätkä mahdolliset prosessin parannukset tule voimaan. Jos tilaus on jo convertoitu ja siihen tulee muutos, pitää se convertoida uudestaan, jotta muutokset tulevat voimaan. Convertointia tuotannontilaukseksi ei pidä myös jättää liian myöhään. Mikäli MES-vastaava työnjohtaja ja seuraavan vapautusvaiheen tekevä työnjohtaja ovat eri henkilöitä ei tilausta voi vapauttaa ennekuin tilaus on tuotantotilaus muodossa.

Tilauksen vapautus tehdään MES:sissä. Vapauttaessa tilaus muuttuu ”uusi” tilasta ”vapautetuksi”. Vapautus lähettää logistiikalle keräyspyynnöt asennukseen tarvittavista materiaaleista ja mahdollistaa asentajien aloittaa aktiviteetit tilaukselle.

Vapautus tehdään 3–5 työpäivää ennen alikokoonpanon aloittamista. Mikäli vapautus tehdään liian myöhään logistiikalla ei ole tarpeeksi aikaa saada asennuksessa tarvittavia materiaaleja työpisteelle. Liian aikaisen vapauttamisen johdosta ei asennuspisteellä ole tilaa tarpeellisemmille materiaalikeräyksille ja se kuormittaa logistiikkaa väärällä hetkellä.

Alikokoonpanovaiheen alettua työnjohto seuraa etenemistä MES:sistä ”tilauksen tiedot” välilehdeltä huomioiden mahdollisia poikkeamia. Näitä poikkeamia voivat olla esimerkiksi materiaalipuutteet, työkalun rikkoutuminen tai laatuvirhe materiaalien kanssa. Mikäli poikkeamat aiheuttavat sovittuun aikatauluun muutoksia, työnjohtaja on yhteydessä pääkokoonpanolinjan työnjohtoon ja ilmoittaa poikkeamista sekä vaikutuksista aikatauluun. Työnjohtajan on hyvä myös kommunikoida ja muistuttaa poikkeavista suunnittelumuutoksista asentajia. /9/

### 3.2.2 Logistiikka

Logistiikka saa keräyspyynnöt powerpack-alikokoonpanoon tarvittavista materiaaleista, kun työnjohtaja vapauttaa tilauksen MES:sissä. Keräyspyynnöt muuttuvat TO:ksi ja siirtyvät eteenpäin tehdasalueen operatiivisesta logistiikasta vastaavan settitoimiston tulostimeen. Materiaalin keräilytä vastaava jakaa kyseiset TO:t kerättäväksi logistiikan työntekijöille.

TO:sta keräilijät näkevät projektille tulevat materiaalit, määrät, hyllypaikat varastossa ja kohdepaikan, minne materiaalit toimitetaan. Kun materiaalit ovat siirretty asennuspisteelle tulee kyseiset siirtotilaukset lukea hyllyyn. Keräykset luetaan viivakoodista lukijalla, joka kuittaa keräyksen kerätyksi MES:sissä. Tällä varmistetaan materiaalisaldon paikkansapitävyys varastossa. Mikäli pyydettyjä materiaaleja ei löydy varaston saldoista alkavat Wärtsilän omat materiaalikoordinaattorit selvittämään asiaa. Yleisin virhe prosessin tässä vaiheessa tapahtuu, kun siirtotilaus on hyväksytty MES:sissä, mutta keräystä ei ole kerätty oikein. Virheet ovat yleisimmin väärä määrä tai kohdepaikka.

Alikokoonpanon aikana aluepalvelija vastaa valmistuneiden powerpack-moduulien siirrosta pääkokoonpanolinjan bufferiin, josta moduuli siirtyy pääkokoonpanolinjan tuotantoon. Lisäksi aluepalvelija vastaa, ettei materiaali pääse loppumaan työpisteeltä ja laskee materiaaleja hyllyistä linjalle asentamista varten.

