



Karelia-ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)

Tilaus-toimitusketjun analysointi ja optimointi

Turkka Toivanen

Opinnäytetyö, tammikuu 2024

www.karelia.fi



Karelia
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Tammikuu 2024
Konetekniikan koulutus

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600

Tekijä
Turkka Toivanen

Nimeke
Tilaus-toimitusketjun analysointi ja optimointi
Toimeksiantaja
Saher-Aidat Oy

Tiivistelmä

Opinnäytetyön toimeksiantona oli analysoida ja optimoida tilaus- toimitusketjua. Toimeksiantaja yritys Saher-aidat Oy halusi kohdistaa analysoinnin ja optimoinnin heidän myydyimpään tuotteeseensa, joka on alumiinirunkoinen koneportin lehti.

Työn kirjallisuuskatsauksessa on kerrottu keskeisiä asioita tilaus- toimitusketjusta, analysoinnista, optimoinnista, Lean-menetelmistä ja vuokaavioista. Tärkeimpänä tietoperustan menetelmänä oli Lean 8-tuottamatonta toimintoa. Sen perusteella tuotantoa analysoitiin ja optimoitiin.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin optimoitua tilaus-toimitusketjua koneportin osalta hyvin. Tuloksena oli portin täyttöverkkojen varastointikustannusten puolittuminen ja tilaus- toimitusketjun nopeutuminen. Opinnäytetyön aikana saatiin luotua yrityksen toiminnan ohjausjärjestelmään valmiiksi täytetty pohja tuotteen lisätietoa kohtaan.

Kieli
suomi

Sivuja 37

Asiasanat
Lean, analysointi, optimointi



THESIS
January 2024
Degree Programme in Mechanical Engineering

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600

Author
Turkka Toivanen

Title
Analysis and Optimization of the Order-supply Chain

Commissioned by
Saher-aidat Oy

Abstract

The assignment of the thesis was to analyze and optimize the order-supply chain. The commissioning company, Saher-aidat Oy, wanted to focus the analysis and optimization on their best-selling product, which is an aluminum-frame automated gate leaf.

In the literature review of the work, key issues about the order-supply chain, analysis, optimization, Lean methods, and flowcharts have been described. The most important information base was Lean 8 non-productive functions. Based on that, production was analyzed and optimized.

As a result of the thesis, the order supply chain was well optimized for the machine operated gate. The result was a halving of the storage costs of the gate filling meshes and speeding up of the order delivery chain. During the thesis, it was possible to create a pre-filled base for the company's ERP system for additional product information.

Language
Finnish

Pages 37

Keywords
Lean, analysis, optimizing

Sisältö

1	Johdanto	5
1.1	Opinnäytetyön aihe	5
1.2	Toimeksiantajan esittely	5
1.3	Opinnäytetyön toimeksianto.....	5
1.4	Opinnäytetyön rajausta	6
1.5	Opinnäytetyön menetelmät	6
1.6	Tavoitteet	6
2	Tilaus- toimitusketju	6
2.1	Toimitusketju.....	6
2.2	Toimitusketjun hallinta	7
2.3	Tuotantomuodot.....	8
3	Analysointi	9
3.1	Analyysi	9
3.2	Vuokaavio	9
4	Optimointi.....	10
4.1	Optimoiminen.....	10
4.2	Toiminnanohjausjärjestelmä	11
4.3	Visma Nova	11
5	Lean Six Sigma.....	12
5.1	Perustietoa.....	12
5.2	Lean Six Sigma -menetelmän hyödyt	13
6	Kahdeksan tuottamatonta toimintaa	14
6.1	Lean-ajattelu	14
6.2	Odottelu ja viivästykset	14
6.3	Ylituotanto.....	14
6.4	Tarpeettomat varastot.....	15
6.5	Ylikäsittely.....	15
6.6	Laatuvirheet	15
6.7	Tarpeeton liike työskentelyssä.....	15
6.8	Työntekijöiden hyödyntämätön potentiaali	16
7	Lähtötilanne	16
7.1	Tilaus	16
7.2	Varastotuotteet	17
7.3	Tuotteen valmistaminen.....	17
7.4	Lähtettäminen	18
8	Alkuvaraston arvo	19
8.1	Varaston lähtötilanne	19
9	Tuotannon analysointi kahdeksan hukan avulla	20
9.1	Suuret varastot	20
9.1.1	Varastotoiminnan kustannukset (porttiverkot ja alumiini langat)	20
9.2	Laatuvirheet	21
9.3	Tarpeeton kuljettaminen ja tarpeeton liike työskentelyssä	22
9.4	Työntekijöiden hyödyntämätön potentiaali	25
9.5	Ylituotanto.....	26
9.6	Odottelu ja viivästykset	26
9.7	Ylikäsittely.....	27
9.8	Analysoinnin yhteenveto	27

10 Työn tulokset	27
10.1 Varastojen arvon laskeminen.....	27
10.2 Laatuvirheet	28
10.3 Odottelu ja viivästykset	29
10.4 Työntekijöiden hyödyntämätön potentiaali	30
10.5 Ylikäsittely.....	30
10.6 Tuotannon kehittyminen	31
11 Pohdinta.....	32
Lähteet.....	34

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön aihe

Opinnäytetyön aiheena on tilaus- ja toimitusketjun analysointi ja optimointi. Toimeksiantaja yritykseltä valitaan yksi tuote, jonka tilausprosessia analysoidaan asiakkaan tekemästä tilauksesta siihen asti, kun tuote lähetetään asiakkaalle. Analysoinnin tarkoituksena on saada enemmän tietoa tuotteen valmistusprosesseista ja siitä, onko valmistusprosesseissa joitakin mahdollisia solmukohtia, mitä pystyisi analysoinnin avulla optimoimaan tehokkaammiksi.

1.2 Toimeksiantajan esittely

Saher-aidat Oy on pohjoiskarjalainen teollisuuden alan yritys, joka valmistaa aitoja ja portteja asiakkaan toiveiden mukaan. Yritys on perustettu vuonna 1987 ja sen liikevaihto vuonna 2022 on noin 4.9milj. viimeisen tilinpäätöksen mukaan. Yrityksen toimitusjohtaja on Tenho Toivanen.

Yrityksen asiakaskunta on laaja aina valtion yrityksistä yksityisiin henkilöihin. Yrityksen pääsääntöiset tuotteet ovat alumiiniset portit ja panssariaidat. Kesäsesongin ulkopuolella yritys valmistaa lisäksi alumiinisia peräkärryjä ja koirahäkkejä. Organisaatioon kuuluu 10 tuotannon työntekijää, 2 asennusvastaavaa, 5 myyjää, 1 taloushallinnon työntekijä, 6 omaa asentajaa ja lisäksi useampi aliurakoitsija.

1.3 Opinnäytetyön toimeksianto

Toimeksiantaja oli miettinyt jo pidemmän aikaa, kuinka he voisivat analysoida heidän tuotantoaan ja optimoida sitä mahdollisuuksien mukaan. Tästä tarpeesta syntyi opinnäytetyöhön aihe.

1.4 Opinnäytetyön rajaus

Opinnäytetyön laajuuden takia sitä päätettiin rajata koskemaan vain yhtä tuotetta, joka on 1800x9000 mm mitoiltaan oleva konekäyttöinen liukuportinlehti alumiiniverkkotäytöllä. Opinnäytetyöstä suljettiin ulkopuoliset vaikuttajat pois, kuten maalaamo. Tulokset esitetään opinnäytetyössä vain rahallisesti käsittelemättä määriä kilpailuhyödyn säilyttämiseksi.

1.5 Opinnäytetyön menetelmät

Opinnäytetyössä menetelminä käytetään tuotannon läpimenokaaviota ja Lean-ajattelua. Leanin kahdeksan tuottamattoman toiminnon avulla analysoidaan ja optimoidaan tuotantoa.

1.6 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää tuotannon ongelmakohtia ja esittää niihin parannusideoita. Pyritään lyhentämään yrityksen tilaus- ja toimitusaikaa sekä alentamaan varaston arvoa. Analysoinnista pyritään tekemään moneen tuotteeseen soveltuva pienillä muokkauksilla, jotta yritys voi halutessaan analysoida myös muita kriittisiä tuotteita ja optimoida niiden tuotantoprosesseja.

2 Tilaus- toimitusketju

2.1 Toimitusketju

Toimitusketju muuntaa raaka-aineet asiakkaan haluamaksi lopputuotteeksi. Eli siihen kuuluu tieto-, raha- ja materiaalivirrat. 1990-luvun alkupuolella toimitusketjun kustannustehokkuutta ja asiakaslähtöisyyttä lisäävät toimenpiteet nimettiin jakelunhallinnaksi, joka on suomennos englannin kielen lauseesta Supply Chain management (SCM). Ennen tätä termiä tämän lauseen kattamiseen tarvittiin valmistus, hankinta, maahantuonti, kuljetukset, varastointi, rahaliikenne,

tietojensiirto sekä joitain muita toimintoja, joita asiakas toivoi. Yhdistämällä nämä mainitut toiminnot yhden toimitusketjun alle pyrittiin lisäämään asiakaslähtöisyyttä, saumattomuutta ja yhteispeliä. Tiivistettynä toimitusketjun perimäinen tarkoitus on siis kattaa kaikki rakenteet, toiminnot ja erinäiset toimijat raaka-ainelähteistä aina loppukäyttäjälle asti. (Ritvanen 2011, 9.)

