



Lisäävän valmistuksen tehostaminen hankinnassa

Opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Konetekniikka, Riihimäki

Kevät 2024

Juho Mäkelä

Koulutuksen nimi: Konetekniikka

Tekijä Juho Mäkelä

Työn nimi Lisäävän valmistuksen tehostaminen hankinnassa

Ohjaaja Veli-Jukka Kara

Tiivistelmä

Vuosi 2024

Lisäävä valmistus kehittyi ja sen tuomat edut kasvavat vuosi vuodelta.

Valmistusmenetelmän historia on vain noin 40 vuotta, joten voidaan puhua suhteellisen uudesta valmistusmenetelmästä. Yrityksen taustalla on aina asiakkaat, joiden palveleminen on todella tärkeää. Lisäävällä valmistuksella pystytään palvelemaan paremmalla tasolla ja tuomaan osille parempia ominaisuuksia oikeanlaisilla toimilla. Osan mennessä rikki, on yleensä kiire, mihin voitaisiin pystyä vastaamaan lisäävällä valmistuksella. Kuitenkin nopeaan vastaukseen tarvitaan vahva taustatyö ja ymmärrys lisäävän valmistuksen mahdollisuuksista.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Valmet Technologies Oy. Valmet Technologies Oy on osa Valmet Oyj toimintaa, joten toimeksiantajan tiedot on otettu Valmet Oyj:n mukaan. Valmet on suuri globaaliyrittäjä, joka tähtää teknologian johtajuuteen. Lisäävän valmistuksen potentiaali on huomattu yrityksessä.

Opinnäytetyössä esitellään lisäävän valmistuksen ja hankinnan ominaisuuksia, jotta ymmärretään menetelmän ja hankinnan rooli yrityksessä ja niiden tuoma potentiaali. Teoria on tehty taustatyöksi, jotta ymmärretään projektin tuloksia.

Opinnäytetyön tavoitteena oli etsiä mahdollisia keinoja löytää potentiaalisia lisäävän valmistuksen osia. Toisin sanoen tehtävänä oli löytää erilaisia näkökulmia. Näkökulmia etsittiin oletuksien ja haastatteluiden avulla. Tutkimuksen aikana löydettiin neljä erilaista näkökulmaa. Näkökulmien ongelmat ja potentiaalisuus on perusteltu teorian avulla. Jotta pystytään katsomaan näkökulmien arvo, tarkisteltiin yhtä näkökulmaa tarkemmin. Valitusta näkökulmasta löydettiin noin 114 tuotetta, jotka jatkoivat lisäävän valmistuksen prosessiin.

Toinen tavoite oli luoda tietynlainen toimintamalliehdotus hankinnan ja lisäävän valmistuksen ammattilaisten välille käyttäen yrityksen ohjelmistoja. Edellistä toimintamallia ei ollut, joten toimintamalliehdotus tehtiin alusta saakka haastatteluiden ja työkokemuksen perusteella. Toimintamalliehdotuksesta kerättiin mielipiteitä, jotta varmistuttiin sen toimivuudesta. Hankinnan ja lisäävän valmistuksen ammattilaiset pitivät toimintamallia yksinkertaisena, helppo käyttöisenä sekä tarpeellisena.

Opinnäytetyötä voidaan pitää onnistuneena, koska tutkimuskysymyksiin saatiin vastaukset ja aikataulu piti alusta loppuun saakka. Lisäksi opinnäytetyön aikana saatiin selviä tuloksia, jota pystyttiin perustelemaan teoria kautta, mikä tekee tuloksista luotettavamman.

Avainsanat Lisäävä valmistus, 3D-tulostus, tuotetiedonhallinta, hankinta

Sivut 52 sivua

Name of Degree Programme: Mechanical engineering
Author Juho Mäkelä
Subject Additive manufacturing efficiency in procurement
Supervisors Veli-Jukka Kara

Abstract
Year 2024

Additive manufacturing is developing, and it brings more benefits year by year. The roots of additive manufacturing are only from forty years ago, so it can be viewed as a new manufacturing method. Enterprises want to grow, and customers are most important part of business. Customer service must improve to keep current customers and get new ones. It is possible to provide a higher level of services and bring about better features to parts with suitable actions. Also, additive manufacturing gives parts more efficient features which makes them unique. If part fails, company need replacements urgently. To serve fast with additive manufacturing, companies must have done background research and have strong understanding of what additive manufacturing could give.

The commissioner of the thesis is Valmet Technologies Oy. Valmet Technologies Oy is part of Valmet Oyj and information is taken from Valmet Oyj. Valmet Oyj is a huge global company which aims to be one of top technology leader. New technology, additive manufacturing has been noticed in Valmet Oyj.

The thesis includes has information about procurement and additive manufacturing features to better understand additive manufacturing and procurement roles in the company and what potential these departments will bring.

One of the thesis goals was to find different methods to find additive manufacturing parts. In other words, the goal was to find different viewpoints and benefits to them. Viewpoints were found by interviewing and setting assumptions. During research, four different viewpoints were identified. The problems and potential of viewpoints were based on theory. One of viewpoints was viewed more precisely. Based on these findings, the importance of each viewpoint and the success of the thesis can be determined. Approximately 115 items were found from the selected viewpoint.

Second goal was to create model for action between procurement and additive manufacturing professionals using company's software. Since there was no previous model, the suggestion was developed from beginning based on interviews and work experience. To ensure the functionality of the model, feedback was collected from procurement and additive manufacturing professionals. Professionals considered the model to be simple, user-friendly and necessary.

Thesis can be considered successful because answers were obtained to the research questions, and the schedule was maintained from start to finish. Another successful aspect was the results. The results were based on theory, which makes them more reliable.

Keywords Additive manufacturing, 3D printing, Product data management, Procurement.
Pages 52 pages

Käsitteistö

AM	Additive Manufacturing
BJT	Binder Jetting
CAD	Computer-aided Desing
CRM	Customer Relationship Management,
DED	Directed Energy Deposition
DMD	Digital Micromirror Device
EMEA	Europe, Middle East and Africa
ERP	Enterprise Resource Planning,
JIT	Just in time
KPI	Key Performance Indicators
MEX	Material Extrusion
MJ	Material Jetting
PBF	Powder Bed Fusion
PDM	Product Data Management,
ROI	Return on Investment
SHL	Sheet Lamination
VPP	VAT Photopolymerization

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Toimeksiantaja Valmet Oyj	2
3	Lisäävä valmistus AM	5
3.1	Historia	5
3.2	Hyödyt	6
3.3	Haasteet	7
3.4	Valmistusmenetelmät.....	8
3.4.1	Materiaalin pursotus (Material Extrusion MEX)	8
3.4.2	Materiaalin ruiskutus (Material Jetting MJ).....	10
3.4.3	Suorakerrostusmenetelmä (Directed Energy Deposition DED).....	11
3.4.4	Jauhepetimenetelmä (Powder Bed Fusion PBF)	13
3.4.5	Nesteen fotopolymeriosinti (VAT Photopolymerization VPP)	15
3.4.6	Sidosaineruiskutus (Binder Jetting BJT)	16
3.4.7	Laminointimenetelmä (Sheet lamination SHL).....	17
4	Hankinta.....	18
4.1	Prosessi	19
4.2	Tehokkuuden valvonta	21
5	Varastointi.....	22
5.1	Lisäarvo	22
5.2	Periaate	23
5.3	Varastointikustannukset	24
6	Projektissa käytetyt ohjelmistot	25
6.1	Tuotetiedonhallinta PDM.....	25
6.2	Toiminnanohjausjärjestelmä ERP	26
6.3	Asiakkuudenhallinta CRM	28
7	Projekti.....	29
7.1	Aikataulu	29
7.2	Menetelmät	30
7.3	Lähtötiedot.....	30
7.4	Näkökulmien kerääminen.....	30
7.4.1	Nopeutettu toimitus.....	31
7.4.2	Varastoitavat nimikkeet.....	32
7.4.3	Riskit toimittajaketjussa	33
7.4.4	Materiaali.....	34

7.5	Näkökulman valinta.....	35
7.6	Toimintamalliehdotus	35
7.7	Tulokset	37
8	Yhteenveto ja pohdinta	38
	Lähteet	40

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1	Globaalin Valmetin jakautuminen alueittain (Valmet, n.d.-a)	2
Kuva 2	Valmetin 4 arvoa (Valmet, n.d.-a).....	3
Kuva 3	Valmetin strategia (Valmet, n.d.-b).....	4
Kuva 4	Materiaalin pursotus (Loughborough University, n.d.-a)	9
Kuva 5	Materiaali ruiskutuksen prosessi (Hubs, n.d.).....	11
Kuva 6	DED-menetelmän toiminta (Ahn, 2021).....	12
Kuva 7	Haastavia muotojen tekeminen DED-prosessissa (Engineering Product desing, 2019)	12
Kuva 8	Suorakerrostusmenetelmä robotilla (Laser Systems Europe, n.d.).....	13
Kuva 9	Jauhepetimenetelmän prosessi (Loughborough University, n.d.-b)	14
Kuva 10	Nesteen fotopolymerisointi, vektoriskannaus (Dassault Systems, n.d.)	15
Kuva 11	Sidosaineruiskutuksen prosessi (ExOne, n.d.).....	16
Kuva 12	Kerroslaminointi toiminta (Loughborough University, n.d.-c)	18
Kuva 13	Hankinta prosessin vaiheet (Jenkins, 2023).....	20

Kuva 14 Kysyntä-toimitusketju (Logistiikan maailma, n.d.).....	24
Kuva 15 Toimituksen luoma lisäarvo.....	31

1 Johdanto

Opinnäytetyön tehtävänanto pohjautuu uuteen valmistusmenetelmään. Tehtävän tarkoituksena oli lisätä mahdollisuuksia tunnistaa osia ja löytää niitä. Lisäävä valmistus on vielä hyvin pienessä osassa teollisuuden valmistusmenetelmiä. Uusi valmistusmenetelmä kasvaa vuosi vuodelta suuremmaksi ja lisäävää valmistusta pystytään soveltamaan paremmin eri teknologian osa-alueilla.

Lisäävä valmistus voi hyvin olla avain asemassa hankinnassa varsinkin varaosa puolella. Yleensä kun asiakas tarvitsee jotain, on mennyt se rikki ja se tarvitaan mahdollisimman pian. Teollisuudessa jopa pienet pajat voivat olla aika täynnä ja tämän takia toimitusajat voivat olla jopa 10 viikkoa ilman, että tuote saadaan työn alle.

Työn tarkoituksena on kartoittaa massiivisesta tietokannasta erilaisia näkökulmia, joilla voitaisiin löytää mahdollisia osia lisäävälle valmistukselle. Näkökulmaksi voidaan esimerkiksi valita varastoinnin helpotus. Näkökulmat käydään läpi tukiverkoston kanssa ja näistä jatkojalostetaan yhtä näkökulmaa. Jatkojalostuksen tarkoitus on löytää mahdollisia lisäävän valmistuksen osia. Potentiaalisten osien jälkeen voidaan arvioida näkökannan arvokkuutta.

Opinnäytetyön yhtenä tehtävä on luoda toimintamalliehdotus. Toimintamallin kuuluisi ohjata hankintaa ja 3D-osastoa toimintatavoista, jotta saavutetaan mahdollisimman suuri hyöty prosessista. Varaosien skaala on todella suuri, joten toimintamalli myös ohjaa nimikkeiden siirtymistä 3D-osastolle erilaisten kriteerien avulla.

Opinnäytetyötä ohjaa tutkimuskysymykset ”Miten löydetään mahdollisia lisäävän valmistuksen osia” ja ”Miten pystytään luomaan sellainen toimintamalli, jolla saadaan kierrätettyä tuotteita 3D ammattilaisten kautta”. Tutkimuskysymykset ohjaavat opinnäytetyötä ja varmistavat tutkimuksen pysymisen aiheessaan.

Opinnäytetyön tavoitteena on jättää mahdolliset näkökulmat myöhemmin tutkittavaksi. Valitusta näkökulmasta halutaan löytää potentiaalisia tuotteita. Toisaalta, jos näitä ei löytynyt, voidaan todeta näkökulma läpikäydyksi, ilman selvää hyötyä. Opinnäytetyön aikana tehty toimintamalliehdotus voitaisiin käyttää pohjana, kun muut tärkeät muutokset on saatu järjestelmään.

Opinnäytetyössä on yleisesti kerrottu etenemisestä kuten haastatteluiden sisältö on pidetty salassa. Toimenpiteillä varmistetaan opinnäytetyön kelpoisuus julkiseksi.

2 Toimeksiantaja Valmet Oyj

Valmet on maailmanlaajuinen yritys. Sen pääkonttori sijaitsee Suomessa Espoon kunnassa. Yrityksen liiketoiminta voidaan jakaa viiteen eri ryhmää. Näitä ryhmiä ovat sellu ja energia, paperit, automaatiojärjestelmät, virtauksen jako ja palvelut. (Valmet, n.d. -a)

Valmetilla työskentelee noin 17 500 työntekijää ympäri maailmaa. Suurin osa työntekijöistä työskentelee Euroopassa. Euroopan alueeseen kuuluu myös Lähi-itä ja Afrikka. Aluetta kutsutaan lyhenteellä EMEA. Liikevaihto oli 5,1 miljardia euroa vuonna 2022. Suurin alue liikevaihdoltaan oli EMEA. (Valmet, n.d.-a) (Kuva 1)


Kuva 1 Globaalin Valmetin jakautuminen alueittain (Valmet, n.d.-a)



Valmetilla on neljä erilaista arvoa. Valmet pitää ensimmäisenä arvona asiakkaita. Halu tehdä asiakkaiden kanssa kehitystyötä. Toisena arvona on uudistuminen. Maailma muuttuu kovaa tahtia ja muutosta pitää tapahtua myös yrityksessä. Valmet haluaa panostaa uusiin ajatuksiin ja yhteiseen tulevaisuuteen. Kolmantena arvona on erinomaisuus. Tällä painotetaan

edistymistä päivärutiineissa. Viimeisenä ovat ihmiset. Ilman ihmisiä tuloksia ei synny ja hyvässä työympäristössä tuloksia syntyy enemmän ja laadultaan parempia. (Valmet, n.d.-a)

Kuva 2 Valmetin 4 arvoa (Valmet, n.d.-a)

			
ASIAKKAAT Parannamme asiakkaidemme suorituskykyä	UUDISTUMINEN Edistämme tuoreita ajatuksia ja luomme tulevaisuutta	ERINOMAINEN TOIMINTA Parannamme suoritustamme joka päivä saavuttaaksemme tavoitteemme	IHMISET Teemme tuloksia yhdessä

Valmet on tehnyt itselleen yleispätevän ohjeen strategian eteenpäin viemiseksi. Ensimmäiseksi Valmet luokittelee mission. Missiossa pyritään edistämään hiilineutraalisuutta uusiutuvilla raaka-aineilla. Raaka-aineista tehtävät tuotteet täytyy tehdä vastuullisesti ja kestävästi. Valmetin toisena asiana on strategia. Strategiassa toimitetaan edistyneitä, kilpailukykyisiä ja luotettavia tuotteita heidän liiketoimintalinjoillensa kuten energiateollisuudelle. Valmetin arvoissakin oli uudistuminen ja tämä on myös todella tärkeässä roolissa strategiassa. Kolmantena tulee siis jatkuva parantaminen ja uudistaminen. Tässä osiossa painotetaan painopisteitä eli ns. Must-Wins tilanteita. Näitä ovat erinomainen asiakastuntemus, teknologiajohtajuus, kehitetyt prosessit ja voittajapuoli. Tulevaisuudessa Valmet haluaa olla maailman paras asiakaspalvelussa ja teollisuuden alojen kehityksessä. Tätä vaihetta kutsutaan visioksi. (Valmet, n.d. -b)

Kuva 3 Valmetin strategia (Valmet, n.d.-b)



Valmet on perustettu noin 220 vuotta sitten. Valmet rakentuu monesta pienemmästä yrityksestä. Näiden yritysten kuten Karlstad Mekaniska Werkstad (KMW) juuret ovat 1800-luvulta. Valmetin juuret ovat myös Suomessa. Valmet oli ennen nimeltään Valtion metallitehdas. Nimi muuttui vuonna 1951. Seuraava iso investointi Suomessa oli Rautpohjan tehdas, joka valmistui 1950-luvun alkupuolella. Rautpohjassa valmistettiin paperikoneita. (Valmet, n.d.-c, viitattu 28.12.2023)

3 Lisävä valmistus AM

Lisävä valmistus poikkeaa täysin perinteisistä valmistusmenetelmistä. Lisävässä valmistuksessa tuote tehdään materiaalia lisäämällä. Perinteisissä valmistusmenetelmissä materiaalia poistetaan. Lisävää valmistusta käytetään konepajateollisuudessa, lääketieteessä, koulutuksessa, arkkitehtuurissa ja viihteessä. (SFS-EN ISO/ASTM 52900:2021, s.5)

3.1 Historia

Lisävää valmistusmenetelmää pidetään suhteellisen uutena valmistusmenetelmänä. Lisäväen valmistuksen idea keksittiin 1980- luvulla Japanissa. Japanissa oli tuolloin talouden muutos ja tietokoneet yleistyivät. Hideo Kodaman sai mahdollisuuden tehdä prototyyppijärjestelmän. Järjestelmä käytti ultraviolettivaloa kovettaakseen hartsin. Kodaman ei onnistunut saamaan patenttia, mutta häntä voisi pitää valmistusmenetelmän keksijänä. (Ashcroft, 2023)

Amerikassa keksijä Charles Hull sai patentin lisäävälle valmistukselle menetelmälle. Hull tarvitsi nopeasti pieniä erilaisia osia huonekaluihin. Rakennettu lisäväen valmistuksen tulostin perustui valokemialliseen reaktioon hartsin kanssa. Prosessissa tehtiin kerros kerrokselta tarvittava tuote. Prosessia kutsuttiin stereolitografiaksi SLA. (Ashcroft, 2023)

Stereolitografian keksimisen jälkeen, keksijät alkoivat etsiä enemmän uusia valmistusmenetelmiä. Vuonna 1991 tuli kolme uutta lisäväen valmistuksen menetelmää, jotka kaupallistettiin. Scott Crump keksi fuusioituneen kerrosvalmistuksen FDM. Crump perusti tuolloin yrityksen Stratasys. Toinen keksitty menetelmä oli kiinteän pinnan kovettaminen (SGC). Tekniikan esitteli yritys Cubital. Kolmas menetelmä oli laminoidun kappaleen valmistus (LOM), jonka taustalla vaikutti yritys Helisys. (Markforged, n.d.)