Mikäli jotain materiaali-poikkeamia syntyy alikokoonpanon aikana, on logistiikan vastuulla reagoida poikkeamaan. Laatu-poikkeamissa, joissa materiaalia ei ole voitu käyttää alikokoonpanossa, Wärtsilän oma materiaali-koordinaattori päivittää materiaalisaldoihin oikeat määrät. /10/

### 3.2.3 Asennus

Asentajat pääsevät aloittamaan powerpack-alikokoonpanon, kun työnjohtaja on vapauttanut tilauksen. MES:ssä alikokoonpano on jaettu neljään aktiviteettiin: kiertokangen ja männän asentaminen asennusjigiin, sylinteriholkin asentaminen, koeponnistus ja Jetcooling-suuttimen asennus, sekä sylinterikannen, varusteiden ja tiivisteiden asentaminen. Aktiviteettien sisältä asentajat löytävät tarkemmat asennusohjeet ja piirrustukset kyseisestä aktiviteetista. Riippuen batchin koosta asentaja kuittaa 1–20 powerpackin jälkeen MES:ssä batchin valmiiksi. Valmiiden batchien kuittauksista työnjohdon on helppo seurata projektin etenemistä. Tilauksen powerpackien alikokoonpanon valmistuttua asentajat kuittaavat tilauksen suoritetuksi, mikä vaihtaa tilauksen statuksen valmiiksi MES:ssä. Mikäli tilauksella on avoimia poikkeamia ei tätä vaihdetta voida tehdä.

Operaation aktiviteetitiedot: 0010

Operaatio	Asema	Operaation tila	Aloituspäivä	Lopetuspäivä
0010	W3X Power Pack Assembly	Aloitettu	12.12.2019 12:00:00	18.12.2019 12:00:00

Aktiviteetti koodi	Kuvaus	Revisio	Tilanne	Tyyppi	Tuot...	Työohje linkki
31PP001A	Kiertokangen ja männän asentaminen jigiin	1.0	Aloitettu	SimpleConfirmation	<input checked="" type="checkbox"/>	<a href="http://tceu.wartsila.com:7077/TCReports/File...selectedReport=FileExportMESA filetype=CAD">http://tceu.wartsila.com:7077/TCReports/File...selectedReport=FileExportMESA filetype=CAD</a>
31PP002A	Sylinteriholkin asentaminen	1.0	Aloitettu	SimpleConfirmation	<input checked="" type="checkbox"/>	<a href="http://tceu.wartsila.com:7077/TCReports/File...selectedReport=FileExportMESA filetype=CAD">http://tceu.wartsila.com:7077/TCReports/File...selectedReport=FileExportMESA filetype=CAD</a>
31PP003A	Koeponnistus ja jetcooling suultimen asennus	1.0	Aloitettu	SimpleConfirmation	<input checked="" type="checkbox"/>	<a href="http://tceu.wartsila.com:7077/TCReports/File...selectedReport=FileExportMESA filetype=CAD">http://tceu.wartsila.com:7077/TCReports/File...selectedReport=FileExportMESA filetype=CAD</a>
31PP004A	Sylinterikannen, varusteiden ja tiivisteiden asentaminen	1.0	Aloitettu	SimpleConfirmation	<input checked="" type="checkbox"/>	<a href="http://tceu.wartsila.com:7077/TCReports/File...selectedReport=FileExportMESA filetype=CAD">http://tceu.wartsila.com:7077/TCReports/File...selectedReport=FileExportMESA filetype=CAD</a>

## Kuva 8. MES-näkymä, aktiviteetit.

Alikokoonpanon lisäksi asentajat keräävät tiedot kriittisistä materiaaleista QDMS- ja MES-järjestelmään. QDMS on tällä hetkellä Wärtsilän päätyökalu materiaalin jäljitettävyydessä ja MES:siä kehitetään korvaamaan tämä. Powerpack alikokoonpanossa QDMS: sään kirjattavat tiedot otetaan ylös jokaisesta männästä, männäntapista, sylinteriholkista ja sylinterikannen ruuveista. MES:siin asentajat lukevat Cognex ID-lukijalla UII-koodin sylinterikannesta, kiertokangesta, männästä, männäntapista ja sylinteriholkista. Jokaiseen valmistuneeseen powerpackiin asentajat laittavat oman UII-koodi tarran, jonka pääkokoonpano lukee MES:siin asentaessa powerpackin moottoriin. Tämän tarran alta löytyy tiedot käytetyistä materiaaleista.