Toimitusketju on yrityksistä ja yksityisistä henkilöistä muodostuva verkosto, joka osallistuu tuotteen luomiseen ja sen toimittamiseen kuluttajalle tai ostavalle yritykselle. Toimitusketju alkaa raaka-aineiden tuottajista ja päättyy siihen, kun kuljetusyritys toimittaa valmiin tuotteen sen loppukäyttäjälle. (Hayes, A 2023.)

2.2 Toimitusketjun hallinta

Toimitusketjun hallinnalla (SCM) tarkoitetaan yritysverkoston materiaalivirtojen ja siihen liitännäisten raha- ja tietovirtojen ohjausta, johtamista ja suunnittelua. Keskeisin asia kuitenkin on ketjun rakenteen muodostaminen ja jatkuva kehittäminen. SCM- ajattelusta puhuttaessa korostuvat aika, luotettavuus ja toiminnan läpinäkyvyys. Ketjun osapuolten välinen yhteistyö sekä arvon luominen asiakkaalle ovat myös olennaisia tekijöitä. Toimitusketjun menestystä arvioidaan yleensä sen perusteella, miten hyvin se onnistuu saavuttamaan muun muassa seuraavat asiat: yrityksen kilpailukyvyyn, tehokkuuden ja kannattavuuden jatkuvan kehittämisen, oleelliseen keskittymisen, kyvyn ratkaista ongelmia, toiminnan mittaaminen ja raportointi, toiminnan läpinäkyvyys ja tiedonvälitys. Toimitusketjua arvioivat omista näkökulmistaan myös toimittajat ja asiakkaat esimerkiksi sen perusteella, miten he hyötyvät toiminnasta. (Ritvanen 2011, 23.)

Ilman toimitusketjun hallintaa monet yritykset lopettaisivat toimintansa. Nykyäikana monien yritysten haasteena on jatkaa vanhentuneiden järjestelmiensä vahvistamista tai hoitamista tai edetä sosiaalisen ja nopeatempoisen teknologisen kehityksen edessä ja pyrkiä rakentamaan digitaalisesti optimoitu toimitusketju. Esimerkkejä optimoidun toimitusketjun hyödyistä ovat parempi tuottavuus, alhaisemmat kustannukset, ketjun joustavuus ja ketteruus, laadun parantaminen tuotteissa sekä parempi asiakaspalvelu ja toiminnan kestävyys ja läpinäkyvyys. (SAP TechED, 2023.)

2.3 Tuotantomuodot

Toimeksiantajayritys käyttää pääsääntöisesti asiakaslähtöistä toimintaa eli niin sanottua imuohjausta. Tällöin tuote valmistetaan vasta, kun asiakkaan tarve on selvitetty ja tuotteet räätälöidään asiakkaan todellisen tarpeen mukaan. Asiakkaan tilaus siis käynnistää toimitusprosessin. Tässä toimintamallissa valmiita tuotteita on todella vähän varastossa, mutta materiaalia niiden tekemiseen pidetään varastossa, näin ollen varastonarvo saadaan pidettyä kohtalaisen pienenä ja toimitusaika nopeana. (Ritvanen 2011, 11.)

Ehkä tunnetuin imuohjausperiaate on Just in Time (JIT) Suomalaisittain se on taipunut muotoon Juuri oikeaan tarpeeseen (JOT). Se käynnistyy asiakaskysynnästä. Periaatteen alkuperäinen idea oli pienentää vaihto-omaisuuteen sitoutunutta pääomaa. Menetelmä on pakottanut tuotannon laadun paranemiseen, koska varastot ovat pienemmät, joten sieltä ei voida ottaa uusia tuotteita korvaamaan tuotannon puolella alilaatuiseksi jääneitä tuotteita. Tätä tarkastellessa täytyy huomata, että materiaali ja osat kulkevat ikään kuin myötävirtaan ja informaatio vastavirtaan. (Hokkanen & Virtanen 2016, 81.)

Opinnäytetyössä käsiteltävän tuotteen valmistus on osittain tilausohjautuvaa tuotantoa ja osittain asiakasohjautuvaa kokoonpanoa. Tilausohjautuvaa tuotantoa käytetään, kun tuotevalikoima on laaja ja kunkin tuotteen kysyntä on vähäistä. Tässä tapauksessa tuotteen yksikköhinta on yleensä korkeahko, ja toimitusaika on pitkä. Tilauksesta valmistus eli MTO-ohjausmuodossa (Make To Order) kapasiteetti sopeutetaan kysynnän mukaisesti, joten riskit ovat pienet. (Tarma 2018, 8.)

Asiakasohjautuva kokoonpano tarkoittaa sitä, että asiakkaiden toiveet huomioidaan tarkasti. Standardikomponenteista tuotetaan tällöin erilaisia tuotevariaatioita asiakastarpeiden mukaisesti. Tässäkin ohjausmuodossa varastoon sitoutuu pääomaa, koska komponentteja tarvitaan paljon. (Ritvanen 2011, 49.)

3 Analysointi

3.1 Analyysi

Analyysi on maailmassa olevien kokonaisuuksien purkamista pienempiin osiin ja siten niiden tulkinta ja tutkiminen helpottuu. (Kortelainen 2014).

Laadullinen analyysi on aineiston tiivistämistä ja sen jalostamista teoreettiseen tai käsitteelliseen muotoon. Analyysin sisällöstä riippumatta sitä tulisi tarkastella analyttisesti ja tulkita tehtyjä havaintoja oman ajattelun ja teorian avulla. Taivotteena analyysissä on tuoda lisää informaatioarvoa tutkitulle aineistolle. Aineistojen analyysi on aina monivaiheinen prosessi. (Günther & Hasanen & Juhila 2023.)

Erilaiset mittaukset ovat tärkeä osa analysoimista, koska mittauksen virhe vaikuttaa todella paljon data-analyysiin ja tarvittavan datan määrään. On sanottu, että yli puolet epäonnistuneista tuottavuuden ja laadun parannusprojekteista on kaatunut mittaukseen ja sen virheisiin. (Karjalainen, E & Karjalainen, T 2020, 269.)

Tilastollisissa analysointi menetelmissä ennen analysointia on syytä käydä mahdolliset muuttujat läpi ja merkata ne ylös. Esimerkiksi millä mitta-asteikolla mikäkin muuttuja on mitattu. (Opinkirjo 2023.)

Analysointia käytetään esimerkiksi Lean six sigma DMAIC -prosessissa. DMAIC on tieteellinen kokonaisuus, jossa edetään kohti ratkaisua, luodaan teorioita ja kerätään tietoa prosesseista analysointia varten. Kerätty tieto pyritään analysimaan nopeasti ja tehokkaasti erilaisten tietokoneohjelmien avulla. (Karjalainen, E & Karjalainen, T 2020, 133.)

3.2 Vuokaavio

Vuokaavio on algoritmin tai prosessin visuaalinen esitys. Vuokaavio koostuu standardisoiduista symboleista, jotka kuvaavat prosessin eri vaihteita, toimia ja

päätöksiä. Vuokaaviota luetaan ylhäältä alas ja vasemmalta oikealle. Jokaisella symbolilla on oma tarkoitus ja ne edustavat joko tiettyä toimintaa tai päätöstä. Monesti vuokaaviota käytetään helpottamaan jonkin monimutkaisen prosessin tai järjestelmän ymmärtämistä. Käytetään yleisesti muun muassa projektinhallinnassa, tietokoneohjelmoinnissa ja liiketoimintaprosessin kartoituksessa. (ASPOSE 2023.)

Vuokaavion käyttökohteita ovat muun muassa järjestelmän kehittäminen, prosessianalyysi ja parantaminen, projektinhallinta, päätöksenteko ja koulutus ja dokumentointi. Jokaisessa edellä mainitussa vuokaavion käytöllä voidaan visualisoida monimutkaisia prosesseja helpommaksi ja jakaa niitä pienempiin osiin, mikä helpottaa niiden tulkitsemista. (ASPOSE 2023.)

4 Optimointi

4.1 Optimoiminen

Tuotannon optimoinnilla tarkoitetaan prosessia, jossa esimerkiksi valmistavan teollisuuden yritys käyttää erilaisia keinoja saavuttaakseen paremman tuotannon tehokkuuden. Optimoinnin tavoite on yleisesti joko ajankäytöllinen tai taloudellinen säästö. Tärkeinä vaikuttimina pidetään myös ympäristöllisiä ja inhimillisiä näkökohtia. (Halonen 2022.)

