

Opinnäytetyö AMK

Tuotantotalous

2023

Matias Helenius

Resursoinnin toimintamallin kehittäminen

– Case: Carinafour



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Tuotantotalous

2023 | 31 sivua

Matias Helenius

Resursoinnin toimintamallin kehittäminen

– Case: Carinafour

Kohdeyritys toimii alihankkijana Piikkiö Works Oy:n hyttitehtaalla.

Kohdeyrityksen toiminnassa vaalitaan jatkuvaa parantamista ja yrityksen toiminnasta Piikkiön toimipisteessä haluttiin tehdä nykytilan kuvaus sekä toimintamallin kehitys työmiehityksen resursointiin.

Opinnäytetyö jakautuu teoriaosuuteen sekä tutkimusosuuteen. Tavoitteena opinnäytetyössä oli tehdä teoriaosuuteen pohjautuva analyysi toiminnan nykytilanteesta, tunnistaa ongelmakohdat sekä kehittää henkilöresursointiin uusi toimintamalli. Teoriaosuus pitää sisällään kohdeyrityksen toiminnalle tärkeimpiä käsitteitä ja kehitysfilosofioita. Tutkimusosuus pitää sisällään nykytilanneanalyysin, ongelmien tunnistamisen sekä toimintamallin uusimisen. Laajimpana osana toiminnan kehittämistä tehtiin opinnäytetyön lopussa tuntikuormaan perustuva resursoinnin työkalu, jonka tarkoituksena on helpottaa työmiehityksen tarpeen selvittämistä päivä-, viikko- tai kuukausikohtaisesti.

Opinnäytetyön tutkimus- ja resursointityökalu helpottaa ja nopeuttaa henkilöstöresurssien budjetointia erityisesti uusien projektien alussa sekä auttaa säilyttämään dataa tuntikuormasta työpistekohtaisesti suurella tutkimusotannalla.

Asiasanat:

Resursointi, tahtituotanto, keräilyprosessi, työkuorma, prosessikehitys

Bachelor's thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Industrial management and engineering

2023| 31

Matias Helenius

Resourcing model development

- Case: Carinafour

The target company works as a contractor for Piikkiö Works Oy's cabin factory. The company thinks greatly of constant improvement and they wanted a documentation of the current operating model as well as an upgrade to the current model of resourcing.

This thesis splits into a theoretical part and a research part. The aim of the thesis was to create an analysis of the current state of operating, recognize the problem points and to create a new method of resourcing the amount of needed employees. The theoretical part consists of concepts and improvement filosofies most important to the target company's operations. The research part consists of the current state -analysis, problem recognition and the creation of an hourly workload resourcing model. The largest part of the improvement of operations is the resourcing tool that was created in the end of this thesis and it serves a part in defining the quantity of employees that are needed on a day to day-, week to week- or a month to month basis.

The research of this thesis as well as the resourcing tool make it easier and speed up the budgeting of the employee working hour utilization especially in the beginning of new projects and the tool also helps reserve data on the workload on each workstation.

Keywords:

Resourcing, takt time, picking process, workload, process development

Sisältö

Sanasto	7
1 Johdanto	8
2 Informaatio	9
2.1 Lean	9
2.1.1 JIT – Just In Time	12
2.1.2 5S-menetelmä	13
2.1.3 Kanban	13
2.2 Tahtituotanto	14
3 Resursointi	16
3.1 Työkuorman mittaus	16
4 Toimintamallin uudistaminen	17
4.1 Toimeksiantajan esittely	17
4.2 Logistiikan keräilyprosessit ja esivalmistelu	18
4.3 Resurssien määrittämisen nykytilanne-analyysi	20
4.3.1 Ongelman tunnistaminen ja taustat	21
4.3.2 5-miksi -analyysi	22
4.4 Työkuorman mittaaminen kohdeyrityksessä ja kehitys	23
4.5 Tarvittavien resurssien arvioinnin työkalu	25
4.6 Työkalun arviointi	27
5 Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet	28
Lähteet	30

Kaavat

Kaava 1. Hinta = Kulut + Voitto.	9
Kaava 2. Voitto = Hinta – Kulut.	9
Kaava 3. Tahtiaika = Käytössä oleva tuotannon ajanjakso / Asiakkaan tarve.	13
Kaava 4. Tuntikuorma = Kellotettu aika / Keräilty hyttimäärä * Työntekijämäärä / 60 (Tunti minuutteina).	23

Kuvat

Kuva 1, Lean-ajattelun periaatteet	11
Kuva 2 JIT:in päämäärät	12
Kuva 3 Tahtituotannon prosessit	14
Kuva 4 Valmis hyttimoduuli ja sen nosto laivaan	18
Kuva 5: Keräilylista	19
Kuva 6 Resurssityökalu	25
Kuva 7 Tuotanto-ohjelma ja työpistetaulukko	26

Taulukot

Taulukko 1. 5-miksi -analyysi

22

	Ongelma
	Kattopaneelikeräily on myöhässä
Miksi?	Tahtiaika on liian nopea
Miksi?	Ei tarpeeksi työntekijöitä työpisteellä
Miksi?	Työnjaossa ei ole otettu huomioon, että päivän tuotanto-ohjelmassa monta kattopisteelle työläämpiä inva-hyttejä peräkkäin
Miksi?	Tuotanto-ohjelmaa ei ole saatu tarpeeksi ajoissa, jotta asiaan olisi voitu reagoida
Miksi?	Tuotannonsuunnittelu ei vahvista hyttejä pitkän ajan päähän etukäteen
Mahdollinen ratkaisu	Suunnitellaan työntekijämäärä vahvistamattoman tuotanto-ohjelman mukaan sillä muutokset ei vahvistetussa tuotanto-ohjelmassa yleensä ole suuret

Taulukko 2. Tuntikuorman kellotustaulukko

23

Hyttityyppi	Keräilty hyttimäärä	Työntekijämäärä	Kellotettu aika (min)	Työpisteen tuntikuorma
Miehistö	6	3	57	0,48
Matkustaja	6	3	88	0,73
Matkustaja	6	3	85	0,71
Miehistö	5	2	75	0,5
Miehistö	4	2	61	0,51
Matkustaja	4	3	59	0,74

Sanasto

Lean	Jatkuvan kehittämisen filosofia tuotannossa
JIT	Just In Time, oikea materiaali viedään oikeaan paikkaan oikeaan aikaan
PDCA	Tuotannon kehittämisen sykli
Resursointi	Resurssien käytön määrittäminen
Tuntikuorma	Tuotannon prosessien suorittamisen kokonaisaika
Kellotus	Työvaiheiden ajanotto
Kanban	Prosessien optimointi evoluution tavoin

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö tehtiin alihankintaan erikoistuvalla yrityksellä Carinafourille, keskittyen erityisesti Piikkiö Works Oy:n toimipisteeseen, jossa kohdeyritys tarjoaa logistiikan ratkaisuja ja materiaalien esivalmistelua sekä näiden prosessien suorittamista projektiokohtaisesti. Piikkiö Works Oy valmistaa Turun Meyerin telakalle valmiita hyttimoduuleita tuotantoon laivaprojekteissa.