Asentajien vastuulla on tarkastaa, että käytettävissä materiaaleissa tai työkaluissa ei ole mitään laatupoikkeamia. Laatupoikkeaman tapahtuessa he pyytävät verstaan laaduntarkastajaa tarkistamaan materiaalin ja päättämään tarvitaanko lisätoimenpiteitä vai voiko materiaalia käyttää. Mikäli materiaali todetaan käyttökelpottomaksi alkaa prosessin laaduntarkistuksen osuus. /11/

### 3.2.4 Laaduntarkistus

Verstaan laaduntarkastaja seuraa laatupoikkeamia tilauksesta ja reagoi niihin. Yleisimmät laatupoikkeamat tehdään käytettävistä materiaaleista alikokoonpanossa. Tarkastaja käyttää materiaalin koneistuskuvia hyväkseen tarkistaessaan onko osa toleranssien sisällä ja voiko sitä käyttää. Mikäli osa ei ole toleranssien mukainen tekee laaduntarkastaja vikailmoituksen. Vikailmoitus

tehdään osastolle, jos materiaali on mennyt alikokoonpanossa laaduttomaksi, tai materiaalin toimittajalle, mikäli osa on ollut laaduton saapuessa. Vikailmoitustapauksissa laaduntarkastaja ilmoittaa tapahtuneesta tuotannosta vastaaville sekä muille asianosaisille konsultoiden tarvittavista toimenpiteistä.

Problem solving on palaveri, joka järjestetään kun; laatupoikkeamalle ei löydy syytä, on uhka sen uusiutumisesta tai sen seuraukset ovat olleet suuret. Problem solving-palaveriin osallistujat vaihtelevat tilanteen mukaan. Yleensä paikalla ovat verstaan laaduntarkastaja, menetelmä mies, työnjohtaja ja asentaja.

Laaduntarkastajien tehtäviin kuuluvat myös vastaanottotarkastus ja QDMS-tietojen tarkistaminen ja hyväksyminen. Mikäli laaduntarkastaja ei ole hyväksynyt powerpackistä kerättyjä tietoja QDMS:ssä, ei moottoria päästetä koeajoon. Vastaanottotarkastuksien määrä on materiaali kohtaista. Laaduntarkastaja tarkistaa toimittajalta saapuneesta lastista tietyn määrän ja tällä varmistaa laadun paikkansapitävyyden. /12/

### 3.2.5 **Osto**

Osto tulee mukaan prosessiin, mikäli materiaalisaldot eivät riitä alikokoonpanon suorittamiseen. Wärtsilän oma materiaali koordinaattori ottaa yhteyttä ostoon, materiaalista vastaavaan ostajaan ja tämä alkaa selvittämään materiaalin tilaa. Ostaja tarkistaa onhan materiaalin tilaus tehty, milloin se saadaan ja voiko tilausta nopeuttaa mitenkään. Ostaja pitää materiaali koordinaattoria ajan tasalla materiaalin aikataulusta.

Materiaali toimitetaan joko powerpack-asennuspisteelle tai suoraan pääkokoonpanolinjalle sen mukaan onko materiaali kriittinen alikokoonpanossa. /12/

### 3.2.6 **Pääkokoonpanolinja**

Logistiikka toimittaa valmiin powerpack-moduulin pääkokoonpanolinjan bufferiin ja vastuu moduulista siirtyy pääkokoonpanolinjalle. Pääkokoonpanolinja

palauttaa asennusjigin takaisin asennuspisteelle, kun powerpack on asennettu moottoriin.

Pääkoonpanolinjalla on seitsemän vaihdetta, joissa moottori kokoonpannaan. Powerpack asennetaan moottoriin vaiheella viisi. /13/

## 4 LAYOUT

Uuden layoutin suunnitteleminen oli välttämätöntä moduulitehtaalle, jotta se pystyy vastaamaan powerpackien tarpeelle. Yhä enemmän myydyistä moottoreista on W31-moottoreita, mikä nostaa powerpackien tarvetta. Lisäksi pilot-kokoonpanolinjan siirtyminen pääkokoonpanolinjalle tarkoittaa, että jatkossa kaikki powerpackit kasataan moduulitehtaalla. Aiemmin pilot-kokoonpanolinja on tehnyt omiin moottoreihinsa powerpackit ja moduulitehtaalla on tehty pääkokoonpanolinjalle menevät. Muutos itsessään nostaa moduulitehtaan powerpack-tuotantoa yli 50 %. Layoutin suunnitteluun sain ohjeistukseksi, ettei mitään suuria sijoituksia ole enää mahdollista suorittaa. /14/