Prosessien mallintamiseen ja kuvaamiseen on olemassa useita välineitä ja tapoja. Niiden avulla pyritään ymmärtämään prosessien kulkua. Prosesseja pyritään kehittämään ja mahdollisia prosesseissa syntyviä pullonkauloja pyritään tunnistamaan kokemuksen, visualisoinnin ja Lean-menetelmän avulla. (Ollila 2021.)

Yritysten kilpailuetu perustuu suurimmaksi osaksi siihen, että siellä ollaan koko ajan tietoisia myynnin, ostojen, tuotannon ja varaston tilanteesta, mikä mahdollistaa nopean reagoinnin tarvittaessa. Tämä ei useimmiten ole mahdollista, jos tiedot ovat hajallaan. Esimerkiksi nopea reagointi ostettavan materiaalin hinnan

vaihteluun on mahdollista, jos materiaalin toimittajalta saadut hintatiedot voidaan päivittää suoraan materiaalikustannuksiin ja sieltä valmistettavien tuotteiden hintoihin. Laadukas tuotannonohjausjärjestelmä mahdollistaa tämän reaaliaikaisen seurannan. Kun organisaation toimintaa pystytään kehittämään jatkuvasti kerätyn datan perusteella, sillä on suoravaikutus energian kulutukseen ja hukan vähenemiseen. Laadukkaan optimoinnin avulla säästetään luonnonvaroja ja saadaan pidettyä henkilöstö tyytyväisenä. Näiden lisäksi yritys saa kilpailuedukseen maailmanlaajuisen vastuullisuusteeman kestävä kehityksen mukaisilla toimillaan. (Fikuro, 2020.)

4.2 Toiminnanohjausjärjestelmä

Toiminnanohjausjärjestelmä on nykyaikana yrityksen selkäranka, jonka avulla pystytään ohjaamaan toimintoja ja optimoimaan prosesseja. Toiminnanohjausjärjestelmän perusteella yritykset pystyvät luomaan vakaan pohjan tulevaisuuden kasvulle, kehitykselle ja kilpailukyvyille. Toiminnanohjaushanke ei ole vain projekti vaan se tulisi nähdä pikemminkin systemaattisena liiketoiminnan kehittämisenä, joka oikein toteutettuna kantaa pitkälle tulevaisuuteen. Asiaan perehtyneet toimintakumppanit ovat tärkeä tuki hankkeen eri vaiheissa, kuten projektin toteutuksessa, ennakkosuunnittelussa ja käytön tuessa ja toiminnan kehittämisessä. (Hörkkö 2023)

4.3 Visma Nova

Toimeksiantaja yrityksellä on ollut Visma Nova -toiminnanohjausjärjestelmä käytössä jo vuodesta 2008.

Visma Nova on monipuolinen toiminnanohjauksen kokonaisratkaisu, joka löytyy jo yli tuhannelta suomalaiselta yritykseltä. Samalla järjestelmällä voi hallita taloushallintoa, palkanlaskentaa, raportointia, tuotannonohjausta ja materiaalihallintoja. Visma Novaa on kehitetty yli 25 vuotta yhdessä kuluttajien kanssa ja osaksi sen takia se pysyy markkinoiden kesto-suosikkina, kun aletaan vertailla toiminnanohjausjärjestelmiä. (Visma 2023.)

Visma Nova tuottaa yritykselle lisäarvoa muun muassa tarjoamalla työajanseurannan, matka- ja kulutuslaskut, verkkolaskutuksen ja laajat integraatiomahdollisuudet. Visma Nova toimii hyvin vaikka taustajärjestelmänä verkkokaupalle mahdollistaen rahtikirjat ja asiakkuudenhallinnan. (Visma 2023.)

5 Lean Six Sigma

5.1 Perustietoa

Lean Six Sigma on eräänlainen parannusmenetelmä. Sen ensisijaiset käyttötarcoitukset ovat muun muassa prosessien, systeemien ja työsuoritusten suorituskyvyn parantaminen. Suoritus kykyä tarkastellaan kokonaisuutena, ei vaan maksimina tai miniminä. Kattaa kokonaisuuden, ei vain reklamaatiot, virheet tai viat. (SixSigma 2023.)

Leanin perusta on ihmiskeskeinen johtaminen ja jatkuva parantaminen. Tämä tunnetaan länsimaissa paremmin TQM:nä, joka oli vastavoima kovalle kilpailu- ja tulosjohtamiselle vuosina 1970–1990.(Karjalainen, E & Karjalainen, T 2020, 28.)

Lean ja Six Sigma ovat kaksi eri menetelmää, jotka on yhdistetty nykyaikana. Lean-ajattelu on hukan poistamiseen keskittyvä johtamisfilosofia. Six Sigma on puolestaan parannusmenetelmä yritysprosesseille, ja siinä keskitytään prosessin suorituskyvyn parantamiseen olemassa olevan datan perusteella vaihtelua vähentämällä ja keskiarvo parantamalla. Lean Six Sigmassa yhdistyy molempien menetelmien edut. Parannusprosessi on hyvä aloittaa Lean-ajattelulla ja sitten laajentaa Six Sigmaan, kun tuloksia ei saada riittävästi aikaan Lean- ajattelu menetelmillä. (Jaatinen 2023.)

Lean Six Sigma sisältää viisivaiheisen DMAIC-prosessin. Nämä viisivaihetta ovat: Define, määrittely, Measurement, mittaus, analysis, analyysi, improvement, parannus ja control, ohjaus, ylläpito. DMAIC- prosessissa datan käsittely

vaatii laskentaa ja nykyajan tilasto-ohjelmistot, kuten Minitab ovat melkein pä-kollisia Lean Six Sigma soveltamisessa. Tieto jalostuu koko ajan DMAIC-on-gelmanratkaisuprosessissa. DMAIC- vaiheiden avulla pyritään etenemään luokittelusta ja havainnoinnista kohti lopullista ongelmanratkaisua. DMAIC-mallin suurimmat edut verrattuna normaaliin ongelmanratkaisuun voidaan jakaa seitsemään eri kohtaan. Ongelman mittaaminen, keskittyminen asiakkaaseen, juurisyiden todentaminen, vanhoista tavoista luopuminen, riskin johtaminen, tulosten mittaaminen ja muutosten ylläpitäminen. (Karjalainen, E & Karjalainen, T 2020, 129–130.)

5.2 Lean Six Sigma -menetelmän hyödyt

Lean Six Sigma -menetelmän valjastaminen esimerkiksi asiantuntija organisaation käyttöön voi tuoda merkittäviä etuja. Tärkeimpiä etuja on parempi laadunhallinta. Jotta organisaatio voi parantaa ja hallita laatua, menetelmä käyttää tilastollisia menetelmiä ja mittauksia. Tästä seuraa yleisesti organisaation maineen parantuminen ja asiakastyytyväisyyden kasvua. Toinen tärkeä etu on kustannustehokkuuden kasvu. Lean Six Sigma -menetelmä alentaa prosessien virheitä ja hukkaa, mistä seuraa automaattinen kustannusten pienentyminen. Tämä auttaa organisaatiota lisäämään tehokkuutta ja ennen kaikkea säästämään rahaa ja aikaa. (Salomaa 2023, 25.)

Lean Six Sigma -menetelmä auttaa tunnistamaan pullonkauloja ja poistamaan prosessien hitaimpia vaiheita, jotka hidastavat koko prosessia. Tämän vaikutuksesta organisaatioiden prosessien suorituskyky paranee. Parempi prosessien suorituskyky auttaa organisaatiota pääsemään liiketoiminnallisiin tavoiteisiin tehokkaammin ja nopeammin. Lisäksi Lean Six Sigma -menetelmän käyttöönotto voi parantaa myös eri osastojen välistä yhteistyötä, edistää jatkuvaa kehitystä ja parantaa läpinäkyvyyttä. Tällä organisaatio saavuttaa suurempaa kilpailuetua ja parempia tuloksia. (Salomaa 2023, 25.)

Lean Six Sigma -tiimit ratkovat kroonisia laatuongelmia ja samalla prosessin jaksoaika lyhenee, viat vähenevät ja suorituskky paranee. Tähän tilanteeseen päästään, kun tiimit toteuttavat kurinalaisesti Lean Six Sigma -menetelmää ja sen avulla nopeuttavat tuotteiden toimitusta, laskevat tuotteiden ja palveluiden hintaa ja ennen kaikkea tekevät asiakkaat tyytyväiseksi. Esimerkkejä Lean Six Sigman eduista yritykselle ja asiakkaalle ovat muun muassa, prosessivirtojen parantuminen ja selkeytyminen, keskeneräisen työn osuus prosessissa vähennee, kyvykkyys ja ulostulo prosessissa paranee, luotettavuus ulostulossa paranee ja yrityksen arvo kasvaa. Vuosittaiset parannusprojektien kokonaismäärät määrittelevät organisaation parannustuloksen. Onnistuneiden parannusprojektien määrällä on suora vaikutus yrityksen vuosittaisiin tuottoihin. (Karjalainen, E & Karjalainen T 2020, 107.)