Opinnäytetyön päällimmäisenä tavoitteena oli uudistaa toimintamalli, jonka mukaan projektia miehitetään viikottain tavoitetuntilaskumallin mukaisesti. Toimintamallin tulee olla yksinkertainen päivittää projektien joka vaiheessa. Tähän tavoitteeseen päästiin mittaamalla työkuormaa eri työpisteillä ja optimoimalla miehityksen näiden tarpeiden mukaan. Opinnäytetyön onnistuessa näin ollen johtaa tarkempaan budjetointiin Carinafourin ja Piikkiö Works:in välillä sekä parantaa suorituskykyä ja tehokkuutta toiminnassa.

Opinnäytetyö suoritettiin osalta toiminnallisena, sillä toimintamallin kehittämisen toimivuuden varmistamiseksi oli mitattava jokaisen työpisteen työkuormaa tarpeeksi suurella otannalla, jotta siitä saatiin tarpeeksi luotettava. Hyttityyppejä on kymmeniä erilaisia, joissa työkuorma vaihtelee työpisteittäin. Tästä syystä oli tärkeää saada toimintamallista sellainen, että sitä on helppo päivittää ja mittaukset ovat standardoituja, sillä uusia hyttityyppejä saattaa tulla tuotantoon vasta projektin loppupuolella.

2 Informaatio

Tämä luku käsittelee olennaista lähdepohjaista teoriaa toimeksiantajan yritystoimintaan sekä opinnäytetyön case -osuuteen liittyen.

2.1 Lean

Lean on Toyotan 1950-luvulla kehittämä ajattelumalli, joka perustuu sellaisten toimintojen poistoon, jotka eivät tuota arvoa tuotannolle. Lean-ajattelua kuvaillaan systemaattiseksi lähestymistavaksi ”turhuuksien” tunnistamiseen jatkuvan kehittymisen ja tuotantovirtauksen kautta. Lean-ajattelua implementoimalla syntyy parhaimmillaan nopeutta tuotannossa, laadun paranemista sekä merkittäviä säästöjä tuotannon kuluissa. (Pazek K 2021.)

Ennen kuin Lean valtasi maailman, oli alempana oleva kaava se, joka vallitsi tuotannossa tuotteen lopullisen hinnan ylläpitoa:

$$\textbf{Hinta = Kulut + Voitto.}$$

Lean-ajattelu syntyi, kun Toyota muutti tätä kaavaa seuraavanlaiseksi:

$$\textbf{Voitto = Hinta – Kulut.}$$

Tämän kaavan muuttuminen ajoi pitämään tuotteiden hinnat alhaisempina ja keskittymään täysin kulujen vähenemiseen, jotta voitto maksimoituisi. Tuotteiden hintojen aleneminen taas johti siihen, että tuotteet olivat saatavissa suuremmalle kohderyhmälle mutta voitto tuotetta kohden pysyi samana. Nykymaailmassa markkinoiden määrätessä valtaosan tuotteiden hinnasta, on tämä Toyotan kehittämä kaava ainoa vaihtoehto kasvattaa tuotantoyrityksen voittoja. (Santos, Wysk & Torres 2006, s. 6-7)

Erilaisia turhuuksia tuotannossa, joiden poistamiseen Lean-ajattelu keskittyy, on ylituotanto, odottaminen, kuljetukset, ylitoteutus, varastointi, virheet, ylimääräiset vaiheet ja liikkeet sekä alihyödynnetyt työntekijät. (Boardman 2020, 44.)

Ylituotannolla tarkoitetaan, kun tuotannossa valmistetaan tuotetta tai tuotteita yli asiakkaan tarpeen eli materiaaleja ja työtunteja on mennyt hukkaan. Odottamisella turhuutena tarkoitetaan tiedon, työkalujen tai materiaalien sekä työntekijän odottamista. Odottamista tapahtuu joissain määrissä pakosta, mutta sen minimoiminen ja ajan hyödyntäminen jollain keinolla odotuksen aikana on suuri osa turhuuksien poistoa. (Boardman 2020, 45.)

Kuljetuksilla turhuutena tarkoitetaan tuotannossa tapahtuvia ylimääräisiä kuljetuksia, esimerkiksi jos tuote kuljetetaan jonkin tietyn vaiheen johdosta eri paikkaan. Ylitoteutuksella tarkoitetaan ”ylilaatua”, eli suoritetaan vaiheita, jotka ovat vaadittujen kriteerien ulkopuolella eivätkä kasvata lisäarvoa lopputuotteelle. Varastointi turhuutena on esimerkiksi materiaalien säilyttämistä, joiden käyttötarkoituksesta tulevaisuudessa ei tiedetä tai olla varmoja. Turhien materiaalien varastointi kasvattaa ajan myötä kustannuksia merkittävästi, sillä varastointitila vähänee tarvittavia materiaaleja varten sekä niiden löytäminen vaikeutuu. (Boardman 2020, 45.)

Virheet tuotannossa tarkoittavat sitä, että tuote ei vastaa laadultaan asiakkaan kriteerejä. Ylimääräisillä vaiheilla ja liikkeillä turhuutena tarkoitetaan huonosta layoutista tai koordinaatiosta johtuvia tuotannossa tapahtuvia vaiheita. Lean-ajattelussa painotetaankin layoutin tärkeyttä, sillä ajan myötä nämä tarpeettomat vaiheet kertyvät huomattavaksi työkuormaksi. Viimeisenä turhuutena on alihyödynnetyt työntekijät. Tämä tarkoittaa, että tiettyihin tehtäviin pätevää tai koulutettua työntekijää työllistetään tehtävässä, jossa tämä pätevyys ei pääse esille. (Boardman 2020, 45.)