Nykyisen layoutin muokkaaminen oli mahdollista 2019 tapahtuneen moduulien ja W20-moottoreiden alikokoonpanon siirryttyä partnerille. Tällä hetkellä kyseinen partneri toimii nykyisellä linjalla yhdessä Wärtsilän asentajien kanssa, mutta uuden layoutin myötä heidän toimintansa siirtyy W20-moottoreiden kokoonpanolinjalle ja moduulikokoonpanolinjalla tuotetaan vain powerpackeja ja turboja. /15/

Uuden layoutin suunnitteluun oli helppo lähteä, koska olin jo opinnäytetyön aiemmassa osassa tutustunut prosessiin ja etenkin asennusvaiheen läpikäynnistä tuotannossa oli suuri hyöty. Asennusvaiheeseen kuuluvat materiaalit ja asennusjärjestykset olivat tuttuja. Pohjatyönä layoutin suunnittelulle keräsin työnjohtolta ja asentajilta listan nykyisistä ongelmista ja heidän toiveistaan uudelle layoutille. Sen jälkeen tutustuin olemassa oleviin layouteihin ja aiheisiin liittyviin lähteisiin, minkä jälkeen aloitin uuden layoutin piirtämisen AutoCad-ohjelmalla.

Kysymys, minkä ympärille tein päätökseni layoutin suunnittelussa oli:

- Kuinka saada käytettävästä tilasta paras mahdollinen tehokkuus ilman suuria sijoituksia?

#### 4.1 Nykyinen layout

Nykyiseen layouttiin (Liite 2.) ei tehty mitään muutoksia powerpack-tuotannon siirryttyä moduulilinjalle. Sen pinta-ala on 64m<sup>2</sup> ja laskettu aika 20 powerpackin tuotantoon 13,02 h. Aika on laskettu kolmella työntekijällä ilman taukoja (Taulukko 1.). Linjalle mahtuu yhtä aikaa neljä powerpackien asennusjigä. /15/

**Taulukko 1.** Powerpack-kokoonpano, yhden asentajan routingajat.

Vaihe	aika min.	aika h.	Kuvaus
1	31,26	0,52	Kiertokangen ja männän asentaminen
1	13,68	0,23	Sylinteriholkin asentaminen
1	16,13	0,27	Koeponnistus ja Jetcooling-suuttimen asennus
1	36,13	0,60	Sylinterikannen, varusteiden ja tiivisteiden asennus
	= 97,2 min	1,62 h	

Suurimpia ongelmia nykyisessä layoutissa (Liite 2.) on vastata powerpackien tarpeeseen ja tilanpuute niin asennuksessa kuin hyllyissä tarvittaville materiaaleille. Nykyisellä layoutilla on mahdollista kokoonpanna kolmea powerpackiä yhtä aikaa, mikä johtaa pitkään asennusvaiheen läpimenoaikaan. Valmiille sylinterinkansille ei ole kuin viisi bufferpaikkaa, joissa niitä voidaan pitää ennen powerpackiin asentamista. Sylinteriholkeille ei ole olemassa mitään hyllypaikkaa vaan ne tuodaan lattialle, valmiiksi ahtaaseen asennuslinjaan. /13/

Kuten liitteestä 2. selviää, materiaaleille ei ole merkattu mitään tiettyä lavapaikkaa. Materiaalit tuodaan linjan molemmin puolin oleviin eurolavahyllyihin ja paikat määräytyvät sen mukaan missä on tilaa. Nykyisellä layoutilla ei ole mahdollista

tuoda 20-sylinterisen moottorin kaikkia powerpack-kokoonpanossa tarvittavia materiaaleja kerralla, joten ne täytyy tuoda osissa. Tämä taas vaikeuttaa logistiikan ja työnjohdon toimintaa, sekä pahimmillaan vaikuttaa myös kokoonpanon läpimenoaikaan. Vaihtelevat hyllypaikat materiaaleille vaikuttavat myös läpimenoaikaan. Asentajat saattavat joutua etsimään tarvitsemia osiaan, eikä keräyksistä ole helppo tarkistaa ovatko kaikki projektille tilatut materiaalit tulleet asennuspaikalle.

