



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tuomo Voutilainen

W31 KOKOONPANOAKTIVITEETTIN

TASAPAINOTUS

Wärtsilä Finland Oy

Tekniikka
2022

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Tuomo Voutilainen
Opinnäytetyön nimi	W31 kokoonpanoaktiiviteettien tasapainotus
Vuosi	2022
Kieli	suomi
Sivumäärä	20
Ohjaaja	Sami Elomaa & Jukka Kesseli

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on Wärtsilä Finland Oy. Opinnäytetyön aiheena on Wärtsilä W31 -moottorin kokoonpanoaktiiviteettien tasapainotus. Kokoonpanoaktiiviteettien tasapainotuksen tavoitteena on mahdollistaa tuotantolinjan liikkuminen optimaalisessa tahdissa silloinkin, kun siinä on useita eri moottorimalleja.

Kokoonpanoaktiiviteettien tasapainotuksessa hyödynnetään työntutkimusta, jossa on kaikki vaiheet ovat kelloitettu. Työntutkimuksesta saadusta datasta on tarkoitus luoda excel-ohjelma, joka optimoi kokoonpanovaiheistusta.

Työssä esittelen tuotannon periaatteita ja kuinka excel ohjelmalla voidaan optimoida kokoonpanovaiheistus.

Avainsanat tuotanto, tasapainotus, kokoonpano

ABSTRACT

Author	Tuomo Voutilainen
Title	Balancing of W31 Engine Manufacturing Phases
Year	2022
Language	Finnish
Pages	20
Name of Supervisor	Sami Elomaa & Jukka Kesseli

This thesis work was made for Wärtsilä Finland Oy. Wärtsilä launched a new factory in Vaasa Finland, it carries the name Delivery Center Smart Technology Hub. The new delivery center changed the way of manufacturing Wärtsilä's products. The purpose of this thesis work was to investigate the optimization of W31 engine manufacturing phases for the new production line.

The optimization included a study of work phases where all phases were time.

The found data will be turned in to an Excel database that can be used to make changes in manufacturing in future.

Keywords Manufacturing, Balancing, Assembly

SISÄLLYS

<u>1</u>	<u>JOHDANTO</u>	7
	<u>1.1</u> <u>1.1 Wärtsilä Finland Oy</u>	7
	<u>1.2</u> <u>Työn tavoitteet</u>	7
	<u>1.3</u> <u>Työnrajaus</u>	7
	<u>1.4</u> <u>Tavoitteet</u>	8
	<u>1.5</u> <u>Wärtsilä W20V31SG</u>	8
<u>2</u>	<u>HEIJUNKA JA LEAN</u>	9
<u>3</u>	<u>KAHDEN TUOTANTOTAVAN VERTAILU</u>	10
<u>4</u>	<u>TYÖNALOITTAMINEN</u>	12
<u>5</u>	<u>RESURSSOINTITYÖKALU</u>	14
<u>6</u>	<u>TULOS</u>	17
<u>7</u>	<u>YHTEENVETO</u>	18

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Osakokoonpano

Kuvio 2. Modulaarinen

Kuvio 3. Manuaalinen resurssointi

Kuvio 4. Gant

LIITELUETTELO

Liitteitä ei julkaista liikesalaisuuksien vuoksi.

LIITE 1. PowerPack Vaiheistus

LIITE 2.PowerUnit Vaiheistus

1 JOHDANTO

Wärtsilän uuden kokoonpanotehtaan Smart Technology Hubbin valmistumistuttua tarve kokoonpanonoptimoinnille kasvoi uudella Wärtsilä W31 -moottorilla. Tässä opinnäytyössä on suunniteltu excel -ohjelma jota voidaan käyttää Wärtsilä W31 -moottorin kokoonpanovaiheistuksen optimoinnissa. Optimointi on tärkeää koska Wärtsilän uudessa Smart Technology Hubissa on käytössä vain yksi tuotantolinja suurille moottoreille, kyseinen tuotantolinja on muuttunut, joten optimointi työkalu on tarpeellinen.