Kuvassa 1 esitetään organisaation tavoitteita Leanin implementoinnissa:

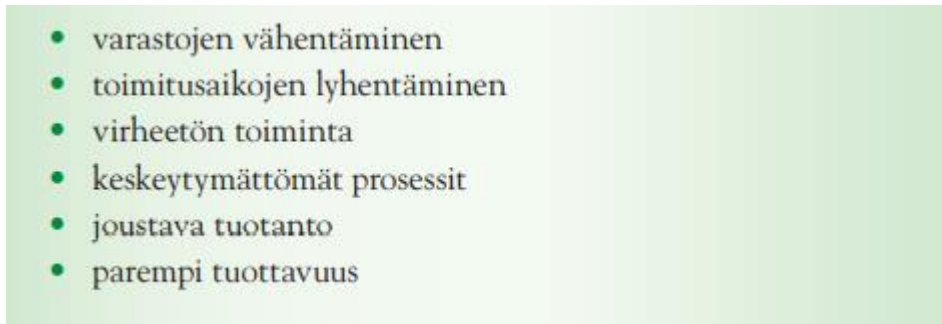


Kuva 1. Lean-ajattelun periaatteet (Logistiikan maailma)

Kuvassa 1 käsitellään organisaation tavoitteita Lean-ajattelun eri osa-alueiden ja pääkohtien kautta. Kuvan keskelle sijoitettu jatkuva parantaminen ja ongelmanratkaisu tukee jokaista osa-aluetta ja ajaa saavuttamaan organisaation tavoitteet. PDCA-sykli on osa lean-ajattelun implementointia. PDCA muodostuu sanoista *Plan, Do, Check ja Act*. Suomeksi karkeasti tämä tarkoittaa suunnittelua, tekemistä, arviointia ja reagointia.

2.1.1 JIT – Just In Time

Just In Time, eli JIT, on osa Lean-ajattelua, ja se edustaa asiakasohjautuvaa tuotantofilosofiaa. JIT:n tavoitteena on kysynnän ja tarjonnan tasapaino niin, että varastointia ei tarvita ja materiaalit toimitetaan suoraan käyttöpisteisiin. (Smith & Hawkings 2004, 132)



Kuva 2 JIT:n päämäärät, (Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet, 2011)

Yllä olevassa kuvassa on listattuna JIT:in päämääriä. Tässä luvussa käydään nämä päämäärät läpi, mitä ne tarkoittavat ja mitkä niiden hyödyt ovat. Varastojen väheneminen helpottaa tilankäyttöä sekä oikeiden materiaalien löytyvyyttä tuotantoympäristössä. Parhaimmillaan varastointi on silloin, kun jokaisella säilytettävällä materiaalilla tai työkalulla on tietty tarkoitus, ne ovat helposti löydettävissä ja niistä pidetään inventaariota. Toimitusaikojen lyhentäminen tarkoittaa saapuvien materiaalien sekä asiakkaalle toimitettavan tuotteen toimitusaikoja. Lyhyet toimitusajat tarkoittavat sitä, että materiaalit ja tuotteet ovat toimitettuina aikataulun mukaisesti johdonmukaisemmin. Virheetön toiminta JIT:in toteutuessa tarkoittaa, että virheet ovat epätodennäköisempiä, kun tarvittavat materiaalit ovat toimitettuna oikeaan paikkaan oikeaan aikaan. JIT auttaa myös pitämään tuotannon prosessit käynnissä keskeytymättömästi. Joustavalla tuotannolla JIT:in päämääränä tarkoitetaan, että tuotanto ei ole rajoittunut tiettyihin materiaaleihin tai aikatauluihin, sillä kun vain tarvittava määrä toimitetaan oikeaan aikaan ja oikeaan paikkaan, pystytään muutoksia tekemään pienemmällä varoitusaajalla. Kaikki nämä yllä mainitut asiat tukevat

JIT:in tärkeintä päämäärää, eli pyrkimystä parempaan tuottavuuteen. (Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet, 2011)

2.1.2 5S-menetelmä

5S-menetelmä on yksi suosituimpia menetelmiä saavuttaa Lean-ajatteluun perustuva tehokas toimintaympäristö. Se koostuu nimensä mukaisesti viidestä eri vaiheesta, jotka karkeasti tarkoittavat sorteerausta, systematisointia, siivousta, standardointia ja seuranta. Sorteerauksella tarkoitetaan tarpeellisten ja tarpeettomien tavaroiden ja materiaalien selvittelyä prosessien mahdollistamiseksi. Systematisointi on näiden tarpeellisten tavaroiden ja materiaalien järjestyksen luomista ja ylläpitämistä. Siivouksella luonnollisesti tarkoitetaan työpisteen siivoamista. Standardoilla tarkoitetaan standardien luomista missä jokainen prosessi tehdään ja kuka sen tekee sekä seuranta on kaikkien edellämainittujen vaiheiden varmistamista ja seuranta. (Fredendall & Thüerer 2016)

2.1.3 Kanban

David J. Andersonin kehittämä Kanban on osa Lean-ajattelua, ja se tarkoittaa jo olemassa olevien prosessien optimointia evoluution tavoin. Kanbanin erottaakin muista kehitysfilosofioista juuri evoluutiomaisesta kehityksestä. Järjestelmiä ja prosesseja luodaan tietyistä syistä, ja ne ovat tietyistä syistä kehittyneet sellaiseksi kuin ne juuri nyt ovat. Prosesseihin tehdään ja mietitään jatkuvasti parannuksia. Kanban kulkee JIT-filosofian kanssa käsi kädessä, ja ne tukevat toisiaan tuotannon kehityksessä. Kanban auttaa selvittämään optimaalisen tuotannon suuruuden ajanhallinnan kautta. Kanban kantaa alkunsa Lean-ajattelun tavoin Toyotalta, ja sana *Kanban* tulee japaninkielisistä sanoista "kan" ja "ban". "Kan" tarkoittaa "visuaalista" ja "ban" "korttia". Suoraan se siis tarkoittaa visuaalista korttia, johon merkitään prosessit, niiden tehtävät sekä niihin tehdyt muutokset. Kanban on tästä kuitenkin kehittynyt paljon suuremmaksi käsitteeksi. (Leopold & Kaltenecker 2015, s. 12-16)

2.2 Tahtituotanto

Tahtituotanto on toimintaa, jossa asiakkaan tarve määrää tuotannon vauhdin. Jos asiakas tarvitsee esimerkiksi viikon aikana kymmenen viimeistelyä tuotetta, aikataulutetaan eli tahditetaan tuotanto niin, että tähän päämäärään päästään.