Vuosituhanen vaihteessa alettiin kiinnostumaan 3D-tulostimista. Kysynnän ansioista alkoi kilpailu parhaan koneen rakentamisesta ja alan johtajuudesta. Professori Adam Bowyer perusti yrityksen RepRap vuonna 2005. RepRap erikoistui itseään replikoiviin koneiseen eli yksi kone pystyisi tulostamaan toisen koneen osia. Projektin ansiosta kehitettiin fuusioituneen kerroksen valmistus (FDM). Tekniikka mahdollisti koneiden laajan leviämisen. Vuonna 2009 yritys MakerBot alkoi tuottamaan harrastajamallisia koneita markkinoille. Harrastajien kysynnän takia perustettiin toinen yritys Prusa Research vuonna 2011. Kilpailun

ansiosta saatiin markkinoille halpoja tulostimia. Tulostimissa ilmeni kuitenkin laadullisia ja teknisiä ongelmia. Vuonna 2013 yritys Markforged kehitti tulostimen, jolla pystyttiin tulostamaan metallia. Metallin tulostaminen avasi suuren määrän uusia sovelluksia. Metallin tulostus oli nyt yhtä helppoa kuin muovin tulostaminen. (May, 2022-a)

3.2 Hyödyt

Ihmiset kuvailevat lisäävää valmistusta vallankumouksellistavana tuotekehityksessä ja valmistuksessa. On myös puhuttu, että lisäävän valmistuksen ja uuden teollisen vallankumouksen takia perinteinen valmistus voisi loppua. Lisäävä valmistus on yksi sarja uusia menetelmiä, jotka muuttavat tapoja suunnittelussa ja mahdollistaa uusien yritysten perustamisen. Kysymys kuuluukin miksi on aiemmin mainittuja väitteitä sanottu? (Gibson ym., 2021, s.9)

Isot kokoonpanot voivat sisältää jopa osakokoonpanoja. Osakokoonpano voi koostua kokoonpanosta ja osista. Monien kokoonpanojen määrä on aiheuttaa paljon haittoja ja riskejä. Jokaisessa kokoonpanossa on riski osan tai komponentin rikkoutumisesta. Isot vaikeat kokoonpanot vievät paljon aikaa valmistua ja sen tekemiseen tarvitaan erikoistyökalut ja osaavat ammattilaiset. Isoissa kokoonpanoissa voi esiintyä komponenteissa naarmuja ja ne pitävät silloin uusia. Uudet tarkat komponentit pitää sopia toisiinsa täydellisesti, jotta ne sopivat. Lisäävällä valmistuksella voidaan yhdistää monen osan kokoonpanoja yhdeksi osaksi. Tämä yksinkertaistaa pääkokoonpanon rakennetta ja mahdollisesti pienentää hintaa ja jätteen määrään. Lisäksi kokoonpanon muuttaminen yhdeksi osaksi on paljon tehokkaampaa kuin perinteisesti tehtynä ja koottuna. (Padasak, 2022)

Yksi merkittävin etu lisäävässä valmistuksessa on muihin menetelmiin verrattuna, että kappale voidaan suunnitella vaatimusten mukaisesti, ilman perinteisten valmistusmenetelmien vaikuttamista. Tämän ansioista voidaan saavuttaa parempia esimerkiksi ilmapirtauksen muotoja, joilla voidaan tehostaa laitteiden toimintaa. Tällöin voidaan saada lisää tehoa prosessista, joka tuottaa enemmän arvoa yritykselle, vaikka itse osa olisikin kalliimpi. (Niittymies, 2019)

Lisäävällä valmistusmenetelmällä voidaan parantaa mekaanisia ominaisuuksia kuten osan kestävyyttä ja vahvuutta. Paremmista ominaisuuksista huolimatta osa voi olla painoltaan alkuperäistä kevyempi. Kappaleeseen voidaan tehdä rungon sisään hunajakennomainen rakenne, joka on kestävämpi ja vähentää kappaleen painoa. (Padasak, 2022)

Normaalisti uuden tuotteen kehittäminen vie vuosia. Prototyyppien tekeminen voi olla hyvin kallista ja vain yhtä kappaletta ei välttämättä tehdä. Lisäävällä valmistuksella on selvä etu näissä tilanteissa. Prototyyppi voidaan luoda päivässä tai viikon sisällä, kun taas perinteisiin valmistusmenetelmiin täytyisi luoda uudet työkalut ja monimutkaiset kasausvaiheet. Lisäävällä valmistuksella yritys saa nopeasti ja pienellä vaivalla prototyypin, jonka perusteella voidaan tehdä päätöksiä. Prototyyppien luonnin vuoksi uusia tuotteita tulee markkinoille nopeammin ja tehokkaammin. (Padasak, 2022)

Yksi suurimmista ongelmista varaosahankinnassa on se, että osaa ei saada tuotettua tarpeeksi nopealla aikataululla. Tehtaat ostavat itselleen hyvin vähän varastoon osia nykyisen maailman tilanteen takia. Ylimääräiset kulut halutaan poistaa. Kuitenkin varaosa tarvitaan mahdollisimman nopeasti. Yksi ratkaisu asiaan on digitaalinen varaosa. Nimensä mukaisesti digitaalinen varaosa ostetaan tiedostona. Yritys siis ei myy fyysistä tuotetta vaan tiedoston. Täten osa voidaan tehdä paikallisella lisäävän valmistuksen osaajalla. Toimitusaika lyhenee merkittävästi lähellä tuotetun kappaleen sijainnin ansiosta ja tuote saadaan nopeammin perille. Lisäksi tällaisessa tapauksessa yritys ei ota riskiä, että tuote vioittuu kuljetuksen aikana tai tuote puuttuu toimituksesta. Tullikulut jäävät myös pois. (Niittymies, 2019)

Varastoinnin merkitystä voidaan miettiä eri tavalla, kun otetaan avuksi lisäävä valmistus. Lisäävälle valmistukselle on ominaista toimittaa tarpeeseen. Lisäävässä valmistuksessa toimitusaika on hyvin pieni ja osa keretään valmistamaan tarpeeseen. Varastoinnista syntyy lisäkustannuksia, joten tuotteen arvo nousee varastossa. Pitkään varastossa ollessaan, tuotteen arvo on noussut, mutta osaa halutaan vähemmän valmistusvuoden takia. Lisäävä valmistus pienentää yrityksen riskiä varastoinnista. (May, 2022-b)

3.3 Haasteet

Vaikka lisäävässä valmistuksessa on paljon etuja, se tuo mukanaan paljon haasteita. Yksi suuri haasteista on investointikustannukset. Lisäävä valmistus tarvitsee laitteen lisäksi sovelluksen, jossa tehdään uudet suunnittelutyöt. Investointikustannuksia nostaa merkittävästi työntekijöiden koulutukset uuteen valmistusmenetelmään. Laitteistot ja oheislaitteet nostavat myös investoinnin hintaa. (May, 2022-b)

Lisäävään valmistukseen siirtyminen perinteisistä voi olla suuri kynnyksysymys. Tuotteen kustannus on yleensä korkeampi kuin perinteisesti tehdyn. Tuotetta tarvitsee muokata, jotta se olisi järkevää tulostaa. Lisäksi erikoiset materiaalit voivat olla hyvin hintavia varsinkin jos

materiaalia ei toimiteta omasta toimittajaketjusta. Tuotteiden tekeminen sarjoissa lisäävällä valmistuksella voi olla vielä hidasta ja se vaatii todella hyvän ammattitaidon, jotta siitä saadana hyöty irti. (May, 2022-b)

Lisäävälle valmistukselle haasteena on myös viimeistelykyky. Lisävalmistusjauhe on karkeampaa kuin metallijauhe. Toinen haaste on kerrostumisessa. Kun kerroksen poikkipinta-ala selvästi kasvaa tai pienenee, jää kerroksesta pintaan selvä kerroksen taso. Tätä voidaan verrata kartan topografiaan. Kerrostumisen ongelma yleensä hoituu lisävalmistusprosessilla kuten rummutuksella. Kerrokset saadaan muokattua tasaiseksi, mutta materiaalin poistuminen aiheuttaa mittojen muutoksia. Varsinkin sidosaineruiskutuksen menetelmissä tulee haasteita metallin sulamisen takia. Materiaali kutistuu noin 20 prosenttiyksikköä sintrauksen aikana. Tulostimet ovat yhä tarkempia, mutta menetelmä kohtaisia ongelmia voi ilmetä. Mittojen vaihtelu kerroksen tekemisen aikana heittää 0.5 %, joten suuremmissa kappaleissa täytyy olla isommat toleranssiluokat. Kutistuminen aiheuttaa myös ongelmia, kuten pyöreät muodot muuttuvat helposti ovaaleiksi ja ulokkeet alkavat roikkua. (Horizon Technology, 2021)

3.4 Valmistusmenetelmät

Lisäävästä valmistuksesta puhutaan yleisesti valmistusmenetelmästä. Kuitenkin lisäävä valmistus on ryhmä valmistusmenetelmiä. Valmistusmenetelmät jakautuvat standardin SFS-EN ISO/ASTM 52900:2021 mukaan seitsemään eri prosessiin. Prosessit käydään tarkemmin läpi, jotta ymmärretään valmistusmenetelmien mahdollisuudet. (Savonia, n.d.-a)

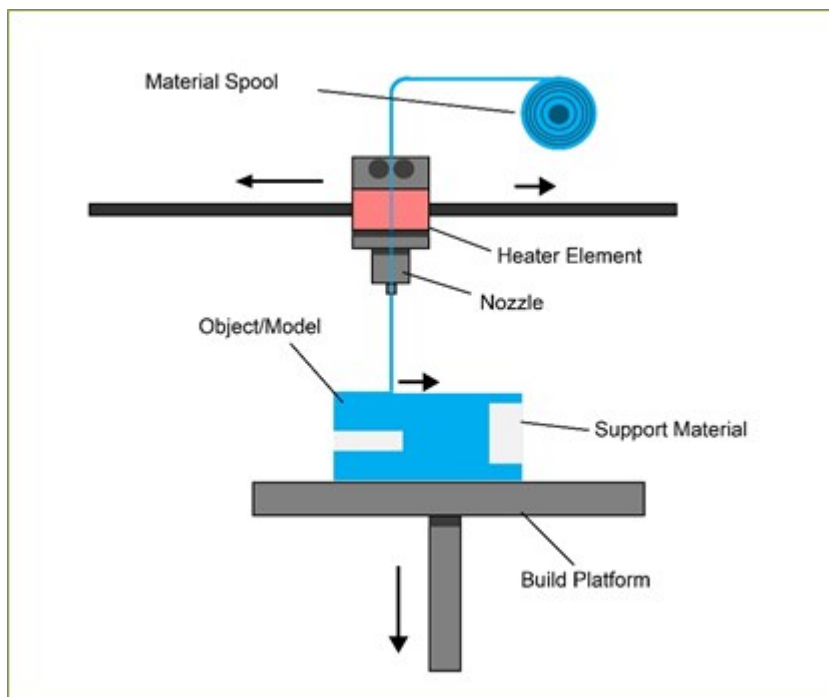
3.4.1 Materiaalin pursotus (Material Extrusion MEX)

Materiaalin pursotus toimii samalla periaatteella kuin kerman pursottaminen kakkuun. Tarvitaan painetta ja suutin, josta materiaali tulee ulos. Jos paine saadaan pidettyä vakiona, materiaalia tulee ulos jatkuvalla syötöllä ja materiaalin poikkileikkaus pysyy samana. Poikkileikkaukseen vaikuttaa myös suuttimen liike. Liike pitää optimoida syötön kanssa, jotta materiaalin poikkileikkaus pysyisi samana. Materiaalin pitää olla kiinteä ja sulan puolivälistä eli puolikiinteää, kun se tulee ulos suuttimesta. Puolikiinteä materiaali pitää muuttua kiinteäksi, kun se on pursotettu sille kuuluvaan paikkaan. Kuitenkin materiaalin pitää sulautua edelliseen kerrokseen, siten että kappaleesta tulee yhtäläinen. Materiaalin pursotuksen laitteen tulee aloittaa ja lopettaa pursotus skannauksen yhteydessä. Jokaisen kerroksen

kohdalla kone skannaa tulostustason. Kun taso on valmis, koneen täytyy nostaa suutinta tai laskea petiä z-akselin mukaisesti. (Gibson ym., 2021, s.171)

Materiaalivirtaa voidaan hallita kahdella eri menetelmällä. Perinteisesti materiaali sulatetaan lämmön avulla. Sulatettu materiaali nesteytetään säiliössä, josta se virtaa suuttimen läpi kappaleeseen ja sulautuu vieressä olevaan materiaaliin ennen materiaalin kiinteytymistä (Kuva 4). Sulattaminen on hyvin lähellä ekstruusiota, paitsi että suuttimeen pää on pystyssä. Normaalisissa ekstruusiossa suuttimen pää on vaakatasossa. Toinen vaihtoehto on saada materiaali kemikaalisesti kiinteytymään. Kemikaalisia tapoja voi olla esimerkiksi kovetteen käyttö, reaktio ilman kanssa tai märän materiaalin kuivattaminen. Tuotteet voivat kovettua tai kuivattua täysin stabiiliksi. Materiaalit ovat yleensä biokemikaalisia, koska ne sisältävät aktiivisia soluja. Biokemikaalisia materiaaleja ei ole markkinoilla paljoa. Yksi suuri etu kemikaalisessa menetelmässä on, että siinä ei synny lämpövaikutuksia. (Gibson ym., 2021, s.172)

Kuva 4 Materiaalin pursotus (Loughborough University, n.d.-a)



Materiaalin pursotuksessa voi olla eroavaisuuksia. Periaate on kuitenkin monissa sama. AM-tulostin pitää ladata täyteen materiaalia. Materiaali olomuoto muuttuu menetelmän mukaan nestemäiseksi. Nestemäinen materiaali saadaan suuttimen läpi paineen avulla. Kappaleen työstöradat ja parametrit ovat ennalta säädettyjä. Materiaali sitoutuu viereiseen materiaaliin itsestään tai toissijaisilla materiaaleilla saadaan muodostettua yhtäläinen kiinteä rakenne.