Asennuslinjalla pidetään yhtä aikaa neljää asennusjigiä. Linjalle on mahdollista saada yhtä aikaa kuusi asennusjigiä, mutta tällöin tila on niin ahdas, että se on työturvallisuusriski. Ahtaudesta tulee ongelma, kun asennusjigejä vapautuu käyttöön, mutta niille ei ole mitään sijoituspaikkaa.

#### **4.2 Asentajien ja verstaajohdon toiveet**

Asentajilta toiveet uudelta layoutilta sain samalla, kun keräsin tietoja asennusvaiheesta prosessinkuvaukseen. Asentajien toiveet olivat:

- Materiaalit lähellä asennuspistettä.
- Materiaalien järjestys hyllyissä sama kuin asennusjärjestys.

Suurin osa verstaajohdon toiveista tuli opinnäytetyön etenemispalaverissa ja layoutpalaverista menetelmämieheltä ja verstaapäälliköltä. Toiveita olivat:

- Suunnittelu AutoCad-ohjelmalla.
- Mahdollisuus 20. powerpack-jigille.
- Bufferpaikat 20. W31 sylinterikannelle.
- Kustannukset alhaalla.
- Mahdollisuus muokata linjaa. Luoda alue, joka on mahdollista luovuttaa moduulien kokoonpanoon tai turbojen kokoonpanoon tarvittaessa. /13,16/

#### **4.3 Uusi layout**

Uuden layoutin (Liitteet 3.–4.) pinta-ala tulee olemaan 204m<sup>2</sup>. Linjalla on mahdollista pitää yhtä aikaa 20 powerpack-asennusjigiä. Laskettu aika 20

powerpackin valmistamiseen on 6,32 h. Tämä aika on laskettu kuudella asentajalla, eikä taukoja ole otettu huomioon. Lisäksi vanhoista routingajoista poistin 10 %, koska materiaalit ovat lähempänä ja helpommin saatavissa. Uudet routingajat täytyy kellottaa, kun layout on valmis.

Layout on suunniteltu niin, että tyhjät asennusjigit toimitetaan turbosolvingien puolelta linjalle. Asennusjigit liikkuvat layoutissa (Liite 3.) alhaalta ylös, linjan molemmin puolin. Valmiit powerpackit lähetetään pääkokoonpanolinjalle linjanpäästä. Materiaalit on järjestetty hyllyihin niin, että ne seuraavat asennusjärjestystä. Molemmin puolin linjaa löytyvät samat materiaalit, että A- ja B-puolta voidaan tehdä yhtä aikaa ja materiaalit ovat mahdollisimman lähellä asentajaa. Linjalla on mahdollista tehdä myös yhtä moottoria molemmin puolin, mutta tällöin se pitää ottaa huomioon, kun luodaan setityksiä materiaaleille.

Hyllypaikat on luotu niin, että materiaaliapaikat riittävät vähintään 20 powerpackin materiaaleille. Näin ollen ennen kokoonpanon alkua voidaan logistiikalta pyytää kaikki materiaalit kerralla kokoonpanolinjalle. Taulukosta 2 selviää materiaalien määrät, mitkä ovat määrät nykyisellä layoutilla ja uudella layoutilla.

Layoutissa on otettu myös huomioon helppo muokkaaminen. Linjan turbosolvingien puolelle jätin 50m<sup>2</sup>:n alueen (Liite 3.), joka on mahdollista muokata helposti turbon valmistukseen turbosolulle tai muiden moduulien alikokoonpanoon yhteistyöpartnerille.

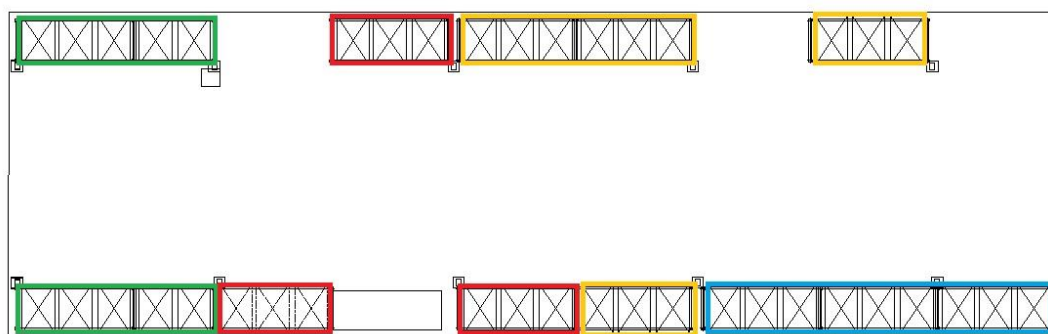
Layoutin käyttöönotossa ei tarvitse ostaa uusia työtasoja, nostureita tai muita linjan toimintaan vaikuttavia työvälineitä. Ainoat sijoitukset tulevat hyllyjen muokkaamisesta, uusista asennusjigeistä ja nostorauskoista. Layout on suunniteltu niin, ettei hyllyjä tarvitse siirtää aikaisemmalta paikalta pois ja nykyisien nostureiden nostorajoitukset ja määrä riittävät layoutissa suunniteltuun toimintaan.