1.1 1.1 Wärtsilä Finland Oy

Wärtsilä Finland Oy on suomalainen konepajateollisuutta harjoittava pörssi-yhtiö, päätuotteena laivamoottorit ja voimalaitosmoottorit. Työ on tehty uudelle tehtaalle Vaasassa, joka kantaa nimeä Delivery Center Smart Technology Hub. (Wärtsilä 2022)

1.2 Työn tavoitteet

Työntavoitteena on luoda excel -työkalu jota voidaan käyttää Wärtsilä 31 -moottorin kokoonpanovaiheen optimointiin ja muutoksiin nyt ja tulevaisuudessa. Tällä hetkellä ongelma kohtana Wärtsilä 31 -moottorin tuotannossa on ollut kokoonpanovaiheiden pituuden epätasaisuus verrattuna muihin linjassa kokoonpantaviin moottoreihin, tämä on aiheuttanut linjassa ruuhkautumista tietyillä vaiheilla. Työssä tullaan myös haastattelemaan tuotannon työntekijöitä ja käyttämään Wärtsilässä tehtyä työtutkimusta näistä saatujen tietojen perusteella pystytään luomaan kokonaiskuva nykyisestä kokoonpanovaiheistuksesta ja siihen käytetystä ajasta.

1.3 Työnrajaus

Työssä keskitytään W20V31SG-moottorin kokoonpanovaiheistuksen optimointiin sopivaksi Wärtsilän tuotantolinjan tahtiaikaan. Optimointi toteutetaan

käyttämällä kyseisestä moottorista tehdyn työtutkimuksen kellotus dataa tästä saadusta datasta luodaan excel pohjainen ohjelma, jota pystytään päivittämään, jos tuotteen kokoonpano aktiviteetteihin tulee muutoksia.

1.4 Tavoitteet

Työn tavoitteena on tutustua W31-tuotteen valmistuksen vaiheisiin ja oppia ymmärtään sitä hidastavat tekijät tämän jälkeen tuotanto aikaa voidaan jakaa paremmin eri vaiheille linjassa. Jatkossa tätä opinnäytetyötä hyödyntämällä Wärtsilän asentajat ja tuotantoaohjaava henkilöstö voivat tehdä helpommin muutoksia tuotanto ohjelmaan.

1.5 Wärtsilä W20V31SG

Wärtsilä W20V31SG on täysin kaasulla toimiva moottori. Wärtsilä 31 -moottori on tarkoitettu käytettäväksi monissa erilaisissa käyttötarkoituksissa kuten esimerkiksi, päämoottorina laivassa, hybridijärjestelmissä ja sähköntuotannossa. Moottori on suunniteltu toiminaan pitkillä huoltoväleillä silti säilyttäen hyvän päästöluokituksen tämä on erittäin tärkeää tietynlaisissa laivoissa, jotka työskentelevät pitkiä aikoja ilman mahdollisuutta huoltokatkoksille.

Moottorin useissa osissa on käytetty modulaarista asennusta, joka mahdollistaa nopean huoltamisen.

