

SAVONIA



OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN ALA

TUOTANNONSUUNNITTELUN KEHITTÄMINEN PK- YRITYKSESSÄ

TEKIJÄ

Niina Vainionpää

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Energiatekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Niina Vainionpää	
Työn nimi Tuotannonsuunnittelun kehittäminen pk-yrityksessä	
Päiväys	1.12.2024
	24/1 salattu
Yhteistyötaho Suomalainen pk yritys	
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää pk-yrityksen tuotannonsuunnittelua selkeyttämällä ja yhtenäistämällä toimintatapoja. Yrityksessä oli yhteensä viisi eri toimipistettä, missä jokaisessa toimittiin parhaan mahdollisen tiedon ja tavan mukaan töiden suunnittelussa, eikä käytössä ollut yhtenäistä toimintatapaa.</p> <p>Aluksi selvitettiin tuotannon tämänhetkinen tilanne haastattelujen ja havainnointien avulla. Haastattelut toteutettiin yhdessä toimipaikassa teemahaastatteluna etukäteen päätettyjen kysymysten avulla. Yrityksen toiminnanohjausjärjestelmässä oleva tieto siirrettiin Excel tiedostoon, mitä ei pystytty kuitenkaan hyödyntämään pidemmälle toimipaikkojen erilaisten kirjauskäytäntöjen vuoksi. Kun alkutilanne oli selvitetty, aloitettiin erilaisiin tuotannonsuunnittelutyökaluihin tutustuminen, joista valittiin toteutettava tuotannonsuunnittelutyökalu. Parhaimmaksi vaihtoehdoksi todettiin pitkän pohdinnan päätteeksi jo olemassa olevan järjestelmän uuden päivityksen tuomat ominaisuudet. Tuotannonsuunnittelutyökaluun tutustuttiin koulutuksen ja testikannan testauksen avulla. Tuotannon-suunnitteluprosessia tarkasteltiin testiympäristössä uutuustuotteen esimerkin kautta. Tarvittavat työohjeet päivitettiin ja tuotannonsuunnittelutyökalulle tehtiin käyttöönottosuunnitelma aikatauluineen, jotta se olisi valmiina käyttöönotettavaksi suunnitelman mukaisesti.</p> <p>Henkilöstö tullaan kouluttamaan, jotta voidaan yhtenäistää yrityksen toimintatapoja ja varmistaa oikeat kirjauskäytännöt. Järjestelmän varsinainen koekäyttö, käyttöönotto, parannusehdotusten kuuleminen ja toteuttaminen, sekä järjestelmän arviointi ja edelleen kehittäminen ajoittuvat ensi vuoden puolelle.</p>	
Avainsanat Lean systems, tuotannonsuunnittelu, tuotannonsuunnittelun kehitys, sulan metallin mittaus, käyttöönottosuunnitelma, haastattelututkimuksen toteuttaminen	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Työn tausta, tarkoitus ja tavoitteet.....	5
1.2	Menetelmät	5
1.3	Toimeksiantaja	5
2	VIITEKEHYS	6
2.1	Tuotannonsuunnittelutyökalut	6
2.1.1	Roima Intelligence Inc:n Lean Systems versiopäivitys.....	6
2.1.2	Roima Intelligence Inc:n Works Balancer.....	6
2.1.3	Pinja Digital Oy:n Ipes by Pinja -toteutus	7
2.2	Sulan metallin lämpötilan mittaus.....	8
2.3	Haastattelututkimus.....	9
2.4	Lean-ajattelu	10
3	TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN.....	12
3.1	Tiedonkeruu	12
3.1.1	Lähtökohtien kartoitus ja arviointi	13
3.1.2	Haastattelu.....	15
3.1.3	Excel-pohjan päivittäminen	16
3.2	Tuotannonsuunnittelutyökalun käyttöönottosuunnitelma.....	17
4	YHTEENVETO, JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	21
4.1	Tavoitteet	21
4.2	Pohdinta	21
	LÄHTEET	24
	LIITTEET	25

KUVALUETTELO

KUVA 1. Haastatteluaineiston käsittely analyysistä synteisiin (Hirsjärvi & Hurme 2022).....	10
KUVA 2. Haastatteluaineiston analyysin vaiheet (Hirsjärvi & Hurme 2022).....	10
KUVA 3. Tuotannon ohjausjärjestelmän vaikutukset yrityksen tuotantoprosessikaaviossa (Yritys 2024e).....	13
KUVA 4. Tuotannosuunnittelutyökalun vaikutukset tuotekehityksen suunnitteluprosessiin (Yritys 2024f)....	14
KUVA 5. Yrityksen toimipisteen kapasiteettitarve tunteina (Yritys 2024b)	16
KUVA 6. Yrityksen toimipisteen kapasiteettitarve henkilöinä (Yritys 2024a).....	17
KUVA 7. Työn vaihetieto töiden aloitus -ominaisuudella (Yritys 2024g)	18
KUVA 8. Resurssien työjono testikannan testauksessa (Yritys 2024c)	18
KUVA 9. Resurssien työjono testikannan testauksessa uutuustuotteen kanssa (Yritys 2024d)	19

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on suomalainen pk-yritys. Opinnäytetyössä kartoitetaan tuotannonsuunnittelun alkutilanne ja sen kehittämisen tarve, ja tulosten perusteella arvioidaan kehittämistapoja. Selvitetään eri tuotannonsuunnittelutyökalujen eroavaisuuksia ja valitaan niistä yksi testattavaksi. Testiympäristössä testataan töiden suunnittelua olemassa olevien resurssien puitteissa uutuustuotteen esimerkin avulla. Tuotannonsuunnittelutyökaluista valitaan yrityksen käyttöön sopivin ja tehdään sen käyttöönottamista varten suunnitelma. Kun tuotannonsuunnittelutyökalun käyttöönottosuunnitelma on viimeistelty, on yritys valmis tuotannonsuunnittelutyökalun ominaisuuksien käyttöönottoon.

1.1 Työn tausta, tarkoitus ja tavoitteet

Tällä hetkellä yrityksessä on toiminnanohjausjärjestelmä tuotannon ohjaukseen, mutta se ei sisällä tuotannonsuunnittelun ominaisuuksia. Yrityksessä ei ole olemassa yhdenmukaista tuotannon suunnitteluun käytettävää työkalua, mikä tarvitaan yrityksen vision, eli kasvusuunnitelmien ja eri toimipaikkojen yhteistyön, toteutumiseen. Yrityksen tavoitteena tulevaisuudessa on tarjota asiakkailleen yksittäisiä palveluja ja tuotteita, mitkä hyödyntävät eri toimipaikkojen osaamista. Tuotannonsuunnittelutyökalulla halutaan sujuvoittaa tuotekehityksen, uusien innovatiivisten tuotteiden ja meneillä olevan tuotannon yhteistyötä ja kehittämistä.

Opinnäytetyön tarkoitus on tehdä tuotannonsuunnittelutyökalun käyttöönottosuunnitelma. Työkalun avulla tehdään tuotannosta saadaan läpinäkyvämpää ja selkeämpää. Se voi edesauttaa osaltaan yrityksen kasvua ja energiatekniikan alan asiakkaita voidaan palvella vieläkin tehokkaammin.

1.2 Menetelmät

Opinnäytetyössä kartoitetaan yrityksen lähtötilanne haastattelun ja tiedon keräämisen avulla. Käytettävät menetelmät ovat haastattelututkimus ja sen tutkiminen, miten Lean-ajattelutapaa huomioidaan tuotannonsuunnittelussa. Opinnäytetyön aikana vertaillaan eri tuotannonsuunnittelun ohjausjärjestelmiä ja valitaan tähän tarkoitukseen sopivin.

Lopuksi tehdään tuotannonsuunnittelutyökalun käyttöönottosuunnitelma. Valitun tuotannonsuunnittelutyökalun testikannan koekäyttöä tullaan testaamaan tuomalla kehitysprojektin innovatiivinen uutuustuote testattavaksi. Osana käyttöönottosuunnitelmaa on työhöjeiden päivitys, koulutus ja ohjausjärjestelmän käyttöönotto koko henkilöstön osalta. Lisäksi käyttöönottosuunnitelmasta voidaan nähdä ensikäytön jälkeisten parannusehdotusten sekä koko järjestelmän toimivuuden arvioinnin ja kehittämisehdotusten aikataulu.

1.3 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantaja (liite1) valmistaa tuotteita eri teknologian aloille. Sen tavoitteena on edistää uusien teknologioiden käyttöönottoa sekä energiatehokkaiden valmistusmateriaalien ja -menetelmien hyödyntämistä.

2 VIITEKEHYS

Teoriaosuudessa käydään läpi tuotannosuunnittelun teoriaa, tuotannosuunnittelun eri työkaluja, sekä metallin lämpötilan mittaukseen liittyvää teoriaa. Lisäksi perehdytään haastattelututkimuksen ja Lean-ajattelun teoriaan.

2.1 Tuotannosuunnittelutyökalut

Tässä osuudessa tarkastellaan pk-yrityksen tarpeisiin soveltuvia tuotannosuunnittelutyökalujen tuomia hyötyjä. Samalla huomioidaan niiden tuomat mahdolliset edut ja haasteet. Tuotannosuunnittelutyökalu valitaan tarkasteltavien järjestelmien joukosta.

2.1.1 Roima Intelligence Inc:n Lean Systems versiopäivitys

Roima Intelligence Inc:n toteuttama Lean Systems on toiminnanohjausjärjestelmä tuotantoa tekeväälle teollisuudelle. Järjestelmää käytetään nopeutta ja joustavuutta vaativissa ympäristöissä, kuten alihankintayrityksissä, konepajoilla ja kone- ja laitevalmistusympäristöissä. Sen avulla pystytään integroimaan ja automatisoimaan yhteiseen järjestelmään erilaisia tietoja sekä hoitamaan kaikki tilaus-toimitusketjuun liittyvät prosessit. (Roima intelligence inc. 2024a; Roima intelligence inc. 2024c.)

