

Materiaalitarvelaskenta ilmailuteollisuudessa

Case: Patria Aviation Oy

Jani Halinen

Opinnäytetyö
Joulukuu 2019
Tekniikan ala
Insinööri (ylempi AMK)
Elinkaaripalveluiden johtamisen tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Halinen, Jani	Julkaisun laji Opinnäytetyö, ylempi AMK	Päivämäärä Joulukuu 2019
	Sivumäärä 42	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Materiaalitarvelaskenta ilmailuteollisuudessa Case: Patria Aviation Oy		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (ylempi AMK), Elinkaaripalveluiden johtamisen tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Pasi Lehtola		
Toimeksiantaja(t) Patria Aviation Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää ilmailuteollisuudessa toimivan Patria Aviation Oy:n materiaalitarvelaskennan nykytila ja löytää sieltä kehityskohteita. Tavoitteena oli priorisoida nämä kehityskohteet ja sijoittaa niistä merkittävimmät taulukkoon. Näin toimeksiantaja pystyy paremmin hyödyntämään työn tuloksia ja tekemään toiminnassaan muutoksia. Muutoksilla haetaan kustannussäästöjä ja toiminnan tehostamista.</p> <p>Ilmailun MRO-toimialan (Maintenance, Repair and Overhaul) materiaalihankinnoilla ja materiaalitarvelaskennalla on erityispiirteitä muihin teollisuushaaroihin verrattuna. Pääperiaatteet ovat kuitenkin samat, eli ennakoimalla pyritään saavuttamaan riittävä varastotoimintojen palvelutaso. Hyvän palvelutason edellytys on, että materiaalitarvelaskennassa hyödynnetään kulutus- ja historiatietoja sekä ennusteita tulevista tilauksista ja muutoksista. Osa näistä toiminnoista pystytään automatisoimaan nykyaikaisilla toiminnanohjausjärjestelmillä, mutta silti joudutaan tekemään manuaalista laskentaa ja seurantaa.</p> <p>Opinnäytetyön tutkimustapa oli kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus. Se suoritettiin haastattelemalla niitä henkilöitä, jotka ovat keskeisessä roolissa tekemässä materiaalihankintoja ja jotka suorittavat materiaalitarvelaskentaa työssään. Työn tuloksena saatiin selville useita kehityskohteita, jotka esiteltiin toimeksiantajalle tulevien päätösten tueksi.</p> <p>Haastatteluiden ja analyysin perusteella ilmeni, että materiaalitarvelaskentaa ei tällä hetkellä pystytä tekemään täysimääräisesti. Toimeksiantaja kehittää kuitenkin toimintaa siihen suuntaan, että kehityskohteet voitaisiin toteuttaa ja toiminnasta voitaisiin tehdä nykyistä ennakoitavampaa.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Materiaalitarvelaskenta, MRO, tilausten optimointi, varastonhallinta, tilauspiste		
Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)		

Author(s) Halinen, Jani	Type of publication Master's thesis	Date December 2019 Language of publication: Finnish
	Number of pages 42	Permission for web publication: x
Title of publication Material Requirements Planning in Aviation Industry Case: Patria Aviation Oy		
Degree programme Master's Degree Program in Logistics		
Supervisor(s) Lehtola, Pasi		
Assigned by Patria Aviation Oy		
<p>Summary</p> <p>The purpose of this thesis was to examine the current state of Patria Aviation Oy's material requirements planning and to identify issues for future development. The objective of this study was to prioritise those areas and to apply them in the table. This way, the client may better utilise the findings and to make required changes to its operations. The changes are aimed at lowering operating costs and to increasing efficiency.</p> <p>Aviation maintenance, repair and overhaul (MRO) related material procurement and material requirements planning have certain unique industry-specific characteristics. The primary principles, however, are the same, including the use of predictive inventory to ensure required depot level services. The principle of predictive inventory requires the utilisation of consumption history data and predictions about future orders and modifications. Some of these functions can be automated through modern Enterprise Resource Planning. This, however, does not obviate the need for manual stock control and tracking altogether.</p> <p>This study employed a qualitative research method. The data were collected through a set of interviews with individuals responsible for material acquisitions and material requirements planning. The results indicate several areas for improvement that were proposed to client in support of decision-making.</p> <p>The data analysis indicated that material requirements planning cannot be fully realised today. The client, however, will continue to develop its own practices and to work toward fuller implementation of the identified areas of improvement in order to make operations more predictable in future.</p>		
Keywords/tags (subjects) Material requirements planning, MRO, optimization of replenishments and inventory management		
Miscellaneous (Confidential information)		