2 HEIJUNKA JA LEAN

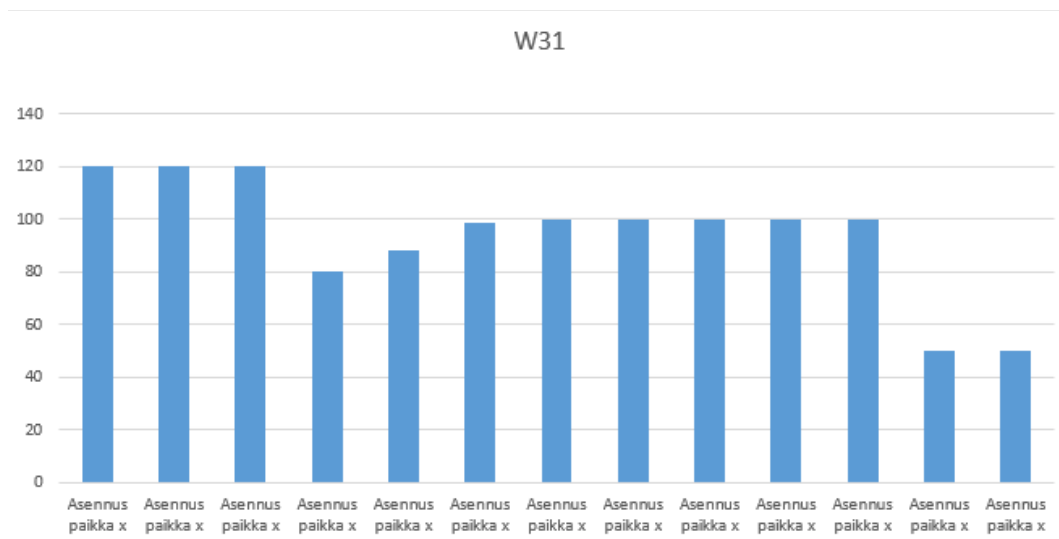
Termi heijunka tarkoittaa tasoitettua tuotantoa, jossa tuotanto vaiheistetaan niin, että tuotteiden eroavaisuuksista aiheutuvat vaiheajat tasoittuvat. Termi on peräisin toyota production systemistä (TPS). Heijunka käytäntönä tarkoittaa sitä, että tuotantolinjat pystyvät reagoimaan muuttuvaan tilauskantaan, mutta silti pitämään valmistusajan hyvin tasaisena ja kyvyn valmistaa tuotetta juuri oikeaan aikaan. (Leanthinking 2022)

Lean on laatujohtamisen periaatteiden soveltamista tuotantoon tällöin pyritään ymmärtämään tuotantoa kokonaiskuvana ja optimoimaan se parhaalla mahdollisella tavalla ottamalla huomioon asiakkaan tarpeet kuin myös tuottajan. Tuotannossa valmistuvalle tuotteelle voidaan määrittää läpimenoaika, joka tarkoittaa aikaa, mitä käytetään tuotteen valmistukseen. Tästä ajasta voidaan erottaa arvoa lisäävä ja ei-arvoa lisäävä aika. Asiakas on valmis maksamaan arvoa lisäävästä ajasta suoraan tai epäsuorasti. Läpimenoajan ja arvoa lisäävän ajan suhdetta kutsutaan lean-ajattelussa virtaustehokkuudeksi. Lean ei voi muuttaa tuotantosysteemin rajoja. Jotta Leania voidaan hyödyntää tuotannossa, tulee ymmärtää valmistettavan tuotteen kokonaisuus ja sen eri vaiheet mahdollisimman hyvin. (sixsigma 2022)