Lean Systems on Roima Intelligence Inc.:n SaaS-toteutuksena suunniteltu järjestelmä, johon on tulossa versiopäivitys vuoden 2025 helmikuussa. SaaS-toteutus, eli Software as Service on pilvipalvelu, mikä on toteutettu internetin välityksellä. Yrityksen käytössä olevan toiminnanohjausjärjestelmän Lean Systemsin 10.2 versiossa tulee käyttöön tuotannosuunnittelun web-pohjainen ominaisuus. Uusien ominaisuuksien avulla voidaan seurata tuotannon kapasiteetin kuormituskykyä ja muokata resursseja reaaliaikaisesti. Ominaisuuksien avulla voidaan muuttaa työjonojen järjestyksiä riippuvuuksineen. Lisäksi työn värityksen perusteella voidaan hahmottaa nopeasti tuotannon sen hetkinen tila. (Roima intelligence inc. 2024a.)

Kun työjonoihin tehdään muutoksia, tulevat myös materiaaltarpeet ja mahdolliset materiaalipuutteet päivittymään järjestelmään. Lean Systems 10.2 ajaa joka päivä tapahtumapäivitykset automaattisesti läpi, minkä ansiosta materiaalipuuteilmoitukset tulevat oikeille henkilöille aamuisin. Uudet ominaisuudet mahdollistavat henkilöstön loma-aikojen ja muiden poissaolojen reaaliaikaisen seurannan ja niiden vaikutukset resursseihin päivittyvät reaaliaikaisesti järjestelmään. Tämän avulla resurssien muutoksiin voidaan varautua, mikäli resurssivaje on tiedossa etukäteen. (Roima intelligence inc. 2024a.)

Jotta Lean Systems 10.2:n uudet ominaisuudet toimivat halutulla tavalla, on tarkasteltava järjestelmässä jo olevia tietoja, lisättävä järjestelmään tietoa henkilöiden kuormitusryhmistä ja osaamisaluista, sekä päivitettävä tietoja töiden kuormitusryhmien osalta. Tämä vaatii tarkkaa osallistumista toimihenkilöiltä, esihenkilöiltä ja kaikilta töiden kirjauksia tekeville henkilöiltä. (Roima intelligence inc. 2024a.)

2.1.2 Roima Intelligence Inc:n Works Balancer

Roima Intelligence Inc:n Works Balancerin käyttöönotolla voidaan parantaa toimituskykyä, ja seurata tuotannon kapasiteetin kuormituskykyä. Sillä voidaan muodostaa erilaisia listoja, mistä tuotannon eri

tilanteita voidaan seurata. Se avustaa löytämään tuotannon pullonkauloja ja sitä kautta mahdollistaa paremman tuotannon suunnittelun. Sen suunnitteluikkunasta voidaan helposti nähdä kaikki oleellinen, kuten vaiheistusnäyttö ja kuormitusnäyttö. Vaiheistusnäytöltä nähdään työt ja niiden väliset rakenteet reaaliajassa myös muutoksia tehdessä. Lisäksi siitä nähdään työn suunniteltu ja todellinen aloitusaika. Kuormitusikkunan avulla päästään tarkastelemaan resurssien kuormitusta ja kapasiteettia. (Roima intelligence inc. 2024b; Roima intelligence inc. 2024c.)

Kalenterin avulla voidaan reaaliaikaisesti seurata valinnan mukaisesti tuotannon kuormitusta vuosi-, kuukausi-, päivä- tai tuntitasolla. Kalenteriin voidaan määritellä työvuorot sekä merkitä töiden lisäksi myös henkilöstön suunnitellut lomat ja poissaolot. Osana Works Balanceria on myös materiaalin tarkastus, minkä avulla voidaan tarkastaa materiaalin riittävyys tietylle tuotteelle ja tuoteryhmälle. Sen avulla voidaan luoda eri skenaarioita ja huomioida resurssien rajoitteita. Works Balancer ei ole SaaS toteutus, minkä vuoksi siinä voi ilmetä haasteita. (Roima intelligence inc. 2024b; Roima intelligence inc. 2024c.)

2.1.3 Pinja Digital Oy:n Ipes by Pinja -toteutus

Pinja Digital Oy:n tarjoama Ipes by Pinja on tuotannonohjausjärjestelmä, minkä avulla voidaan ymmärtää tuotannon monimutkaisia kokonaisuuksia. Ipes by Pinja toimii omalla tallennusalustalla ja Ipes on Pinja Digital Oy:n tuotannon ohjaukseen soveltuva SaaS toteutus. Päätason ylläpito voidaan toteuttaa Roima Intelligence Inc.:n Lean Systemsissä, ja Ipes by Pinjaan voidaan määritellä tietoja, mitä se hakee automaattisesti Lean Systemsistä. Siihen voidaan määritellä muun muassa tuotannon kapasiteetti ja resurssit, sekä kalenteritietoja reaaliaikaisesti. Sillä voidaan lisäksi tehdä aikataulutuksia ja tuotannosuunnittelua. (Arkkola 2024a.)

Arkkolan yrityskohtaisen esittelyn (2024a; 2024b) mukaan Ipes by Pinjalla on mahdollisuuksia töiden optimointiin. Eli automaattinen ajoitustoiminto järjestää tuotannon aikajärjestykseen valmistuspäivän mukaan. Samalla se värjää työn vihreäksi tai punaiseksi sen mukaan, tuleeko työ valmistumaan ajallaan. Pinjan avulla voidaan tarkastella, ohjata ja tehdä muutoksia tuhansille töille. Pinjaan tallennetut muutokset voidaan siirtää Leaniin vain integraation kautta.

Kun Roima Intelligence Inc:n Lean Systemsistä tuodaan tiedot ostotilauksista, myyntitilauksista, töistä, materiaaleista ja saldoista, voidaan materiaaleja tarkastella ja hallinnoida esimerkiksi hakemalla puutteita erilliselle listalle. Puutteet näkee myös pidemmällä tulevaisuudessa olevista tuotteista tai kuormitusryhmiltä erikseen. Ipes by pinjassa on profiiliohjaus, minkä avulla voidaan hallita varastossa olevaa materiaalia. Materiaalivirtalaskenta kertoo varastossa olevat materiaalit, sekä mille tilaukselle materiaali menee. (Arkkola 2024a; Arkkola 2024b.)

Lopputuotetilauksen mukana voi viedä tietoja työlle use material flow links optimoinnissa, ja ajoittaa varastotuotteet eli osavalmistetut tuotteet työn/tilauksen mukana lähemmäs tarveajankohtaa. Gantt osiolla voidaan suodattaa vain tarvittava tieto, ja sen näkymän voi tallettaa kaikille muillekin näkyville. lisäksi siinä on värinäkömahelpottamaan tiedon saantia numeeristen arvojen sijaan. (Arkkola 2024a; Arkkola 2024b.)

Ipes by Pinjan avulla voidaan ohjata tuotannon kaikkia vaiheita alusta loppuun saakka ja sen avulla voidaan tarkastella niin työjonoja kuin aikaleimoja, tuotannon edistymän visualisointia, varastotapah-

tumia, inventointeja, tavaran vastaanottoa. Sen avulla voidaan tehdä erilaisia laaturaportointeja, seurata jäljitettävyyttä, sekä hallita paketteja ja toimituksia. Tämä kaikki edellyttää saumatonta yhteistyötä Ipes by Pinjan ja yrityksen toiminnanohjausjärjestelmän kanssa. Valmistajan mukaan tuotannon suunnittelun kehittämisen tyypillisinä hyötyinä asiakkaille on muun muassa kapasiteetin käyttöasteen paraneminen 5–10 prosentilla, toimitusvarmuuden paraneminen 10–50 prosenttia, ja läpimenoaikojen lyheneminen noin 10–30 prosentilla. Lisäksi reaaliaikainen tilannetieto on saatavilla paremmin ja henkilöriippuvaisuus vähenee. (Arkkola 2024a; Arkkola 2024b.)

Ipes by Pinjan APS-lisämoduulien, eli Advanced Planning Scheduling -lisämoduulien avulla voidaan parantaa volyymissuunnittelua entisestään. Se avaa mahdollisuuden nähdä ennusteet samaan aikaan muun muassa myyntitilauksien, tuotantotilauksien ja varastosaldojen tilanteen eri aikajaksoilla. Lisäksi sen avulla voidaan tarkastella tuotantotilausten mitä jos-analyyseja tunnistamaan erilaisia lopputulokseen vaikuttavia muuttujia muiden analyysien ohella. Sen myötä saadaan käyttöön materiaalien tarvelaskenta ja visuaalinen resurssi- ja työvuorosunnittelun työkalu. MES-lisämoduuli, eli Manufacturing Execution System -lisämoduulin avulla saadaan käyttöön erilaisia laatuomintoja, työkaluja poikkeamien käsittelyyn, sekä työkalujen ja laitteiden hallintaan. Sen avulla saadaan työajan raportointia ja seurantaa paremmin hallintaan, sekä kehitysprojekteille jatkuvan parantamisen mallin, PDCA (plan, do, check, act) vaiheet ja lisää erilaisia mahdollisuuksia raporttien luomiseen. (Arkkola 2024a; Arkkola 2024b.)

2.2 Sulan metallin lämpötilan mittausta

Yksi tärkeimmistä asioista metallin valutyössä on erilaisten mittausten suorittaminen ja sulan metallin laadun tarkastaminen, oleellinen osa sitä on metallin lämpötilan mittaaminen. Mittaustekniikoita ja tapoja on useita, kuten koskettamattomia lämpökameroita tai pyrometrejä, vastuslämpömittareita ja lämpötilakytkimiä, sekä erilaisten termoelementtien tai upotuslanssien avulla tapahtuvia mittauksia. On olemassa sekä kertamittaukseen soveltuvia laitteita, että jatkuvatoimisia mittaustaitteita. Optinen pyrometri soveltuu myös kuumen metallisulan mittaukseen, missä lämpötila voi lähestyä jopa 3000°C. Se ei kuitenkaan ole tarkka, koska lämpötila metallisulan pinnalla on aina erilainen kuin keskemmällä sulaa massaa. (Joronen, Kovács, & Majanne, 2007 96–98.)