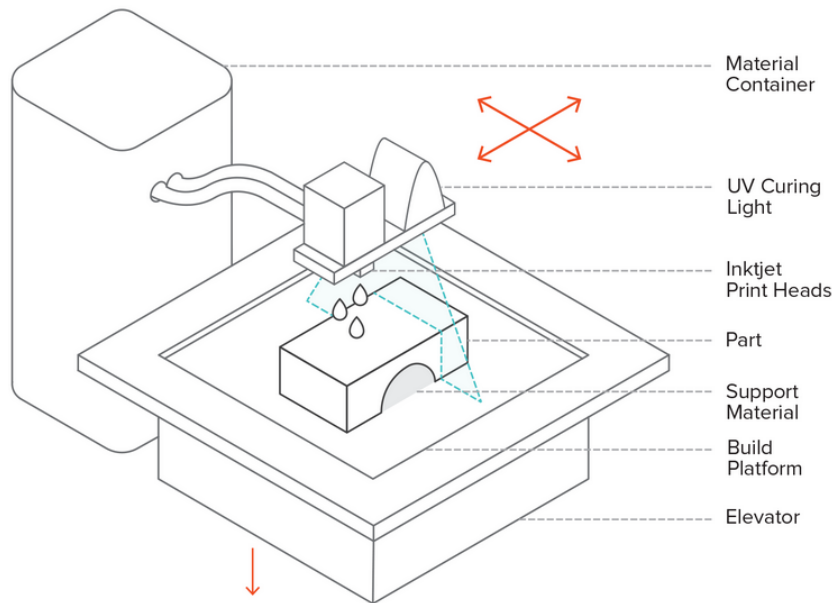
Tukirakenteilla saadaan tehtyä monimutkaisia geometrisiä muotoja. (Gibson ym., 2021, s.172)

3.4.2 Materiaalin ruiskutus (Material Jetting MJ)

Materiaali ruiskutusta pidetään nopeana ja tarkkana lisäävän valmistuksen menetelmänä. Materiaali ruiskutuksessa suihkutetaan hartsia pieninä pisaroina tulostinpetiin. Laitteiston perustoimintaosat ovat tulostuspäät, ultraviolettivalonlähteet, tulostusalue ja materiaalisäiliöt. Tulostuspäät ja valonlähteet sijaitsevat X-akselin palkilla, joka liikkuu tulostusalueen päällä edes takaisin. Palkin liikkuaessa levitetään materiaali ja kovetetaan se heti. Erikoisemmissa laitteissa tulostusalue pyörii, joten materiaalipäät eivät liiku. Materiaali on kooltaan noin 70 mikrometriä, kun se tulee ulos tulostinpäädästä. Materiaali kovettuu nopeasti, joka ehkäisee valumista tai kerääntymistä kappaleeseen. Menetelmä antaa siis korkean tarkkuuden ja sileät pinnat. (Kauppila, 2022)

Prosessi on itsessään hyvin yksinkertainen. Ensimmäiseksi lämmitetään nestemäinen hartsi 30–60 asteeseen, jotta materiaalille saadaan optimaalinen viskositeetti tulostusta varten. Viskositeettiä voidaan kuvailla nesteen virtausvastukseksi (Koppa, n.d.). Lämmityksen jälkeen tulostuspäät lähtevät liikkeelle. Tulostuspäät levittävät materiaalin tulostuspedille ja tulostuspäädästä oleva UV-valonlähde kovettaa pisarat heti. Näin on syntynyt osan ensimmäinen kerros. Kerroksen valmistumisen jälkeen tulostuspeti laskeutuu kerroksen verran alaspäin. Prosessi käy, kunnes kappale on valmis. (Hubs, n.d.)(Kuva 5)

Kuva 5 Materiaali ruiskutuksen prosessi (Hubs, n.d.)



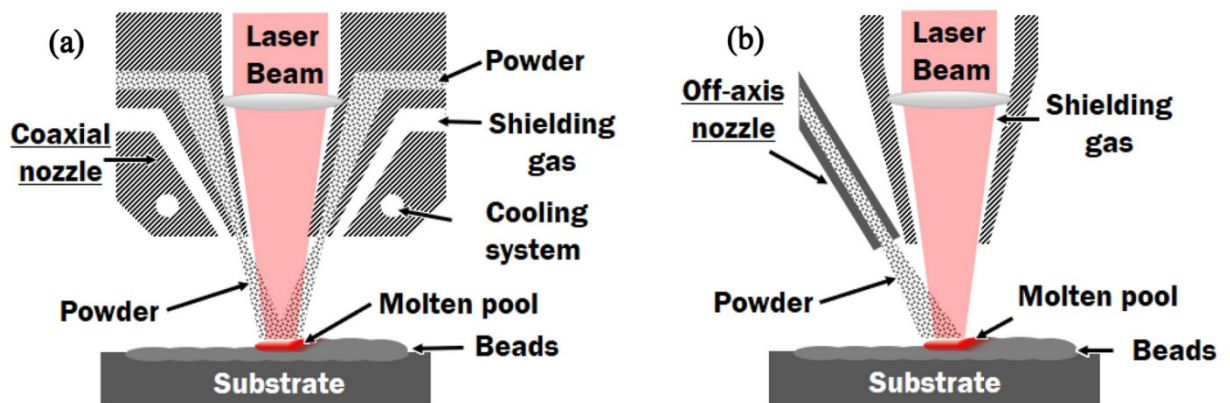
Schematic of a Material Jetting 3D printer

Materiaalisuihkutuksessa materiaali levitetään rivissä. Yhdessä palkissa on useampi tulostuspää, jotta voidaan tehostaa prosessia. Useat tulostuspäät mahdollistavat eri materiaalien käytön samanaikaisesti. Prosessin suoraviivaisuutta tukee väri- ja monimateriaalitulostus sekä liukenevat rakenteet. (Hubs, n.d.)

3.4.3 Suorakerrostusmenetelmä (Directed Energy Deposition DED)

Suorakerrostusmenetelmässä sulatetaan materiaalia kerros kerrokselta. Materiaali on yleensä metallia ja se on yleensä kella tai jauheena säiliössä. Materiaali sulatetaan energian avulla puolikiinteäksi. Suorakerrostusmenetelmää käytetään kappaleiden korjauksissa ja halutessa kappaleelle lisäominaisuuksia. Teollisuudessa menetelmä herättää kiinnostusta isojen kappaleiden tulostuksessa nopeammin ja tehokkaammin, kuin perinteisesti valamalla tai takomalla. Suorakerrostusmenetelmässä ohjaa energian suoraan kapealle ja keskitetylle alueelle lämmittääkseen materiaalin ja samanaikaisesti materiaalia syötetään sulatusaltaaseen eli kohteeseen. Syöttömateriaalin sulattaa keskitetty lämmönjohdin kuten laseri tai elektronisäde, joka rakentaa kappaleen kerros kerrokselta. (Gibson ym., 2021, s.285) (Kuva 6)

Kuva 6 DED-menetelmän toiminta (Ahn, 2021)



Suorakerrostusmenetelmässä materiaalia sulattamalla on rajoituksia kohteessa. Tyhjän päällä olevissa muodoissa täytyy käyttää tukirakenteita. DED-järjestelmät käyttävät myös jauhetta. Jauhe saadaan oikeaan paikkaan kaasun avulla. Paineen avulla sijoitettu jauhe mahdollistaa muodon tekemisen muulle kuin vaakatasoiselle pinnalle. Periaatteessa jauheita voidaan sekoittaa keskenään, jolloin voidaan parantaa kappaleen ominaisuuksia kuten kestävyyttä. (Savonia, n.d.-b) (Kuva 7)

Kuva 7 Haastavia muotojen tekeminen DED-prosessissa (Engineering Product desing, 2019)

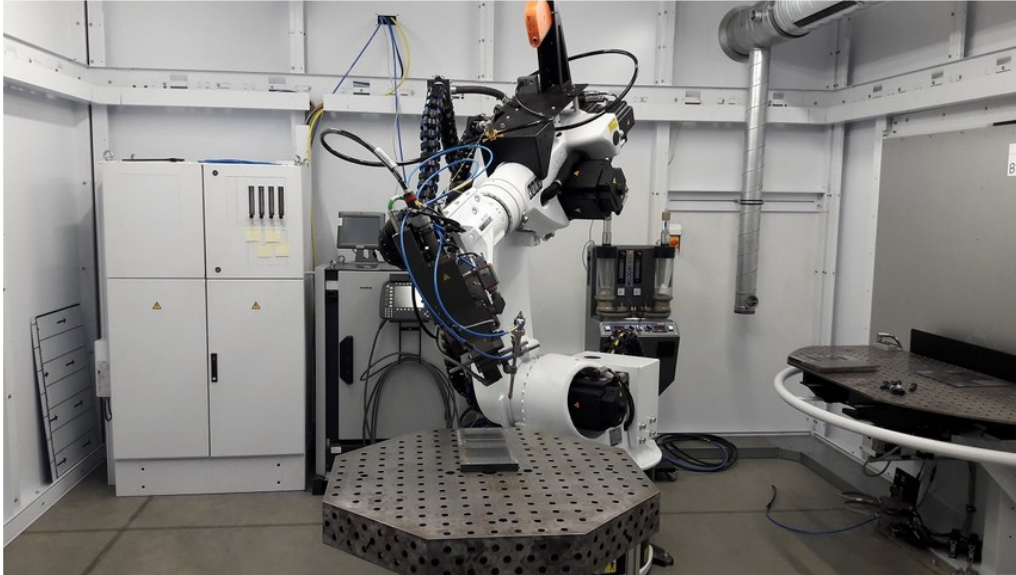


Yksi isoimmista eduista jauhepetimenetelmään on tulostusalue.

Suorakerrostusmenetelmässä materiaalia levitetään kappaleeseen, ei koko tulostusalueelle. Joissakin DED-menetelmissä suuttimesta tulee myös suojakaasu, joten kammioita ei välttämättä tarvitse. Tämän ansiosta suorakerrostusmenetelmällä ei ole skaalaus rajoitteita.

DED-menetelmää on hyödynnetty robottiteollisuudessa. Robottikäsivarteen voidaan kiinnittää tarvittavat DED-prosessin osat. Robottikäsivarren liikkuvuuden ansiosta pystytään tekemään suuriakin kappaleita. (Savonia, n.d.-b) (Kuva 8)

Kuva 8 Suorakerrostusmenetelmä robotilla (Laser Systems Europe, n.d.)



3.4.4 Jauhepetimenetelmä (Powder Bed Fusion PBF)

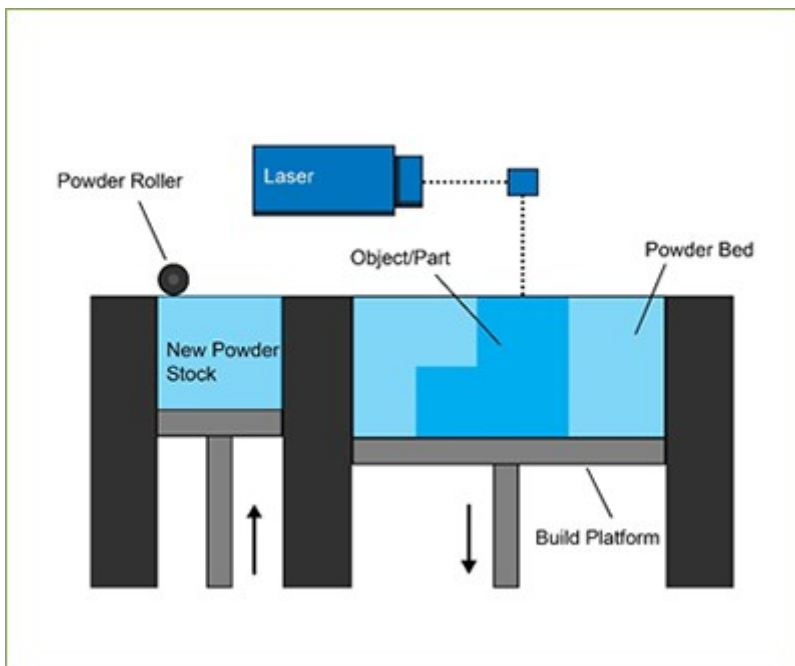
Jauhepetimenetelmässä sulatetaan tulostuspedillä olevat materiaali lämmönlähteellä esimerkiksi laserilla. Lämmönlähteitä voi olla useampi, jotka aiheuttavat jauheen hiukkasten fuusioitumisen. Menetelmällä pystytään hallitsemaan jauhehiukkasille määrättyä aluetta ja mekanismeja kuten jauhekerrosten lisäämistä ja tasoittamista. Lasereita käyttävä jauhepetimenetelmä tunnetaan nimillä laser-sintraus. Metallin ja muovin laser-sintraus eroavat toisistaan merkittävästi. Jos käytetään muita lämmönlähteitä, kuin lasereita, tarvitaan erilaiset laitteet ja ne eroavat hyvin paljon laser-sintrauksesta. (Gibson ym., 2021, s.125)

Polymeeri laser-sintrausta eli pLS:stä pidetään oletuksena, kun puhutaan jauhepetimenetelmästä. Muita PBF-menetelmiä verrataan yleensä pLS menetelmään. Polymeeri laser-sintrauksessa yhden tason paksuun on 0.075–0.1 mm. Tasolle levitetään jauhetta koko tulostusalueelle vastakkaiseen suuntaan pyörivällä levittimellä. Tuote kasaantuu kammiossa, jossa käytetään typpä pienentämään hapen määrää ja hajottaakseen jauhetun materiaalin. Tulostusalueella lämpötila pidetään hieman alle sulamispisteeseen. Infrapunalämmittimet sijaitsevat tulostusalueen yläpuolella pitäen lämpötilan tasaisena kappaletta tehdessä. Lisäksi jauheen sekaan laitetaan

syöttöpatruunoita, jotka esilämmittävät jauheen. Joissain AM-tulostimissa tulostinpeti lämmitetään vastuksien avulla. Lämmitystoimet ovat erittäin tärkeitä, jotta voidaan minimoida laserin tehoa prosessissa. Laserin teho on suoraan verrannollinen energiakulutukseen fuusioitumisen aikana. (Gibson ym., 2021, s.126)

Polymeeri laser-sintrauksessa ei tarvita lisätukia, koska jauhetta levitetään koko tulostusalueelle. Jauhe pystyy kannattelemaan muovista tehtyjä tuotteita. Kun yksi taso on valmis, tulostin laskee tulostinpetiä yhden kerroksen verran. Laskemisen jälkeen levitetään ja tasoitetaan jauhe vastapäivään pyörivällä rullalla. Tämän jälkeen tarkastetaan ristimitta tasaisuuden varmistamiseksi. Prosessi pyörii niin kauan, kunnes kappale on valmis. Kun kappale on valmis, siirretään kappale jäähtymään. Jäähdytystä tehdään sen verran, että kappaletta voidaan käsitellä ja se voidaan altistaa ympäröivälle lämpötilalle ja ilmalle. Jos kappale otetaan liian aikaisin kammiosta pois, se voi lämpötilan muutoksien takia vääntyä tai mennä rikki hapen takia. Lopuksi puhalletaan ja imetään ylimääräiset jauhot pois tulostinalustasta, irrotetaan osa tulostinpedistä ja tehdään tarvittavat viimeistelytyöt. (Gibson ym., 2021, s.127) (Kuva 9)

Kuva 9 Jauhepetimenetelmän prosessi (Loughborough University, n.d.-b)

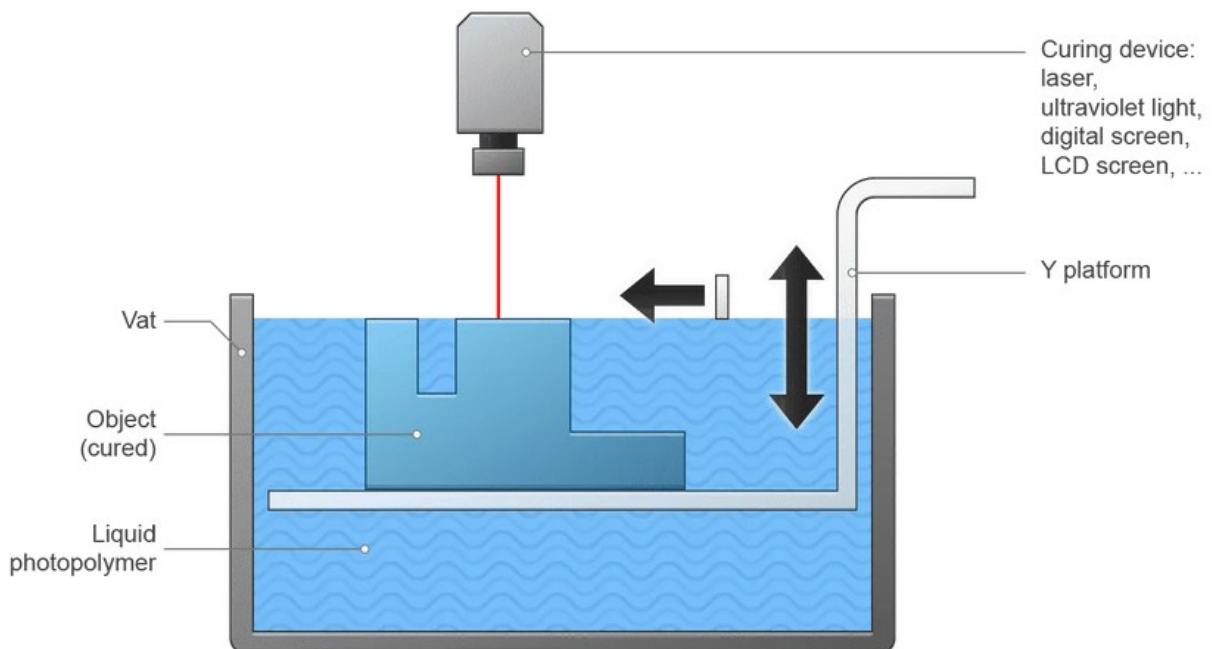


3.4.5 Nesteen fotopolymerisointi (VAT Photopolymerization VPP)

Nesteen fotopolymerisointimenetelmässä käytetään nestemäisiä, säteilykovettuvia hartseja tai fotopolymeerejä. Nestemäiset polymeerit, jotka kovettuvat säteilyn takia ovat fotopolymeerejä. Suurin osa fotopolymeereistä reagoivat ultraviolettisäteilyyn. Säteily aiheuttaa materiaalille kemiallisen reaktion, jonka takia fotopolymeereistä tulee kiinteitä. Fotopolymersointi kuvastaan kerrottua prosessia. Uudelleenpäälylytämistä ei tarvita aina. Sen välttäminen yksinkertaistaa itse laitetta ja teoreettisesti nopeuttaa prosessia. Kuitenkin hartsipinnan alapuolella olevan kappaleen kemialliset reaktiot eivät ole yhtä nopeita, joten tästä ei olla saatu selvää ajansäästöä tutkittua. (Gibson ym., 2021, s.77,79)

VPP-menetelmässä voidaan käyttää kolmea eri tulostustapaa. Vektoriskannauksessa käytetään laseria. Laseri menee ensiksi optiikan läpi, josta sen jälkeen laseri heijastetaan tulostusaltaaseen ja sitä hallinnoimalla saadaan tehtyä reaktio, joka kovettaa materiaalia. Vektoriskannaus on yleisin stereolitografia menetelmä, jota käytetään kaupallisissa koneissa. Menetelmässä tulostettava kappale on hartsipinnan kanssa tasan, joten uuden kerroksen tekemiseen pitää levittää lisää hartseja. (Gibson ym., 2021, s.79) (Kuva 10)

Kuva 10 Nesteen fotopolymerisointi, vektoriskannaus (Dassault Systems, n.d.)