6 Kahdeksan tuottamatonta toimintoa

6.1 Lean-ajattelu

Lean-ajattelussa pyritään poistamaan kaikki tuottamattomat ja turhat toiminnot, joka perustuu alun perin Toyotan Taiichi Ohnon ajatukseen hukkien poistosta. Niin sanotut Leanin kahdeksan hukkaa ovat: odottelu ja viivästykset, ylituotanto, tarpeettomat varastot, ylikäsittely, laatuvirheet, tarpeeton liike työskentelyssä ja työntekijöiden hyödyntämätön potentiaali. (Pinja 2016.)

6.2 Odottelu ja viivästykset

Kaikenlainen odottelu tuotannossa on lisäarvoa tuottamatonta toimintaa. Yleisesti viivästyksiä aiheuttaa erilaiset pullonkaulat, kone- ja laitehäiriöt, sarjatuotannossa edellisen työvaiheen aiheuttamat viivästykset ja materiaalien sekä soveltuvien työkalujen puute. Erään teorian mukaan jopa automaattikoneen käynnin odottelu tuottaa hukkaa. (Pinja 2016.)

6.3 Ylituotanto

Hukkamuodoista ylituotanto on pahin, koska se aiheuttaa seuraamuksena kaikkia muita hukkia. Muun muassa tarpeettomia, materiaalihankintoja, varastointia ja kuljetusta, sekä turhaa resurssien sitomista ylituotanto tuotteisiin. (Mflow 2021.)

6.4 Tarpeettomat varastot

Varastot voivat tarkoittaa fyysisten tuotteiden varastointia tai vaikka toimistossa keskeneräisten töiden määrää. Tuotteiden ja palveluiden läpimenoaikaa pidentää keskeneräisten tuotteiden, materiaalin ja valmiiden tuotteiden varastointi. Niistä syntyy kustannuksia ja ne sitovat merkittäviä määriä pääomaa. Toiminnan tehostamisella ja vakioimisella siihen voi vaikuttaa, koska varastoja ei voi kerralla ajaa alas. Korkeiden varastotasojen takia ongelmat eivät välttämättä tule esille niin selkeästi. (Mflow 2021.)

6.5 Ylikäsittely

Ylikäsittelyllä tarkoitetaan turhia toimintoja asiakkaan kannalta. Esimerkiksi voi olla viallisia tuotteita, jotka on tehty väärillä työkaluilla tai menetelmillä. Myös yli-laatuiset tuotteet kuuluvat tähän. Myös puutteellinen suunnittelu on osasyynä viallisten tuotteiden valmistamiseen. (Pinja 2016.)

6.6 Laatuvirheet

Laatuvirheet lisäävät materiaalin kulutusta, aiheuttavat turhaa työskentelyä, aiheuttavat reklamaatiota ja kuluttavat kapasiteettia turhaan. Viallisten tuotteiden korjaaminen tuottaa hukkaa, niillä ei ole asiakasarvoa. (Pinja 2016.)

6.7 Tarpeeton liike työskentelyssä

Tarpeeton kävely ympäri tuotantotiloja, tavaroiden kurottelu korkeilta hyllyiltä, työkalujen etsiminen ja materiaalien huono sijoittelu tuotantotiloihin aiheuttaa tarpeetonta liikettä ja näin ollen siitä syntyy hukkaa. (Mflow 2021.)

6.8 Työntekijöiden hyödyntämätön potentiaali

Alun perin Toyotan Taiichi Ohnon listaamat hukan aiheuttajat olivat edellä mainitut seitsemän kohtaa. Tämä kohta kuitenkin lisättiin myöhemmin sen tärkeyden takia. Jos työntekijä ei tunne tulevansa kuunnelluksi, hän saattaa jättää jonkin tärkeän tuotantoon liittyvän parannusidean sanomatta. Tämän takia tuotannon työntekijät ovat ensisijaisen tärkeitä palasia Lean-ajattelussa ja heidän pitäisi saada osallistua yrityksen kehittämiseen. (Pinja 2016.)

Kannattaa myös miettiä yrityksen sisällä, onko kaikki työntekijät oikeilla paikoilla ja valmentaa heitä kysymyksillä. Lähtökohtaisesti yrityksessä nyt olevan osaamisen hyödyntäminen ja ihmisten sijoittaminen oikeille paikoille voi nostaa yrityksen tehokkuuden uudelle tasolle. (Mflow 2021.)

7 Lähtötilanne

7.1 Tilaus

Yleisesti tilausta edellyttää tarjouspyynnön jättäminen ja tarjous saattaa elää, jopa kuukauden ennen kuin tilaus varmistuu. Tarjouksen ja tilauksen välissä on mahdollisesti vielä työmaalla käyminen ja katselmus asiakkaan kanssa, että kaikki asiakkaan haluamat vaatimukset saadaan täytettyä. Asiakkaan vahvistettua tarjous aloitetaan tilaustoimitusketjun käynnistäminen. Ensimmäiseksi selvitetään sen hetkinen tuotannon työtilanne, joka määrittää tuotteen toimitusajan ja päivitetään se tarjoukseen. Toimitusaika on yleisesti kahdesta kolmeen viikkoa tilauksesta, mikä on kerrottu asiakkaalle jo tarjousvaiheessa. Seuraavaksi Visma Novasta käydään siirtämässä tarjous myyntipuolelle. Jos kyseessä uusi asiakas varmistetaan asiakkaan taustat muun muassa laskutusohjeet, luodaan asiakastieto järjestelmään ja tarkistetaan maksutiedot. Kun nämä asiat ovat kunnossa, voidaan asiakkaalle lähettää tilausvahvistus ja tulostetaan tarvittavat liitteet, tilausvahvistus taloushallintoa hoitavalle henkilölle laskuttamista varten ja toimitetaan, työmääräimet tuotantoon.

7.2 Varastotuotteet

Varastotuotteiden lähtötilanteen selvittämisen aloitin tutkimalla Visma novan ostotilauksia, joista selvisi portteihin käytettävien profiilien tilausmäärät ja kuinka usein niitä on tilattu viimeisen vuoden aikana. Näiden avulla laskin varaston pysähdys ajat, jotka näkyvät vuokaaviossa (kuva 1). Porttien täyttöverkkoja kudoetaan talviaikana, kun muuten tuotanto on hiljaisempaa. Kesällä kutomakoneet keskittyvät tilausverkkojen kutomiseen. Tämän takia verkkojen varastointiaika on todella pitkä.

7.3 Tuotteen valmistaminen

Työmääräin tuotteesta on tuotannon työkorttiseinällä ja sieltä hitsarit katsovat ne toimitusaikataulun perusteella. Porttiprofiilit ostetaan 12 m suorina profileina, joista ne sahataan alumiinisirkkelillä oikean mittaisiksi, tämä mahdollistaa erilaiset tuotevariaatiot. Porttiprofiilit on sijoitettu tuotantotiloissa alumiinisirkkelin läheisyyteen, joten turhilta nostoilta välttyään. Alumiinisten runkojen hitsaukset suoritetaan käsityönä tig-hitsaus prosessina. Hitsauspöydät on räätälöity juuri näiden tuotteiden valmistukseen sopivaksi, eli ne ovat käsityönä tehdyt ja niissä on muun muassa puristimille omat paikat, joilla voidaan varmistaa runkojen suoruus.