Sulan metallin lämpötilan mittaamiseksi tarkasti tarvitaan hyvin kuumuutta kestäviä materiaaleja, ja lämpötila voidaan määrittellä esimerkiksi erilaisten sähköisten upotusantureiden avulla. Erilaisten vaatimusten toteuttamiseksi antureita on saatavilla erilaisina variaatioina. Sulaan metalliin upotuslanssin avulla upotettavan termoparin antureilla on tarkoitus saada aikaiseksi sähköinen kosketus mittatuloksen saamiseksi. Mittaustulos voidaan lukea joko seinään kytketystä tai kädessä pidettävästä laitteesta. Upotuslanssi sisältää pahviputken sisään asetetun termoparin ja on itsessään kertakäyttöinen. Termoparissa on kahta eri metallia, joiden liitoksen jännite on riippuvainen lämpötilasta. Lämpötila voidaan lukea jännitteen perusteella. (Heraeus Electro-Nite 2023.)

Jotta lämpötilan lukeminen olisi entistä tarkempaa, kehitys suuntautuu optiikan hyödyntämiseen entistä paremmin uusien innovatiivisten tuotteiden avulla. Kameleontti-sovellus perustuu sähköuunin altaan lämpötilan mittaukseen optiikan avulla. Siinä metallin sisällä oleva valokuidun pää työnnetään automaattisesti sulaan, mistä se ottaa lämpötilan noin 10 sekunnissa. Sulaan työnnettävä valokuitu palaa toimenpiteen aikana, ja kelalla oleva valokuitu on uusittava noin viikon välein. Tämän kaltaiset mittaustavat ovat työturvallisuudeltaan parempia, sillä niitä voidaan ohjata ja tarkastella valvomosta

käsin. Ainoastaan valokuitukela täytyy vaihtaa manuaalisesti, eikä se ole kosketuksissa sulan metallin kanssa vaihtotyötä tehdessä. (Heraeus Electro-Nite 2024; Heraeus Electro-Nite n.d.a.)

2.3 Haastattelututkimus

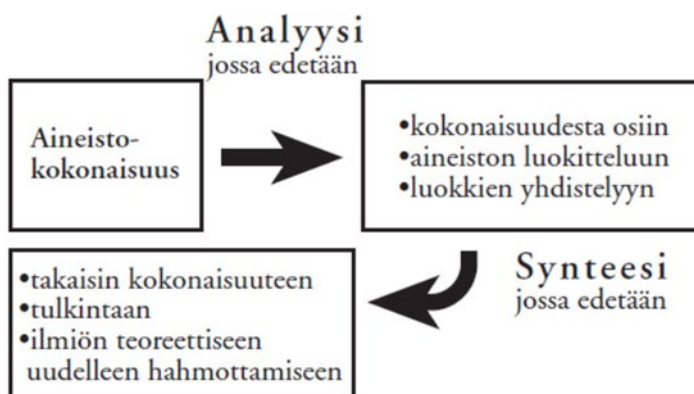
Haastattelu voidaan toteuttaa esimerkiksi lomakehaastatteluna, teemahaastatteluna ja strukturoimattomana haastatteluna. Lomakehaastattelu sopii tilanteisiin, joissa kysymykset voidaan määrittellä kyselylomakkeelle etukäteen, eikä lisätietoa kysymyksien vastauksiin tarvita. Siinä kysymykset on laadittu etukäteen tarkasti, eikä niistä poiketa, eikä niiden järjestystä muuteta. Yleensä haastattelun apuna käytetään lomaketta, jossa kysymykset ovat kirjattuina vastausvaihtoehtoineen. (Hirsjärvi & Hurme 2008 34–48.)

Puolistrukturoidun haastattelun, eli teemahaastattelun avulla voidaan kerätä tarkempaa tietoa, sekä esittää tarpeen mukaan lisäkysymyksiä tai tarkentavia kysymyksiä. Teemahaastattelu liitetään usein tietyn teeman ympärille eikä haastattelun aihealue laajene suuremmaksi. Hirsjärvi & Hurme (2008) mukaan tämä on suosituin haastattelutapa laadullisen aineiston keräämiseen Suomessa. Haastattelija voi kirjata kysymykset etukäteen tai haastattelun kulku voi edetä edellisen vastauksen mukaisesti ilman etukäteen suunniteltuja kysymyksiä. (Hirsjärvi & Hurme 2008 41–48.)

Strukturoimatonta haastattelua sen sijaan voidaan käyttää, kun halutaan haastateltavalta syvempää tietoa tai vastauksia, ja kysymyksien vastauksia voidaan jäädä pohtimaan yhdessä pidemmäksi aikaa. Nämä haastattelutavat voivat myös vaikuttaa enemmän keskustelulta tai vuoropuhelulta. (Hirsjärvi & Hurme 2008 41–48.)

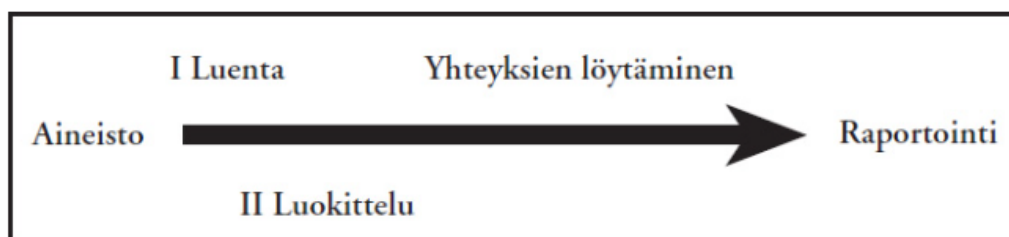
Hirsjärvi & Hurme (2008) korostaa kirjassaan, että haastattelijan olisi syytä olla koulutettu ja omata paljon tietoa käsiteltävästä aiheesta. Varsinkin teemahaastattelun yhteydessä on oltava haastattelun kohteelle luotettava ja on osattava kysyä tarkentavia kysymyksiä. Ennen haastattelukysymyksien laatimista on hyvä pohtia, mitä tietoa missäkin vaiheessa tarvitaan ja mikä haastattelun kohderyhmä on. Lisäksi on hyvä pohtia etukäteen mahdollisia haastateltavan vastauksia ja niille jatkokysymyksiä. On myös hyvä huomioida, että haastateltava saattaa esittää joitakin kysymyksiä. Haastateltavan kysymyksiä kannattaa miettiä etukäteen, ja valmistella niihin valmiita vastauksia. Haastattelu on nopein tapa kerätä yksityiskohtaista tietoa haastattelun kohderyhmältä. (Hirsjärvi & Hurme 2008 41–48, 68–114.)

Kun haastatteluaineisto on kerätty, se litteroidaan, eli nauhoite kirjoitetaan puhtaaksi, mikäli haastattelu on vain nauhoitettu, ja analysoidaan. Analysointitapa on hyvä päättää etukäteen, jotta siihen voidaan varautua jo haastattelukysymysten laatimisvaiheessa, sekä haastattelussa ja litteroidessa. Laadullinen analyysi aloitetaan jo haastattelutilanteessa. Analyysin jälkeen aineisto tulisi raportoida synteessin kautta. Hirsjärvi & Hurme (2008) mukaan analyysin tavoitteena on luokittelu ja erittely, kun taas synteessissä pyritään muodostamaan siitä kokonaiskuva (kuva 1.). Synteessin muodostaminen on tärkeää kokonais kuvan käsittelyn kannalta, jotta sitä pystytään ymmärtämään syvällisemmin.



KUVA 1. Haastatteluaineiston käsittely analyysistä synteisiin (Hirsjärvi & Hurme 2022)

Kun haastatteluaineisto on purettu, voidaan se raportoida kuvan 2 vaiheiden mukaisesti.



KUVA 2. Haastatteluaineiston analyysin vaiheet (Hirsjärvi & Hurme 2022)

Hirsjärvi & Hurme (2008) mukaan analysoitu haastattelu voidaan esitellä eri tavoilla, kuten esimerkiksi kuvioina, kuvina, numeroina tai tekstinä. (Hirsjärvi & Hurme 2008 135–183; Hirsjärvi & Hurme 2022 luku 7.4)

2.4 Lean-ajattelu

Lean on johtamistapa, -filosofia ja ajattelutapa, joka pohjautuu Toyotan tuotannon johtamistapaan (TPS, Toyota Production System). Se on vaativa ja systeeminen johtamistapa, jolla voidaan saavuttaa tehokkaampi ja enemmän arvoa tuottava toiminta. Lean on jatkuvaa kehittämistä ja tuotannon toiminnan tarkkailua. Se keskittyy kokonaisuuden optimoimiseen yksittäisen asian tai henkilön sijaan. (Liker & Convis 2012 1–37; Six Sigma n.d.)

Leanin tavoitteena on tuottaa arvoa sekä asiakkaille, että yritykselle. Tuotannon arvoa lisäävät toiminnot ovat sellaisia, mistä asiakas on valmis maksamaan joko suorasti tai epäsuorasti. Ei-arvoa lisäävät toiminnot ovat tuottamattomia, eivätkä lisää tuotteen arvoa. Sellainen toiminto voi olla esimerkiksi tuotteen odotusaika välivarastossa tai varastossa, missä odotus ei lisää tuotteen varsinaista arvoa. Tuotteen läpimenoajan ja arvoa lisäävän ajan perusteella voidaan laskea tuotteen virtaustehokkuus, mitä kutsutaan myös prosessin jaksoajan tehokkuudeksi. (Liker & Convis 2012 1–37; Six Sigma n.d.)

Leanin pyrkimyksenä on lyhentää läpimenoaikoja poistamalla muun muassa turhat varastoinnit, pienentämällä samalla varastolla tarvetta ja varastoinnin rahallista arvoa. Tähän päästään tarkastelemalla tuotantoa ja sen toimintaa. Leanin perusteena on pyrkiä parhaaseen tilanteeseen virtaustehokkuuden ja resurssitehokkuuden suhteen. On kuitenkin ymmärrettävä, että nämä kaksi eivät voi

koskaan toteutua täydellisesti yhtä aikaa. Kun otetaan huomioon vain resurssitehokkuus ja kapasiteetin käyttöaste, heikentyy samalla virtaustehokkuus ja asiakaspalvelun taso. Kun tehostetaan liikaa pelkkää virtaustehokkuutta, heikentyy samalla resurssitehokkuus. On siis jatkuvasti pyrittävä parhaaseen mahdolliseen kompromissiin virtaustehokkuuden ja resurssitehokkuuden suhteen. Tätä suhdetta pyritään parantamaan Leanin viiden perusasian avulla, jotka ovat Littlen laki, Kingmanin yhtälö, esteiden teoria, vaihtelu ja PDCA sekä johtamissysteemi. Littlen lain avulla voidaan parantaa tuottavuutta. Kingmanin yhtälön avulla voidaan ymmärtää paremmin läpimenoajan muodostuminen. Esteiden teorian mukaan jokaisella systeemillä on sisäisiä tai ulkoisia esteitä, mitkä rajoittavat suorituskyyä ja esteiden teorian avulla voidaan löytää ne helpommin. Jokaisessa tuotannossa on vaihtelua, ja mitä enemmän on vaihtelua, sitä huonompi on suorituskyy. PDCA:n avulla voidaan jatkuvasti kehittää ja parantaa muun muassa tuotannon vaihtelua. Johtamissysteemi on Toyotan tapa johtaa. (Liker & Convis 2012 1–37; Six Sigma n.d.)