Toinen vaihtoehto on maskiprojektio. Maskiprojektiossa säteilytetään koko kerros kerrallaan. Tässä menetelmässä on mahdollista käyttää laseria tai valonlähdettä, joka menee

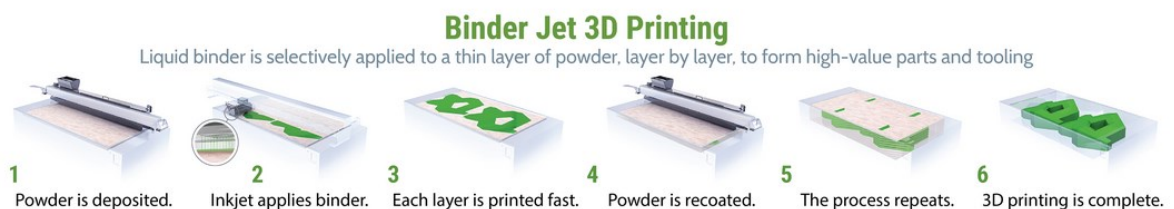
digitaaliseen micropeilaukseen (DMD). DMD-laite jakaa tulevan säteen useammaksi lähteeksi, josta säteet heijastuvat tulostusalueelle. Tulostettava kappale sijaitsee hartsipinnan kanssa samassa tasossa. Sijainti samassa tasossa tarkoittaa, että materiaalia pitää levittää aina kerroksen valmistumisen jälkeen. (Gibson ym., 2021, s.79)

Kolmas vaihtoehto on kaksifotoninen. Kaksifotoninen on korkean resoluution pistekohtaisen menetelmä. Menetelmässä on kaksi eri laserkeilaa, jotka menevät suoraan lähelle tulostusaluetta ja valokovettuminen tapahtuu kahden skannaavan laserisäteen leikkauskohdassa. Kaksifotonisessa menetelmässä tehtävä kappale on hartsipinnan alapuolella, joten uudelleenpäälystyminen on tarpeetonta. (Gibson ym., 2021, s.79)

3.4.6 Sidosaineruiskutus (Binder Jetting BJT)

Sidosaineruiskutuksessa sideainetta tulostetaan jauhekerrokseen. Suurin osa jauheesta on jo tulostuspedissä. Sideainepisarat ovat noin 80 mikrometrin kokoisia ja ne pallomaisia muodostavat yhdisteitähän nesteen ja jauheen sitovuuteen, jotka sitovat myös rakenteen edelliseen tasoon. Kun taso on valmis, tulostuspeti laskeutuu yhden tason verran alaspäin ja uusi jauhe kerros levitetään. Levitykseen käytetään samaa metodologia, kuin jauhepetimenetelmässä. Prosessi pyörii niin kauan uudelleen kunnes kappale/kappaleet ovat valmiita. Kappale irrotetaan tulostuspedistä jälkikäsittely prosesseilla. Tuotteeseen on saattanut jäädä jauhetta. Jauhe poistetaan paineilman avulla pois. Lopuksi tuote täytetään läpäisyaineella, joka tekee tuotteesta vahvemman ja voi antaa muita mekaanisia ominaisuuksia. Läpäisyaine tunkeutuu materiaalin huokosiin tai rakenteeseen. (Gibson ym., 2021, s.237-238) (Kuva 11)

Kuva 11 Sidosaineruiskutuksen prosessi (ExOne, n.d.)



Yhdessä tulostuspäässä voi olla useita ruiskutusaukkoja, joten suuttimia lisäämällä rinnakkain saadaan tehostettua prosessia nopeammaksi ja taloudellisemmaksi. Suuttimien määrän takia prosessia pidetään skaalattavana tarpeisiin nähden. Jauheen ansioista

sidosaineruiskutuksessa ei tarvitse käyttää tukirakenteita. Lisäksi kappaleita voi olla päällekkäin, jos kappaleiden väliin jätetään tarpeeksi jauhetta. Menetelmällä saadaan siis kammio täyteen erilaisia osia, kun osien ei tarvitse alkaa tulostupediltä. (Gibson ym., 2021, s.238)

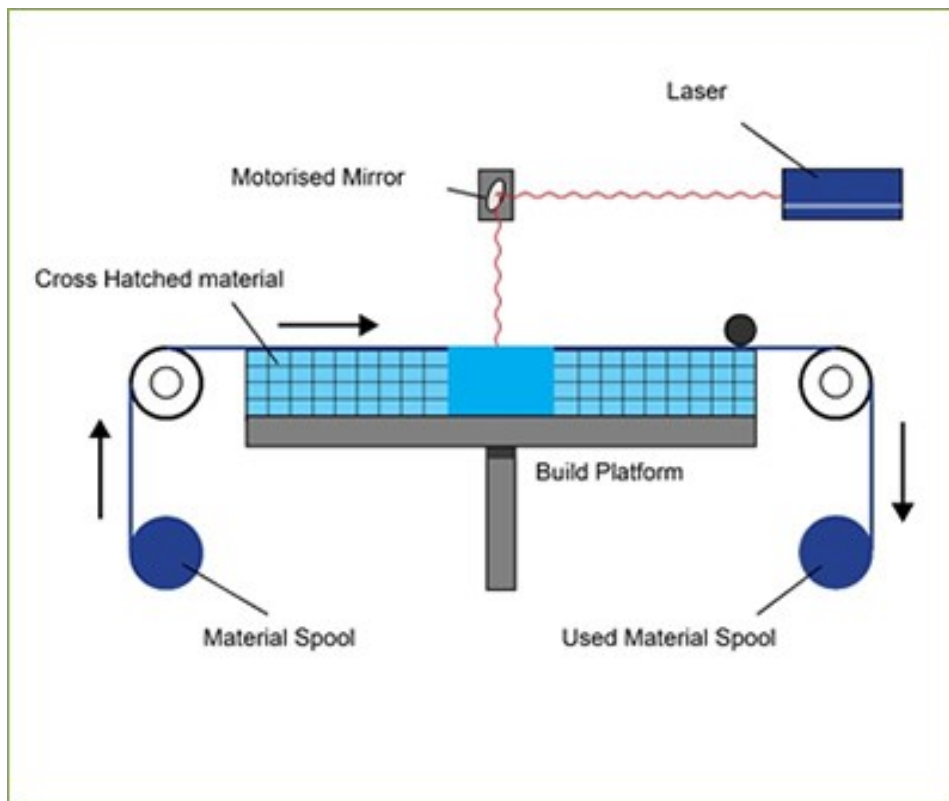
3.4.7 Laminointimenetelmä (Sheet lamination SHL)

Laminointimenetelmässä laitetaan päällekkäin useita levyjä. Levyjen muotoilu ja asettelu riippuu laminointimenetelmästä. Ylimääräiseen materiaaliin tehdään ristikkorakenne, jotta sen pois ottaminen olisi helpompaa kappaleen valmistuessa ja ylimääräinen tukirakenne jäisi tulostusta varten vielä tuotteeseen. Prosessit voidaan jakaa kerrosten yhdistämisen perusteella neljään eri kategoriaan. Kategorioita ovat liimaus tai liitosliimaus, lämpökiinnitys, kiristäminen ja ultraäänihitsaus. (Gibson ym., 2021, s.253)

Liitosliimaus on yksi yleisimmistä laminointitekniikoista. Tekniikassa on yhdistetty paperi pohjaiseen menetelmään. "Paper build" kuvastaa rakennetta, jossa on kerrostettu ja liimattu paperimateriaalia. Liitosliimauksessa liimana käytetään polymeeripohjaista liimaa. Liitosliimaukseen on kehitetty myös papereita, joissa on toinen puoli liimapohjainen ja toinen on tavallinen pinta. Paperin paksuus vaihtelee 0.07–0.2 millimetrin välillä. Periaatteessa materiaali pystytään leikkaamaan laserilla tai mekaanisella leikkaajalla ja sitten yhdistämään ne laminointimenetelmällä. Liitosliimauksella pystytään ensiksi leikkaamaan levyt ja sitten liimaamaan. (Gibson ym., 2021, s.253)

Jotkut menetelmät vaativat ensiksi liimauksen ja sitten leikkauksen. Menetelmä termi on "Bond-then-Form". Prosessissa laitetaan laminaatti tulostusalueelle, yhdistetään se tulostuspetiin ja leikataan muotoonsa. Prosessissa on käytetty esimerkiksi lämmitettäviä liimapintaisia rullia. Leikkaamisen jälkeen lämmitetty rulla levittää liiman laminaatin päälle. Vaiheen jälkeen voidaan laittaa uusi lamelli, joka liimautuu edelliseen. Laseri on suunniteltu leikkaavan vain yhden tason verran. Materiaali jätetään tulostusalueelle tukimateriaaliksi. Laseri leikkaa materiaalin laatoiksi tai kuutioksi, joka helpottaa tukimateriaalin pois ottamista. Prosessissa käydään edellä mainittuja vaiheita, kunnes kappale on valmis. Kun kappale on valmis, se otetaan pois tulostusalueelta ja kappaleelle tehdään viimeistelyprosessit. Tukimateriaalit otetaan yleensä puuntyöstö välineillä kuten taltalla. Jos kappale on jämähtänyt tulostuspetiin kiinni, tulostusalueelta ja kappaleelta lämmitetään uudestaan. Lämpötila nostetaan pisteeseen, jossa kappale pystytään erottamaan tulostusalueelta. (Gibson ym., 2021, s.254-255) (Kuva 12)

Kuva 12 Kerroslaminointi toiminta (Loughborough University, n.d.-c)



4 Hankinta

Hankinnan juuret ovat siitä asti, kun kauppaa on tehty. Liiketoimintaa ajatellen hankinta on yksi tärkeimmistä osista. Hankinnan periaatteena on hankkia tuote mahdollisimman luotettavasti ja alhaisella hinnalla. Tehokkaalla hankinnan kehittämisellä saadaan aikaan enemmän säästöjä. Hankinnan rooli voi vaihdella yrityksissä. Jotkut yritykset ajattelevat sen olevan vain ostotilausten tekemistä ja maksujen maksamista. Kuitenkin laaja-alaisesti mietittynä hankinta pitää sisällään kaikki toimet liiketoimintatarpeiden kokoamisesta ja toimittajilta ostetun tavarantoimitukseen vastaanottoon saakka. Laskutus voidaan myös liittää hankintaan. Hankinta voidaan jakaa suoraan hankintaan ja epäsuoraan hankintaan. (Jenkins, 2023)

Suoraan hankintaan määritetään, että ostettu tuote tulee suoraan valmistettavaan tuotteeseen. Nämä raaka-aineet, resurssit, palvelut ja muut investoinnit ovat tärkeitä liiketoiminnan tarjoamisessa asiakkaalle. Esimerkiksi myytävään kuittimeen tulee elektroniikka, raakamateriaalia ja verhoilu. Suorassa hankinnassa pyritään saavuttamaan suuret kustannussäästöt pienellä riskillä. Jotta tavoite saavutettaisiin, täytyy hankintatiimissä keskittyä toimittajasuhteiden hallintaan, prosessien optimointiin suorassa hankinnassa ja

asettaa epäsuorahankinta pienemmäksi prioriteetiksi. Suorahankinta vaikuttaa myös muihin osa-alueisiin kuten varastonhallintaan, kustannustenhallintaan ja toimittajasuhteiden hallintaan. Toimiva suorahankinta asettaa muille sidosryhmille haasteita. (Fairmarkit, n.d.)

Toisena kategoriana voidaan pitää epäsuoraa hankintaa. Epäsuorassa hankinnassa hankitaan tavaroita ja palveluita, jotka eivät liity suoraan lopputuotteen valmistukseen. Epäsuoran hankinnan vaikutus nähdään yrityksen toiminnassa ja liiketoimintayksiköissä. Epäsuoria hankintoja voi olla esimerkiksi IT-laitteet työntekijöille ja ulkoiset ammattipalvelut kuten lakipalvelut. Epäsuora hankinta pyrkii hallitsemaan kustannuksia ja parantaa operatiivista tehokkuutta ja se on erillinen suorasta hankinnasta. Epäsuoranhankinnan tiimi työskentelee hankintojen ja tavoitteiden parissa valvoen niiden täyttymistä. (ProcureDesk, 2023)

4.1 Prosessi

Yleisesti hankinnan prosessi etenee yhdeksän vaiheen kautta. Ensimmäisenä määritetään hankittava tuote. Tuote voi olla esimerkiksi uusi tuote tai tilauksen uusiminen. Joka tapauksessa hankittavan tuotteen tuotetieto täytyy olla kunnossa, kuten osaluettelo, materiaalit, tekniset tiedot tai palvelun ominaisuudet. Hankinta ei omista tuotteita vaan joku sidosryhmä on tehnyt sen ja määritellyt tekniset vaatimukset. Ennen tuotteen hankkimista, kannattaa kysyä myös sidosryhmiltä mielipidettä, jotta varmasti saadaan oikeaa tuotetta. Prosessi käydään läpi uudestaan kuvassa 13, joka on viimeisen vaiheen jälkeen. (Jenkins, 2023)

Tuotteen määrittelemisen jälkeen tehdään ostotilauspyyntö yrityksen sisällä. Pyyntöllä, hankinta voi joko kieltäytyä tai hyväksyä ostamaan tuotteen. Pyyntöstä tulee ilmi tarveaika, hinta, määrä ja muut tärkeät tiedot, jotka hankinta tiimin on otettava huomioon. Jos pyyntö hyväksytään, hankinta jatkaa toimittajan etsimiseen ja ostotilauksen tekemiseen. (Jenkins, 2023)

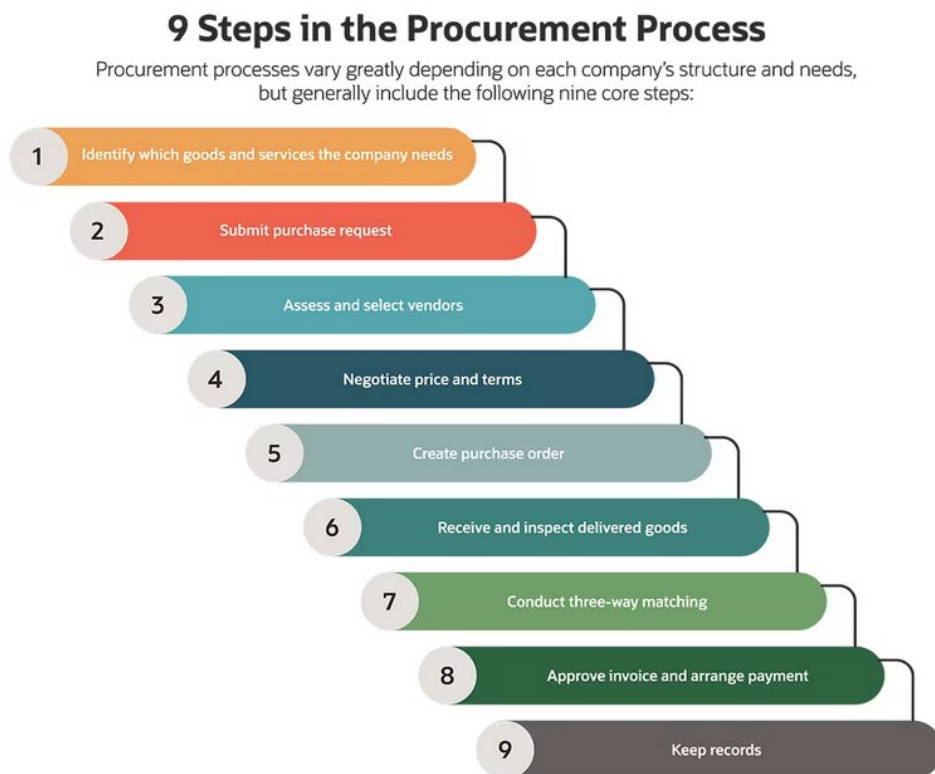
Kolmas vaihe on tarjouskysely. Kun kaikki tiedot ovat haettu ja kerrottu, voidaan suorittaa tarjouskysely. Tarjouskysely laitetaan potentiaalisille toimittajille. Tarjouksien tullessa pitäisi keskittyä hintaan, laatuun, nopeuteen, maineeseen sekä luotettavuuteen. Myös eettiset ja sosiaaliset näkökulmat vaikuttavat hankintaan. Hankinta katsotaan yhteistyöksi ja oman yrityksen arvot pitää sopia alihankkijan kanssa yhteen. Esimerkiksi yritys sanoo siirtyvänsä päästöttömään toimintamalliin. Tällöin ei ole soveliasta ostaa työntekijöille autoja, joiden päästöt ovat suuret, kun olisi voinut ostaa sähköautot. (Jenkins, 2023)