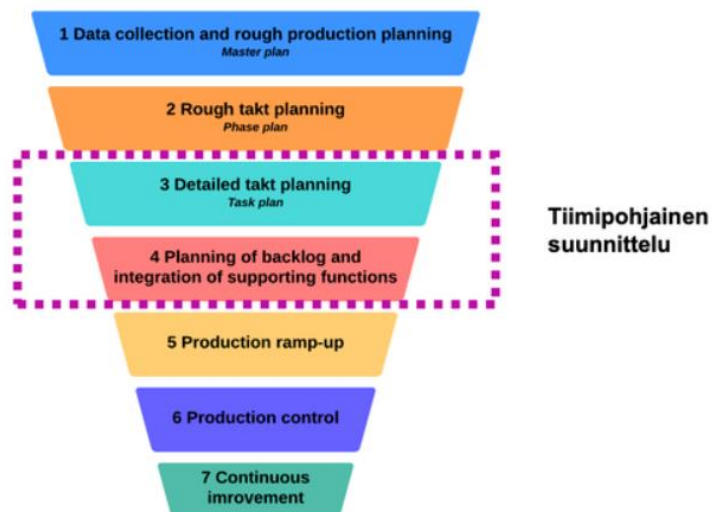
Alla kaavana tahtiajasta yksinkertaisuudessaan:

Tahtiaika = Käytössä oleva tuotannon ajanjakso / Asiakkaan tarve (Harry, Mann, De Hodgins, Hulbert & Lacke 2010, s. 279)

Tahtituotannon toimimiseksi on tuotannon oltava ennakoitavaa, toimivaa, vakiintunutta sekä tarkasti aikataulutettua. Toisin sanoen tahtituotanto vaatii standardeja toimiakseen. (Harry, Mann, De Hodgins, Hulbert & Lacke 2010, s. 279)

Alla olevassa kuvassa hahmotettu hajautetun tahtituotannon prosessit:

Hajautetun tahtituotannon prosessi



Kuva 3. Tahtituotannon prosessit (Aalto-yliopisto, 2020)

Kuvassa 3 on hahmotettu tahtituotannon olennaiset prosessit. Kuvasta näkee, että suunnittelu eri muodoissa on hyvin suuri osa tahtituotantoa. Vasta huolellisen suunnittelun jälkeen tuotanto voidaan itsessään aloittaa. Kuvassa on painotettu tiimityöskentelyn tärkeyttä suunnittelun avainvaiheissa. Toisena merkittävänä asiana kuvasta tulee ilmi, että kirjanpito vaiheista, virheistä ja mahdollisista kehityksen kohteista on tärkeää ja se tapahtuu jatkuvana seurauksena.

3 Resursointi

Resursointi on osa yrityksen strategiaa. Resursointi pitää sisällään yrityksen eri prosessit ja määrittää niihin käytettävät resurssit. Yrityksen henkilöstö on tärkeä osa resursseja, ja henkilöstöresursoinnin hallintaan käytetään henkilöstöanalytiikkaa. Sen päämäärät ovat organisaation auttaminen päästä tavoitteisiin, ajalliset ja rahalliset säästöt, luotettavien ennustuksien ja selitysten luonti, kuvata organisaation sisäiset prosessit luotettavasti sekä lisätä päätösten ja johtamisen faktaperusteisuutta. (Saramies & Törnroos 2021 s. 50)

3.1 Työkuorman mittaus

Työkuorman mittaaminen on tärkeä osa resursointia. Sen tavoitteena on seurata työntekijöiden kuormitusta ja työskentelyn toimivuutta reaaliaikaisesti. Työkuormaa mittaamalla on helppo havainnoida, jos työntekijä on ylikuormitettu ja jää omissa tehtävissään jälkeen vaaditusta aikataulusta. Päinvastoin, seurataan myös että työtehtäviä on tarpeeksi jokaiselle. Mittauksen seurauksena pystytään työkuormaa helposti jakamaan tasaisesti, jotta työnteko olisi mahdollisimman tehokasta. Työtehon mittaus ei usein pidä sisällään kaikkia työvaiheita yksityiskohtaisesti, jolloin prosessia on vaikea lähteä kehittämään. Kun jokainen työvaihe on mitattu, dataa on helpompi analysoida ja löytää kehityksen kohteita toiminnassa. (Ver Ploeg, Altonji, Bradburn, DaVanzo, Nordhaus & Samaniego 2000 s. 8)

Kohdeyrityksessä työkuorman mittaaminen on erityisen tärkeää, sillä tuotanto on tarkasti aikataulutettu. Työpisteen jäädessä jälkeen vaaditusta aikataulusta tarvitsee asiaan puuttua nopeasti, ja siksi jatkuva työkuorman mittaus ja analysointi onkin tärkeää.

4 Toimintamallin uudistaminen

Tämä luku käsittelee opinnäytetyön case -osuuden sekä opinnäytetyön taustat ja vaiheet.

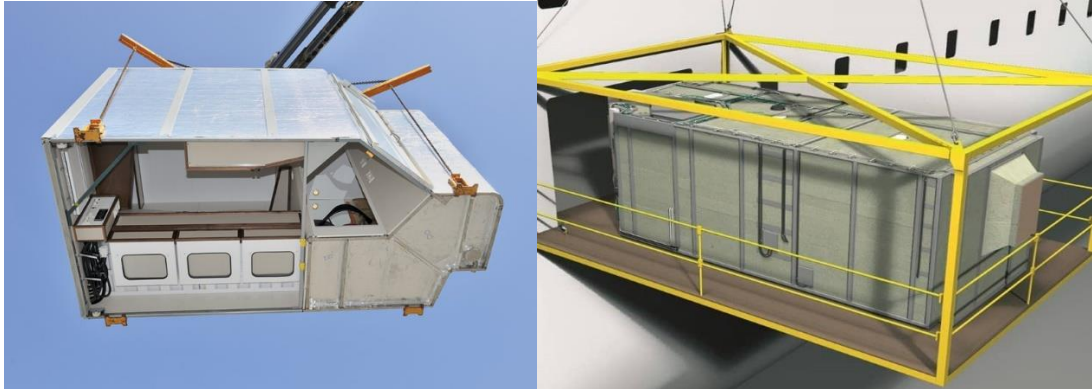
4.1 Toimeksiantajan esittely

Carinafour on alihankinnan yritys, joka erikoistuu meriteollisuusalaan sekä rakennusalaan. Carinafour tarjoaa asiakkailleen laaja-alaisesti tilaus-toimitusketjujen operointipalveluja projektiteollisuuteen. Tavoitteena on jatkuva suorituskyvyn parantaminen edistyneiden ohjaamismenetelmien ja digitaalisuuden mahdollistamana. (Carinafour 2022)

Yksi toimeksiantajan asiakkaista on Piikkiö Works Oy, ja tämä opinnäytetyö keskittyy olennaisesti toimeksiantajan toimintaan Piikkiö Works:in tehtaalla. Piikkiö Works on Meyer Turku Oy:n tytäryhtiö, ja se suunnittelee sekä valmistaa valmiita hyttimoduulikonaisuuksia risteilyaluksille ympäri maailmaa. Hyttitehdas perustettiin Piikkiöön vuonna 1982 ja toimitettuja hyttejä ja kylpyhuonemuodulleita on yli 130 000. Hytit toimitetaan telakalle kokonaisuuksina valmiina asennattavaksi laivaan. (Piikkiö Works Oy 2022)

Toimeksiantajan toiminta alihankkijana hyttitehtaalla keskittyy tuotantolinjalle tarvittavien materiaalien keräilyyn, esivalmisteluun ja toimittamiseen tuotantolinjalle oikeaan aikaan.