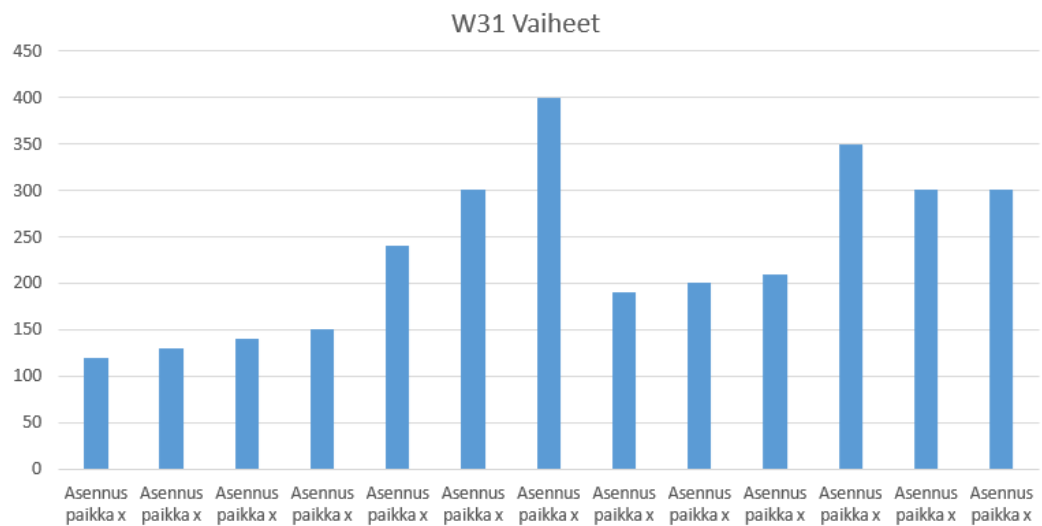
3 KAHDEN TUOTANTOTAVAN VERTAILU

Kun vertaillaan W31 valmistusta osakokoonpanona ja modulaarisella menetelmällä voitiin todeta että, osakokoonpanona tehtynä moottorin vaiheistus muuttuu tasapainoisemmaksi linjalla. Osakokoonpanomenetelmällä kokonaistuotanto aika saadaan myös pienentymään johtuen nopeammasta asennusajasta. Modulaarinen tuotanto olisi paremmassa asemassa ajallisesti, jos tuotantolinjan nosturikapasiteettia nostettaisiin linjan alkupäästä.

Osakokoonpanomenetelmä tukee paremmin lean- ja heijunka-ajattelua. Koska pyrkimyksenä on tehdä tuotantolinjan vaiheistuksesta mahdollisimman tasainen. W31-moottori tekeminen osakokoonpanona tekisi siitä enemmän saman kaltaisen valmistuksen osalta kuin muut Wärtsilän moottorituotteet.



Kuva 1. Osakoonpano



Kuva 2. Modulaarinen

4 TYÖNALOITTAMINEN

Aikaisemman työtutkimuksen data siirrettiin excel-ohjelmaan, jonka jälkeen suoritin kokoonpanoaktiviteettien uudelleen järjestämisen haastatteleamalla tuotantolinjan asentajia. Asentajien kommenttien perusteella pystyttiin luomaan realistinen kuva missä linjan vaiheella mikäkin kokoonpanoaktiviteetti suoritetaan.

Tästä saadun kokonaiskuvan perusteella voitiin havaita että, W31-moottorin kokoonpano jyrkkenee kohti viimeistä vaihetta numero X. Kun kokoonpanovaiheet laitettiin niiden nykyiseen asennusjärjestykseen, pystytään pylväsdiagrammista päättelemään, että vaiheiden kesto kasvaa loppua kohti ja tämä aiheuttaa linjassa huomattavaa ruuhkaa.

Tehtyjen asentajahaastattelujen perusteella olisi suotavaa lisätä asentajien lukumäärää molemmissa tuotantotavoissa. Lisäämällä asentajien määrää voitaisiin varmistaa ensimmäisen vaiheen jouheva eteneminen. Molemmissa tuotantotavoissa tulee esille sähkötöiden pitkäkestoisuus, sähkötyöaktiviteetit on jaettu työtuntien osalta liukuvasti eri työvaiheille jotta, ne eivät vääristäisi vaiheen kokonaiskestoajaa ja tällöin saadaan tarkempi kuva vaiheiden kokonaisajasta.

Molemmissa tuotantotavoissa täytyy ottaa huomioon vaihe numero X viimeistelyaktiviteetit, jotka ovat hyvin aikaa vievää. Saadun palautteen perusteella viimeisellä vaiheella joudutaan usein tekemään joidenkin osien jäkiasennuksia, jos niitä ei ole toimitus vaikeuksien takia saatu asennettua aikaisemmin.