**Taulukko 2.** Materiaalien määrät: nykyinen layout – uusi layout.

<b>Materiaali</b>	<b>Nykyinen layout</b>	<b>Uusi layout</b>
Powerpack-jigi	6PC	20PC
Sylinterikansi	5PC	20PC
Sylinteriholkki	0PC	20PC
Kiertokanget	6PC	24PC
Vesirenkaat	10PC	20PC
Sylinterikannen vaarnat	32PC	64PC
Männänrenkaat	20PC	20PC
Koksirenkaat	20PC	20PC
Kuparirenkaat	20PC	20PC
Männäntapit	20PC	40PC
Koeponnistuslaipat	1PC	2PC
Nostoraudat	6PC	20PC

#### 4.3.1 Toimet ennen käyttöönottoa

Seuraavat toimenpiteet tulee tehdä, jotta layout (Liitteet 3.–4.) voidaan ottaa käyttöön. Osa toimista on pakollisia ja osa tarpeellisia, jotta kokoonpanolinjasta saadaan suurin tulos. Kuvassa 9. on värillä merkattu mitä muutoksia olemassa oleviin hyllyihin tulee tehdä, jotta hyllypaikoille suunnitellut materiaalit mahtuvat omille paikoilleen.



**Kuva 9.** Hyllyjen muokkaustarve väreissä.

Kuvassa 9. viherällä merkatut hyllyt tulee muokata niin, että alataso on vedettävä taso, joka kestää valmiin W31:n sylinterinkannen painon. Toinen taso tulee 1,5 m korkeuteen ja kolmasto 2,3 m korkeuteen. Punaisella merkatuissa hyllyissä alataso on vedettävä taso, toinen taso tulee 1,5 m korkeuteen ja kolmas taso 3 m korkeuteen. Keltaisella merkatuissa hyllyissä alataso on vedettävä, toinen taso tulee 0,8 m korkeuteen ja kolmasto 1,6 m korkeuteen. Sinisellä merkatuista hyllyissä ei ole alinta tasoa ja toinen taso tulee 1,5 m korkeuteen.

Seuraavaksi pitää poistaa linjalta turhat työtasot, pakastimet ja hyllyt. Lattia jää tyhjäksi ja kaikki mitä uudessa layoutissa ei ole otettu mukaan poistetaan. Ainoat layouttiin jäävät tasot ovat tietokonepöydät.

Jotta materiaalit tulevat oikeille paikoille tulee hyllypaikat nimetä uudestaan muutoksen jälkeen. Kun hyllypaikat ovat nimetty, tehdään setitysmuutokset. Setitysmuutoksissa powerpack-materiaalilaukset jaetaan kahteen. A-puolen keräykset tulevat linjan toiselle puolelle ja B-puolen keräykset toiselle. Osalle materiaaleista on useampi paikka samalla puolella linjaa, koska näitä materiaaleja menee kokoonpanossa niin paljon, etteivät ne mahdu yhdelle lavalle. Hyllypaikkojen nimen viereen olisi hyvä laminoida materiaalin nimi kuten ”sylinterinholkki”, mikä helpottaa oikean paikan löytämistä.