Kuvassa 4 esitetään 3D-piirustukset valmiista hyttimoduulista ulkoapäin ja sen asennusvaiheesta laivaan.



Kuva 4. Valmis hyttimoduuli ja sen nosto laivaan (Piikkiö Works 2022)

Hyttitehtaan tuotantolinja toimii tahtituotantona. Linja on jaoteltu 37 pisteeseen eli ”tahtiin”, jossa hyttimoduuli liikkuu automaatioituna. Tahtiaika, eli aika jossa hytti liikkuu tuotantolinjalla yhden tahdin verran, voidaan muuttaa projektin edetessä nopeammaksi tai hitaammaksi tarpeen mukaan. Kohdeyrityksen keräily- ja esivalmisteluprosessien on siis myös noudatettava tätä tahtiaikaa. Yhden hytin materiaalit jokaisella työpisteellä on saatava keräiltyä, valmisteltua ja toimitettua tuotantolinjalle tämän tahtiajan mukaan.

4.2 Logistiikan keräilyprosessit ja esivalmistelu

Keräilyprosessi alkaa, kun SAP-toiminnanohjausjärjestelmään luodaan Piikkiö Works:in toimesta keräilylista, josta keräilijä saa tietää mitä materiaaleja tarvitaan, mistä nämä materiaalit löytyvät sekä mihin ”tahtiin” materiaalit tulee toimittaa. Alla kuva keräilylistasta.

PIIKKIO WORKS Cabin Technology		PICKLIST E7		Order: 617043		Delivery: 80275701			
Project: Requester:		Staging time 17.03.2022 07:20		Destination 06FLOW0000/2040					
Storage bin HU	Material	2T409	2T411	2T415	2T429				
		07:20	07:40	08:00	09:00	00:00	00:00	00:00	00:00
E700 0513-001-01 930000058413	100018229 L-profiili 30x30x2 L200	2	2	2	2				
E700 0570-022-01 930000056796	100057788 Wash basin 380X380X200	1	1	1	1				
E700 0570-043-01 930000056797	100057789 Wash basin shelf	1	1	1	1				

Kuva 5: Keräilylista (Työpiste: lavuaarit)

Yllä olevassa kuvassa on keräilylista lavuaaripisteeltä. Listan oikeasta yläreunasta näkyy linjan tahti eli piste johon keräily toimitetaan (06FLOW). Tämä piste pysyy työpisteellä aina samana poikkeustilanteita huomioimatta. Keräilylistassa näkyy taulukko, jossa on ilmoitettuna tarvittava materiaalit, niiden hyllypaikat sekä hyttinnumero johon materiaalit menevät. Kyseisessä keräilylistassa on neljän hytin materiaalit ja keräiltävät materiaalit ovat samanlaiset jokaiseen hyttiin. Keräily on helpompi ja nopeampi suorittaa tällaisessa tilanteessa, sillä kaikkien neljän hytin materiaalit saadaan keräiltyä samoista paikoista.

Kun seuraava tarvittava keräilylista on tulostettu, alkaa keräilyn ja esivalmistelun prosessit. Prosessit vaihtelevat työpistekohtaisesti, mutta pääkohdat prosesseissa ovat samat. Haetaan keräiltävät materiaalit hyllystä tai vaihtoehtoisesti tarvittaessa trukkipuski tuo työpisteelle pyydetyn materiaalin. Materiaali tarkistetaan oikeaksi keräilylistassa ilmoitetun materiaalinumeron mukaan, jonka jälkeen tehdään tarvittavat esivalmistelut. Kun tarvittavat esivalmistelut on tehty, laitetaan valmiit materiaalit työpisteen keräilykärryyn ja ”junakuljettaja” vie kärryyn tuotantolinjalle. Keräilyprosessi loppuu, kun tulostettu lista kuitataan SAP-järjestelmästä tehdyksi. Kun keräily on kuitattu, kulkee informaatio eteenpäin että materiaalit on toimitettu tuotantolinjalle.

JIT-filosofia on olennaisessa osassa kohdeyrityksen toimintaa, sillä toiminta perustuu suuresti oikeiden materiaalien toimittamiseen oikeaan aikaan ja paikkaan. Materiaalit eivät saa saapua myöhässä tarpeesta, sillä tuotantolinja on automatisoitu ja sen pysäyttämistä vältetään, jotta tuotanto pysyy aikataulussa. Samalla pyritään siihen, ettei tavaraa toimiteta tuotantolinjalle liikaa jotta oikeat materiaalit ovat helposti saatavilla ja löydettävissä sekä tilanhallinta pysyy kohtuullisena.

4.3 Resurssien määrittämisen nykytilanne-analyysi

Työntekijäresurssien määrittäminen tapahtuu toimeksiantajan osalta määrittämällä kuinka paljon tarvitaan työntekijöitä, jotta vaaditussa tahtiajassa pysytään keräilyjen ja esivalmistelujen osalta. Asiakkaan kanssa käydään läpi keräilty data joka määrittää tämän tarpeen ja tullaan päätökseen tarvittavasta työntekijämäärästä. Tarvittavaa työntekijämäärää päivitetään projektin edetessä ja tahtiaikojen vaihdellessa. Mitä nopeampi tahtiaika, sitä enemmän tarvitaan työntekijöitä jotta pysytään vaaditussa vauhdissa.