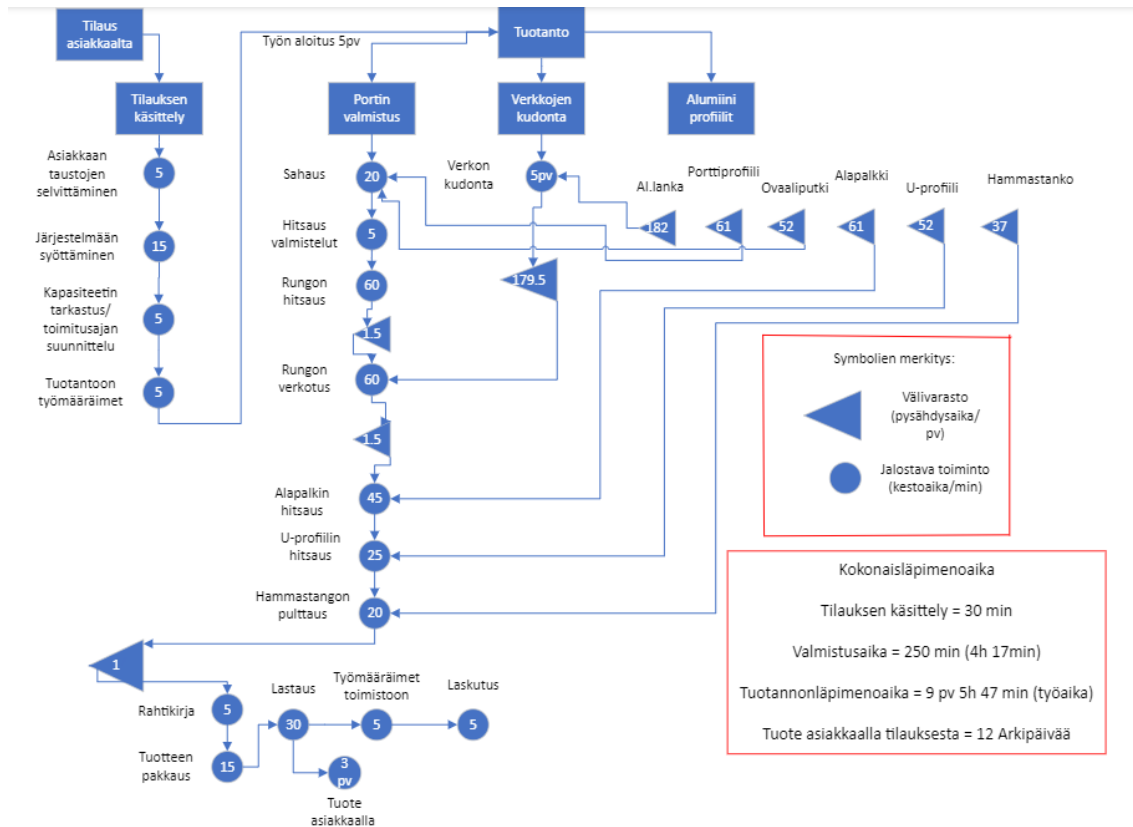
Kun runko on hitsattu, se nostetaan hitsauspaikan vieressä olevaan porttikärrtiin, josta se siirretään taljanosturia käyttäen viereiselle työpisteelle. Siinä siihen asennetaan verkko rungon huuloksen sisään. Verkon reunoihin laitetaan alumiiniset listat, jotka mahdollistavat verkon kiristämisen erikoispuristimia käyttäen. Listojen läpi porataan 6.5 mm reikä ja se kiinnitetään profiilissa olevan huuloksen sisään m6 pulteilla. Tällä työpisteellä kiinnitetään myös CE- merkin-täkyltti portin pätyyn.

Seuraavaksi runko nostetaan seuraavalle työpisteelle, jossa se nostetaan telineiden päälle. Alapalkki-profiilit on sijoitettu tämän työpisteen läheisyyteen, kuten myös toinen alumiinisirkkeli, jolla palkit saadaan sahattua oikean mittaisiksi. Kun alapalkki on sahattu ja nostettu telineen päälle, nostetaan portin lehti

taljanosturia apuna käyttäen palkin päälle. Portin lehti kiinnitetään puristimilla alapalkkiin ja telineisiin. Kun lehti on aseteltu suoraan palkin päälle, se hitsataan mig-hitsausprosessilla kiinni. Alapalkin hitsaamisen jälkeen portti asetetaan kyljelleen telineiden päälle ja siihen hitsataan vielä U-profiili, johon hammastanko, tullaan kiinnittämään. Alumiininen hammastanko koneistoa varten, asennetaan edellisessä työvaiheessa hitsattuun U-profiiliin puluttaamalla M8 pulteilla. Lopuksi portti nostetaan pystyyn ja kiinnitetään ruuvaamalla alapalkkien päähän muoviset suojahatut, estämään lian pääseminen alapalkin sisään.

7.4 Lähettäminen

Valmis tuote on varastossa yleisesti vain noin päivän. Lähettämön työntekijät laativat rahtikirjat, kasaavat lähetyksen pientarvikkeet ja lastaavat tuotteen tilattuun kyytiin, josta se lähtee kohti asiakasta. Kuljetus yritys lupaa tuotteille toimitusajaksi noin kahdesta viiteen päivään riippuen asiakkaan toimitusosoitteesta. Lopuksi lähettämöstä toimitetaan, taloushallinnon henkilölle päivän aikana lähetetyt työmääräimet, niin hän pääsee lähettämään laskun asiakkaalle. Edellä mainitut työvaiheet ja niiden aikataulutus on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Vuokaavio tuotannon läpimenoajasta.

8 Alkuvaraston arvo

8.1 Varaston lähtötilanne

Tällä hetkellä varaston arvo oli suuri, johtuen talvella varastoon kudottujen verkkojen suuresta määrästä eli noin 10 560 €. Tuotteeseen käytettäviä alumiinisia runko- ja alapalkkiprofiileja tilataan kerrallaan noin 13 500 € edestä. Profiileja tilataan keskimäärin noin 6 kertaa vuodessa, johtuen varastotilojen kapasiteetista ja tilauskannasta. Hammastankoa tilataan keskimäärin yhden kerran kuu-kaudessa ja se nostaa varaston arvoa noin 2500 €. Kaikki muut materiaalit pois lukien verkon kudontaan käytettävät langat tulevat kotimaisilta toimittajilta. Verkojen kudontaan käytettävä alumiininen 3 mm lanka joudutaan tilaamaan kerran vuodessa, sen suuren eräkoon takia, koska harva toimittaja myy sitä pienemmissä erissä. Sen keskimääräinen varastoarvo on noin 22 300 €. Samaa lankaa käytetään myös aitaverkkojen kutomiseen, joten koko määrä ei mene porttien täytöiksi.

9 Tuotannon analysointi kahdeksan hukan avulla

9.1 Suuret varastot

Tämänhetkisessä tuotteen läpimenossa suurimman hukan aiheuttaa ylisuuret varastot. Osittain suuret varastot johtuvat verkkojen kudontaa käytettävän alumiinilangan tilausmääristä, jonka minimi tilauserän toimittaja on asettanut. Suuret varastot johtuvat myös talviaikaan kudotuista verkoista. Porttiverkkojen kudonta on pääosin talviaikaan tapahtuvaa toimintaa, koska ala on kausiluontoista ja sesonkiaikana kesällä pyritään kutomaan suoraan tilauksesta aitaverkkoja koko kutomakoneiden kapasiteetilla. Näin saadaan tilausverkkojen toimitusaika pidettyä mahdollisimman lyhyenä.

Suuret alumiiniprofiilitilaukset nostavat myös varastojen arvoa. Suuret profiilivarastot toisaalta auttoivat yritystä suuresti, kun Korona-virus ja Ukrainan kriisi koitteli teollisuuden alaa ja materiaalien toimittajilla oli suuria vaikeuksia. Tähän maailman aikaan yritys pystyi valmistamaan tuotteita melkein entiseen malliin ja toimitusajat säilyivät ennallaan, mikä oli markkinoilla todella suuri kilpailuetu.

9.1.1 Varastotoiminnan kustannukset (porttiverkot ja alumiini langat)

Alla on esitetty varastotoiminnan kustannuksia porttiverkkojen ja alumiini lankojen osalta. Varastotoiminnan kustannusprosentit on saatu yrityksen taloushallinnosta huolehtivalta henkilöltä.

- Vaihto-omaisuuden korko = 15 %
- Tilakustannukset = 1 %
- Työvoimakustannukset = 1 %
- Kalusto = 1 %
- Sisäiset kuljetukset = 1 %
- Vakuutuskustannukset 0.5 %

YHTEENSÄ: 19.5 % / Vuosi

Keskiarvo: 1.625 % / kk

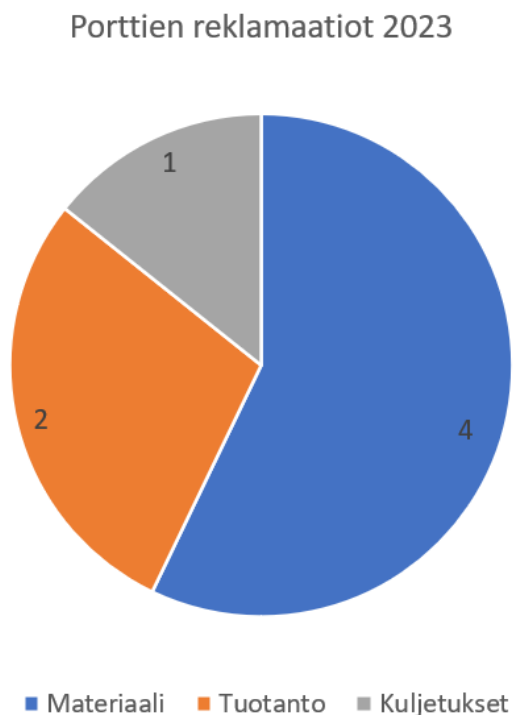
Verkkovaraston keskimääräinen arvo 5 280 € /vuosi

Verkkojen varastotoiminnan kustannukset ovat siis $5\,280\text{ €} \times 19.5\% = 1029.6\text{ €}$

Yrityksen koko varaston arvo inventaariossa tammikuussa 2023 on ollut 409 480, 74 €. Tästä summasta laskettuna varastotoiminnan kustannukset olisivat 79 848,75 €. ($409\,480,74\text{ €} \times 19.5\% = 79\,848,744\text{ €}$).