Sisältö

1	Johdanto	3
2	Kunnossapidon materiaalilogistiikka	5
2.1	Materiaalilogistiikan merkitys	5
2.2	Toiminnanohjausjärjestelmä	7
2.3	Materiaalitarpeiden ennakoiminen.....	9
2.4	Tilauspistemenetelmä.....	11
2.5	Eräkokojen optimointi.....	12
2.6	Toimitusaika	13
2.7	Varastointi ja sen kustannukset	14
3	Tuotteen elinkaari ja tuotetuki	16
3.1	Tuotteen elinkaari.....	16
3.2	Pitkän elinkaaren vaikutus materiaalihallintaan	17
3.3	Tuotetuen loppumisen vaikutus materiaaltarvelaskentaan	18
4	Ilmailun MRO-toimiala	19
4.1	Huoltotoiminta	19
4.2	Strateginen kumppanuus	20
5	Tutkimuksen tavoite ja toteutus	21
5.1	Tutkimusmenetelmä case study.....	22
5.2	Haastattelukysymykset	22
5.3	Haastateltavien validointi	23
5.4	Haastattelu	23
5.5	Aineiston analysointi.....	24
6	Tulokset	24
6.1	Ilmailun ja MRO:n erityispiirteet	24

	2
6.2 Tietojärjestelmien vaikutus	27
6.3 Strateginen kumppanuus toimintamallina	30
7 Johtopäätökset	33
8 Pohdinta	34
8.1 Ajatuksia päätuloksista	34
8.2 Tutkimuksen luotettavuus ja pätevyys	35
8.3 Jatkotutkimustarpeet.....	35
Lähteet	36
Liitteet	38
Liite 1. Materiaalitarvelaskennan kehityskohteet.....	38
Liite 2. Haastattelukysymykset.....	39
Kuviot	
Kuvio 1. Patrian liiketoiminnot (Aviation n.d.)	4
Kuvio 2. Logistiikan 7R.....	7
Kuvio 3. Yrityksen toiminnanohjausjärjestelmä	8
Kuvio 4. Tuotteet elinkaari	16
Taulukot	
Taulukko 1. Materiaalitarvelaskennan nykytila-analyysi	38

1 Johdanto

Ilmailualan yritysten paine pysyä mukana alan kiihtyvässä muutoksessa on lisääntynyt viimeisten vuosien aikana. Siksi yritykset pohtivat, miten he voisivat parantaa kilpailukykyään, kannattavuuttaan ja kustannustehokkuuttaan pärjätäkseen markkinoilla. Materiaalilogistiikan tehostaminen voi olla tässä avainasemassa.

Kokonaiskustannusten pienentämiseksi ja kilpailukyvyyn parantamiseksi materiaalitovelaskentaan on syytä kiinnittää huomiota, sillä varastoihin sitoutunutta pääomaa voidaan sen avulla pienentää. Varastojen optimointi on tärkeä prosessi, mutta siinä piilee myös riskinsä. Varastotasojen määrätietoinen laskeminen voi johtaa siihen, että varastot voivat tyhjäntyä nimikkeistä ja työt saattavat keskeytyä materiaali- tai varaosapuutteen takia.