Tarvittavien resurssien määrittäminen tapahtuu tuntikuorman laskemisen kautta. Tuntikuormalla tarkoitetaan kokonaisaikaa, joka menee yhden hytin keräilyjen ja esivalmistelujen suorittamiseksi. Tuntikuormalla siis mitataan kuinka paljon työntekijätunteja menee jokaiselta työpisteeltä yhden hytin valmistamiseksi. Tämä tarkoittaa yksinkertaistetusti sitä, että jos esimerkiksi tietyn hyttityypin tuntikuorma olisi 8, pystyisi yksi työntekijä yhden kahdeksan tunnin työpäivän aikana suorittamaan jokaisen työpisteen tehtävät. Todellisuudessa tämä on

hieman monimutkaisempaa, sillä tietyillä työpisteillä on vaiheita, joita ei ole mahdollista suorittaa yksin. Työpisteellä, jossa työntekijöitä on enemmän kuin yksi, saadaan tuntikuorma laskettua kelloitetun ajan kertomisella työntekijämäärällä. Jos vaadittu tahtiaika on 15 minuuttia ja hytin kelloitettu suoritusaika kolme työntekijää vaatimalla työpisteellä on esimerkiksi 14 minuuttia, on tuntikuorma tällöin 0,7 ($14 \times 3 / 60 = 0,7$).

4.3.1 Ongelman tunnistaminen ja taustat

Toimintamallin uudistamiseen johti havainnointi, että työntekijämäärä ei usein ole ideaali toimeksiantajan tuotannossa. Ongelman tunnistaminen tapahtui työskennellessä kohdeyrityksen työnjohdossa, kun työnjohto kohtasi toistuvasti saman ongelman, työntekijävajeen. Työpisteisiin oli resursoitu erikseen työntekijöitä, mutta keräily- ja esivalmisteluprosessit valuivat jatkuvasti jälkeen vaaditusta tahtiajasta. Tämän ongelman korjaaminen on tämän opinnäytetyön tavoite.

Ongelman juurena oli valtava määrä eri hyttityyppejä, joiden työkuorma vaihtelee merkittävästi työpistekohtaisesti. Suurimmat ongelmat resurssien määrissä ilmenevät paneelipisteissä, joissa työvaiheina on paneelien purku lavalta, muovien irroitus paneeleista ja niiden lastaaminen keräilykärryyn. Paneelien määrä vaihtelee merkittävästi hyttikohtaisesti ja jos tuotannossa useampia työkuormallisesti vaativampia hyttejä, jää työpiste jälkeen tahtiajasta välivarastojen eli ”buffereiden” ollessa rajalliset. Ongelma ilmenee myös alikuormituksena jos tuotannossa on jatkuvasti niin sanotusti ”helppoja” hyttejä, jolloin keskiarvolliseen tarpeeseen perustuva resursointi on liian suuri ja suuri osa ajasta kuluu toimeettomana.

4.3.2 5-miksi -analyysi

Alla olevassa taulukossa on 5-miksi -analyysi. Analyysin työpisteenä on käytetty kattopaneelipistettä, joka on yksi työpisteistä jossa hyttityyppien tuntikuormat vaihtelevat suuresti. Analyysin ongelmaksi valittiin tyypillinen ongelma kohdeyrityksen toiminnassa kun keräily ei pysy vaaditussa tahtiajassa.

	Ongelma
	Kattopaneelikeräily on myöhässä
Miksi?	Tahtiaika on liian nopea
Miksi?	Ei tarpeeksi työntekijöitä työpisteellä
Miksi?	Työnjaossa ei ole otettu huomioon, että päivän tuotanto-ohjelmassa monta kattopisteelle työläämpiä inva-hyttejä peräkkäin
Miksi?	Tuotanto-ohjelmaa ei ole saatu tarpeeksi ajoissa, jotta asiaan olisi voitu reagoida
Miksi?	Tuotannonsuunnittelu ei vahvista hyttejä pitkän ajan päähän etukäteen
Mahdollinen ratkaisu	Suunnitellaan työntekijämäärä vahvistamattoman tuotanto-ohjelman mukaan sillä muutokset ei vahvistetussa tuotanto-ohjelmassa yleensä ole suuret

Analyysi johti mahdolliseen ratkaisuun, josta muodostuu loistava pohja alkaa kehittää miten työntekijätarvetta voidaan ennakoida jokaisella työpisteellä päivittäin.

4.4 Työkuorman mittaaminen kohdeyrityksessä ja kehitys

Työkuorman mittaaminen tapahtuu kohdeyrityksessä työpistekohtaisesti kellottamalla yksittäisten hyttien keräily- ja esivalmisteluajoja. Opinnäytetyö tehtiin osittain toiminnallisena ja osa toiminnallista osuutta oli kaikkien työpisteiden työvaihekellotukset. Työpisteiden kellotusta tehdään työntekijätarpeen analysointia, kehitysmahdollisuuksia sekä suoriutumisarviointia varten. Kellotuksissa selviää hyvin hyttityyppien työkuormien eroavaisuudet jokaisella työpisteellä, mikä auttaa edellämainittujen tarkoitusten toteuttamisessa. Kellotussuoritus alkaa siitä, kun työntekijä lähtee työpisteeltä tulostamaan keräilylistaa ja päättyy siihen kun kyseinen keräily on tehty ja kuitattu pois toiminnanohjausjärjestelmästä. Jos keräilylistassa on esimerkiksi kuuden hytin keräilyt, otetaan aika koko kuuden hytin keräilyistä jonka jälkeen kellotettu aika pilkotaan yhden hytin keskiarvoon. Näin menetellään, jotta tulisi mahdollisimman realistinen hyttikohtainen aika, sillä tietyt työvaiheet suoritetaan vain kerran yhden keräilylistan aikana. Aika tallennetaan tuntikuormana alla olevan esimerkkitaulukon mukaisesti:

Hyttityyppi	Keräilty hyttimäärä	Työntekijämäärä	Kellotettu aika (min)	Työpisteen tuntikuorma
Miehistö	6	3	57	0,48
Matkustaja	6	3	88	0,73
Matkustaja	6	3	85	0,71
Miehistö	5	2	75	0,5
Miehistö	4	2	61	0,51
Matkustaja	4	3	59	0,74

Taulukko toimii esimerkkinä havainnoillistamaan tuntikuorman mittausta eivätkä kyseiset luvut ole todellista dataa miltään työpisteeltä. Taulukossa on otettu ylös ne tiedot jota tarvitaan tuntikuorman laskemiseen ja tuntikuorma onkin laskettuna oikealla reunimmaisessa sarakkeessa. Tuntikuorma saadaan laskettua esimerkiksi excelissä kaavalla:

Tuntikuorma = Kellotettu aika / Keräilty hyttimäärä * Työntekijämäärä / 60 (Tunti minuutteina)

Tulokseksi laskusta tulee työntekijäkohtainen tuntikuorma per hytti eli kuinka paljon työaikaa menee yhden hytin keräilyn suorittamiseksi kyseisellä työpisteellä. Mitä suurempi otanta kellotuksia on, sitä tarkempi tuntikuorma saadaan laskettua. Taulukon hyttityyppeihin on eroteltu vain miehistö- ja matkustajahytit selkeyden vuoksi, mutta todellisuudessa miehistö- ja matkustajahyttejä on useita erilaisia, joiden työvaiheet eroavat toisistaan kuormituksen kannalta.