Seuraavaksi neuvotellaan alihankkijan kanssa hinnasta ja termeistä kuten maksuajasta. Viidentenä vaiheena tehdään ostotilaus. Ostotilauksella pitäisi olla tarkat tiedot, jotta toimittaja tietää varmasti mistä tuotteesta on kyse. Tavarán tullessa varastolle, se vastaanotetaan ja tarkistetaan laatu. Tarkastuksella katsotaan, että toimitettu tuote vastaa ostotilauksella olevaa tuotetta. (Jenkins, 2023)

Seitsemäs vaihe tapahtuu laskunkäsittelyssä. Laskun tullessa tiedot pitää vastata ostotilausta, tilausvahvistusta, vastaanottoa ja laskua. Jos jokin näistä ei täsmää, on mennyt jotain väärin ja se pitää selvittää. (Jenkins, 2023)

Prosessin toimivuus on kriittisessä osassa, jotta keretään maksamaan tuotteet ajallaan ja rakentaa hyvät toimittajasuhteet. Viimeisenä on tärkeää tallentaa kaikki prosessissa tapahtuneet toimenpiteet. Ostotilausten historian perusteella, pystytään katsomaan tuotteen hinnan suuntaa. (Jenkins, 2023) (Kuva 13)

Kuva 13 Hankinta prosessin vaiheet (Jenkins, 2023)



4.2 Tehokkuuden valvonta

Hankinnan tehokkuutta voidaan mitata erilaisilla mittareilla. Suorituskykymittareita kutsutaan KPI-mittareiksi. KPI-mittarit määritetään yrityksen kehityksen mukaan. Yleisesti tärkeitä KPI-mittareita ovat kustannuskilpailukyky, toimitusaika, ostotilauksen kustannukset, toimittajan hallinta ja sijoitetun pääoman tuotto. (Chakrabarti, 2023)

Kustannuskilpailukyvyn seuraaminen perustuu kustannuksien vähentämiseen ja välttämiseen. Kustannuksien pienentäminen kertoo organisaation tehokkuudesta. Kustannuskilpailukyky mittari katsoo kulujen pysyminen kilpailutasoisena ja edistää strategiaa, jonka tavoitteena on maksaa vähemmän tavaroista ja palveluista. (Chakrabarti, 2023)

Toimitusaika on yksi tärkeimmistä mittareista. Toimitusaika lasketaan asiakkaan pyynnöstä siihen asti kun pyyntö on täytetty. Esimerkiksi tehdään ostotilaus. Toimitusaika on se aika, kun asiakas on tehnyt ostotilauksen ja laskenta päättyy kun tuote on asiakkaan hallinnassa esimerkiksi varastolla. Toimitusaika siis pitää sisällään asiakastilauksen vastaanoton ja käsittelyn sekä tuotteen toimitukseen kuuluvan ajan. Toimitusaika kertoo prosessien tehokkuuden ja kertovat mahdollisista solmupisteistä, joissa kannattaisi parantaa prosessia. Mittaamalla toimitusaikaa voidaan muuttaa omaa toimintatapaa tehokkaammaksi. (Amper, n.d.)

Ostotilauksen kustannukset KPI-mittarina vaihtelevat yrityskohtaisesti. Laajassa määritelmässä otetaan huomioon keskimääräiset kustannukset ostotilauksen tekemisessä laskun sulkemiseen saakka. Prosessin mittaaminen on vaikeaa sillä se sisältää monia eri muuttujia, joita pitää mitata. Yritys tekee itse listan, jossa on kaikki ostotilauksen kustannukset. Osa yrityksistä ottaa huomioon suorat ja epäsuorat kustannukset, kun taas jotkut ottavat huomioon vain suorat kustannukset. Ostotilauksen kustannusten ymmärtäminen on tärkeää, jotta voidaan tehostaa hankintaprosessia. Hankintaprosessin kuuluisi vähentää virheitä ja minimoida kustannuksia. (Cflow, n.d.)

Toimittajan hallinnalla tarkoitetaan toimittajan suorituksen seuraamista. Toimittajan suorituksen seuraaminen on tärkeää, koska tavoitteena on saada mahdollisimman hyvää palvelua pienellä riskillä. Tätä pystytään seuraamaan erilaisilla tilastoilla ja tarkoilla tiedoilla. Kun luodaan toimittajasuhteita, voidaan vaatia esimerkiksi vastuullisuutta. Yritys ja toimittaja voivat työskennellä yhdessä saavuttaakseen odotukset tai mennä niiden ylitse. Toimittajan hallinnan tavoitteena on varmistaa liiketoiminnan tarpeiden täyttymisen, kun toimittaja ja

yritys tekevät kestävän ja molempia kehittävän hyödyllisen yhteistyösuhteen. Toimittajille tehtävät KPI-mittarit paljastavat puutteet toimitusketjussa ja tarjoavat tietoa hankinnalle toiminnan korjaamiseksi. Toimittajan saatavuus mittaa toimittajan kykyä toimia hätätilanteessa. Tämä KPI kertoo toimittajan luotettavuudesta, jonka yritys voi asettaa toimittajalle. Matala saatavuus voi vaikuttaa toimittajan tippumiseen vaikeina taloudellisina aikoina. Toimittajan hallinnalla on selkeitä etuja kuten tehokkuuden lisääminen, kustannussäästöt, asiakastyytyväisyyden parantaminen sekä toimitusten optimointi. (Mills, 2022)

Sijoitetun pääoman tuotto (ROI) käytetään hankinnassa sen tuottavuuden mittaamiseksi. ROI perustuu yrityksen varojen tuottavuuteen (Osakesijoittaja, n.d.). ROI perinteisesti lasketaan liikevaihdon avulla. Hankinnassa ROI mitataan vertaamalla osaston kustannuksia säästöihin, mitä osasto tekee taloudellisesti sekä operatiivisesti organisaatiossa. ROI voidaan määrittää hankinnassa tärkeillä osa-alueilla kuten menojen analyysillä, hyväksyntäprosesseilla, tiimien ajan käytöllä, näkyvyydellä sekä tiedon käsiksi pääsemiseen. Kun ROI on määritetty, se voidaan laskea esimerkiksi kokonaiskustannukset laskua kohden, kokonaiskustannukset paperisen tarkistusmaksun ja maksua kohden, saavutetut kokonaispalautukset, noudattamisaste ja ostotilauksen kierron pituus. Jos ROI määritetään oikein, hankinta voi saada ostokustannuksia pienemmäksi noin 8–12% ja kerryttää lisäsäästöjä 2-3% vuodessa. (Fox, 2020)

5 Varastointi

Varastointi tarkoittaa tavaran säilyttämistä jonkinlaisessa sijainnissa. Sijainnissa tavara pakataan ja viedään seuraavalle toimijalle. Varastoinnin yksi tärkeimmistä rooleista on ehkäistä riskiä ja erilaisia häiriöitä. Varastointi pitää sisällään varastonhallinnan, isojen kokonaisuuksien keräämisen, keräämisen ja pakkaamisen. Varastolla tarkoitetaan fyysistä tilaa tai sijaintia, jossa voidaan varastoida tuotteita. (Worldwide Logistics Group, n.d.)

5.1 Lisäarvo

Varastointi nähdään yleensä yhtenä suurena lisäkustannuksena eli tällä tuote ei saa lisää arvoa varastoinnilla. Kuitenkin liiketoiminnassa pyritään varastoinnilla tuottaa lisäarvoa tuotteelle. Lisäarvolla tarkoitetaan tuotteen korkeampaa hintaa, jonka asiakas suostuu maksamaan. Varastointia ei siis käytetä, ellei siihen ole todellista tarvetta. Oikein suunnittelulla voidaan kasvattaa tuotteen arvoa eli varastointi aiheuttaa tuotteelle lisäarvon.

Varastointi on iso lisäkustannus ja sitä pyöritetään pääomalla. Tämä aiheuttaa sen, että raha ei ole tuotteessa, josta saadaan enemmän voittoa, vaan se on lisäkustannuksena.

(Logistiikan maailma, n.d.)

5.2 Periaate

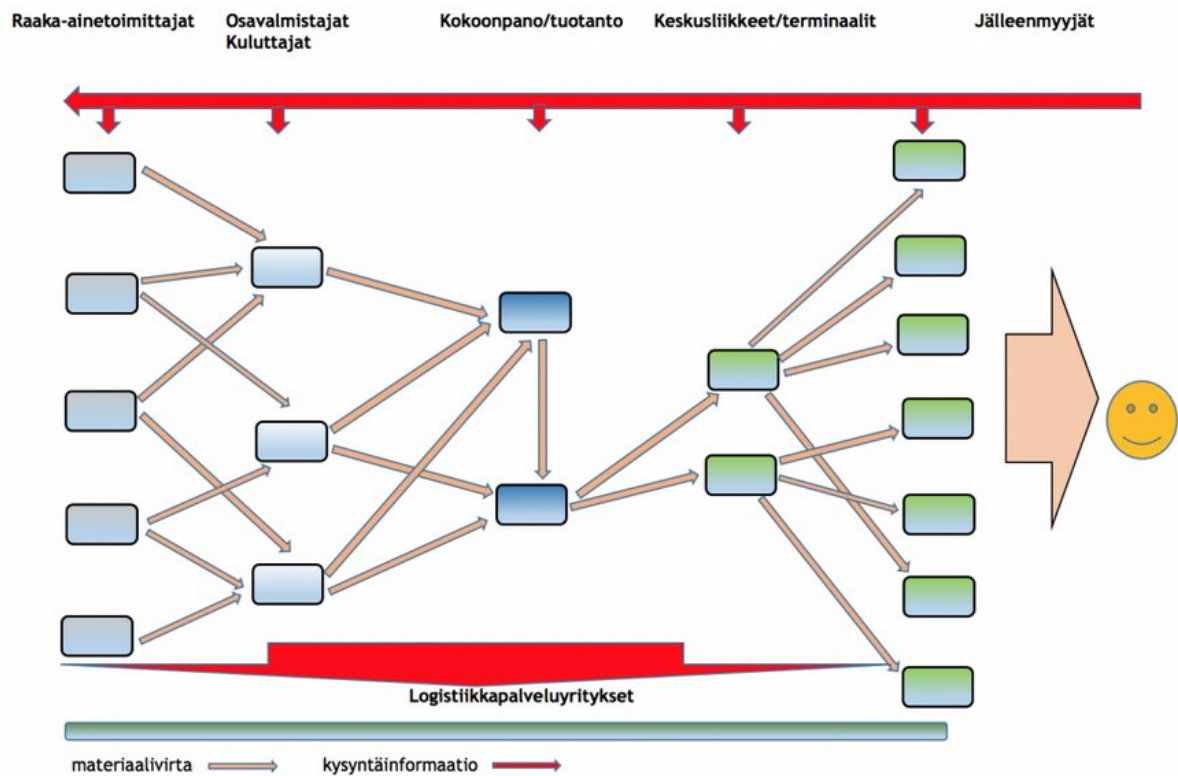
Ennen varastoitiin suuria määriä toimitusketjun aikana. Nykyään keskitytään myös varaston suunnitteluun ja prosessien kehittämiseen siten, että varastointia voitaisiin vähentää.

Tavaravirtoja hallitaan optimoidulla siirtokuormauksella. Optimoitu siirtokuorma tarkoittaa toimittajalta lähetetyn paketin jakamista asiakasta kohden. Täten saadaan tehtyä asiakkaalle isoja yksittäisiä lähetyksiä. Tämä mahdollistaa ison tavaravalikoiman sekä -lajitelmien tarjonnan asiakkaalle. (Logistiikan maailma, n.d.)

Varastojen pitäminen on kuitenkin hyvin tärkeää. Itse tuotetta valmistavan yrityksen ei välttämättä tarvitse pitää varastoa, jos yritys saa optimoitua tuotteen valmistusajan todella pieneksi. Kuitenkin tässä ketjussa materiaalin tekijä todennäköisesti joutuu pitämään varastoa, jotta se saa toimitettua tarvittavan määrän materiaalia ajoissa. Kappaleen valmistava yritys on valmis maksamaan lisää tuotteesta, jotta materiaali olisi aikaisin tehtaalla eli materiaalille tuli lisäarvoa. Tällaisessa skenaariossa puhutaan JIT-toimintamallista. (Logistiikan maailma, n.d.)

Kysyntä-toimitusketju perustuu JIT-periaatteeseen. Kuvaajassa asiakas pyytää tuotetta haluamasta Yrityksestä A. Yritys A laittaa tiedon tuotantoon, että tarvitaan tällainen osa/kokoonpano. Tuotannosta otetaan yhteyttä eri alihankkijoihin, kun tarvitaan esimerkiksi raaka-ainetta ja laakereita. Laakerin välittäjät voivat vielä kysyä materiaalia omilta alihankkijoilta. (Logistiikan maailma, n.d.) (Kuva 14)

Kuva 14 Kysyntä-toimitusketju (Logistiikan maailma, n.d.)



5.3 Varastointikustannukset

Varastointikustannuksien laskeminen on todella tärkeää. Laskennalla pystytään katsomaan varastoinnista syntyvä kustannus ja mahdollisesti hyvittää kustannus myydessä tuote. Varastointikustannuksen tietäminen antaa paremmat mahdollisuuden taloudelliseen suunnitteluun kuten myös logistiikan ja inventoinnin suunnitteluun. Varastointikustannuksissa tulee ottaa huomioon monia eri tekijöitä, kuten tilan vuokra ja turvallisuuspalvelut sekä palkkatulot ja laitteistot. Seuraavaksi käydään läpi esimerkkejä mahdollisista laskenta tavoista. (Raley, 2017)

Esimerkki 1. Yksi mahdollisuus laskea varastointikustannus on neliömetrien mukaan. Ensimmäiseksi pitää tietää tilan koko. Oletetaan, että tila on 50 metriä pitkä ja 75 metriä leveä. Varaston pinta-alaksi tulee 3 750 neliömetriä. Seuraavaksi pitää määrittää kaikki kustannukset mitä varastointi aiheuttaa kuten työntekijöiden palkat, laitteiston ylläpito ja hankinta, varaston vartiointi ja lastauslaitureiden kunnossapito. Kustannus on oletettu vuoden ajalle. Oletetaan summaksi esimerkiksi 500 000 €/vuosi. Jaetaan kulujen summa varastojen neliömetreille. Tällöin neliömetrin hinta on 133.33 €/ vuosi. (Raley, 2017)

Esimerkki 2. Varastointikustannuksia voidaan laskea nimikekierron mukaan. Ensimmäisenä pitää laskea kuinka monta nimikettä on lastattu eteenpäin viimeisen 12 kuukauden aikana. Ajatellaan, että tuotteita on lastattu noin 200 000 kappaletta. Seuraavaksi lasketaan varastossa oleva tuotteiden määrä. Oletetaan määrän olevan 250 000 kappaletta. Yhteensä osia on varastossa ja lähetetty yhteensä 450 000 kappaletta vuodessa.

Varastointikustannukset pysyvät samana eli 500 000 €/vuosi. Nyt lisähintaa jokaiselle kappaleelle tulee 1.11 € varastoinnin takia. (Raley, 2017)

6 Projektissa käytetyt ohjelmistot

Käydään läpi teoreettisesti ohjelmat, jotta tiedetään mitä näillä ohjelmistoilla tarkoitetaan. Opinnäytetyö sisältää paljon näitä ohjelmia ja osa ehdotuksissa tapahtuu näissä järjestelmissä, joten on todella tärkeää ymmärtää mitä nämä ohjelmat tarkoittavat. Ohjelmat nostavat työtehokkuutta ja niitä käytetään syystä. Seuraavaksi käydään läpi tuotetiedonhallinta (PDM), toiminnanohjausjärjestelmä (ERP) ja asiakkuudenhallinta (CRM).

6.1 Tuotetiedonhallinta PDM

Tuotetiedonhallinta pitää yllä tuotteista tietoa kuten standardin, piirustuksen ja lisätietokentän. Ohjelmiston hankkiessa kaikki tieto saadaan samaan paikkaan. Tieto on nyt kaikkien saatavissa ja sitä pystytään hyödyntämään paremmin. PDM-järjestelmään jää myös vanhat versiot, joten revision teko uudelta työntekijältä on helpompaa. Työntekijän lähtiessä tuotetieto on yhdessä paikassa, jonka takia tietoa ei lähde yrityksestä pois. (PLM Group, n.d.)