Logistiikka on yleiskäsite, joka on alun perin sotilaallinen termi ja on tarkoittanut aseellisten joukkojen materiaali- ja tarvikehuoltoa (Järviö 2006, 141). Opinnäytetyön toimeksiantaja Patria Aviation Oy on tämän käsitteen juurilla. Patria Aviation Oy on perinteikäs ilmailuteollisuuden toimija Suomessa. Aviation -liiketoiminta tuottaa sotilas- ja siviili-ilmailun asiakkailleen lentokaluston elinkaaren tukipalveluita sekä lentokoulutusta. Pääasiakkaina ovat sotilas- ja viranomaistoimijat pohjoisessa Euroopassa. (Aviation n.d.)

Patria Aviation kuuluu Patria konserniin (Kuvio 1), joka on kansainvälinen puolustus-, turvallisuus- ja ilmailualan elinkaaren tukipalveluiden ja teknologiaratkaisuiden tuottaja. Patrian omistavat Suomen valtio (50,1 %) ja norjalainen Kongsberg Defence & Aerospace AS (49,9 %). Patrialla työskentelee noin 2800 ammattilaista. (Tietoa Patriasta n.d.)

Patrian konsernitason hankintatoimi ohjaa ja kehittää strategista hankintaa, ostoa, logistiikkaa ja alihankkijaverkostoja. Tavoitteena on, että toimet tuottavat kustannustehokkaimman arvon Patrialle ja sen asiakkaille. (Läpinäkyvät toimitusketjut n.d.) Tästä syystä materiaalilogistiikka on merkittävä osa tätä hankintatoimen kokonaisuutta.



Kuvio 1. Patrian liiketoiminnot (Aviation n.d.)

Selvitystyö on osa isompaa kehityshanketta, jolla Patrian toimintaa kehitetään kohti parempaa suorituskykyä ja siksi on syytä tutkia lisää ilmailun MRO-palveluntarjoajan (Maintenance, Repair and Overhaul) materiaalitovelaskentaa ja sen tarpeellisuutta.

Tutkimustyössä keskityttiin logistiikan materiaalivirran alkuosaan sekä MRO-ympäristön erityispiirteiden tarkasteluun. Muutoskohteet oman toiminnon kehittämiseksi laadittiin sellaisiksi, että niillä on lisäarvoa toimeksiantajalle ja että ne ovat toteuttamiskelpoisia. Muutosten täytyy lisäksi tukea nykyistä toimintamallin muutosta ja tämä otetaan huomioon myös kehityskohteiden valinnassa.

Aihetta on tutkittu Patrialla muutamalta eri suunnalta. Atte Hytönen sivusi aihetta opinnäytetyössään ”Tehokkaan toimitusketjun hallinnan elementit ilmailuhuoltoliiketoiminnassa”. Opinnäytetyö kuvasi koko toimitusketjun vaiheita, tavoitteita ja suorituskyvyn mittaamista. Myös Anna Välimäki on tutkinut materiaalogistiikkaa Patrialla aiheella ”Sisälogistiikan palvelutason ja laadun mittaaminen”. Työn tavoitteena oli kehittää palvelutason ja laadun mittaamista.

2 Kunnossapidon materiaalilogistiikka

2.1 Materiaalilogistiikan merkitys

Materiaalilogistiikka on yksi logistiikan osa-alueista. Tämän toimintaprosessin tehtävinä ovat muun muassa materiaaltarpeiden ennakoiminen, hankinta, varastointi, jakelu, myynti sekä nimiketietojen ylläpito. Se sisältää siis kaikki prosessiin liittyvät toiminnot.