Otannan koon ollessa tärkeä osa mittaamisen tarkkuutta, koettiin sen lisääminen tärkeäksi osaksi toimintamallin uudistusta. Pienellä investoinnilla jokaiselle työpisteelle saadaan hankittua oma digitaalinen ajanottokello jonka työntekijät voivat pistää päälle keräilyn aloittaessaan. Data otetaan paperille ylös yllä olevan taulokon mukaisesti ja työnjohto keräilee paperit esimerkiksi muutaman kerran viikossa ja syöttää tiedot excel-taulukkoon. Kellotuksia on erityisen tärkeä ottaa paljon projektien alussa sekä uusien hyttityyppien ilmaantuessa tuotanto-ohjelmaan. Tämä toimintatavan uudistus auttaa tarkentamaan hyttityyppikohtaista dataa, jota tarvitaan seuraavassa luvussa käsiteltävään resursoinnin työkaluun. Tällä tavalla on mahdollista erotella hyttityypit laajemmin verrattuna aiempaan tapaan, jolloin hytit eroteltiin vain matkustaja- ja miehistöhytteinä. Toimintamallin uudistus mahdollistaa kellottamisen tehokkaammin ja tarkemmin jokaisesta hyttityypistä, jolloin työntekijäresursointi helpottuu huomattavasti.

4.5 Tarvittavien resurssien arvioinnin työkalu

Aloin rakentamaan resurssityökalua tavoitteena luoda excel-työkirja, joka olisi mahdollisimman yksinkertainen ja helppo päivittää projektien välillä sekä projektin aikana. Työkalussa jokaisella työpisteellä on oma välilehti, jonne kirjataan otettua kellotusdataa. Otetut ajat laskevat ”työkalu” -välilehdelle kokonaistuntikuorman. Alla oleva näyttökuva on työkalusta.

Hyttityyppi	Aika
FL	6,60
DE	9,7
3B	9,4
E4	7
3A	7,2
NS	9,9

Tuotanto-ohjelmi	Sarake
3B	9,4
DE	9,7
DE	9,7
3B	9,4
3B	9,4
FL	6,6
DE	9,7
3B	9,4
FL	6,6
DE	9,7
3B	9,4
NS	9,9
FL	6,6
DE	9,7
3B	9,4
FL	6,6
DE	9,7
3A	7,2
3B	9,4
FL	6,6
DE	9,7
E4	7
FL	6,6
3A	7,2
NS	9,9
NS	9,9

Tuntikuorma yhteensä: 434,5159

Tahtiaika: min 19, h 0,316667

Hyttien määrä: 51

Tarvittava työntekijämäärä: 23

Kuva 6 Resurssityökalu

Yllä olevassa kuvassa on näyttökuva osaksi opinnäytetyötä laaditusta resursoinnin työkalusta. Taulukon vasemmassa reunassa on pieni taulukko, jossa on listattuna eri hyttityyppejä ja niiden tuntikuormat. Tuntikuormat on hyttityyppikohtaisesti laskettu kaavalla kuvan alareunassa näkyviltä työpistekohtaisilta välilehdiltä, joihin kellotettu data syötetään jokaiselle hyttityypille.

Itse työkalu näkyy kuvan keskellä sinisenä taulukkona. Siihen kopioidaan tuotanto-ohjelmasta tuotantoon tulevien hyttien hyttityypit, ja taulukko osaa

vasemmalla olevan harmaan taulukon avulla tunnistaa automaattisesti jokaisen hyttityypin tuntikuorman. Kuvan oikealla näkyy muutama solu joissa on tietoa, minkä avulla saadaan laskettua lopulta päivittäinen työntekijätarve kokonaisuudessaan. Kaikkia tietoja on helppo päivittää tarvittaessa ja taulukko laskee automaattisesti päiväkohtaisen työntekijätarpeen. Alla on kuva tuotanto-ohjelmasta, josta hyttityypit kopioidaan työkaluun, sekä kuva työpistekohtaisesta taulukosta johon kellotusdata syötetään.

The image shows a software interface with two main parts. On the left is a table listing cabin materials with columns for date, cabin number, material, order number, cabin main type, cabin wall type, and cabin structure. On the right is a summary table with columns for worker type, category, time, number of workers, and total hours.

Työpistetyyppi	Kattopiste	Aika	työntekijämäärä	työntekijäminuutit	tuntikuorma
FL	13	14	15	2	35,5
NS	5	6	7	8	10,7
E4	7	9	7	9	13,0
3A	9	6	6	7	12,0
FA	8	9	8	7	13,3
DE	8	7	6	7	12,0
BA	7	9	9	5	12,7
	5	6	7	8	11,7
	6	8	9	9	12,7
	8	8	6	8	12,3
	8	7	6	5	10,0
	9	8	7	6	11,7

Kuva 7 Tuotanto-ohjelma ja työpistetaulukko

Yllä olevissa kuvissa nähdään vasemmalla tuotanto-ohjelma, jonka Piikkiö Works Oy lataa toiminnanohjausjärjestelmään ja oikealla on kuva tutkimusongelman ratkaisuksi tehdystä resursointityökalusta työpistekohtainen kellotustaulukko. Tuotanto-ohjelmassa näkyy maalattuna hyttityyppilista, joka kopioidaan työkalun taulukkoon (Kuva 6). Työkalu ottaa työpistetaulukosta tiedon tuntikuormasta, laskee ne yhteen ja jakaa sen hyttien määrällä ja tahtiajan mukaan saadaan päiväkohtainen työntekijätarve kaikille työpisteille laskettua.

4.6 Työkalun arviointi

Resursoinnin työkalusta tuli toimiva ja suhteellisen helppokäyttöinen. Kaikki välilehdet ja tiedostot on yhdistetty toisiinsa niin, että työkalun käyttäjän ei tarvitse tehdä muuta kuin kopioida tuotanto-ohjelman hyttityypit ja ilmoittaa työkaluun tahtiaika, jotta se osaa laskea tarvittavan työntekijämäärän. Työkalun kaavoihin ei tarvitse tehdä muutoksia, mutta uusien hyttityyppien tullessa tuotantoon tarvitsee kaavaan ilmoittaa uusi hyttityyppi ja jokaisen työpisteen välilehdelle tarvitsee syöttää data uudesta hyttityypistä. Työkalun käyttäjän tulee siis omata perusosaamista Excelissä.