Lean sisältää erilaisia työkaluja, mutta ne ei itsestään ratkaise ongelmia, vaan niiden avulla voidaan etsiä prosessin ongelmat. Lean siis edesauttaa henkilöstöä ongelmien huomaamisessa ja esihenkilön tehtävä on ratkaista ne. Mikäli halutaan saada paras hyöty Leanista, on se yhdistettävä jatkuvan parantamisen menetelmään eli Kaizen -kehittämistapaan. Kaizen -kehittämistapa on pienten parannusten ja toimenpiteiden avulla toteutettavaa jatkuvaa parantamista tarkoittava johtamisfilosofia. Näin parannuksesta tulee osa päivittäistä toimintaa ja se menee kaikkien tuotannon toimien edelle. (Liker & Convis 2012 1–37; Six Sigma n.d.)

3 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

Jo ennen tiedonkeruuvaihetta ja opinnäytetyön aloittamista oli tiedossa, ettei yrityksen eri toimipaikoilla ole yhtenäisiä toimintatapoja tuotannonsuunnittelussa. Yritykseen tarvittiin yhtenäinen käytäntö ja toimintatapa selkeyttämään tuotannon tilaa ja tekemään siitä läpinäkyvämpää. Lähtökohtien arvioinnin ja haastattelujen sekä analyysin perusteella päätettiin, että tämä tulee toteutettavaksi tuotannonsuunnittelutyökalun avulla. Kehittämistyö toteutettiin alla olevan taulukon (TAULUKKO 1.) mukaisesti.

TAULUKKO 1. Kehittämistyön toteuttamisen suunnitelma

Vaihe	Tehtävä
Tiedonkeruu	Lähtökohtien kartoitus ja arviointi. Haastattelu suunnitelman tekeminen, tiedonkeruu haastattelemalla ja teorian tiedon kerääminen. Kerätyn tiedon pohjalta yhteenveto ja analysointi ja ohjaustiedon siirtäminen Exceliin testausta varten. Katselmointi.
Päätös	Tuotannonsuunnittelutyökalun valinta
Tuotannonsuunnittelutyökalun käyttöönotto-suunnitelma	Työohjeiden päivittäminen tai tekeminen. Tuotannonsuunnittelutyökalun käyttöönotto suunnitelman tekeminen
Viimeistely	Valmius Roima Lean tuotannonsuunnittelutyökalun käyttöönottoon

Tiedonkeruu-vaiheessa kartoitettiin ja arvioitiin lähtökohdat tarkemmin, kerättiin tuotteiden tekoon käytetyt resurssit kunkin osaston esihenkilöiltä, sekä markkinointitiimiltä. Lisäksi määriteltiin työtehtävät, työvaiheet, niiden kestot sekä osasto, mille kuormitus kohdistuu sekä kysyttiin parantamistarpeita ja mielipiteitä. Testaukseen saatiin toisen toimipaikan työnohjauksen Excel-tiedosto. Se on kuitenkin hieman yksinkertaisempi, koska kaikki työ tehdään samalla kuormitusryhmällä, kun taas muissa toimipaikoissa yksittäinen tuote voi kiertää jopa neljän eri kuormitusryhmän kautta ennen valmistumistaan.

Tuotannonsuunnittelutyökalun käyttöönotto suunnitelma muodostettiin seuraavassa vaiheessa. Käyttöönotto suunnitelmaan kirjattiin tutustuminen suunnittelujärjestelmään, sen käyttöohjeiden tekoon ja suunnittelujärjestelmän arviointiin ja edelleen kehittämiseen aikatauluineen.

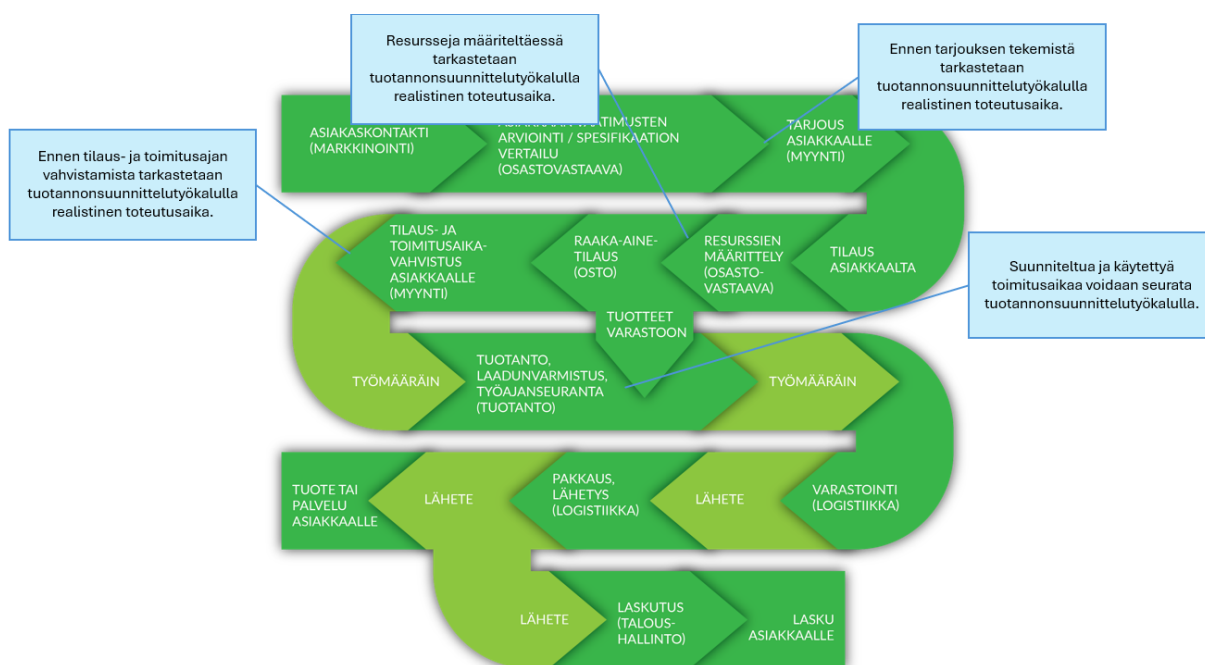
3.1 Tiedonkeruu

Tässä osiossa selvitetään, kuinka tiedonkeruu tapahtui. Ensimmäinen oli lähtökohtien kartoitus ja arviointi, mitkä toteutettiin samaan aikaan haastattelujen kanssa, ja lopuksi tiedon testaaminen Excel-tiedostossa.

3.1.1 Lähtökohtien kartoitus ja arviointi

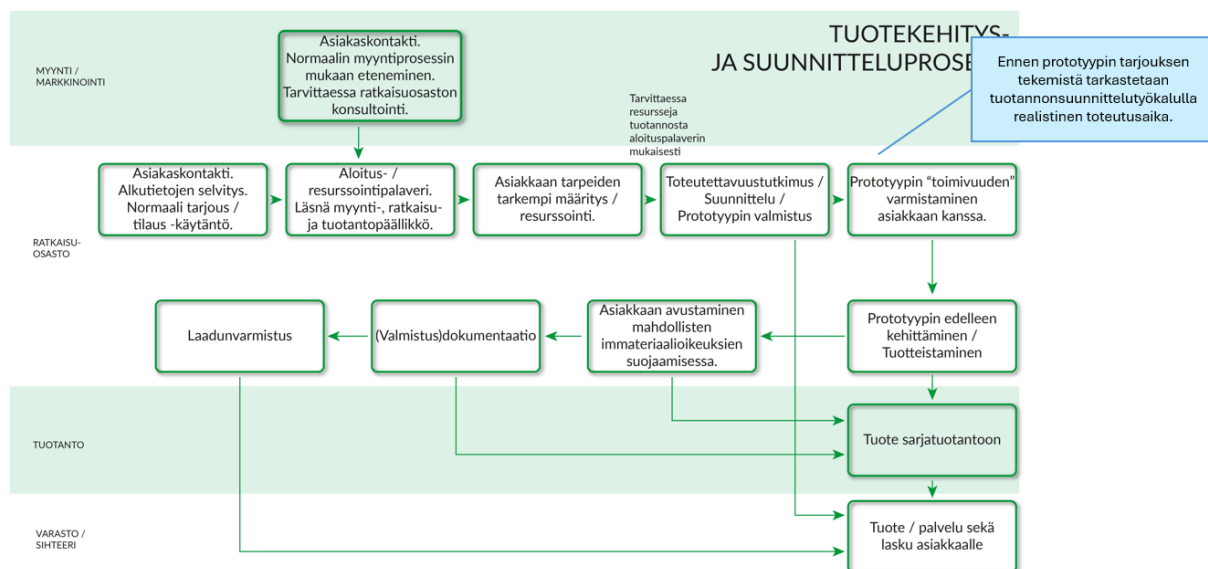
Lähtökohtien kartoitus ja arviointi aloitettiin tarkastelemalla nykyisiä käytäntöjä ja seurantatapoja, sekä otettiin selvää olemassa olevista tuotannosuunnittelutyökaluista. Yrityksessä ei ole ollut käytössä yhtenäistä tuotannosuunnittelutyökalua, vaan jokainen toimipaikka on toiminut parhaimman tiedon perusteella. Toimitettavia tuotteita ja teossa olevia tuotteita tarkasteltiin lyhytnäköisesti, kun pitäisi pystyä katsomaan pidemmällä aikavälillä. Tuotannosuunnittelu on tähän asti toteutettu töiden saapumisjärjestyksen ja toimitusaikojen perusteella, ja vain yhdessä toimipaikassa on käytetty apuna Excel-tiedostoa. Päätökset työjärjestyksestä on tehty joko esihenkilöiden tai tuotannon työntekijöiden toimesta.