Materiaaltarpeiden ennakoiminen on tärkeää, sillä näin pystytään pitämään materiaalien varastotasot mahdollisimman alhaisena ja estää mahdolliset materiaalipuutteet. Ennakointia voidaan tehdä joko materiaaltarvelaskennan avulla tai ennustemallien mukaan. Historiatietoon perustuva kulutus, sekä tulevat tarpeet voidaan poimia toiminnanohjaus-, eli ERP-järjestelmästä (Enterprise Resource Planning), josta löytyy tarkat nimike- ja kulutustiedot. Ennakoiminen on helpointa suorittaa kysynnän ollessa tasaista, sillä monimutkaisia ennustemalleja ei tarvitse tällöin käyttää. Historiatietoon perustuvat arviot ovat kuitenkin usein väärä, kun kulutuksessa tapahtuu suuria muutoksia. Tällöin hankitaan joko liian suuria tai liian pieniä eriä uusia tuotteita. Ennustemallit perustuvat oletettuun tulevaisuuden tilanteeseen, kuten myyntiennusteisiin. Mallien käyttäminen on välttämätöntä, kun historiatietoa ei ole saatavilla ja halutaan saada mahdollisimman totuudenmukainen arvio tulevaisuuden materiaalien kulutuksesta.

Hankinnan päätehtävänä tässä prosessissa on taata tuotteiden ja palveluiden saatavuus ydintoiminnoille parhailla mahdollisilla ehdoilla. Hyvällä hankinnalla tehostetaan yrityksen kilpailukykyä, mikä näkyy kustannustehokkaina toimintoina ja lisäarvona asiakkaalle. (Nieminen 2016, 10-11). Hankintatoiminnassa pyritään kustannustehokkuuteen, joten monessa tapauksessa pyritään siihen, että tehdään mahdollisimman suuria hankintaeriä. Mitä enemmän tilataan, sitä pienemmät yksikköhinnat monesti tuotteille saadaan. Pelkkä alhainen hinta ei kuitenkaan usein takaa hyvää lopputulosta, sillä luotettavien toimittajien ja laadukkaiden tuotteiden tuoma kokonaisuus on tärkeä osa toimivaa materiaalilogistiikan ketjua. Tämän lisäksi kilpailutus kuuluu osaksi hankintaa ja se on pakollista julkisissa hankinnoissa. Tämä työvaihe aiheuttaa usein viiveitä hankintojen tekemiseen.

Varastoinnilla on myös tärkeä tehtävä materiaalilogistiikassa. Varastoitavat tuotteet eivät normaalisti tuota asiakkaalle lisäarvoa, mutta ne ovat silti välttämättömät. Tilauksissa on kuitenkin aina viiveitä ja kulutuksen vaihtelut pakottavat pitämään varmuusvarastoja yllä. Varastojen kiertonopeutta kuitenkin seurataan miltei jokaisessa yrityksessä ja mittarit tätä varten laaditaan. Tavoitteena on, että materiaali saataisiin virtaamaan ja näin ei maksettaisi turhasta varastoinnista. Osa tuotteista voi jopa mennä piloille pitkien varastoaikojen saatossa. Esimerkiksi kumimateriaalien ominaisuudet heikkenevät jo viidessä vuodessa, joten ne täytyy sen jälkeen hävittää. Samoin eri nesteet ovat aikavalvottuja. Osa ilmailuteollisuuden tuotteista, esimerkiksi moottoriöljyt ja hydraulinesteet ovat kuitenkin helposti hankittavia ja siksi niitä ei tarvitse varastoida suuria määriä varmuuden varalta.