PDM:ssä voidaan käsitellä mekaanisia, sähkö ja ohjelmisto pohjaisia tietoja. Myös PDM:ssä on mahdollista tehdä simulaatio, validointi ja verifikaatio. Toimenpiteet takaavat jokaisen mallin, piirustuksen tai dokumentin olevan turvassa ja ne löytyvät helposti samasta paikasta. Tuotetiedonhallinnasta löytyy myös tuotteet ja dokumentit historioineen. Ilman hyvin tehtyä PDM-järjestelmää, voi työaika kuluu hukkaan jopa 25 %. PDM-järjestelmä myös vähentää suunnittelijoiden aikaa, kun tiedot ovat jokaisen saatavilla tuotetiedonhallintajärjestelmässä. (PTC, n.d.)

Tuotetiedonhallinnan etuja ovat parempi yhteistyö, vähemmän virheitä, parempi tehokkuus ja parempi asiakaskokemus. Tehokas PDM tarkoittaa, että työntekijät työskentelevät aina viimeisimmän tiedon perusteella. Viimeisin tieto on todella tärkeä varsinkin asiakkaiden

kanssa toimimisessa. Asiakkaalle ei voida tarjota vanhaa versiota, koska se aiheuttaa hämmennystä ja pahimmassa tapauksessa osa ei enää sovi vanhan tilalle. Myös hankinnan on tärkeä saada viimeisin versio. Jos osa on vanhentunut ja se hankitaan alihankkijalta, tulee varastolle väärä osa. Virheet ja samojen asioiden uudelleen käsittelyt vähenevät, koska tieto on jo hallussa ja tiedon tekijän nimi saadaan tietää. Kun tiimit pystyvät tekemään yhdessä töitä ja välttämään samoja virheitä, työ muuttuu automaattisesti tehokkaammaksi. Ajan tasalla olevan datan löytyminen helposti, nopeuttaa jokaisen järjestelmän käyttäjän töitä. Hyvällä tuotetiedonhallintajärjestelmällä voidaan parantaa tuotteen kierrätysaikaa ja parantaa toimitusketjuorganisaatiota. PDM-järjestelmällä pystytään optimoimaan resursseja ja löytää uusia tehokkaampia keinoja. (Akeneo, 2022)

Tuotetiedonhallintajärjestelmä koostuu monesta eri kategoriasta. Yksi kategoria on tietokoneavusteisten suunnittelutiedostojen (CAD) hallinta. Kategoria pitää sisällään suunnitteluprosessit ja teknisen suunnittelun prosessit. CAD-tiedostot suorittavat erilaisia tehtäviä PDM-järjestelmässä. CAD-tiedostot antavat mahdollisuuden katsoa vanhoja malleja ja erilaisia vaiheita kappaleen tuotantovaiheista. Toimittaja myös tarvitsee tiedon tuotteen ominaisuuksista. Tiedostot voidaan jakaa toimittajalle, jolloin he osaavat tehdä fyysisen kappaleen. Toinen kategoria on uudelleen suunnittelun (Revision) hallinta. Uudelleen suunnittelu PDM-järjestelmässä kertoo, mikä on uusin versio tuotteesta. Myös vanhat tuotteet jäävät PDM-järjestelmään. Uudelleen suunnittelulla pystytään seuraamaan tuotteen muutoksia piirustuksien tasolla. Tällöin tieto on mahdollisimman tarkkaa ja pystytään tutkimaan tuotteiden progressiota. Kolmas kategoria on tietoturvallisuuden hallinta. Tietoturva on hyvin tärkeässä osassa, jotta pystytään hallitsemaan työntekijöiden oikeuksia. Kriittiset tiedot näkyvät vain korkeammalla oleville työntekijöille. Tiedon arvon tällöin tiedetään ja sen vaikutus, jos tieto pääsee leviämään. Vastuu on suuri. Perustason työntekijälle annetaan työntekoon tarvittavat oikeudet, kuten esimerkiksi hankinnan työntekijöille voidaan antaa PDM-järjestelmään katseluoikeudet. Oikeuksia rajaamalla vältetään virheitä ja tiedon leviämistä. PDM:n neljäs kategoria on suunnittelu muutoksen pyyntö. Nimikkeiden muuttaminen on todella suuri työ, koska osaa todennäköisesti käytetään muissa kokoonpanoissa. Muutokset vaikuttavat todella moneen ja ennen muutoksen tekoa, täytyy olla varma muutoksen tarpeesta ja sen käymisestä muihin kohteisiin. (Indeed, 2022)

6.2 Toiminnanohjausjärjestelmä ERP

Toiminnanohjausjärjestelmästä voidaan tuoda tuotanto- jakelu- henkilö- ja rahoitustietoja ilman erillisiä ohjelmistoja. ERP kasaa yrityksen tiedot yhteen paikkaan. ERP suorittaa

resurssien suunnittelua liittämällä eri osa-alueet yhteen. ERP sisältää esimerkiksi varastoinnin, myynnin, ja taloushallinnon. Integroimalla kaikki tieto yhteen paikkaan, voidaan selvittää mahdolliset kaksoiskappaleet. ERP:ssä voidaan käydä läpi esimerkiksi ostoprosessi. Ostoprosessiin kuuluu ostotilaus, ostolaskut, varastonhallintaa ja tilausvalvontaa. ERP:ssä on mahdollista tallentaa myös kaikki toimittaja- ja asiakastiedot, jotta prosessi olisi tehokkaampi. (Investopedia, n.d.)

Tietojen sijainti yhdessä paikassa, nostaa tietoturvaa. Tiedetään missä kaikki tiedot sijaitsevat ja pystytään kohdentamaan parempia ratkaisuja, joilla ehkäistään kaikki tietoturvaan liittyvät uhat. Lisäksi tietojen sijainti samassa paikassa parantaa työn tehokkuutta. Työnteko on helpompaa, kun ei tarvitse etsiä tietoa eri paikoista. Esimerkiksi haluat kahden eri nimikkeen dataa. Nimikkeillä on eri teknologiat ja sijaitsevat eri paikoissa. Työntekijän täytyy kaivaa tilastot molemmista paikoista, kun taas ERP:ssä ne sijaitsevat samassa paikassa. Työntekijöiden toimintaa pystytään tehostamaan esimerkiksi automatisoimalla tiettyjä yksinkertaisia prosesseja kuten ostotilauksia. Automatisoinnilla säästetään työntekijän aikaa ja työntekijä voi käyttää aikaansa vaikeampiin asioihin. (McCue, 2023)

ERP mahdollistaa yrityksen sisällä näkyvyyttä. Jokainen voi katsoa eri toimintalinjojen dataa ja toimia yhdessä. Yrityksen johtajat tekevät päätöksiä numeroiden perusteella. Taloushallinnosta eli ERP:stä saatujen tietojen perusteella on helpompi miettiä seuraavia askelia ja tehdä päätöksiä. Näkyvyyden yksi etuja on, että työntekijät ja tiimit pystyvät katsoa eri tiimien prosesseja ja tietoja, joilla tehostetaan tiimien toimintaa. (McCue, 2023)

ERP-ohjelmistoja voidaan ostaa paketteina, joihin kuuluu valitsemat osiot. Jos yrityksen kasvamisen takia tarvitaan enemmän sovelluksia, ne voidaan vain liittää ilman suurempia muutoksia. ERP-ohjelmistoista on tehty myös mobiilisovelluksia. Näin pystytään mahdollistamaan mahdollisimman joustava palvelu asiakkaille. (McCue, 2023)

ERP yksi suurimmista eduista on kustannussäästöt. Säästöjä voi syntyä automatisoinnin ansiosta. Myös kustannusdatan saaminen yhdestä paikkaa selventää, mistä voisi saada säästöjä ja mitä toimia pitäisi tehdä, jotta prosessi olisi mahdollisimman tehokas. Työtavat voivat myös muuttua uuden järjestelmän vuoksi. Vanhat tavat ovat yleensä tiukassa, mutta datan avulla pystytään todistamaan ongelmakohtia. ERP:llä voidaan poistaa ylimääräisiä vaiheita ja tapoja. (McCue, 2023)

6.3 Asiakkuudenhallinta CRM

Asiakkuudenhallinta on todella tärkeässä roolissa yrityksen kasvu kanssa. CRM-ohjelmisto pohjautuu tietojen käsittelyyn ja analysointiin. Tiedot, joita ohjelmisto etsii on asiakasvuorovaikutuspohjaisia. Asiakkuudenhallinnan tavoitteena on palvella asiakkaita paremmalla tasolla ja säilyttää asiakaspohjaisia tietoja. Tavoitteiden ansiosta odotetaan myynnin nousemista. (Hashemi-Pour, n.d.)

Järjestelmään voidaan tallentaa hyvin erilaista tietoa kuten yrityksen sivut, puhelin, reaaliaikaisia keskusteluja, markkinointimateriaaleja ja sosiaalisia palvelimia. CRM-ohjelmisto tuottaa myös asiakaskohtaista tietoa kuten ostohistoria, asiakkaan tiedot, ostoaikeet sekä asiakkaan huolenaiheet. (Hashemi-Pour, n.d.)

CRM-ohjelmisto tehostaa liiketoimintaa. Paremmalla asiakaspalvelulla saadaan asiakas kiinnostumaan ostamaan uudestaan samalta toimittajalta. Lisäksi ostohistoria ja muut selvitystyöt on jo käyty ja ne ovat CRM-ohjelmistossa tallessa, joten ongelmia on todennäköisesti vähemmän. Toinen tehostava tekijä on trendien tunnistaminen. Asiakastietojen ja ostohistorian tunteminen helpottaa visualisoimaan, mitä asiakas voisi tarvita. Tarpeen mukaan osataan varautua kyselyyn. Kolmantena etuna on rutiinien automatisointi. Perusasioiden automatisoinnilla säästetään aikaa toimittajalla sekä asiakkaalla. (Hashemi-Pour, n.d.)

CRM-ohjelmisto voi luoda ostohistoria ja käyttäytymisen pohjalta tiettyjä kohtia. Tietyissä kohdissa CRM osaa markkinoida tuotteita asiakkaalle esimerkiksi sähköpostin välityksellä. Ostotilaus tehdään yleensä tarpeeseen ja jos mainonta saada näihin tiettyihin kohtiin, johtaa se yleensä ostotilauksiin. CRM-ohjelmisto auttaa myös erilaisten toimintojen teossa. Toiminnoilla seurataan erilaisia ns. johtopäätöksiä, jotta pystytään saamaan uusia asiakkaita ja pidettyä asiakas tyytyväisenä sekä uskollisena. (Hashemi-Pour, n.d.)

CRM-ohjelmisto ja markkinointi ovat myös todella suuressa osassa tekemistä. Ohjelmistosta voidaan nähdä mainokset ja seurannan. Asiakkuudenhallintaan saa myös sähköpostimarkkinointi työkalun. Työkalulla voidaan tehdä automaattisesti persoonallisempia mainoksia asiakasta kohtaan. Ohjelmistolla myös tehdään visuaalisia kampanjoita, lomakkeita ja kilpailuja. Näistä kerätään dataa ja saadaan selville mahdollisia ostotarpeita. Tieto menee myyntiin ja osan tilausta voidaan etukäteen suunnitella. (Nieminen, 2022)

Asiakkuudenhallinta ohjelmistoa käytetään myös asiakaspalvelun tukena, joka on yrityksen yksi peruspilareista. Ilman asiakasta ei ole yritystä. Asiakaspalvelussa pystytään kohdistamaan mainonta nopeammin, yksilöllisemmin ja älykkäämmin asiakasta kohden. Yritykset haluavat pitää asiakkaat itsellään. Toisin sanoen toimittajan täytyy jotenkin ansaita asiakkaan uskollisuus. Asiakasuskollisuus voidaan ansaita tuntemalla asiakashistoria ja kerätyn tiedon ansiosta. Kerätty tieto myös helpottaa kysymyksiin vastaamista ja asiat voidaan ratkaista nopeammin. Asiakkuudenhallinta järjestelmässä voidaan palvella asiakkaita esimerkiksi, reaaliaikaisessa keskustellussa, sähköpostissa ja sosiaalisessa mediassa (Fellowmind, n.d.)

CRM-ohjelmiston tekijä Salesforce on lisännyt sovellukseensa tekoälyn. Tekoäly osaa kirjoittaa sähköposteja asiakkaan datan pohjalta. Lisäksi tekoäly osaa laskea ostojen mahdollisuutta ja täten oikea aikainen mainos johtaa ostotilaukseen. Tiivis yhteistyö tukee asiakasta ostamaan uudelleen samalta toimittajalta. (Salesforce, n.d.)

Asiakkuudenhallintaan voidaan lisätä projektihallinta. Projektihallinnan liittäminen CRM-ohjelmistoon tukee systemaattista suunnittelua, organisointia ja vie maaliin aloitteita organisaatiossa. Asiakkuudenhallinnan projektihallinnassa voidaan asettaa projektin laajuus, asettaa tavoitteita ja mitata projektin onnistumista. Projektin onnistumisen takana on paljon sidosryhmiä, kuten myynti ja markkinointiosastot. CRM-ohjelmistoon saadaan data näistä kaikista sidosryhmistä ja täten tukee projektin onnistumista. (Zheng, 2023)

7 Projekti

Projekti käydään läpi lähtötiedoista tuloksiin. Aikataulu myös käsitellään, koska se on osassa projektin tuloksiin. Ensimmäisenä käsitellään lähtötiedot ja projektin tavoitteet. Tämän jälkeen esitellään työvaiheita, joita on käytetty projektin viemisestä eteenpäin. Lisäksi käsitellään toimintamallia, joka luotiin lisäävän valmistusmenetelmän hankintaan varten. Viimeisenä löytyy tulokset, jossa kerrotaan perusteellisesti tulosten taustat.

7.1 Aikataulu

Opinnäytetyön aikataulun päätti opinnäytetyön tekijä. Opinnäytetyön toimeksianto annettiin 22/12/2023. Näkökulmien etsimiseen annettiin enemmän aikaa, jotta pystyttäisiin perehtymään niihin paremmin. Näkökulmista valittiin yksi jatkoon 30/1/2024. Tätä tiettyä listaa alettiin tutkimaan tarkemmin ja haettiin tueksi muita tietoja nimikkeille, kuten materiaali.

Listan raaka karsiminen piti olla valmiina 9/2/2024. Samaan aikaan aloitettiin toimintamalliehdotuksen tekeminen. Toimintamalliehdotus täytyi saada valmiiksi viimeistään 29/2/2024. Lista karsimisen jälkeen käydään läpi lisäävän valmistuksen ammattilaisen kanssa. Tällä varmistetaan enemmän potentiaalisia tuotteita listalta. Opinnäytetyö ja tulokset on oltava tutkimuksen osalta valmiit helmikuun viimeisenä päivänä.

7.2 Menetelmät

Tutkimuskysymykset pohjautuivat pääasiallisesti teoreettisiin asioihin. Teoreettisiin kysymyksiin lähdettiin etsimään vastauksia haastattelemalla. Erilaisten näkökulmien etsinnässä jouduttiin ottamaan yhteyttä hyvin erilaisiin tiimeihin. Monilla eri haastatteluilla saatiin tutkimusta eteenpäin. Toisaalta tutkimuksesta halutaan tuloksia eli löydöksiä. Erilaisten ohjelmistojen dataa on käytetty tutkimuksen aikana, jotta saataisiin tuloksia. Näitä ohjelmistoja on muun muassa Power Bi, PDM, ERP ja CRM.

7.3 Lähtötiedot

Tehtävänantona oli lisätä mahdollisia tuotteita lisäävään valmistukseen. Lähtötiedoiksi annettiin aikaisempi kokemus ja lista mitä on jo löydetty. Näillä tiedoilla pystytään varmistamaan, että ei tehdä ylimääräistä työtä tutkimalla samoja hylättyjä tai hyväksytyjä tuotteita. Aluksi kerrottiin, että nimikekannasta PDM on ajettu yksi suuri massa-ajo. Massa-ajolla tarkoitetaan tuotekannasta saatua todella isoa määrää nimikkeitä. Massa-ajon suuren nimikemäärän takia, listaa jouduttiin karsimaan hyvin raa'asti, jonka seurauksena saattoi jäädä huomaamatta potentiaalisia osia lisäävälle valmistusmenetelmälle. Ennen tätä projektia, ei ollut minkäänlaista toimintamallia. Toimintamalliehdotus tehtiin täysin puhtaalta pöydältä. Projektin vähäisten lähtötietojen takia, jouduttiin tekemään oletuksia. Oletuksien avulla saatiin erilaisia näkökulmia ja edistettyä projektia.