Kuvassa 3 on määritelty tuotannosuunnittelutyökalun vaikutuksia yrityksen tuotantoprosessiin (liite 1). Kuvasta voitiin nähdä, että tuotannosuunnittelutyökalun avulla pystytään antamaan asiakkaalle realistinen aikataulu jo tarjousvaiheessa. Aiemmin tämä tieto on perustunut hyvään arvioon. Tämä sama toistuu resurssien määrittelyn sekä tilaus- ja toimitusajan vahvistamisen yhteydessä. Työkalua voidaan käyttää myös tarkasteltaessa työhön suunniteltua ja käytettyä aikaa.



KUVA 3. Tuotannon ohjausjärjestelmän vaikutukset yrityksen tuotantoprosessikaaviossa (Yritys 2024e)

Tuotannosuunnittelutyökalusta tulee olemaan apua myös tuotekehityksen (liite 1) osalta. Resursseja voidaan tarkastella jo asiakkaan ensikontaktin jälkeen, mutta viimeistään ennen prototyypin tarjouksen tekoa (kuva 4). Tämän avulla asiakkaalle pystytään tekemään tarjous realistisen aikataulun mukaisesti.



KUVA 4. Tuotannosuunnittelutyökalun vaikutukset tuotekehityksen suunnitteluprosessiin (Yritys 2024f)

Esitietojen selvittelyvaiheessa otettiin selvää eri tuotannosuunnittelutyökaluista. Koska yrityksellä on käytössä toiminnanohjausjärjestelmänä Roima Intelligencen Inc. Lean Systems, oli järkevää tarkastella saman palveluntarjoajan tarjoamia työkaluja. Roimalla on tarjolla omalla alustalla toimiva Works Balancer, ja yhdellä toimipisteellä sitä oli testattukin jonkin verran. Works Balancer tarjoaa monia hyviä työkaluja ja visuaalisia tarkastelumahdollisuuksia. Works Balancer tuntui kuitenkin raskaalle ja jäykälle käyttää, eikä se aina keskustellut Leanin kanssa. Works Balancer toimii eri alustalla ja sen yhdistäminen SaaS-järjestelmään aiheutti suurimmat haasteet. Lean toimii yrityksen sisäverkossa ja Balancer ulkoverkossa, mikä aiheutti yhteysongelmia. Tästä tehtiin päätelmiä, että kahden eri alustan järjestelmien välinen yhteistyö voi olla ajoittain erittäin haastavaa tai täysin mahdotonta erilaisten yhteysongelmien vuoksi.

Opinnäytetyön alkuvaiheessa osallistuttiin Roima Intelligence Inc:n workshoppiin Helsingissä. Paikalla oli eri toimipaikkojen toiminnanohjaukseen osallistuvia henkilöitä, tehtaanjohtajia sekä etäyhteydellä että paikan päällä. Käsiteltävinä asioina oli tarvittavien Leanin uusien ominaisuuksien toiveet ja tarpeet. Workshopin aikana kävi selväksi, että jokaisella toimipaikalla on erilaisia tarpeita ja toiveita ominaisuuksille. Eräässä toimipaikassa on ollut testiversio käytössä jo jonkin aikaa, ja he osasivat esittää kohdennettuja kysymyksiä niin materiaalien hälytyksien ajoituksista kuin materiaalien ostoista tietyssä valmistuksen osavaiheessa. Sekä töiden siirtoon liittyvät kysymykset että niiden aiheuttamat ennakoajatukset suhteessa muihin työllistämällä oleviin töihin aiheuttivat keskustelua. Workshopin aikana kävi selväksi, että tuleva päivitys Lean järjestelmään tulee olemaan käytöltään kevyempi ja nopeampi kuin raskaan Works Balancerin. Works Balanceria ei myöskään tulla enää kehittämään tai päivittämään. Workshopin jälkeen todettiin, että alun perin suunniteltua, Works Balanceria, ei otettaisi käyttöön näistä syistä.

Pinja Digital Oy:n omaan tuotannosuunnittelutyökaluun, Ipes by Pinjaan, päästiin tutustumaan etäpalaverin avulla. Tähän haluttiin tutustua vertailukohdan saamisen vuoksi. Oli järkevää vertailla järjestelmien eri ominaisuuksia, jotta pystyttiin näkemään, oliko Lean Systems sopivin järjestelmä yrityksen käyttöön. Etäpalaverin aikana saatiin paljon tietoa Pinjan tuotannosuunnittelutyökalusta.

Pääpiirteet siinä ovat samankaltaiset kuin Lean Systemsin uudessa päivityksessä, joten se ei tuotaisi uutta arvoa kovinkaan paljoa. Tästä syystä Pinjan tuotannonsuunnittelujärjestelmää ei otettu toteutuksen harkintalistalle. Alkukartoituksen aikana tutustuttiin myös erään toisen yrityksen Lean Systemsin rinnalle toteutettuun räätälöityyn versioon. Siitä saatiin paljon ajatuksia ja ideoita tulevan varalle, mutta kyseisen yrityksen salassapitovelvollisuuden alaisen tiedon vuoksi siitä ei voi kertoa tässä enempää.

Tuotannonsuunnittelutyökaluksi valittiin Lean Systemsin versiopäivityksen 10.2 tuomiin uusiin ominaisuuksiin. Työkaluihin tutustuesssa todettiin, että Ipes by Pinja on tuotannonohjausjärjestelmä, mikä yrityksessä jo on, eikä tuotannonsuunnittelutyökalusta saada uusia ominaisuuksia sen kustannuksiin nähden. Works Balanceria ei tulla päivittämään tai kehittämään enää, eikä yhteistyö käytössä olevan toiminnanohjausjärjestelmän välillä toimi toivotulla tavalla testikäytön perusteella. Niiden perusteella päädyttiin kustannustehokkaimpaan ratkaisuun tässä vaiheessa ja valittiin Lean Systemsin 10.2 versiopäivitys tuotannonsuunnittelun avuksi.

3.1.2 Haastattelu

Lähtökohtien kartoituksen ja arvioinnin ohella kerättiin tietoa toimipisteen esihenkilöiltä ja muilta avainasemassa olevilta henkilöiltä. Vaikka järjestelmää käytettiin koko yrityksessä, on tutkimushaastattelu tehty ainoastaan yhdellä toimipisteellä. Haastattelusuunnitelman teossa huomioitiin nykyinen tuotannonsuunnittelun tilanne, sekä pohdittiin haastateltavan mahdollisia esiin nousevia ajatuksia asian tiimoilta.

Haastattelukysymykset (liite 1) olivat etukäteen laadittuja, ja niissä kysyttiin yleisiä asioita yhden toimipisteen tuotannonsuunnittelusta, sen nykytilanteesta sekä odotuksista. Ensimmäisen haastattelun tarkoitus oli myös informoida henkilöstöä tulevan tuotannonsuunnittelutyökalun käyttöönotosta ja kerätä perustietoa tuotannon nykytilasta. Tavoitteena oli pitää kysymykset yksinkertaisina, eikä syvällisemmän haastattelun katsottu olevan tarpeellinen tässä kohtaa. Samalla selvitettiin, onko joitain tiettyjä asioita, mitä tulisi ottaa huomioon tuotannonsuunnittelussa toimipistettä ajatellen. Haastattelussa tiedusteltiin myös osastojen esimiesten tietoa tällä hetkellä tuotannossa olevien massatuotteiden työajoista ja läpimenoajoista. Lisäksi tarkasteltiin esihenkilöiden käytössä olevia resursseja.

Ensimmäisessä haastatteluvaiheessa korostui toive tulevan työnohjausjärjestelmän käytön helppoudesta. Esimiehet toivovat, että sitä on helppo käyttää, jotta se ei jäisi lopulta käyttämättä hankalan toteutuksen vuoksi. Pohdintaa aiheutti myös työjärjestyksen muutoksen helppous/vaikeus, sekä kysymyksiä, työnohjausjärjestelmän tiedonkulusta toisten lomakkeiden kanssa siten, että se havaitsisi materiaalipuutokset tai resurssivajeen reaaliaikaisesti, ja kuinka se ilmoittaa siitä. Toiveena oli ihmisten tekemän työajan aikataulutuksen ja kuormituksen tiedon saaminen selkeämmäksi. Tuotannonsuunnittelutyökalussa pitäisi olla nähtävissä kaikki toimipisteen tilaukset ja työt, siellä pitäisi olla nähtävissä sekä suunnitellut, että suunnittelemattomat työt. Samoin päivittäinen tilanne töiden etenemisestä ja arvio valmistumisesta sekä tieto, mikäli jokin työvaihe venyy pidemmäksi kuin teoreettisesti suunniteltu ajankäyttö. Toiveena oli myös tarkempien ennusteiden ja aikataulujen saaminen.

Haasteina pidettiin muun muassa oston näkökulmaan tulevia muutoksia, kuten saako oikea henkilö tiedon ostotarpeesta oikeaan aikaan. Mikäli tilattu tuote ei saavu suunnitellun aikataulun mukaisesti, kuka saa, miten ja milloin tarvittavan tiedon, sekä mitkä vaikutukset tällä on tuotannonsuunnittelun

työjonoissa. Tuotekehityksen näkökulmasta haasteina pidettiin resurssien käyttömahdollisuutta, tuotannon henkilöstö olisi hyvä opastaa tuotteen tekoon jo tuotteen kehitysvaiheessa, jotta kehityksestä tuotantoon siirtyvä tuote olisi heti tehtävissä suunniteltujen aikataulujen puitteissa.

Toimipisteen tuotannossa on myös monia tuotteita, joiden valmistukseen käytetään lyhyitä työaikoja, minkä jälkeen odotellaan esimerkiksi liiman kuivumista. Yhden päivän aikana voi olla useita lyhyitä työaikoja eri töille tämän takia. Nämä kaikki työjärjestelyt on tähän asti toteutettu parhaan tuntuman mukaisesti ja yleensä työntekijä on päättänyt työjärjestyksen. Tuotannossa on myös erilaisten pesureissa oloaikojen vuoksi odotuksia, ja toteutunut tuotteen läpimenoaika voi olla paljon suurempi kuin yksittäinen työaika. Näitä joudutaan tarkkailemaan ja tarkastelemaan tulevaisuudessa, jotta saadaan suunnittelutyökalusta kaikin puolin toimiva kyseisen toimipisteen osalta.