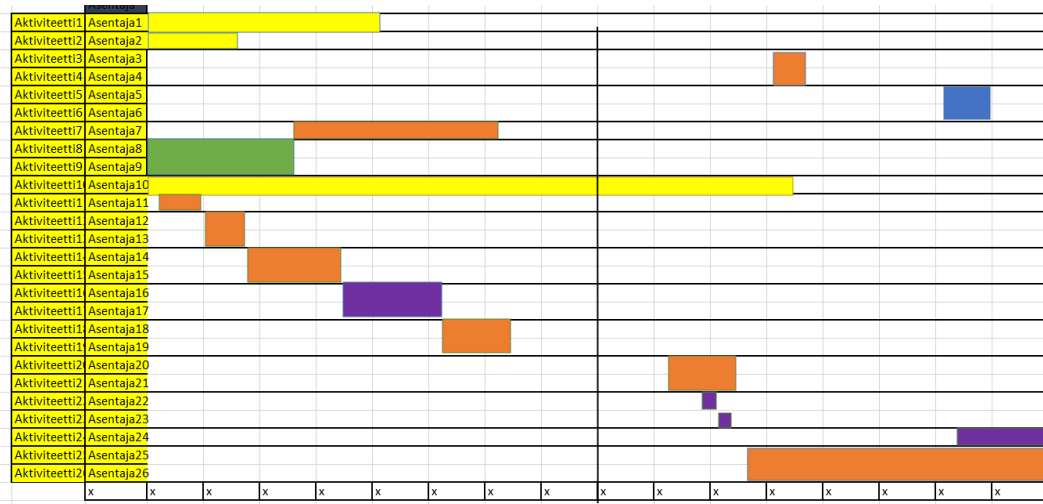
5 RESURSSOINTITYÖKALU

W31-moottorin työntekijäresurssointiin tullaan käyttämään excel-pohjaista ohjelmaa.

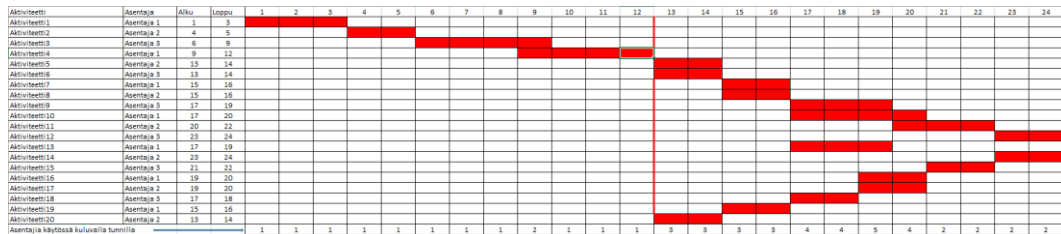
Ohjelman toiminta selitettynä kuvina. Ensimmäinen ikkuna on vaiheen valitsemista vartern.

Kuvalle varattu tila

Kun vaihe on valittu kyseisen vaiheen resurssointi aukeaa. Sivulla on osoitettuna kuinka monta asentajaa kyseinen tehtävä vaatii ja miten kauan siihen menee. Alhaalla on nähtävissä mikä vuorotunti on menossa. Nuolet osoittava tehdäänkö kyseinen tehtävä ylhäällä vai alhaalla. Kaikki vaiheet on resurssoitu kyseisellä menetelmällä. Resurssointia voi tarkastella myös automaattisesti päivittyvän Gant-kaavion avulla.



Kuva 1 Manuaalinen resurssointi



Kuva 2 Gant

Gant-kaavio on luotu excel-funktioiden avulla. Kaavio on dynaaminen se päivittyy itsestään, kun siihen syötetään aktiviteetin alkamistunti ja kesto. Kaavion ala reunasta voidaan lukea, montako asentajaa on käytössä kyseisellä kuluvalle tunnilla.

Kuvalle varattutila

Resurssointityökalu sisältää myös sivun, jossa on näkyvillä vaiheiden kokonaispituuksia apuajalla joka on +24 % lisättynä tunteihin myös ilman apuaikaa. Pylväsdiagrammit lukevat datan suoraan vaiheistusten excel-sivuilta ja päivittyvät, jos niihin linkitettyjen solujen lukuja muutetaan. Samalla tavalla on myös luotu kokonaisuikalaskuri, joka osoittaa moottorin läpivientiajan tunteina ja yhteen lasketun aktiviteettien määrän.