9.2 Laatuvirheet

Yrityksessä pyritään välttämään turhia laatuvirheitä esimerkiksi, alumiiniprofiilit käydään läpi, kun ne saapuvat materiaalin toimittajalta, ettei niissä ole kuljetuksessa aiheutuneita vaurioita tai hapettumia. Henkilökuntaa pyritään kouluttamaan ja perehdyttämään huolellisesti ja yrityksen sisällä on matala kynnys kysyä apua kokeneemmilta työntekijöiltä. Myös huolellinen lopputarkastus ennen tuotteen lähettämistä asiakkaalle vähentää laatuvirheitä. Profiilien hapettumat tai kuljetuksessa niihin aiheutuvat ongelmat ovat yleisin reklamaation aihe. Yhdessä portissa hammastanko, oli asennusvaiheessa jäänyt porrastamaan ja toinen portti oli tehty väärillä mitoilla kommunikaatio katkoksen takia (kuvio 1).



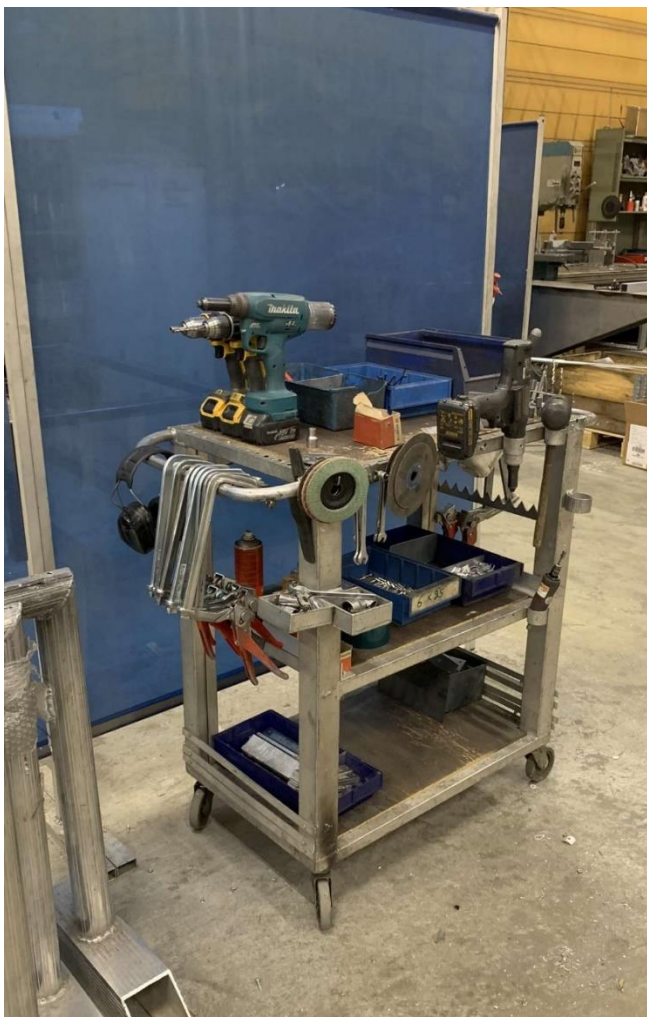
Kuvio 1. Porttien reklamaatiot vuodelta 2023.

9.3 Tarpeeton kuljettaminen ja tarpeeton liike työskentelyssä

Yrityksen tuotantotiloissa materiaalit ja työpisteet on sijoitettu loogisesti tuotteiden valmistamisen kannalta, jotta turhia liikkeitä vältettäisiin. Jokaisella työpisteellä on, joko työkalukaappi tai työkaluvaunu, joten työpaikkakohtaisia työkaluja ei tarvitse etsiä (kuvat 3 ja 4). Porttien runkojen hitsauspaikalla on pyörillä varustetut penkit, joiden avulla liikkuminen on helpompaa pitkiä portteja hitsatessa ja hitsauksen voi suorittaa istualtaan. Alumiiniset porttiprofiilit on sijoitettu alumiinisirkkeleiden viereen, jotta nostomatka olisi mahdollisimman lyhyt. Myös nostureita on sijoitettu halliin, siten että nostot olisivat mahdollisimman helppoja ja turvallisia suorittaa. Tuotannossa on myös niin sanottuja porttikärrejä, joissa on renkaat alla (kuva 2). Niihin voi sijoittaa portit työvaiheiden välillä ja niissä niitä on helppo siirrellä. Trukit auttavat myös kuormien lastaamisessa ja purkamisessa.



Kuva 2. Porttikärri. (Kuva: Tiitus Toivanen).



Kuva 3. Verkotuspisteen työkaluvaunu. (Kuva: Tiitus Toivanen).



Kuva 4. Porttirunkojen hitsauspaikan työkalukaappi. (Kuva: Tiitus Toivanen).

9.4 Työntekijöiden hyödyntämätön potentiaali

Työntekijöiden hyödyntämätön potentiaali on alhaista, koska yritys sallii tuotannossa laajasti erilaisten työvaiheiden tekemisen kaikilta työntekijöiltä, jotka haluavat vaihtelua normaaleihin työtehtäviin ja näihin annetaan hyvä alkukoulutus yrityksen sisällä. Toisaalta osalla työntekijöistä on puutteellista pohjakoulutusta omiin työtehtäviinsä, mikä hidastaa työntekijän valmiutta suoriutua annetuista työtehtävistä ja työ joudutaan opettamaan niin sanotusti kädestä pitäen. Koulussa hankituista teoriaopinnoista olisi näissä tilanteissa hyötyä. Työntekijöiden hyvinvointia huomioidaan myös tarjoamalla laajat terveydenhuolto palvelut ja tukemalla urheilun pariin esimerkiksi viikoittain saa käyttää yhden tunnin työaika urheiluun ja salikorteista yritys kustantaa puolet. Muutaman kerran vuodessa

yritys tarjoaa myös halukkaille työntekijöille ilmaisen osteopaatin käynnin työaikana.

9.5 Ylituotanto

Porttien kohdalla ylituotantoa ei oikeastaan pääse syntymään, koska ne ovat tilauksesta valmistettavia tuotteita, joten niitä ei valmisteta varastoon.

9.6 Odottelu ja viivästykset

Tuotannossa odottelua ja viivästyksiä aiheuttavat muun muassa puutteellisesti täytetyt työmääräimet, joista puuttuu esimerkiksi portin avautumissuunta tai jokin muu oleellinen tieto, ja tuotannon työntekijät joutuvat kysymään tarkennuksia kyseisen portin myyjältä. Myyjä voi myös unohtaa tilauksen lähettämisen tuotantoon, mikä aiheuttaa odottelua ja pahimmillaan tuotteen valmistukseen varatun ajan lyhenemistä, että se saadaan luvatusajan puitteissa asiakkaalle. Unohdukset ruuhkauttavat tuotantoa varsinkin sesonkiaikana. Toisinaan yksittäisiä tuotteita valmistettaessa, seuraavan työvaiheen tekijä joutuu odottamaan tuotetta edeltävältä työpisteeltä.

Haastattelin yrityksen varatoimitusjohtajaa Tiia Toivasta ja hän kertoi esimerkitilanteen, mihin puutteellisesti täytetty työmääräin voi johtaa.

Vuonna 2023 myyjä oli myynyt asiakkaalle portin ja unohtanut täyttää työmääräimeen portin täyttöverkon silmäkoon. Tuolla kerralla tuotannon työntekijät olivat osanneet laittaa oikean verkon porttiin, koska työmaalle oli menossa samalla myös aitaverkko, josta he katsoivat oikean silmäkoon. Kyseinen asiakas tilasi jonkin ajan kuluttua toisen samanlaisen portin ja edellisellä kertalla heitä palvelut myyjä oli viettämässä kesälomaansa, joten toinen myyjä tuurasi häntä ja kopioi portin tiedot edellisestä tilauksesta. Tällä kertaa työmääräimellä ei ollut portin lisäksi aitaverkkoa eikä tietoa portin täyttöverkosta, joten tuotanto laittoi porttiin niin sanotusti vakio silmäkoon verkon. Portti lähti työmaalle ja sieltä saimme puhelun, jossa kerrottiin portin täyttöverkon olevan väärän kokoinen. Onneksi kohteessa oli useamman portin asentanut aliurakoitsija ja yritys sai hänen kanssaan neuvoteltua verkon vaihdosta työmaalla, joten porttia ei tarvinnut

enää kuljettaa tuotantotiloihin takaisin. Lopputulemana yritys joutui maksamaan asentajalle yhden päivän työn pelkästään portin verkon vaihdosta ja alkuperäinen täyttöverkko jouduttiin laittamaan alumiiniroskikseen, mistä syntyi materiaali tappiota. (Toivanen 2024).