Massatuotteiden määritelmiä oli useita erilaisia, muutaman kappaleen sarjoista aina tuhansien kappaleiden sarjoihin. Huomioitavaa oli, että tällä hetkellä 20 % tuotteista kattaa 80 % koko vuoden myynnistä. Tuotteiden työ- ja läpimenoaikoja oli jo saatu kirjattua järjestelmään, mutta osa vaatii vielä lähempää tarkastelua.

Muita haastattelussa esille tulleita asioita olivat muun muassa henkilöiden osaamistason määrittelyyn liittyvät kysymykset ja mahdollisuudet kuormitusryhmien uudelleen nimeämiseen. Eniten korostettiin viestintään liittyviä haasteita, tiedonkulkua voisi parantaa sekä eri osastoiden välillä, että oston ja myynnin kanssa. Toiveena oli, että tulevan tuotannosuunnittelun tärkeys, periaatteet ja tarpeet ohjaisivat koko henkilöstöä. Lisäksi korostettiin mahdollisuutta saada tarkat ohjeet ja koulutusta uuden järjestelmän käyttöönottoon, käytönvalvontaan ja seurantaan.

3.1.3 Excel-pohjan päivittäminen

Excel-pohjaan (liite 1) päivitettiin toimipaikan tiedot, ja lopputuloksena saatiin pivot-taulukon avulla raakaversio kapasiteettitarpeesta (kuva 5). Kuvasta 5 voidaan nähdä toimipaikan kapasiteettitarve viikkojen 18–48 ajalta toukokuun seitsemännen päivän tilauskannan tilanteesta. Vasemmassa reunassa näkyy toimipaikan kuormitusryhmät, joita on 8 kappaletta, ja oikealla puolella, kunkin viikonumeron alapuolelta voidaan nähdä kapasiteettitarve tunteina. Kuvassa 6 voidaan nähdä kapasiteettitarve henkilöinä kullekin kuormitusryhmälle viikkojen 18–36 ajalta. Kapasiteettitarve tunteina jaettiin kapasiteettitarveluvulla 33,8, mikä muodostuu työntekijän keskimääräisestä aktiivisesta viikon työskentelyajasta. Punaisella korostetut ruudut ovat merkinä hälytyksestä, kun kapasiteettitarve ylittää kuormitusryhmän käytössä olevan kapasiteetin kyseisen viikon aikana.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	
1	Väililliset tunnit	10 %																					
2																							
3	Summa / Kuorma/h	Sarakeotsikot																					
4		2024																					
5	Riviotsikot	1	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	30	31	34	35	36	40	44	48	2024 Summa	
7	OPL-00	104	87	5	34	88	86		25					6	20							9	465
8	OP-11		4		0		30		0														34
9	OP-30				0		0	0				0			0		0						0
10	OP-40				0	0																	0
11	OP-12	47	0	177	135	65	44		48	63	7	79	1	98	130			3	3	2	6		909
12	OP-22		1				0		244			0		0		0							245
13	OP-10		148				167																314
14	OP-23		16		0	0			208						0								224
15	Kaikki yhteensä	151	256	182	169	153	328	0	525	63	7	79	1	104	150	0	0	3	3	2	15		2192

KUVA 5. Yrityksen toimipisteen kapasiteettitarve tunteina (Yritys 2024b)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
23	Kapasiteettitarve	33,8																	
24		1	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	30	31	34	35	36	
26	OPL-00	3,1	2,6	0,1	1,0	2,6	2,6	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,6	0,0	0,0	0,0	
27	OP-11	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
28	OP-30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
29	OP-40	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
30	OP-12	1,4	0,0	5,2	4,0	1,9	1,3	0,0	1,4	1,9	0,2	2,4	0,0	2,9	3,9	0,0	0,0	0,1	
31	OP-22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
32	OP-10	0,0	4,4	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
33	OP-23	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
34	Kaikki yhteensä	4,5	7,6	5,4	5,0	4,5	9,7	0,0	15,6	1,9	0,2	2,4	0,0	3,1	4,4	0,0	0,0	0,1	
35																			

KUVA 6. Yrityksen toimipisteen kapasiteettitarve henkilöinä (Yritys 2024a)

Kun Excelliin saatiin päivitettyä toimipaikan tiedot, huomattiin ettei sitä voitu käyttää 100 %. Yrityksen toiminnanohjausjärjestelmässä aika oli määritelty työlle sekä tunteina, että minuutteina tapauskohtaisesti. Excel oli määritelty laskemaan kapasiteetin tarvetta minuuttien perusteella, ja tästä syystä kapasiteetti vaikutti liian pienelle toteutumaan nähden. Lisäksi tuntien koko tarvemäärä työtä kohden kirjautui sille päivämäärälle, kun työn oli tarkoitus valmistua. Osa töistä oli todellisuudessa tarkoitus suorittaa useamman viikon aikana, minkä vuoksi muille viikoille Excelissä ei näyttänyt riittävän tunteja, ja isojen työsarjojen lopetuksien viikoilla niitä oli huomattavasti liikaa. Sovittiin, että aikamäärittämisille ei sillä hetkellä tehdä mitään muutoksia, koska muutoksien tekemiseen menisi paljon työaikaa, eikä Excel tule toimimaan yrityksen tuotannosuunnittelutyökaluna.

3.2 Tuotannosuunnittelutyökalun käyttöönottosuunnitelma

Tuotannosuunnittelutyökalun käyttöönottosuunnitelmassa (taulukko 2) otettiin huomioon tarvittavat toimenpiteet ennen työkalun varsinaista käyttöönottoa. Lisäksi siitä voi tarkastaa suunniteltujen toimenpiteiden aikataulut ja tehtävät.

TAULUKKO 2. Tuotannosuunnittelutyökalun käyttöönottosuunnitelma

Tehtävä	Suunniteltu aloitus (vko)	Suunniteltu kesto (vko)	Todellinen aloitus (vko)	Todellinen kesto (vko)
Tutustuminen tuotannosuunnittelutyökaluun	36	3	36	3
Testikannan testaus	36	5	36	7
Työohjeiden päivitys/teko	40	4	40	4
Koulutus	4 (2025)	4		
Tuotannosuunnittelutyökalun käyttöönotto koko henkilöstöllä	8 (2025)	4		
Parannusehdotukset ja niihin reagointi	12 (2025)	4		
Järjestelmän arviointi ja edelleen kehittäminen	23 (2025)	3		

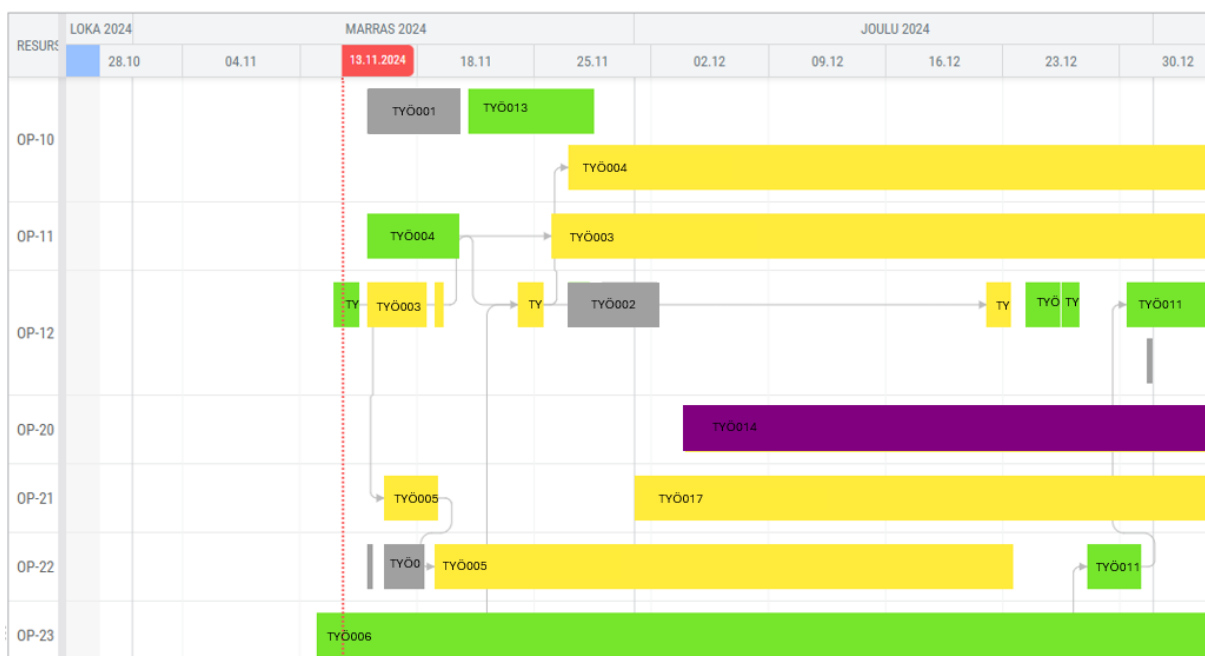
Tuotannosuunnittelutyökalun käyttöönottosuunnitelman (liite 1) ensimmäisenä vaiheena oli tutustua tuotannosuunnittelutyökaluun ja testata kyseistä testikantaa. Käyttöönottosuunnitelman mukaisesti

tutustumisen versiopäivitysten tuomiin ominaisuuksiin sekä testikannan testaus aloitettiin syyskuun 2. päivä vuonna 2024. Tuotannosuunnittelutyökaluun tutustumisen yhteydessä oli järjestetty koulutuksia ominaisuuksien käyttöönottoon liittyen, joten oli luonnollista, että tuotannosuunnittelutyökaluun tutustuminen ja testikannan testaus suoritettiin osittain samaan aikaan. Testikannan testaus venyi hieman suunniteltua pidemmälle ajalle henkilöstön ajankäytännöllisten haasteiden vuoksi.

Testikannasta töiden aloitus -ominaisuudelta (kuva 8) pystyi näkemään yrityksen resurssit ja resurssien kuormituksen töiden suhteen. Vasemmassa reunassa oli resurssit eriteltynä ja heti sen jälkeen oli nähtävissä aikataulu ja työjonon työt. Töitä pystyi järjestelemään uudelleen hiirellä vetämällä ja töiden väritys kertoi, missä vaiheessa työ oli (kuva 7). Marraskuun yhdenentoista päivänä testikannassa oli suunniteltuja, aloituskelpoisia, tilattuja ja keskeytettyjä töitä.