7.4 Näkökulmien kerääminen

Erilaisia näkökulmia löydettiin loppuen lopuksi neljä. Nämä esitellään tutkimusjärjestyksessä. Toisin sanoen aina kun löydettiin uusi näkökulma, tutkittiin se heti ja pohdittiin sen potentiaalia. Näkökulmassa esitellään prosessi eli mitä on tehty, jotta on päästy tietynlaisiin johtopäätöksiin. Näkökulmien kriteereinä oli, että ne toisivat jotain lisäarvoa tuotteelle. Näin pystytään perustelemaan esimerkiksi korkeampi kustannus.

7.4.1 Nopeutettu toimitus

Ensimmäiseksi päätettiin oletukseksi, että yritys olisi valmis maksamaan lisää tuotteesta, jos hän saa sen esimerkiksi muutaman viikon aikaisemmin. Lisäarvon määrään päätettiin tutkia prosentuaalisesti ja tekemällä tästä taulukon.

Taulukossa käsiteltiin eri vaiheissa olevia varaosia. Ensimmäisenä vaiheessa oli pettänyt osa (Critical, part has failed). Tässä tapauksessa asiakkaalla olisi hajonnut osa ja tarvitsisi sen heti. Toisessa tilanteessa määritettiin viallisen osan kesto. Osan odotettu kesto olisi 4 viikkoa. Tätä kuvataan taulukossa kohdassa "Rush, parts shows failing and could fail in four weeks". Kolmantena määriteltiin osan kestävän yhdestä kahteen kuukauteen. Taulukosta tämä löydetään nimellä "Part sometimes fails and could fail in 1–2 months". Kuitenkaan nämä eivät pelkästään riitä määrittämään lisäarvoa. Koska vastaukset ovat prosentteja, osan hinta vaikuttaa päätökseen. Näkökulman tuotteiden arvoksi päätettiin 5 000 €, 10 000 € ja 50 000 €. Jos esimerkiksi oletetaan, että asiakas on valmis maksamaan 25 % enemmän 5 000 € osasta eli 1 000 €, ei välttämättä sama päde 50 000 € osaan. Viimeisenä lisäarvoon vaikuttaa toimitusaikataulu. Taulukossa oletettiin normaalin osan toimitusajaksi 10 viikkoa, mikä on vielä työkokemuksen perusteella suhteellisen normaali. Nopeamman toimituksen ajoiksi laitettiin 2, 4 ja 8 viikkoa. Näillä eri parametreillä uskottiin saatavan kattava vastaus asiakkaan halukkuudesta maksaa lisää tuotteesta

Kuva 15 Toimituksen luoma lisäarvo

2	Critical, part has failed			Normal delivery time is 10 weeks
3	Part value(€)			
4	Delivery time(weeks)	5 000,00 €	10 000,00 €	50 000,00 €
5	2			
6	4			
7	8			
8				
9	Rush, part shows failing and could fail in four weeks			
10	Part value(€)			
11	Delivery time(weeks)	5 000,00 €	10 000,00 €	50 000,00 €
12	2			
13	4			
14	8			
15				
16	Part sometimes fails and could fail in 1-2 month			
17	Part value(€)			
18	Delivery time(weeks)	5 000,00 €	10 000,00 €	50 000,00 €
19	2			
20	4			
21	8			
22				

Projektissa päätettiin valita 5 eri kohdehenkilöä haastatteluun, joilla olisi kokemusta toimituskanavista ja niiden hyväksymistä kustannustasoista verrattuna lisäarvoon. Haastatteluiden yhteydessä pohjustettiin opinnäytetyön tarkoitusta. Haastatteluiden perusteella tultiin sellaiseen tulokseen, että tämän kaltaista tietoa voisi olla hyvin vaikea saada.

Ensimmäiseksi todettiin, että yritykset tuskin haluavat kertoa omaa hankintasuunnitelmaa. Jos saataisiin tietää, että yritys olisi maksamaan 25 %, tätä käytettäisiin muissakin tilanteissa. Toiseksi ongelmaksi esiintyi osan tärkeys. Kriittisten osien löytäminen asiakkaalle olisi tämän opinnäytetyön sisällä mahdottomuus. Jos satuttaisiin saamaan asiakkaan näkökulmasta kriittisiä osia, voitaisiin saada luotettavaa tietoa taulukolla. Yritys tuskin haluaa maksaa osasta ylimääräistä, jos se ei ole kriittinen heidän mielestään.

Kolmanneksi ongelmaksi tuli maailman tilanne. Ylimääräisen rahan liikuttaminen pyritään minimoimaan, kuten varastoja on pienennetty ja ostetaan vain välttämättömiä osia.

Neljäntenä ongelmana on, että otetaan mieluummin riski, että osa hajoaa. Ajatellaan esimerkiksi omaa autoa. Jos autossa etupyörän laakeri pitää ääntä eli on menossa rikki, todennäköisesti et ole valmis maksamaan nopeampaa toimitusta vaan toivot osan kestävän huoltoon saakka. Osan hajottua ollaan valmiita maksamaan lisää, jotta auto saataisiin liikkeelle mahdollisimman nopeasti.

Haastatteluissa tuli ilmi kysymys ”miksi osa halutaan nopeammin”. Haastatteluiden pohjalta todettiin sen johtuvan jonkinlaisesta virheestä. Yksi virhe voisi olla, että tarkastuksia ei olla tehty riittävällä tasolla ja sen takia ei olla huomattu osan viallisuutta. Muita vaihtoehtoja voisi rikkinäiselle osalle olla, että ei ollut tietoa osan tarpeellisuudesta hankkia aikaisemmin, yritys on päättänyt ottaa riskin tai huollon yhteydessä on tapahtunut jotain ennalta arvaamatonta.

7.4.2 Varastoitavat nimikkeet

Varastointi aiheuttaa paljon kustannuksia. Osa kustannuksista voidaan myydä palveluna. Tällöin toinen osapuoli on suostunut esimerkiksi maksaa varastoinnista. Esimerkiksi asiakas voi haluta varastoinnin, jotta se saa varmuudella tuotteen viikossa, vaikka sen toimitusaika olisi 10 viikkoa, kun se tilataan. Tällöin asiakkaan ei välttämättä tarvitse sitä varastoida. Tuotteelle on näin saatu lisäarvoa ja varastointi ei ole pelkästään lisäkustannus.

Varastossa on myös tuotteita, joita menee paljon vuosissa. Näitä tuotteita saadaan nopeasti toimitettua asiakkaalle ja hankinta voi ostaa varastoon lisää samaa tavaraa. Myös on tuotteita, joita menee vuodessa vain yksi kappale. Tällaisissa tapauksissa voi toimitusaika olla todella pitkä kuten 40 viikkoa.

Näillä kahdella ryhmällä on selvästi samaa ja se on varastoinnista aiheutuvat kustannukset. Lisäävässä valmistuksessa on oletettavasti enemmän kustannuksia, kuin normaaleissa valmistusmenetelmissä. Jos varastomääriä saataisiin pienennettyä, pystyttäisiin datalla hyväksymään esimerkiksi hieman korkeampi hankintahinta.

7.4.3 Riskit toimittajaketjussa

Toimittajaketjuun voi liittyä monenlaisia erilaisia riskejä. Toimittajan ja asiakkaan välinen suhde määrittää paljon. Esimerkiksi kaupallisia tuotteita voidaan keskittää johonkin ja keskittämällä pystytään vaikuttamaan tiettyihin ehtoihin sopimuksissa. Toisaalta jotkin toimittajasuhteet voivat perustua erilaisiin sopimuksiin kuten vaikeasti tehtävä tuote. Yritys sopii yhden alihankkijan kanssa, että ostaa tätä tuotetta sen verran, että toimittaja pystyy hankkimaan tarvittavat laitteet ja saa kappaleen valmistettua. Tällaisia ns. yhteistyösopimuksia voi tulla eteen, kun liitetään yrityksiä toisiinsa. Jos alihankitun osan tekijä menee konkurssiin, joudutaan etsiä uutta toimittajaa kyseiselle osalle. Osan hankkimisessa ilmenee ongelma, koska osaa ei saada mistään yrityksestä esimerkiksi vaikean prosessin takia. Tällaisia yllättäviä konkurssin aiheuttamia ongelmia pystytään välttämään lisäävän valmistuksen avulla ja turvata tuotteiden saanti.

Toinen ongelma toimittajasuhteissa voi olla nopeasti kasvanut kysyntä. Toimittaja huomaa, että tehdas on täynnä tilauksia ja seuraavia tilauksia voidaan ottaa vasta kuukausien päähän. Suuren kysynnän seurauksena toimitusajat nousevat huomattavasti korkeammiksi. Näissä tilanteissa asiakasta ei pystytä palvelemaan halutulla tasolla. Jos huomataan ylikuormitusta toimittajaa kohtaan, voidaan mahdollisesti vähentää sitä tekemällä osat lisäävällä valmistusmenetelmällä.

Kolmas vaikea tilanne toimittajan kanssa on huono kommunikaatio. Esimerkiksi tarjouspyyntöihin tai sähköposteihin ei saada vastausta. Toimittaja ei pyri parantamaan omaa toimintaansa siten, että päästäisiin yrityksen vaatimiin tavoitteisiin esimerkiksi toimitusvarmuuden kanssa. Perusasioiden kanssa pitäisi olla helppo ja nopea yhteistyö, jotta toiminta olisi mahdollisimman sujuvaa. Jos toimittajalla ei ole mielenkiintoa jatkaa yhteistyötä ja kehittää omaa toimintaansa, voidaan tuotteita siirtää pois heiltä. Tuotteille ei välttämättä

löydä toista perinteistä valmistusmenetelmän tekijää, joten osia voitaisiin hankkia lisäävän valmistusmenetelmän avulla.

7.4.4 Materiaali

Yksi vaihtoehto on etsiä nimikkeitä materiaalin mukaan. Materiaalipohjaisessa haussa pitäisi olettaa, että tuotetieto on oikein kirjattu järjestelmään. Jos tuotetiedossa ilmenee puutteita tai sitä ei olla tehty ollenkaan, data ei sisällä kaikkia saman materiaalin tuotteita. Projektissa oletettiin, että yksi mahdollinen materiaali olisi valuraudasta tehdyt tuotteet. Yksi ongelma valutuotteissa on se, että itse valu saattaa maksaa todella paljon. Jos tarve on yksi kappale, kasvaa nimikkeen hinta äärimäisen korkealle valun tekemisen takia. Näissä tilanteissa pystyttäisiin selittämään korkeampaa hintaa nimikkeelle, jos osa tehtäisiin lisäävällä valmistuksella, eikä valua tarvitsisi. Toinen ongelma valutuotteissa on kappalemäärä. Toimittaja voi sanoa, että tekevät tuotetta, jos minimi tilausmäärä on 100 kappaletta ostotilausta kohden. Jos tarve on pienempi, joudutaan nimikettä ottamaan varastoon ja täten nimikkeelle tulee myös varastointikustannukset päälle.

Valutuotteiden tai itse valujen etsiminen esiintyi haastavaksi. Dataa ei pysty ajamaan Power BI-ohjelmistosta, koska ohjelmisto hakee tietoa ostotilausten perusteella ERP-ympäristöstä. Ensimmäiseksi ongelmaksi tuli, että jos nimikettä ei olla ostettu koskaan, sitä ei näkyisi tällöin ostohistoriassa. Toisin sanoen, ostohistorian perusteella haettu data ei välttämättä näytä kaikkia valunimikkeitä. Toinen ongelma on, miten materiaali on laitettu nimikedataan. Jos tuote tehdään valusta, nimikkeen materiaali voisi olla esimerkiksi terästä. Nimikkeen osaluettelossa kerrotaan vain valun tuotekoodi.

Mainittujen syiden takia, aloitettiin selvittämään mahdollisuutta tuoda dataa suoraan tuotetiedonhallinnan ohjelmistosta. Jos pystytään ajamaan jonkinlainen lista, saataisiin selville nimikkeet ja näin pystytään selvittämään lisäävän valmistuksen mahdollisuuksia. Haastattelun perusteella saatiin selville, että pitäisi tietää kaksi eri kriteeriä. Nämä kaksi kriteeriä karsii nimikemassan paljon pienemmäksi. Kriteerejä ei voida julkaista salaisen tiedon vuoksi. Kriteerejä voidaan kuvailla esimerkiksi kuka omistaa ja mitä omistaa.

Seuraavaksi haastateltiin kriteereistä tietävää ammattilaista. Hänen kokemuksensa perusteella saatiin tietoon muutama hyvä kriteeri. Näillä kriteereillä saadaan tietää kaikki sarjan nimikkeet, josta pitäisi vielä erikseen valita materiaaliksi valumateriaalit. Kuitenkin tämänkaltaisessa haussa voisi olla potentiaalia löytää lisäävän valmistuksen osia. Kuten

haastattelun aikana tuli ilmi, että yhdestä kriteeristä on jo löytynyt nimikkeitä, joten tätä kategoriaa olisi hyvä tutkia lisää.

Lisäksi haastattelun aikana hän näytti toisen tavan löytää halutun tiedon. Aikoinaan työnjohtajat saivat oikeuksia erityiseen istuntoon ERP-ohjelmistossa. Lisäksi saatiin tietää, että tätä istuntoa käyttävät myös nimikkeen rikastuksen ammattilaiset. Toisin sanoen, tiedon hakeminen PDM:stä osoittautui vaikeammaksi, joten näkökannan tiedon keruu tapahtuu tästä uudesta istunnosta. Uudessa istunnossa pystyttiin hakemaan materiaalikoodin mukaan. Haastattelun aikana ilmeni, että esimerkiksi valukappaleiden materiaalina merkittiin esimerkiksi GRP, GRS tai GJL. Näillä viittaavat erilaisiin valurautoihin kuten suomugrafiittivalurautoihin ja pallografiittivalurautoihin.

7.5 Näkökulman valinta

Kaikki näkökulmat osoittivat potentiaalia. Kuitenkin osa näkökulmista nähtiin suhteellisen ongelmallisina, joten tämän projektin aikataulun takia sellaiset piti sulkea pois. Myös yksi näkökulma jätettiin pois vain sen takia, koska sen ratkaisua pohdittiin toimintamallissa. Opinnäytetyössä on tietty määrä resursseja, joten ne kannattaa käyttää viisaasti. Valitussa näkökulmassa on selvästi hyötyä ja sitä on helpompi perustella kuin muita näkökulmia. Tuotteen perustelu tapahtuu kvantitatiivisesti, joka todistaa, että numerot kertovat hyödyt eikä mielipiteet.

7.6 Toimintamalliehdotus

Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä toimintamalli. Toimintamalliehdotukseen tarvitaan erilaisia toimia, joita ei keretä tekemään opinnäytetyön aikana. Tästä syystä tehdään toimintamalliehdotus, joka sisältää mahdollisen prosessin. Kun on saatu tehtyä tarvittavat muutokset, toimintamalliehdotuksen pohjalta voidaan muokata tietoja. Opinnäytetyön tutkimuskysymyksenä oli ”Miten pystytään luomaan sellainen toimintamalliehdotus, jolla saadaan kierrätettyä tuotteita 3D asiantuntijoiden kautta”. Toimintamalliehdotuksen ideana on kehittää tietynlainen prosessi, jolla pystytään ohjaamaan työntekijöiden toimia. Toimintamalli on tehty haastattelemalla hankinnan sekä lisäävän valmistuksen ammattilaisia. Työkokemukseni hankintainsinöörinä on myös määritellyt hyvin paljon minkälainen toimintamalli voisi olla. Toimintamallin pohja periaatteena on, että tekninen vastuu on lisäävän valmistuksen ammattilaisella. Hankinnan vastuu on vain kierrättää nimikkeitä lisäävän valmistuksen ammattilaisten kautta.

Toimintamallin ensimmäinen kriteeri oli helppo käyttöisyys. Jos toimintamalli olisi hyvin vaikea tai epäselvä, sitä ei otettaisi käyttöön tai sitä ei käytettäisi ilman pakottamista. Uuden toimintamallin takia täytyy katsoa nykyistä työntekijän työkuormaa, jotta toimintamalli ei rasittaisi liikaa työntekijöitä. Seuraaviin kysymyksiin lähdettiin etsimään vastausta ”Pystytäänkö hyödyntämään nykyisiä ohjelmistoja toimintamallissa?” ja ”Miten voitaisiin pitää prosessi yksinkertaisena ja helppona työntekijöille?”. Ensimmäisenä suljettiin pois sähköposti. Sähköpostin kanssa tehdään päivittäin hyvin paljon töitä ja suuren viestimassan takia, voisi tällaiset sivutoimet unohtua tai jäädä katsomatta. Toinen ongelma on se, että jos ajatellaan esimerkiksi 10 henkilön laittavan yhden idean päivässä, kuinka moni idea jää arvioimatta, kun sähköposti on täynnä uusia kyselyitä. Kolmantena ongelmana tuli sähköpostien näkyvyys. Sähköpostia ei voida näyttää muille kuin viestiketjussa olleille. Esimerkiksi työntekijöiden vaihtuvuuden takia, voitaisiin samoja osia arvioida uudelleen tietämättä, että se on jo käsitelty. Erilaisten ongelmien kannalta todettiin, että toiminta voisi tapahtua asiakkaanhallintajärjestelmässä.