Automatisoidun kutomakoneen valvominenkin tuottaa osittain hukkaa. Kutomakonetta joutuu kuitenkin valvomaan mahdollisten häiriöiden takia. Näitä ovat esimerkiksi langan katkeaminen, joka pysäyttää kutomisprosessin.

9.7 Ylikäsittely

Ylikäsittelyä tuotannossa aiheuttaa huono suunnittelu tai kokonaan sen puuttuminen. Uusia tuotteita tai tuotevariaatioita kokeillaan ensin käytännössä eikä esimerkiksi 3d-sovelluksien avulla. Tämä aiheuttaa turhaa materiaalihukkaa, jos tuote ei ole odotuksien mukainen.

9.8 Analysoinnin yhteenveto

Yhteenvetona analyysistä voi sanoa, että yrityksen toimintamallit ovat osittain nykyaikaiset, mutta osittain taas jääneet vähän kehityksestä jälkeen. Monesti näissä tapauksissa kuulee sanottavan, kun se on tehty 30 vuotta näin ja aina on toiminut. Tämä ei nykytiedon valossa ole kuitenkaan aina se paras vaihtoehto.

10 Työn tulokset

10.1 Varastojen arvon laskeminen

Mahdollisia varaston arvoa laskevia toimenpiteitä voisivat olla esimerkiksi porttien täyttöverkkojen kutomisen jakaminen kahteen osaan. Eli toinen erä voitaisiin kutoa keväällä ja toinen kesällä. Tämä laskisi varaston arvoa, koska alumiinilangat ovat huomattavasti halvempia kuin valmiiksi kudotut verkot.

Porttiverkkojen kutomiseen meneviä lankoja käytetään 8456 € edestä, mutta valmiita porttiverkkoja kudotaan 10 560 € edestä. Tuotannon kulutus arvioidaan vuositasolla tasaiseksi. Keskimääräiset varaston arvot ovat kutomiseen menevillä langoilla 4228 € ja valmiissa porttiverkoissa 5280 €.

Jos jatkossa porttiverkot kudotaan kahdessa erässä, niin keskimääräinen varasto puolittuu 2640 euroon.

Verkkovaraston keskimääräinen arvo on 2640 € per vuosi eli,
 Verkkojen varastotoiminnan kustannukset ovat $2640 \text{ €} \times 19.5 \% = 514.8 \text{ €}$

Yllä olevista laskelmista huomaa, että verkkojen kudonta kahdessa osassa puodottaa myös varastointi kustannukset puoleen.

Viimevuotiseen porttien menekkiin suhteutettuna uuden erän ajaminen tulisi ajoittaa heinäkuulle, koska se on tavallista hiljaisempi myynnin osalta, johtuen asiakkaiden kesälomista. Heinäkuussa kudotut verkot riittäisivät vuoden loppuun asti.

Yritykseltä puuttui kuukausitasolla varastokirjanpito ainakin täyttöverkkojen osalta. Tämä hankaloitti kuukausikeskiarvojen laskemista. Perusteluna tälle oli, että porttien täyttöverkot ovat niin moneen tuotteeseen käyviä, että kirjanpito olisi todella työlästä. Tällä hetkellä tämä kartoitettiin vain vuosittaisessa inventaariossa. Jatkoa ajatellen yritys voisi hyödyntää toiminnan ohjausjärjestelmäänsä tähän. Esimerkiksi, kun myydään portti, niin järjestelmä voisi poistaa varastokirjanpidosta sen verran verkkoa, kuin porttiin menee.

10.2 Laatuvirheet

Laatuvirheiden osalta tuotantoon kannattaa lisätä niin sanottu kerralla valmiiksi mallin. Eli jokaisella työpisteellä tuotteen laadunvalvontaan käytetään aikaa eli läpi prosessin laaduntarkkailu olisi työpistekohtaista. Käytännössä tarkoittaisi siis sitä, että tuotetta ei saa lähettää seuraavalle työpisteelle ennen tarkastusta.

Näin mahdollisiin laatupoikkeamiin pystyisi puuttumaan jo kesken prosessin, eikä pelkästään loppuvaiheessa. Tästä seuraa aika ja materiaali säästöä.

10.3 Odottelu ja viivästykset

Puutteellisten työmääräimien aiheuttamaa odottelua voisi vähentää luomalla Visma Novaan tarjouslaskenta puolelle valmiin pohjan porttien lisätieto kohtaan minkä jokainen myyjä voisi kohde kohtaisesti täyttää. Tällä toimenpiteellä, jokaisessa porttitilauksessa, joka tuotantoon tulee, olisi aina oleelliset tiedot mukana. (Kuva 5).

The screenshot shows a software window titled "Nimikeapu: SK18009000, Saher koneportti 1800/9000 mm". Below the title bar are tabs: "Nimike", "Vapaa teksti" (selected), "Kate", "Yksiköt", and "Hinnasto". Under the "Vapaa teksti" tab, there are sub-tabs: "Riviteksti" and "Tuotteen vapaa teksti" (selected). The main text area contains the following text:

Konevalmius, hammastanko (koneistosta erillinen tarjous)
 Täyttö:
 Avautumissuunta:
 Polanne (portin ja perustuksen väliin jäävä rako):

Kuva 5. Esimerkki Visma Novan valmiiksi täytetystä lisätietoa tuotteesta kohdasta.

Kutomakoneen odotteluaikaa voisi käyttää hyödyksi tekemällä jotain pientä työtehtävää samaan aikaan kutomakoneen läheisyydessä. Silloin kutomakonetta voisi valvoa samalla ja pystyisi reagoimaan häiriöihin ja verkkorullan poistaminen koneelta sujuisi ajallaan. Tai yksi operaattori voisi ajaa molemmilla kutomakoneilla ja valvoa näitä saman aikaisesti. Tämä edellyttää kuitenkin sen, että kudsona kohdistuisi niin sanotusti helposti ajettaviin verkkokokoihin ja hyvä laatuisiin lankoihin, jolloin häiriöt pysyisivät minimissä.

Haastattelin yrityksen tuotantopäällikköä liittyen kutomakoneen odotteluajan hyötykäyttöön. Hän on itse toiminut noin kymmenen vuotta kutomakoneen operaattorina ja hoitanut samalla lähetysten organisointia. Hän vahvisti, että kutomakoneen odotteluaikana operaattori voi pakata lähettämössä lähetysten pien-tarvikkeita tai täyttää rahtikirjoja. Hän sanoi myös, että yhden operaattorin on mahdollista käyttää molempia kutomakoneita. Mutta se vaati enemmän vaivan- näköä, joten nykyään sitä ei juurikaan tehdä, ellei tuotanto ruuhkaudu kunnolla. Silloinkin toiselle koneelle valitaan tuotannosta työntekijä, jonka sen hetkinen työtilanne sallii koneen valvomisen ja valmiiden verkkorullien poistamisen ko- neelta. (Huttunen 2024).

10.4 Työntekijöiden hyödyntämätön potentiaali

Tällä hetkellä työntekijöitä osallistetaan viikkopalavereilla, mutta lisäksi olisi hyvä säännöllisesti muistuttaa, että työntekijät voisivat matalalla kynnyksellä kertoa tuotannon tai tuotteiden kehitysideoita ja niistä pidettäisiin tarvittaessa palavereja.

Mahdollisesti jonkinlaista aloitepalkkiota voisi suunnitella tuotannon parantami- seen ja tuotteiden parantamiseen johtavista ehdotuksista. Aloitepalkkio toden- näköisesti lisääisi työntekijöiden mielenkiintoa innovoida tuotannon ja tuotteiden parannusideoita enemmän, kuin tällä hetkellä.

Työntekijöiden osallistaminen nostaisi yhteishenkeä, lisääisi työhyvinvointia ja nostaisi työntekijöiden motivaatiota, kun he tuntisivat tulleen kuulluksi.

Työntekijöitä myös kannustetaan jonkin verran lisäkouluttautumaan, mutta sekin voisi aina olla aktiivisempaa.