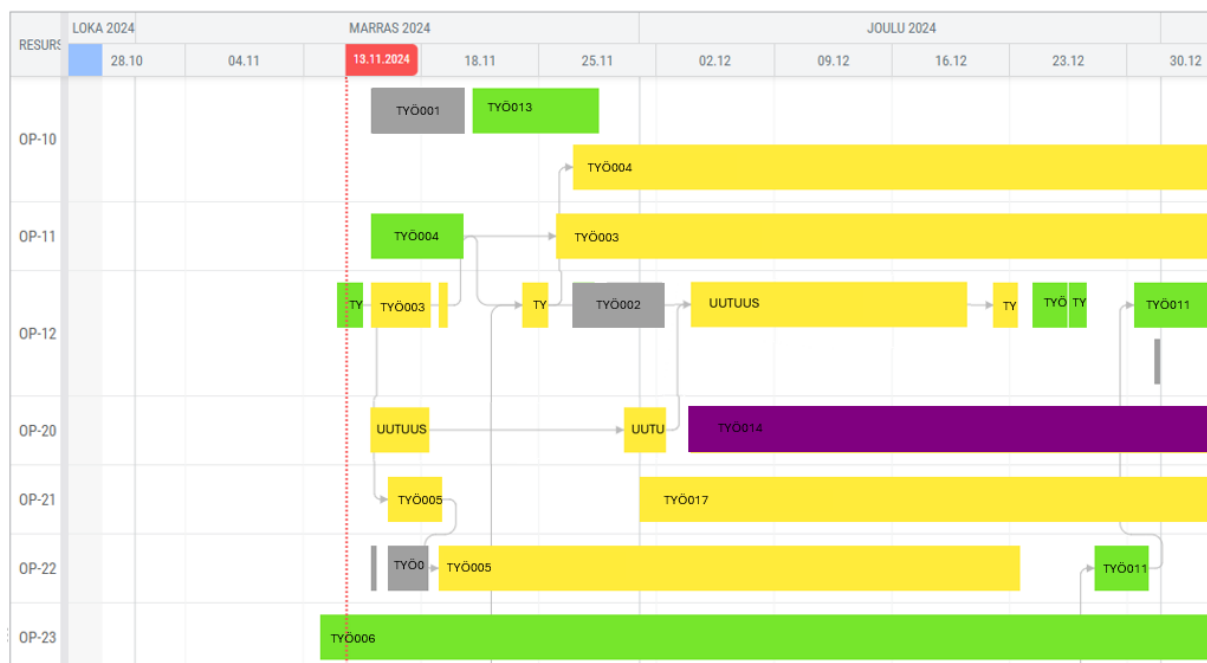
■ Suunniteltu ■ Aloituskelpoin ■ Aloitettu ■ Tilattu ■ Keskeytetty ■ Tehty ■ Valmis

KUVA 7. Työn vaihetieto töiden aloitus -ominaisuudella (Yritys 2024g)



KUVA 8. Resurssien työjono testikannan testauksessa (Yritys 2024c)

Kuvassa 8 voitiin nähdä visuaalisesti sopiva ajoitusajankohta mahdollisten uutuustuotteiden tuomiseksi tuotannon resurssien käytettäväksi. Kuvassa 9 uutuustuote oli tuotu työjonon ohelle. Uutuustuotteen kolme erillistä työvaihetta kuormitti kahta eri resurssia. Työn yhteenkuuluvuus näkyi ohuen harmaan nuolen avulla.



KUVA 9. Resurssien työjono testikannan testauksessa uutuustuotteen kanssa (Yritys 2024d)

Testialustan ominaisuuden avulla voitiin tarkastella visuaalisesti tuotannon resurssien kuormitusta sekä resurssi- ja virtaustehokkuutta lean-ajattelutavan mukaisesti. Tuotannosuunnittelun tehokkaalla käytöllä olisi mahdollista poistaa ylimääräisiä odotusaikoja tuotteiden varastoinnissa ja sitä kautta hukkaa. Lomakkeelta voitiin myös huomata, mikäli jollakin resurssilla oli ylikuormaa ja toisella taas alikuormaa. Tällä tavoin oli mahdollista tasata kuormitusta resursseille.

Seuraavana tavoitteena oli yhdistää kirjauskäytännöt työohjeiden avulla. Kun jokainen työn kirjaaja sekä työlle kirjautuva henkilö käyttävät samanlaisia toimintatapoja, ei Lean Systemsin uuden version käyttämistä tiedoista jää puuttumaan mitään oleellista. Kirjaustapoja on useita, joten ohjeen tekeminen oli haastavaa. Oli huomioitava, että mikäli kirjaus tehdään tietyllä tavalla, voi sieltä jäädä puuttumaan oleellista tietoa, vaikka itse kirjaus olisi nopeaa. Kun taas lisätään kirjaajan työkuormaa, voi ilmetä työtapojen muutokseen vastustusta.

Kun kirjausohjeet on saatu ajan tasalle, on vuorossa henkilöstön koulutus. Ensiksi koulutetaan esihenkilöstö, jotta heillä on tarvittava tietotaito tuotannon henkilöiden oikean kirjautumistavan opastamiseen. Tämän jälkeen koulutetaan tuotannon henkilöt. Myyntitilausten ja töiden kirjaukset opastetaan ainoastaan esihenkilötasolle, ja tuotannon henkilöt koulutetaan ainakin alkuun ainoastaan työlle kirjautumiseen liittyvien toimintojen osalta.

Tuotannosuunnittelutyökalu tulee käytettäväksi Lean Systemsin päivityksen yhteydessä, mikä on ajoitettu ensi vuoden helmikuun 20. päivää. Samalla otetaan tuotannosuunnittelutyökalu käyttöön koko henkilöstöllä käyttöönottosuunnitelman mukaisesti. Käyttäjien on tarkoitus kerätä ajatuksia, tietoa mahdollisista toimintatavoista ja testata todellista tuotannosuunnittelutyökalua todellisilla tuotteilla ja valmistusajoilla. Näiden huomioiden ja parannusehdotusten pohjalta tehdään tarvittavia muutoksia toimintatavoissa tai tehdään muutosehdotuksia työkaluun.

Kun työkalua on käytetty mahdollisten muutosten jälkeen noin kaksi kuukautta, arvioidaan työkalun toimivuutta ja sen kehittämistarpeita uudelleen. On myös otettava huomioon mahdollisuus, että kyseinen tuotannosuunnittelutyökalu ei tule olemaan toimiva kyseisessä toimipaikassa tai yrityksessä pidemmällä tähtäimellä. Tässä tapauksessa tietoa ja aineistoa tuotannon ohjausjärjestelmän toiminnasta voidaan käyttää valittaessa toista työkalua.

4 YHTEENVETO, JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Alkukartoituksen haastattelujen ansiosta saatiin heräteltyä henkilöstön mielenkiinto ja uteliaisuus tulevaa tuotannosuunnittelutyökalua kohtaan. Haastateltu henkilöstö joutui pohtimaan työkalun tarpeita ja tarpeellisuutta oman työn ja työnkuvan kautta. Yleisin toive työkalusta oli sen helppokäyttöisyys sekä tiedonkulun reaaliaikaisuus järjestelmässä ja käyttäjien välillä. Työkalu tulee avustamaan Lean-ajattelutavan mukaisesti sekä resurssi-, että virtaustehokkuuden tarkastelua ja parantamista. Tuotannosuunnittelutyökaluihin tutustuminen antoi vertailupohjaa olemassa olevan toiminnanohjausjärjestelmän versiopäivityksessä päivittyviin uusiin tuotannosuunnittelun ominaisuuksiin. Yrityksessä punnittiin kustannushyötyvaikutusta ja pyrittiin hyödyntämään olemassa olevaa toiminnanohjausjärjestelmää.

4.1 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteina oli kartoittaa yrityksen tilanne haastattelemalla yhden yksikön henkilöstöä ja tarkkailemalla tilannetta alkukartoituksen yhteydessä. Haastattelujen ja tarkkailun ansiosta tultiin samaan johtopäätökseen, tuotannosuunnittelutyökalulle oli selkeä tarve, kuten jo ennen työn aloitusta tiedostettiin. Opinnäytetyön tavoitteena ollut tuotannosuunnittelutyökalun käyttöönottosuunnitelma on aikataulutettu realistisesti ja osa sen vaiheista on jo toteutettu.

Tuotannosuunnittelutyökalun käyttöönottosuunnitelmaa laatiessa oli otettava huomioon kuinka kauan tietyille toiminnoille olisi hyvä varata aikaa. Oli pohdittava henkilöstön realistinen koulutusmahdollisuuden ja koekäytön aikataulu, sekä ajoittaa käyttöönottosuunnitelman viimeinen vaihe. Käyttöönottosuunnitelma on realistinen, ja täysin toteutettavissa oleva sellaisenaan.

Työkalun uusien ominaisuuksien testiversiota on testattu onnistuneesti tuomalla uutuustuote tuotannon resurssien käyttöön. Työkalusta on nähtävissä tuotannosuunnittelun resurssien tilanne ja mahdolliset vapaat ajankohdat muidenkin tuotekehityksessä olevien tuotteiden tuomiseksi tuotantoon.

Lean Systemsin versiopäivityksen ajankohta tuli saada sellaiseen tilanteeseen, että mahdollisten ongelmien syntyessä siitä aiheutuisi mahdollisimman vähän vahinkoa tuotannon toiminnassa. Tuotannon toimintojen tulee pysyä toiminnassa, tavaran vastaanoton ja lähetyksen, sekä myyntitilausten ja töiden osalta. Lisäksi oli huomioitava varaston inventointi ja tilinpäätökseen liittyvät toiminnot, mitkä keskittyvät vuoden vaihteen molemmille puolille. Lean Systemsin version 10.2 päivitys tullaan ottamaan käyttöön vasta ensi vuoden helmikuussa alkuperäisen suunnitelman, loppuvuoden, sijaan.