#### 4.4 Logistiikka

Uuden layoutin (Liitteet 3.–4.) myötä Lean-toiminta paranee powerpack-kokoonpanossa. Materiaaleille on ennalta määrätty pysyvät paikat. Näihin hyllypaikkoihin materiaalit toimitetaan logistiikan toimesta. Materiaalit ovat niiden käyttöpaikan välittömässä läheisyydessä ja näin pystymme lyhentämään läpimenoaikaa. Materiaaleille tehdään uudet setitysmuutokset, minkä mukaan yhden powerpack-kokoonpanon materiaalit jaetaan kahdeksi ja tuodaan molemmin puolin linjaa merkityille paikoille (Liitteet 3.–4.). Näin voidaan tehdä moottorin A- ja B-puolta yhtä aikaa. Linjalla on varattu paikat kahdeksalle sylinterinkannelle ja 12 bufferpaikkaa linjan perällä (Liite 3.). Logistiikan tulee siirtää bufferpaikalta sylinterikansia niiden asennuspaikalle sitä mukaa, kun asennuslinjan sylinterikansia on käytetty. Sylinteriholkit ovat kahdessa kerroksessa, kun ensimmäisen kerroksen sylinteriholkit on käytetty, tulee logistiikan laskea ylemmät sylinterinholkit alatasolle. /17/

Logistiikka toimittaa materiaalien lisäksi valmiit powerpackit pääkokoonpanolinjalle ja tuo tyhjät powerpackjigit takaisin kokoonpanolinjalle. Rajallisen tilan vuoksi valmiita powerpackejä ei voi pitää kokoonpanolinjalla. Kun powerpack valmistuu, on se heti toimitettava pääkokoonpanolinjalle. Tyhjät powerpackjigit logistiikka toimittaa kokoonpanolinjalle takakautta, minne on merkattu tila tyhjille jigeille.

## 5 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä moduulitehtaalle prosessikuvaus powerpack-moduuleiden tehtaan toiminnasta ja uusi layout moduulien asennuslinjalle. Työn tavoite oli saada prosessista mahdollisimman selkeä ja layoutista tehokas.

Opinnäytetyössä vahvuutenani pidin, kuinka luonnollista oli tehdä yhteistyötä ja kerätä tietoa niin toimihenkilöiltä kuin asentajilta. Uskon, että tähän vaikutti aiempi kokemukseni työnjohtajana. Työssäni toimin tiimien kanssa ja käytin hyväkseni muiden asiantuntemusta. Parannettavaa tulevissa töissäni on aikataulutuksen ja työn säännöllisen tarkastamisen kanssa. Työtä aloittaessa laadin itselleni aikataulun, jossa oli säännölliset välitavoitteet ja työn valmistuminen. Töitteni takia jouduin mukauttamaan aikatauluja merkittävästikin, mikä ensin tuntui ikävälle, mutta tosiaankin tämän kokemuksen myötä opin suhteuttamaan käytettävissä olevaa aikaa tehtävien määrään. Voin myös sanoa, että säännöllisempi työnetenemisen esittely niin Wärtsilälle kuin koululle olisi helpottanut työtäni.

### 5.1 Prosessi

Vaikka prosessi on uusi moduulitehtaalla, mielestäni se on toimiva ja tasalaatuinen. Uskon myös, että opinnäytetyöstäni saatava layout helpottaa prosessin läpivientä. Layoutlaajennuksien myötä kaikki asennuksessa tarvittavat materiaalit saadaan heti asennuspisteelle, eivätkä ne jää työnjohdon muistilistalle tai logistiikalle säilöön. Tämä sulkee pois mahdollisuudet materiaalien puutteesta asennuspisteellä tai materiaalien hukkaamisesta. /18/

Prosessia on ollut vaikea arvioida syvemmin, en ole aiemmin perehtynyt näin laajaan prosessiin. Asennusvaiheessa routingaikoja läpikäydessäni pisti silmään QDMS-tietojen kirjaus. Aikaa tähän kului 19 minuuttia, mikä vaikutti suurelta. Mielestäni tätä vaihetta olisi syytä käydä läpi ja tutkia, voikos sitä jouduttaa mitenkään. Vaikka työni oli määritellä ja avata prosessi toivoin myös löytäväni parannettavia kohtia enemmän. Olen luottavainen, että jatkossa vastaavan työn tullessa pystyn vertaamaan tähän ja katsomaan prosessia kriittisemmin. /19/

## 5.2 Layout

Layoutin suunnittelussa pääsin miestäni hyvin tavoitteeseen. Linjasta tuli mielestäni selkeämpi, tehokkaampi ja muokkaaminen onnistuu erittäin edullisesti. En kuitenkaan ollut tyytyväinen, että uudet routingajat jouduin päättämään. Täytyykin olla kriittinen, onko 10 % liian suuri määrä, jonka poistin arvioidessani uuden layoutin routingaikoja. Mikäli aikaa olisi ollut enemmän, olisin halunnut simuloida layoutin, mahdollisesti myös eri vaihtoja ja kellottaa kasaamiseen kuluvat ajat.