Työkalu helpottaa päivittäisen työntekijätarpeen arviointia, mutta sen toimivuus vaatii yksityiskohtaisempaa datan tallettamista. Tämä tarkoittaa lisätyötä datan tallettamisen puolesta mutta helpottuu huomattavasti kellotuksen muodostuttua rutiiniksi päivittäisessä työnkuvassa.

5 Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet

Opinnäytetyö sai alkunsa kohdeyrityksen mahdollisten kehityskohteiden tunnistamisesta. Tämän kehityskohteen tunnistus tapahtui päivittäisessä työskentelyssä ja ongelmakohtaan juurisyy selvisi kun alettiin vertailemaan niiden päivien ja ajanjaksojen tuotanto-ohjelmia kun vaaditussa tahtiajassa oli toiminnassa vaikeuksia pysyä. Tietyt hyttityypit todettiin vaativammiksi kuin toiset ja otettiin tavoitteeksi ratkaista ongelma. Toimintamallin kehitys alkoi etsimällä keinoa, miten tuotanto-ohjelman monipuolisuuteen pystyttäisiin valmistautumaan etukäteen työntekijämäärään keskittyen. Tutkimus johti tulokseen, että uuden toimintamallin tärkeimmät piirteet ovat hyttikohtainen tuntikuorman datan analysointi ja tämän datan hyödyntäminen niin, että saadaan ennustettua tarkka tarvittava työntekijämäärä tulevaan tuotanto-ohjelmaan. Niin syntyi ajatus resursoinnin työkalusta. Työkalua alettiin suunnittelemaan ja vaiheiden jälkeen saatiin aikaan excelliin rakennettu resursoinnin työkalu, joka auttaa ennustamaan tarvittavaa työntekijämäärää. Työläin vaihe työkalua rakentaessa oli oikeiden kaavojen löytäminen sekä työkalun toimivuuden saavuttaminen kokonaisuutena.

PDCA-kehitysfilosofia oli olennaisessa osassa toimintamallin kehityksessä. Toimintamallin uudistus alkoi PDCA-syklin mukaisesti suunnittelusta. Suunniteltiin ongelmaan parannuskeino ja seuraavana vaiheena se vaihe toteutettiin. Laadittiin resursoinnin helpottamiseksi työkalu ja samalla suunniteltiin toimintamalli, joka helpottaa datan tallettamista ja sitä kautta helpottaa myöskin resursointityökalun käyttöä sekä parantaa sen tarkkuutta. Seuraavana vaiheena PDCA-syklissä oli tarkastella toimintamallin ja työkalun toimivuutta, tarkkuutta sekä käytännöllisyyttä. Tämän tarkastelun tarkoitus on löytää epäkohtia joihin syklin viimeisessä vaiheessa reagoidaan. Tämän jälkeen sykli siis alkaa alusta ja lopputuloksena on toiminnan jatkuva parantaminen.

Työkalun mahdollisia kehityksiä tulevaisuudessa on visuaalisuuden parantaminen ja muutosten tekemisen helpontaminen. Työkaluun on helppo tehdä projektien välissä muutoksia kun hyttityypit vaihtuvat, mutta mahdollinen kaavojen muuttaminen saattaa olla monimutkaista. Kaavoja saattaa joutua muuttamaan jos esimerkiksi uuden projektin alussa on tarvetta uudelle työpisteelle. Uudelle työpisteelle tarvitsee tällaisessa tilanteessa tehdä uusi oma kellotustaulukko ja työkalun kaavoihin tarvitsee lisätä data uudelta työpisteeltä. Tämä voi olla hankalaa, jos työkalun kaavat eivät ole tuttuja ja siksi sen helpottaminen olisi mahdollinen tulevaisuuden kehityskohde. Työkalu on toimiva ja pohjatyö kaavoille on valmis, mutta jatkokehitystä tulee tulevaisuudessa tehdä.

Toisena mahdollisena tulevaisuuden kehityskohteena on kellotusdatan talletus. Sen parantaminen ja saaminen osaksi päivittäistä rutiinia olisi suuri helpotus. Mahdollisina kehitysideana toimintaan olisi kellottamisen digitalisointi ja automatisointi. Tämä säästäisi aikaa siinä, ettei numeroita tarvitsisi kirjata käsin resursointityökaluun, vaan ne olisivat automaattisesti sijoitettavissa. Tämä kehitys vaatii kuitenkin paljon suunnittelua ja suurempaa sijoitusta eikä ollut tämän opinnäytetyön tarkoitus, joten siitä syystä kehitys on vasta idean idean tasolla.

Lähteet

Aalto-yliopisto 2020, Hajautetun tahtituotannon prosessit. Haettu osoitteesta: [Kokemuksia toteutusta palvelevasta rakennesuunnittelusta ja hajautetun tahtituotannon käyttöönotosta | Aalto-yliopisto](#)

Boardman, B. Introduction to industrial engineering (2020), s. 45, Mavs open press

Carinafour (2022) Haettu osoitteesta: [Carinafour - Yhdistämme teknologian, prosessit ja ihmiset \(c4.fi\)](#)

Fredendall & Thürer, An introduction to Lean work design: Standard practices and tools of Lean, Volume II (2016), s. 2-6, Business Expert Press

Harry, Mann, De Hodgins, Hulbert & Lacke, Practitioner's Guide to Statistics and Lean Six Sigma for Process Improvements (2010) s. 279, John Wiley & Sons, Incorporated

Leopold & Kaltenecker, Kanban change leadership: Creating a culture of continuous improvement (2015) s. 12-16, John Wiley & Sons, Incorporated

Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet (2011), JIT:in päämäärät

Logistiikan maailma, Lean ajattelu organisaatiossa, Haettu osoitteesta: [Lean-ajattelu – Logistiikan Maailma](#)

Pazek, K Application of Lean in a small and medium enterprise (2021), IntechOpen

Piikkiö Works Oy (2022) Haettu osoitteesta: [Piikkiö Works Oy | Cabin modules](#)

Santos, Wusk & Torres, Improving production with lean thinking (2006) s. 6-7, John Wiley & Sons, Incorporated

Saramies & Törnroos, Henkilöstöanalytiikka: Mittaa Ymmärrä Menesty (2021) s. 50, Alma Talent Oy

Smith & Hawkings, Lean maintenance: Reduce costs, improve quality, and increase market share (2004) s. 132, Elsevier Science & Technology

Ver Ploeg, Altonji, Bradburn, DaVanzo, Nordhaus & Samaniego, Time-Use measurement and research: Report of a workshop (2000), s. 8, National Academies Press