Kuvalle varattutila

Kuvalle varattutila

Kuvalle varattutila

Aktiviteettisivulta voidaan tarkistaa kaikkien aktiviteettien numerot, asentajatarve, kesto tunteina, kesto apuajalla ja työnkesto jaettuna asentaja määrällä. Kun työn kestoa on jaettua asentaja määrällä on otettu huomioon voiko ajan jakaa suoraan 2, jos on käytössä kaksi asentajaa vai liittykö työhön esimerkiksi paljon nosturin käyttöä tällöin on aika jaettu 1.5.

Kuvalle varattutila

6 TULOS

Työvaiheiden tutkiminen ja tasapainottaminen osoitti kahden eri tuotantotavan eroavaisuudet ajallisesti myös mitä niiden toteuttaminen vaatii. Kun otettiin huomioon linjalla työskentelevien asentajien toiveet, pystyimme luomaan vaiheistuksen, joka on mahdollista tehdä toivotulla tahtiajalla. Resurssointityökalun avulla on mahdollista muuttaa eri aktiviteettien kestoja ja alkamishetkeä, jos kyseiseen aktiviteettiin tulee muutoksia. Myös uusien aktiviteettien lisääminen on mahdollista, koska kaikki asennusvaiheet on tehty erillisille excel-sivuilla, joissa on hyödynnetty erilaisia excel-funktiota kokonaisaikojen laskemiseen annetusta datasta.

Vaiheista ei saatu täysin tasapainoisia koska W31 -moottorin sähköasennukset aloitetaan vasta puolessa välissä tuotantolinjaa ja niiden ajallinen osuus kokonaisvalmistusajasta on hyvin suuri. Sähköasentajien töiden ajallinen kesto on saatu kysymällä kolmelta asentajalta arvio kuinka kauan kukin aktiveetti kestää ja käyttäen tästä saatujen aikojen keskiarvoa aktiveetin pituuden määrittämiseen. Sähköasentajat tekevät asennuksia hyvin liukuvasti samaan aikaan, kun moottori siirtyy vaiheelta seuraavalle. Selvityksessä koettiin järkeväksi jakaa aktiveetin aika tasan kolmelle viimeiselle vaiheelle.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi excel-tiedosto, jossa on eriteltyinä kaikkien vaiheiden aktiviteetit, miestyötunnit ja tarvittava asentajamäärä halutun tahtiajan saavuttamista varten. Vaiheistus suunniteltiin niin että tarvittava työmäärä vähenee kohti viimeistä vaiheita tämä mahdollisti tuotannossa tapahtuviin muutoksiin reagoimisen. Tällöin saatiin tasapainotettua vaiheet haluttuun tahtiaikaan. Työssä saavutettiin haluttu lopputulos, jota pystytään käyttämään tuotannon suunnittelun apuna tulevaisuudessa.

Opinnäytetyön haasteeksi osottautui W31-moottorin suunnittelussa tapahtuneet muutokset. Jotkin työvaiheet ja niiden kelloitettu työaika ei enää pitänyt paikkaansa vaan kyseiset ajat jouduttiin korvaamaan haastattelujen perusteella saaduilla ajoilla. Opinnäyttyötä tehdessä huomasin kuinka moni asia vaikuttaa toiseen kun tehdään tuotannon suunnittelua.

Tulevaisuudessa olisi suotavaa tehdä uudet vaiheistukset kaikille samassa linjassa valmistettaville Wärtsilä moottoreilla ja pyrkiä tekemään niistä mahdollisimman samankaltaiset tällä tavoin voitaisiin saavuttaa paras mahdollinen läpivientiaika kaikille moottorimalleille. W31-moottorin kohdalla haastavimmaksi asiaksi koettiin sähkötöiden painottuminen kohti viimeisiä vaiheita. Tämä aiheuttaa sähköasentajien osalta ylimääräistä kiirettä ja heidän vaikeutta aloittaa uuden moottorin sähkötöitä.

LÄHTEET

Sixsigma 2022. Viitattu 20.04.2022. <https://sixsigma.fi/lean/>

Wärtsilä 2022. Viitattu 20.04.2022. <https://www.wartsila.com/fin>