CRM-ohjelmiston monipuolisuus osoittautui hyväksi vaihtoehdoksi. CRM-ohjelmiston etuja ovat muun muassa tietojen jääminen järjestelmään, datan seuraaminen esimerkiksi erilaiset tilastot ja lisäksi voidaan kommunikoida järjestelmän kautta. CRM-ohjelmiston käyttäminen on hankinnan jokapäiväistä työtä, joten ei tarvitse opetella uusia sovelluksia. Ohjelmistojen hyödyntäminen helpottaisi prosessia.

Ehdotukseen on lisätty tarve lisäävän valmistuksen sivulle. Sivulla pystyttäisiin katsomaan ja seuraamaan tapausten etenemistä. Sivulla myös näkyisi tapausten määrä, joka viittaisi toimintamallin tuomaan lisätyöhön. Toisaalta sivun perusteella pystytään selvittämään ideoiden määrä ja perustelemaan esimerkiksi työntekijöiden lisäämistä. Sivun oikeudet tulisi olla nykyisin lisäävän valmistuksen ammattilaisilla. Sivun tehtäisiin teknisen tuen alle. Teknistä tukea tarvitaan osan määrittelyssä, jotta saataisiin tietää osan sopivuus lisäävälle valmistukselle. Sivun nimelle on tehty ehdotus. Nimiehdotus pohjautuu ymmärrettävään termiin ja ehdotus on rakennettu samalla tavalla kuin muiden sivujen nimet järjestelmässä.

Toimintamalliehdotuksessa käydään läpi prosessi. Ennen itse prosessin alkua hankinnan työntekijät käyvät läpi tarkastuslistan. Tarkastuslistassa on muutama kriteeri, jotka sulkevat pois pahimmat hutilyönnit. Prosessin alussa hankinnan ammattilaiset tekevät niin sanotun sivutoimen. Sivutoimi tulisi lisäävän valmistuksen sivulle, josta voitaisiin ottaa tapaus käsittelyyn. Käsittelyssä on todella tärkeää pitää tapaus ajan tasalla. Jos päivittämistä ei tapahdu, voi esiintyä kysymyksiä tapauksen tilanteesta. Kun tapaus saadaan päätökseen

lisäävän valmistuksen puolelta, päätös pitää perustella. Perustelulla kasvatetaan työntekijöiden osaamista. Toimintamalli siis tukee työntekijöiden tiedon kartoittamista ja lisäämistä. Kun tapaus on ratkaistu, siitä tulee ilmoitus hankinnan viralliselle tapaukselle. Prosessi nähdään siis koko ajan reaaliajassa ja hankinta pystyy reagoimaan lisäävän valmistuksen päätökseen.

7.7 Tulokset

Näkökulmia saatiin runsaasti. Erilaisia näkökulmia avattiin ja pohdittiin. Näkökulmat ovat perusteltu selkeästi ja niistä on saatu hyötyä yrityksessä. Näkökulmia löydettiin yhteensä neljä.

Valittu näkökulma osoittautui hyödylliseksi. Näkökulman avulla löydettiin tapa etsiä nimikkeitä. Nimikkeistä saatiin tehtyä lista. Listalla oli tässä vaiheessa noin 150 nimikettä. Listasta kuitenkin puuttui tärkeitä tietoja eli tuotteiden tuotetieto oli puutteellinen. Tiedon etsimisen ansiosta saatiin listaan täytettyä puuttuvat tiedot. Puuttuvien tietojen jälkeen tehtiin karkea karsinta esimerkiksi materiaalin mukaan. Karsinnan jälkeen listalle jäi 114 nimikettä. Nämä nimikkeet jatkoivat prosessiin, jossa määritellään näiden toimivuus loppuun saakka. Prosessi on hyvin pitkä ja hidas, joten opinnäytetyön aikana ei saada tietää vastauksia.

Toimintamalliehdotus tehtiin aluksi suomen kielellä ja loppuversioon se muutettiin englanniksi. Toimintamalliehdotuksessa esiintyy salassa pidettäviä asioita, joten sitä ei voida esittää tarkasti tai näyttää julkisesti. Toimintamalliehdotuksen sisältönä oli miksi, erilaisia esimerkkejä, tarkastuslista ja toimintatavat molemmille osapuolille. Toimintatapa on annettu hyväksytysti yrityksen ohjaajalle ja siitä on kerätty palautetta myös hankinnasta.

Toimintamalliehdotus nähtiin hyvänä kokonaisuutena ja se selventää tiimien välistä yhteistyötä. Toimenpiteet pidettiin suhteellisen yksinkertaisena. Esimerkeistä saatiin hyvä kuvaus mitä lisäävällä valmistuksella voidaan tehdä ja mitä ei. Myös prosessin tapahtuminen asiakkuudenhallinta järjestelmässä nähtiin järkevänä sekä tehokkaana.

8 Yhteenveto ja pohdinta

Opinnäytetyön alussa lähdettiin selvittämään tutkimuskysymyksiin vastauksia.

Tutkimuskysymykset olivat ”Miten löydetään mahdollisia lisäävän valmistuksen osia” ja ”Miten pystytään luomaan sellainen toimintamalli, jolla saadaan kierrätettyä tuotteita 3D ammattilaisten kautta”. Kysymyksiin vastaamiseen tarvittiin oletuksia. Lähtötietoja oli suhteellisen vähäsen. Vähäisten alkutietojen takia jouduttiin tekemään oletuksia, jotta saataisiin tutkimus aloitettua.

Projektissa ensimmäinen oletus oli, että yritys olisi valmis maksamaan nopeammasta toimituksesta. Oletus nopeasti todettiin huonoksi. Kuitenkin haastatteluissa ilmeni muita mahdollisia keinoja katsoa nimikkeitä. Näkökulmia myös alettiin katsomaan hankinnan riskien kannalta. Näkökulma osoittaa paljon potentiaalia, mutta on itsessään hieman vaikea arvioitava ja aikaa vievä. Varastoinnissa huomattiin, joitakin mahdollisia tuotteita ja sen takia sitä alettiin tarkemmin selvittämään. Selvityksen seurauksena saatiin tietää varastoinnin ongelmia ja mitä hyötyä varastoinnista on.

Kaikki näkökulmat osoittivat potentiaalia ja kaikista olisi saatu tuloksia. Yhdessä 3D ammattilaisten kanssa tutkittiin ideoita ja selvästi yksi nousi muiden ylitse. Valitusta näkökulmasta löydettiin useita nimikkeitä ja näistä saatiin muodostettua lista. Listasta löydettiin heti potentiaalisia tuotteita, mutta pääsääntöisesti tuotetieto oli vajaata. Lista saatiin täytettyä kyselyillä ja sen jälkeen tehtiin raaka karsinta. Listassa oli raaka karsinnan jälkeen noin 115 tuotetta. Tuloksena päästiin opinnäytetyön tavoitteisiin löytää mahdollisia lisäävän valmistuksen tuotteita.

Toimintamalliehdotuksen kehittäminen tehtiin yhteistyössä hankinnan ja lisäävän valmistuksen ammattilaisten kanssa. Toimintatapoina käytettiin haastatteluja ja työkokemusta hankinnasta. Lopuksi vielä kysyttiin mielipidettä toimintamalliehdotuksesta sekä hankinnasta, että lisäävän valmistuksen puolelta. Palautteena toimintamalliehdotusta pidettiin hyvänä ja helppo käyttöisenä. Lisäksi esimerkit ja skenaariot selvensivät toimintamallia. Toimet koettiin helppona hankinnassa, koska sovellusta käytetään heidän arkirutiineissansa. Lisäävässä valmistuksessa nähtiin paljon etuja sovelluksessa, vaikka siitä ei ollut kokemusta. Helppo yhteydenotto koettiin myös tärkeäksi.

Opinnäytetyö alkuun vaikutti hyvin vaikealta. Onneksi kokemuksen ansioista ymmärsin yrityksen toimintatapoja ja tutkimusta pystyttiin laittamaan oikeaan suuntaan. Lisäksi työntekijöiden tunteminen osittain auttoi kysymysten esittämisessä ja siten tehostetusti

saatiin vastauksia. Ilman omaa kokemusta tai tukiryhmän neuvoja, olisi opinnäytetyö vaikeampi viedä maaliin. Opinnäytetyön tutkimusta tehdessä, valinta oli oikea. Tutkimuksen aikana motivaatio oli tasaisen korkealla mikä vaikutti myös tuloksiin. Opinnäytetyön aikana opittiin paljon yrityksen sisäisiä asioita, joita olisi vaikea ymmärtää ilman niiden avaamista kuten riskejä toimittajaketjussa. Ymmärrys myös lisäävästä valmistuksesta kasvoi todella paljon erilaisten kokousten ja tapaamisten myötä sekä teorian avulla.

Lähteet

Ahn, D. (22.10.2021). *Directed Energy Deposition (DED) Process: State of the art*. Springer.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s40684-020-00302-7#change-history>

Akeneo. (27.8.2022). *What is Product Data Management*. Viitattu 20.2.2024.
<https://www.akeneo.com/blog/what-is-product-data-management/>

Amper. (n.d.). *Cyckle Time vs. Lead Time: What Do These Metrics Tell you?*.
<https://www.amper.xyz/post/cycle-time-vs-lead-time-what-do-these-metrics-tell-you>

Ashcroft, S. (13.4.2023). *Timeline of 3D printing (additive manufacturing)*. SupplyChain.
<https://supplychaindigital.com/technology/a-timeline-of-additive-manufacturing-3d-printing>

Cflow. (n.d.). *Procurement KPIs to Track-Analyze-Improve Performance*. Viitattu 27.2.2024.
<https://www.cflowapps.com/procurement/procurement-kpis/>

Chakrabarti, T. (27.12.2023). *6 Procurement KPIs You Need to Track in 2024*. Zluri.
<https://www.zluri.com/blog/procurement-kpis/>

Dassault System. (n.d.). *Photopolymerization*. Viitattu 24.2.2024.
<https://www.3ds.com/make/guide/process/photopolymerization>

Engineering Product desing. (7.12.2019). *Directed Energy Deposition (DED)*.
<https://engineeringproductdesign.com/knowledge-base/direct-energy-deposition/>

ExOne. (n.d.). *What is Binder Jetting?*. Viitattu 24.2.2024. <https://www.exone.com/en-US/Resources/case-studies/what-is-binder-jetting>

Fairmarkit. (n.d.). *Direct procurament*. Viitattu 27.2.2024.
<https://www.fairmarkit.com/glossary/direct-procurement>

Fellowmind. (n.d.). *CRM-järjestelmä asiakaspalvelun tukena*. Viitattu 18.2.2024.
<https://www.fellowmind.com/fi-fi/ratkaisut/crm/asiakaspalvelu/>

Fox, J. (26.8.2020). *Calculating And Maximizing Procurement ROI*. Forbes.

<https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2020/08/26/calculating-and-maximizing-procurement-roi/?sh=5cd6dc734b13>

Gibson, I. Rossen, D. Stucker, B. Khorasani, M. (2021). *Additive Manufacturing Technologies Third Edition*. Springer.

Hasmeni-Pour, C. (n.d.). *CRM (Customer relationship management)*. Techtargt

<https://www.techtargt.com/searchcustomerexperience/definition/CRM-customer-relationship-management>

Horizon Technology. (7.6.2021). *3 Advantages & Disadvantages of Additive Manufacturing process vs. PM*. <https://www.horizontechnology.biz/blog/advantages-and-disadvantages-of-additive-manufacturing-process-vs-powder-metallurgy>

Hubs. (n.d.). *What is Material Jetting 3D printing*. <https://www.hubs.com/knowledge-base/introduction-material-jetting-3d-printing/#work>

Indeed. (14.11.2022). *What Is PDM? Definition, Impact, Components and Benefits*. Viitattu 20.2.2024. <https://ca.indeed.com/career-advice/career-development/pdm>

Investopedia. (n.d.). *Enterprise Resource Planning (ERP): Meaning, components, and exaples*. <https://www.investopedia.com/terms/e/erp.asp>

Jenkins, A. (5.8.2023). *What is procurement? Types, Processes & Technology*. Oracle. <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/accounting/procurement.shtml>

Kauppila, I. (26.4.2022). *What Is Material Jetting? – 3D Printing Basics*. ALL3DP. <https://all3dp.com/1/what-is-material-jetting-3d-printing-basics/>

Laser System Europe. (n.d.). *Enabling the uptake of large scale additive manufacturing*. <https://www.lasersystemeurope.com/analysis-opinion/enabling-uptake-large-scale-additive-manufacturing>

Logistiikan maailma. (n.d.). *Varastointi*. Viitattu 14.1.2024.

<https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/>

Markforged. (n.d.). *Additive manufacturing History: From the 1980's to Now*.

<https://markforged.com/resources/blog/additive-manufacturing-history>

May, V. (7.10.2022-a). *The History of Additive Manufacturing: From the 1980s to Today*.

Prototol UK. <https://prototoluk.com/blog/history-of-additive-manufacturing/>

May, V. (5.10.2022-b). *Additive Manufacturing Advantages and Disadvantages*. Prototol UK

<https://prototoluk.com/blog/additive-manufacturing-advantages-and-disadvantages/>

McCue, I. (8.11.2023). *15 benefits of ERP for businesses in 2024*. Oracle NetSuite.

<https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/erp-benefits.shtml>

Mills, G. (1.12.2022). *What is Vendor Availability?*. Thomasnet.

<https://www.thomasnet.com/insights/vendor-availability/>

Nieminen, K. (15.7.2022). *Mikä on asiakkuudenhallintajärjestelmä*. Markkinoinnin trendit.

<https://markkinoinnintrendit.fi/mika-on-asiakkuudenhallintajarjestelma/>

Niittymies, T. (2019). *3D-tulostus tulee*. <https://sfs.fi/3d-tulostus-tulee/>

Koppa. (n.d.). *Polyvinyylialkoholin molekyyli­massan määrittäminen viskositeetista*.

Jyväskylän yliopisto.

<https://koppa.jyu.fi/avoimet/kemia/kems448/suomeksi/ohjeet/liuokset/viskositeetti>

Loughborough University. (n.d.-a). *Material Extrusion*. Viitattu 25.2.2024.

<https://www.lboro.ac.uk/research/amrg/about/the7categoriesofadditivemanufacturing/material-extrusion/>

Loughborough University. (n.d.-b). *Powder bed Fusion*. Viitattu 25.2.2024.

<https://www.lboro.ac.uk/research/amrg/about/the7categoriesofadditivemanufacturing/powder-bedfusion/>

Loughborough University. (n.d.-c). *Sheet Lamination*. Viitattu 25.2.2024.

<https://www.lboro.ac.uk/research/amrg/about/the7categoriesofadditivemanufacturing/sheetlamination/>

Padasak, Z. (5.10.2022). *Top 10 Advantages and Disadvantages of Additive Manufacturing*.
<https://www.alphaprecisionpm.com/blog/top-10-advantages-and-disadvantages-of-using-additive-manufacturing>

PLM Group. (n.d.). *PDM – kolme erittäin tärkeää kirjainta. Miksi?*.
<https://plmgroup.fi/blogi/pdm-kolme-erittain-tarkeaa-kirjainta-miksi/>

ProcureDesk. (21.2.2023). *Indirect Procurement*.
<https://www.procuredesk.com/glossary/indirect-procurement/>

PTC. (n.d.). *Product Data Management (PDM)*. Viitattu 20.2.2024.
<https://www.ptc.com/en/technologies/plm/product-data-management>

Osakesijoittaja.fi. (n.d.). *ROI eli sijoitetun pääoman tuotto*. Viitattu 27.2.2024.
<https://osakesijoittaja.fi/roi/>

Salesforce. (n.d.). *Salesforce Artificial Intelligence*.
<https://www.salesforce.com/products/einstein-ai-solutions/>

Savonia. (n.d.-a). *Menetelmät*. <https://3dtulostus.savonia.fi/fi/tietopankki/menetelmat>

Savonia. (n.d.-b). *Suorakerrostusmenetelmä*.
<https://3dtulostus.savonia.fi/fi/tietopankki/menetelmat/suorakerrostusmenetelma>

SFS-EN ISO/ASTM 52900:2021. (10.12.2021). *Lisäävä valmistus. Yleiset periaatteet. Perusteet ja sanasto*. SFS Online.

Raley, T. (7.8.2017). *How to Calculate Warehouse Storage Cost*. Sciencing.
<https://sciencing.com/how-6155460-figure-footage-formula-janitorial-services.html>

Valmet. (n.d.-a) *Valmet lyhyesti*. Viitattu 28.12.2023. <https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/valmet-lyhyesti/>

Valmet. (n.d.-b) *Strategia*. Viitattu 28.12.2023. <https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/strategia/>

Valmet. (n.d.-c) *Historia*. Viitattu 28.12.2023. <https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/historia2/>

Worldwide Logistics Group. (n.d.). *Importance of warehousing*. <https://worldwidelogisticsltd.com/importance-of-warehousing/>

Zheng. N. (12.6.2023). *Understanding CRM Project Management and Why Your Business Needs It*. Hashmicro. <https://www.hashmicro.com/blog/crm-project-management/>