Tällä hetkellä powerpack-kokoonpanossa toimitaan kahdessa vuorossa. Aamuvuorossa neljä asentajaa ja illassa kaksi. Tämä on mielestäni syytä muuttaa yhteen vuoroon. Yhdessä vuorossa kuusi asentajaa ja tarpeen tullen ottaa käyttöön lisäresursseja, jotta molemmissa vuoroissa on yhtä aikaa kuusi asentajaa. Näin layoutista saadaan suurin hyöty.

Työtä voi myös jatkaa tulevaisuudessa. Moduuliverstaalle pitäisi suunnitella bufferalue, johon valmiit powerpackit voitaisiin sijoittaa, mikäli ne eivät mene suoraan pääkokoonpanolinjalle.

## LÄHTEET

- /1/ Palomäki, A. 2018. Koneita ja ihmisiä. Tampere. Alma Talent.
- /2/ Wärtsilä. Viitattu 11.12.2019 <https://www.wartsila.com/fi/wartsila>
- /3/ Wärtsilä intranet. This Is DCV. Viitattu 11.12.2019
- /4/ Wärtsilä. Wärtsilä W31 engines. Viitattu 18.12.2019 <https://www.wartsila.com/marine/build/engines-and-generating-sets/wartsila-31>
- /5/ Wärtsilä. Engines & Generating sets. <https://www.wartsila.com/marine/build/engines-and-generating-sets> Viitattu 11.12.2020
- /6/ Bird, T. 2018 Modularisation hand in hand with manufacturability. Viitattu 18.12.2019 <https://www.wartsila.com/twentyfour7/in-detail/modularisation-hand-in-hand-with-manufacturability>
- /7/ Schulz, E. 1989. Diesel Mechanics. Ohio. Glencoe.
- /8/ Toikkanen, A. 2019. Workshop Manager. W32/34 Serial Module Assembly. Haastattelu 6.12.2019.
- /9/ Hietämäki, M. 2019. Supervisor, MES key user. W32/34 Serial Module Assembly. Haastattelu 10.12.2019.
- /10/ Roiha, M. 2020. Material Support & Logistics Planning. W32/34 Serial Module Assembly. Haastattelu 21.1.2020.
- /11/ Wärtsilä intranet, Instruction manual. Powerpack subassembly. Viitattu 22.01.2020 <http://tceu.wartsila.com:7077/TCReports/FileExportServlet?selectedReport=FileExportMES&filetype=CADView&itemid=DAAF063177>
- /12/ Makkonen, E. 2020. Quality Inspector. MDU Quality Control. Haastattelu 31.1.2020.
- /13/ Ritala, A. 2020. Workshop Manager. NPI & Pilot Assembly. Haastattelu 24.1.2020
- /14/ DCV info, Saari, J Vaasa. 10.03.2020
- /15/ Wärtsilä. WFI:n yhteinen yt-kokous. Viitattu 8.4.2020 [https://wartsila.sharepoint.com/sites/compass-Finland/Finnish/Uutiset\\_ja\\_tapahtumat/Pages/wfin-yhteinen-yt-kokous.aspx](https://wartsila.sharepoint.com/sites/compass-Finland/Finnish/Uutiset_ja_tapahtumat/Pages/wfin-yhteinen-yt-kokous.aspx)
- /16/ Vuorenmaa, M. 2020. Process Developer. W20 Delivery Unit. Haastattelu 27.3.2020

/17/ Six Sigma. Tätä on lean. Viitattu 08.4.2020 <http://www.sixsigma.fi/index.php/fi/lean/lean/>

/18/ Ater. Hyvän prosessin avaimet. Viitattu 18.4.2020 <https://www.arter.fi/hyvan-prosessin-avaimet/>

**Liite 1.** Työnkulkukaavio prosessista

**Liite 2.** Nykyinen layout

**Liite 3.** Uusi layout 1. kerros

**Liite 4.** Uusi layout 2. kerros