10.5 Ylikäsittely

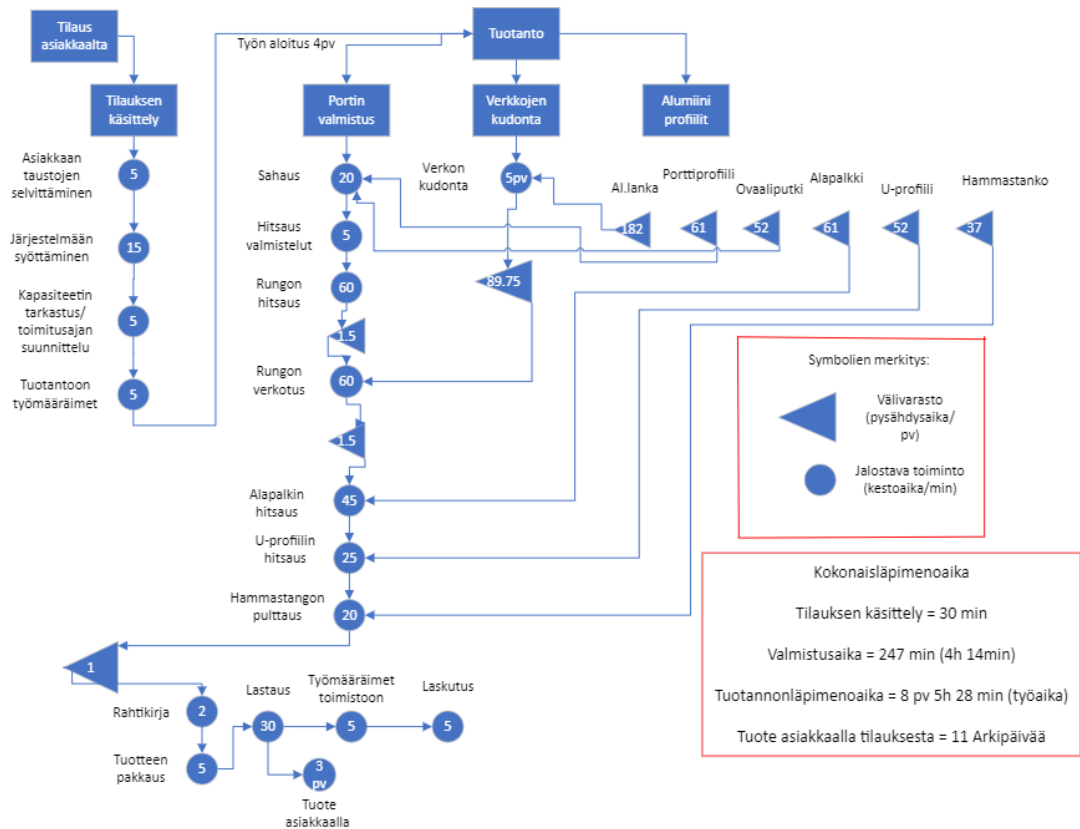
Heikon suunnittelun tuottamaan ylikäsittelyyn on yrityksessä, jo reagoitu kulu- van vuoden aikana ostamalla yritykselle Solid Works 3d suunnittelu sovellus. Yritys on käyttänyt ennen ulkopuolista suunnittelua, mutta nykyinen sovellus

sallii tuotteiden ja tuotevariaatioiden suunnittelun yrityksen sisällä, mikä on edullisempi ja yksinkertaisempi ratkaisu, koska välikäsiä jää pois suunnitteluprosessista. Tämän takia tuotteiden kokeellisesta valmistamisesta tuleva hukka jää pois.

10.6 Tuotannon kehittyminen

Tuotannon optimointi ehdotuksilla saatiin teoreettisesti tuotannon läpimenoaika lyhennettyä. Esimerkiksi esitäytetyllä portin lisätietoja lomakkeella saatiin nopeutettua tuotteen tietojen saamista tuotantoon, jopa päivä. Lisäksi kutomakoneen operaattorin tehdessä rahtikirjat ja pakkaamalla tuotteita samalla, kuin valvoo kutomakonetta, saatiin tuotteen lähetysaika pudotettua kaksitoista minuuttia. Myös täyttöverkkojen ja kudontaan käytettävien lankojen varastonpysähdysaika puolittui.

Yhteensä tuotannon läpimenoaika lyhentyi yhden päivän ja 19 minuuttia. (Kuva 6).



Kuva 6. Optimoidun tuotannon vuokaavio.

11 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli analysoida Saher-aidat Oy:n tilaus- toimitusketjua koneportin osalta ja tarjota yritykselle ratkaisuja sen optimointiin. Yritys ei ole ennen tätä analysoinut tuotantoon laajemmin. Tämä yritykselle tuotettu analysointi ja optimointi pohja tulee jatkossa helpottamaan myös yrityksen muidenkin tuotteiden tilaus- toimitusketjun analysointia ja optimointia. Asetettujen tavoitteiden osalta opinnäytetyö oli onnistunut ja sain tuotettua yritykselle tilastoja ja keinoja, kuinka tuotantoa on mahdollista optimoida.

Tilaus- toimitusketju on kiinnostanut minua analyttisesta näkökulmasta ja sen optimointi on ollut todella mielenkiintoista. Opinnäytetyön aikana olen saanut aiheesta todella paljon uutta tietoa. Opinnäytetyö antoi minulle paremmat valmiudet tutkia ja miettiä mahdollisia parannuskeinoja aiheeseen liittyen, myös tulevaisuudessa.

Tilaus- toimitusketjua pystytään parantamaan jatkuvasti ja Lean menetelmät ovat siinä todella suuressa roolissa. Tilaus- toimitusketjun tarkkailu tulevaisuudessa tulee olemaan entistä enemmän kehittyvien tuotannonohjausjärjestelmien varassa. Näillä pystytään nyt jo valvomaan laajasti yrityksen tilauskantoja, varastoja ja myyntiä.

Lähteet

- Aspose. 2023. Vuokaavio. <https://products.aspose.app/diagram/fi/pages/what-is-flowchart> 28.11.2023.
- Fikuro. 2022. Tekniikka & Talous. Tuotannon optimointi auttaa vähentämään materiaaleista aiheutuvaa hukkaa, mutta ilman hyvää toiminnanohjausjärjestelmää se on mahdotonta. <https://www.tekniikkatalous.fi/kumppanisisallot/fikuro/kilpailukyky-heikkenee-jos-pk-yritysei-panosta-toiminnanohjaukseen/> 24.10.2023.
- Gunther, K., Hasanen, K. & Juhila, K. 2023. Johdanto: Analyysi ja tulkinta. Tietotarkisto. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/analyysitavan-valinta-ja-yleiset-analyysitavat/analyysi-ja-tulkinta/>. 13.10.2023.
- Halonen, A. 2022. Mitä on tuotannon optimointi ja mitä sillä voi saavuttaa? <https://blog.pinja.com/mita-on-tuotannon-optimointi-ja-mita-silla-voisaavuttaa> 13.10.2023.
- Hayes, A. 2023. The Supply chain: From Raw Materials to Order Fulfillment. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/s/supplychain.asp> 28.3.2023.
- Hokkanen, S & Virtanen, S. 2016. Varastonhoitajan käsikirja. Kangasniemi: Sho Business Development Oy.
- Huttunen, R. 2024. Tuotantopäällikkö. Saher-Aidat Oy. Haastattelu 9.1.2023.
- Hörkkö, A. 2023. Mitä on älykäs toiminnanohjaus? – Näin varmistat liiketoiminnan kasvun. Kauppalehti. 27.03.2023. <https://www.kauppalehti.fi/kumppanisisallot/digia/alykas-toiminnanohjaus-luo-pohjan-liiketoiminnan-kasvulle-7-askelta-onnistuneeseen-toiminnanohjaushankkeeseen/> 26.10.2023.
- Jaatinen, M. 2023. Jaatinen L6s Consulting. <https://www.leansixsigmakoulu.fi/blogit/389-mit%C3%A4-lean-six-sigma-on.html> 26.10.2023.
- Karjalainen, E & Karjalainen, T. 2020. LEAN SIX SIGMA 2.0 JA LAATUTEKNOLOGIA. Lahti: Quality Knowhow Karjalainen Oy. 21.10.2023.
- Kortelainen, I. 2014. Analyysi. <https://filosofia.fi/fi/ensyklopedia/analyysi> 20.10.2023.
- Logistiikan maailma. 2023. Tervetuloa Logistiikan Maailmaan. <https://www.logistiikanmaailma.fi/> 27.11.2023.
- Mflow. 2021. <https://mflow.fi/kahdeksan-hukkaa/> 1.12.2023.
- Ollila, J. 2021. Mitä eroa on erilaisilla optimoinneilla ja mikä niistä pitäisi valita? Pinja. <https://www.twoday.fi/blogi/blogi/mita-eroa-on-erilaisilla-optimoinneilla> 13.10.2023.
- Opinkirjo. 2023. <https://opinkirjo.fi/tutkimuksen-perusteet/aineiston-analysointi/> 26.10.2023.
- Pinja Blogi. 2016. Lean-filosofian 7+1 tuottamatonta toimintoa. https://blog.pinja.com/lean-filosofian-71-tuottamatonta-toimintoa?utm_term=&utm_campaign=Perf.+Max+&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&utm_acc=8097879798&utm_hsa_cam=17354685837&utm_hsa_grp=&utm_hsa_ad=&utm_hsa_src=x&utm_hsa_tgt=&utm_hsa_kw=&utm_hsa_mt=&utm_hsa_net=