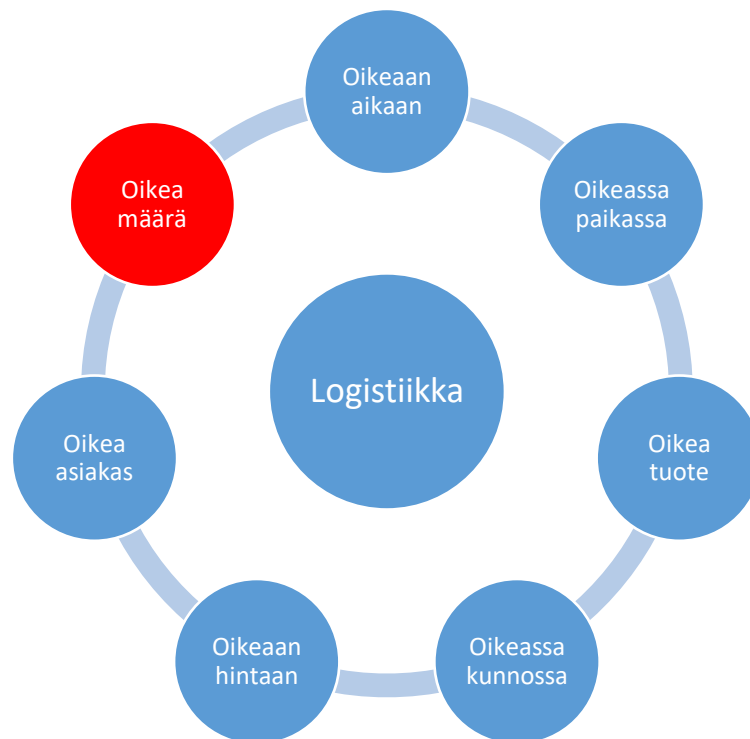
Jakelu on yksi materiaalilogistiikan toiminnoista, jossa tuotteet joko lähetetään asiakkaalle tai asiakas hakee ne jakeluvarastolta. Ilmailuteollisuudessa käytetään molempia tapoja. Ennakolta tunnetut materiaalitilaukset toimitetaan usein ilma-alushuollon läheisyyteen, joten niiden hakemiseen ei kulu huoltohenkilöstön aikaa. Sen sijaan odottamattomat materiaalitilaukset haetaan itse logistiikan palvelupisteeltä. Näihin on koottu yleisimpiä osia ja laitteita, joiden saatavuus on todettu tarpeelliseksi. Mahdollisen materiaali puutteen takia työ keskeytyisi ja lopulta viivästyisi.

Myyntillä on rooli tässä ketjussa vain silloin, jos yritys myy kunnossapitopalveluita eikä vain tue omaa tuotantoaan. Myynti pyrkii saamaan tuotteet ja palvelut virtaamaan optimaalisella nopeudella ja kasvattamaan virtausta mahdollisuuksien mukaan. Myynnistä on oltava takaisinkytkentä materiaalilogistiikkaketjun alkupäähän, että varastosaldot pysyisivät tasaisina.

Nimiketiedon ylläpito on tärkeää seurannan, historiatiedon ja käytettävyyden takia. Nimiketiedot syötetään monesti ERP-järjestelmään, mistä ne ovat kaikkien käytettävissä. Tuotanto-osastot tarvitsevat nimiketietoja tilataksaan tuotteita tai palveluita ja logistiikan henkilöt seuraavat tiiviisti historia- ja käytettävyytietoja. Nimiketiedot ovat erittäin tärkeitä ilmailuteollisuuden tuotteille, sillä näistä pystytään tarkastamaan, että tuotteet ovat standardien mukaisia. Myös nimikkeiden jäljitettävyyden pysyminen tallessa toiminnanohjausjärjestelmässä. Sieltä voidaan selvittää,

mistä esimerkiksi käytetyt raaka-aineet on hankittu ja mihin valmistuserään tuote kuuluu.

Materiaalilogistiikan onnistumiselle on selkeät tavoitteet. Logistiikan 7R-kaavio kiteyttää hyvin, mitkä asiat täytyy olla kunnossa, että logistiikka onnistuu (Kuvio 2). Materiaalitarvelaskennalla voidaan vaikuttaa materiaalin oikeaan määrään, joka on merkitty kuvioon 2 punaisella. Tämän ja muidenkin osa-alueiden kehittymistä voidaan seurata mittareilla.



Kuvio 2. Logistiikan 7R

2.2 Toiminnanohjausjärjestelmä

Toiminnanohjausjärjestelmä on yrityksen tietojärjestelmä, jolla hallitaan yrityksen tilaus-toimitusketjun eri toimintoja. Yrityksen sisällä tapahtuu päivittäin satoja ja jopa tuhansia yksittäisiä tapahtumia materiaalin käsittelystä resurssien suunnitteluun. Näiden tapahtumien yhteen liittämiseksi on otettu käyttöön toiminnanohjausjärjestelmä, jonka ehkä tärkein tehtävä on integroida osto, varastonhallinta, tuotannosuunnittelu ja tuotannon toiminnot yhteen. Tällä saadaan tehostettua yrityksen toimintaa.