Opinnäytetyö on tehty eettisesti. Haastattelut on toteutettu teemahaastatteluna, koska se on nopein ja suosituin tapa kerätä tietoa. Niiden tuottamaa yhteenvetoa voidaan pitää luotettavana. Haastattelut suoritettiin yhden toimipisteen henkilöstölle, mutta ne edustavat hyvin yrityksen koko henkilöstöä tuotannosuunnittelutyökalun käyttöönotosta ja tarpeellisuudesta. Tieto tuotannosuunnittelutyökaluista on suoraan niiden tarjoajilta, joten heiltä saatua tietoa voidaan pitää paikkansapitävänä.

4.2 Pohdinta

Opinnäytetyö on ollut mielenkiintoinen ja antanut paljon käytännön kokemusta, projektihallinnasta, aikataulutuksesta ja siinä pysymisestä sekä vuorovaikutuksesta yrityksen eri asemassa olevien henkilöiden kanssa. Haastattelut ovat tuoneet esiin monia huomioon otettavia asioita sekä auttaneet

ajattelemaan tuotannonsuunnittelutyökalun käyttöönoton haasteita ja pohtimaan käytännön toteutusta jo etukäteen esihenkilötasolla sekä ylemmän johdon asemassa. Yrityksessä on hyvin erilaista tuotantoa eri toimipaikoilla, joten myös tuotannonsuunnittelun tarpeet ovat hyvin erilaisia.

Erilaisiin tuotannonsuunnittelutyökaluihin ja tuotannonsuunnittelumahdollisuuksiin tutustuminen auttoi ymmärtämään niiden mahdollisuuksia ja rajoituksia. Oli haastavaa vertailla kunkin järjestelmän tuomia etuja ja rajoitteita, mutta yrityksessä todettiin yhteisellä päätöksellä hyödyntää olemassa olevaa toiminnanohjausjärjestelmää. Päätös tehtiin, koska täysin erilliset järjestelmät eivät aina toimi tarvittavalla nopeudella. Lisäksi valinta on kustannustehokkain, koska toiminnanohjausjärjestelmä oli jo käytössä, ja uudet tuotannonsuunnittelun ominaisuudet päivittyvät versiomuutoksen yhteydessä.

Tuotannonsuunnittelutyökalun tarkoitus on auttaa selkeyttämään esimiestyötä ja poistamaan päällekkäisyyksiä tuotannon toiminnoissa ja työskentelytavoissa. Myös palaverikäytännöt tulevat muuttumaan, kun todellista dataa voidaan hyödyntää töiden ja resurssien yhdistämisessä toimipisteen sisällä. Tämä mahdollistaa reagoinnin jättämiin ja materiaaliuutteisiin välittömästi, eikä kaikki ole muistin varassa. Osastojen väliin kuormituksiin ja työkuormaan pystytään reagoimaan lyhyellä aikataululla, mikä auttaa työnkierron lisäämistä sekä osastojen sisällä että eri osastojen välillä. Tuotannonsuunnittelu työkalun käyttöönoton jälkeen nähdään vaivattomasti kaikkien yksiköiden ja osastojen kuormitus ja kapasiteetti. Tämän ansiosta myynti- ja tuotekehitystiimi voi luvata eri yksiköiden kautta kulkevia uusia tuotteita todellisiin toimitusaikoihin peilaten. Tuotekehityksessä olevien tuotteiden tuominen tuotantoon selkeytyy ja tämän ansiosta myös läpimenoaika asiakkaalle nopeutuu. Myös erilaiset prototyöt voidaan aloittaa nopeammalla aikataululla, kun huomataan suunnittelutyökalun avulla tuotannon resurssien olevan vapaana.

Haastattelujen ansiosta kehittyneen tiedon ja jatkuvan oppimisen vuoksi opinnäytetyön laajuus ja aikataulut ovat muuttuneet toteutuksen aikana. Aikataulumuutoksien vuoksi tuotannonsuunnittelu työkalu tulee palvelemaan projektin kokonaisuutta paremmin ja parantaa lopputuloksen sopivuutta oman yrityksen tarpeisiin. Tuotannonsuunnittelutyökalun tarjoajia ja mahdollisuuksia on useita, yrityksessä on ensisijaisesti pyritty hyödyntämään jo olemassa olevia tuotteita. Haastattelun ja testialustan testauksen perusteella tämä on osoittautunut järkevimmäksi vaihtoehdoksi.

Yrityksessä on ollut tarve tuotannonsuunnittelutyökalulle ja visualisoinnille jo pitkään. Keskustelu aiheesta on lisännyt tarkkuutta töiden kirjauksissa ja herättänyt aktiivista kiinnostusta henkilöstössä. Mikäli lopputyöhön liittyvää keskustelua ja haastatteluja ei olisi ollut, olisi muutos ollut todennäköisesti hitaampaa. Tuotannonsuunnittelutyökalu tullaan ottamaan käyttöön pilottina yhdessä yksikössä ja toteutetaan sitten muissakin yksiköissä.

Suunnitelman viimeisenä vaiheena on järjestelmän arviointi ja edelleen kehittäminen. Tässä vaiheessa tullaan pohtimaan järjestelmän toimintaa ja lopullista sopivuutta yrityksen tarpeisiin. Vaihtoehtoisesti voidaan harkita edelleen kehittämisen tai kokonaan toisen järjestelmän käyttöönottoa. Molemmilla vaihtoehdoilla tulee olemaan lisäkustannuksia, mutta tarvittavaa tietoa eri vaihtoehdoista sekä kokemusta työkalun käytöstä on enemmän, mikä tulee helpottamaan seuraavan päätöksen tekemistä.

Mikäli yrityksessä olisi enemmän käyttökokemusta tuotannonsuunnittelutyökalun käytöstä, olisi voitu selvittää yksityiskohtaisemmin eri toiminnanohjausjärjestelmien tai tuotannonsuunnittelutyökalun tarjoajien vaihtoehtoja. Todennäköisesti toiveet ja tarpeet olisivat olleet paremmin tunnistettavissa.

Mutta toteutetulla tavalla yritys saa kustannustehokkaasti työkalun käyttöön ja myöhemmässä vaiheessa voidaan aloittaa sen kehittäminen tai harkitsemaan sen vaihtoa. Tällä hetkellä tämä on varmasti paras vaihtoehto. Vaikka Lean Systems on lisännyt versiopäivityksessä ominaisuuksia testiversiossa olleisiin nähden, tiedetään ettei se tule sellaisenaan vastaamaan täysin yrityksen tarpeisiin.

Uskon opinnäytetyön aikana hankituista tiedoista ja taidoista olevan hyötyä tulevaisuudessa. Tuotannonsuunnittelutyökalun käyttö, erilaiset haastattelutilanteet, projektinhallinta sekä aikataulutus ovat olennaista tietoa insinööritason työelämässä.

Yhteistyö yrityksessä sisäisesti, sekä oppilaitosten kanssa, on ollut tiivistä ja yrityksen tuki on ollut vahvaa koko prosessin ajan. Opinnäytetyö on edennyt aikataulun mukaisesti ja asetettu tavoite saavutettiin.

LÄHTEET

Arkkola, J. 2024a. Intro, ipes by Pinja. PowerPoint-diat. Yrityskohtainen esittely. Pinja Digital Oy 28.5.2024

Arkkola, J. 2024b. Intro, ipes by Pinja. Teams-palaveri. Yrityskohtainen esittely. Pinja Digital Oy 28.5.2024

Heraeus Electro-Nite 2023. Foundry Measurements. PDF. Foundry Measurement in ferrous and non-ferrous melts. Heraeus Electro-Nite 14.4.2024

Heraeus Electro-Nite 2024. Chameleon. PDF. Chameleon Tap into new electric arc furnace optimization potentials. Heraeus Electro-Nite 14.4.2024

Heraeus Electro-Nite n.d.a. Chameleon - Semi-Continuous, Optical Temperature Measurement. <https://www.heraeus-electro-nite.com/en/products/chameleon/>. Viitattu 14.4.2024

Heraeus Electro-Nite n.d.b. Technology for Measurement in Molten Metals. <https://www.heraeus-electro-nite.com/en/>. Viitattu 14.4.2024

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2008 Tutkimushaastattelu, Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Gaudeamus Oy

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2022. Tutkimushaastattelu, Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. E-kirja. Helsinki: Gaudeamus Oy. Viitattu 8.7.2024

Joronen, T., Kovács, J. & Majanne, Y. 2007. Voimalaitosautomaatio. 4. painos Helsinki: Copy-Set Oy

Liker, J. & Convis, G. 2012. Toyotan tapa Lean-johtamiseen. Hämeenlinna: Kariston kirjapaino Oy

Roima intelligence inc. 2024a. Lean Systems PowerPoint-diat Perustiedot Kalenterit ja resurssit. Roima intelligence inc.. 17.5.2024

Roima intelligence inc. 2024b. Works Balancer. PowerPoint-diat. Works Balancer käyttöohje. Roima intelligence inc. 17.5.2024

Roima intelligence inc. 2024c. Works Balancer. PowerPoint-diat. Yleistä tuotannon suunnittelusta. Roima intelligence inc. 17.5.2024

Six Sigma n.d.. Yleistä Lean Six Sigmasta. . <https://sixsigma.fi/leansixsigmasta/>. Viitattu 20.9.2024

Yritys 2024a Kapasiteettitarve henkilöinä. Kuvakaappaus Excel-tiedostosta. Viitattu: 7.5.2024

Yritys 2024b Kapasiteettitarve tunteina. Kuvakaappaus Excel-tiedostosta. Viitattu: 7.5.2024

Yritys 2024c Resurssien työjono. Kuvakaappaus tuotannosuunnittelutyökalun testikannasta. Viitattu: 13.11.2024

Yritys 2024d Resurssien työjono uutuustuotteen kanssa. Kuvakaappaus tuotannosuunnittelutyökalun testikannasta. Viitattu: 13.11.2024

Yritys 2024e Tuotantoprosessikaavio. Kuvakaappaus. Tuotannon suunnittelu ja -ohjaus Viitattu: 30.4.2024

Yritys 2024f Tuotekehityksen suunnitteluprosessi. Kuvakaappaus. Tuotannon suunnittelu ja -ohjaus Viitattu: 30.4.2024

Yritys 2024g Työn vaihetiedon värien selitykset. Kuvakaappaus tuotannosuunnittelutyökalun testikannasta Viitattu: 13.11.2024

LIITTEET

LIITE 1 SALATTU