Järjestelmä on saanut alkunsa tarvelaskennasta, jonka ympärille on kehitetty lisää toiminnallisuuksia. Nykyään ERP-järjestelmä pyrkii yhdistämään yrityksen miltei kaikki toiminnot yhdeksi kokonaisuudeksi. Tämän kaiken pohjana on yksi yhteinen tietokanta, jonka kautta tärkeä informaatio siirtyy eri toimijoiden kesken (Kuvio 3).



Kuvio 3. Yrityksen toiminnanohjausjärjestelmä

Järjestelmän tuomat edut ovat selkeät:

- 1) tieto on käytettävissä nopealla aikataululla
- 2) tieto on virheetöntä ja mitattavissa
- 3) toiminnot ovat synkronoituja ja
- 4) toiminnot ovat läpinäkyviä läpi organisaation.

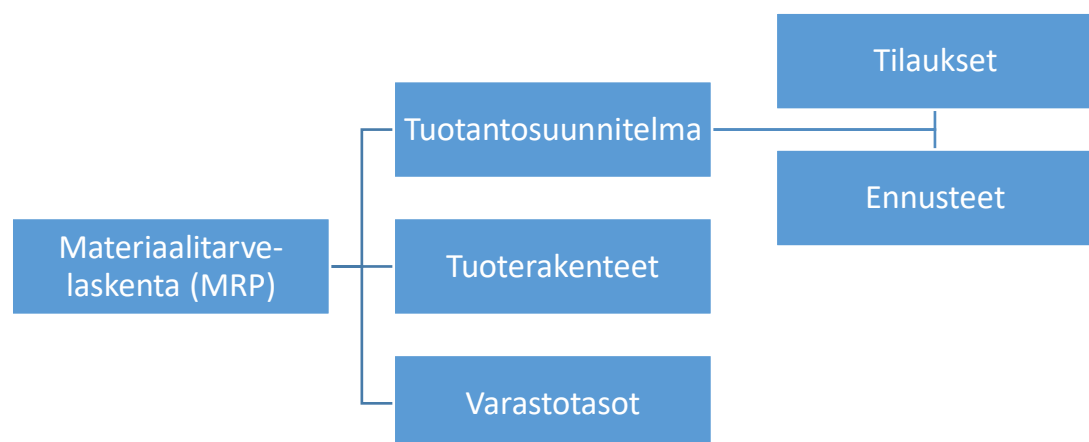
Integrointi tuo järjestelmän hyödyt esiin. Esimerkiksi lentokoneita huoltavan yrityksen tuotannosuunnittelija poimii määräaikaishuollon yhteyteen tehtäväksi ylimääräisen modifikaation. Modifikaatioon tarvitaan varaosia, jotka hän tilaa toiminnanohjausjärjestelmän kautta suoraan toimitettavaksi huoltopaikkaan, jossa lentokone huolletaan. Varastonhallinta poimii tarpeen järjestelmästä ja toimittaa sen tuotanto-osastolle. Tuotanto-osasto saa tarvittavat materiaalit, erikoistyökalut ja varaosat työpisteen lähelle ja on valmis suorittamaan modifikaation ilman viiveitä. Ilman toiminnanohjausjärjestelmää nämä olisivat vain yksittäisiä toimintoja, jotka eivät tietäisi toisistaan.

Toiminnanohjausjärjestelmiä tarjoavia yrityksiä on useita. Saksalainen SAP (Systems, Applications and Products) on maailman johtava toiminnanohjausjärjestelmien tarjoaja (SAP Company Information n.d.). Suomalaista osaamista puolestaan tarjoaa CGI, jonka tuote V10 on suunniteltu erityisesti valmistavaan teollisuuteen. Yritykset valitsevat oman toiminnanohjausjärjestelmänsä sellaiseksi, että se tukee juuri heidän omaa toimintaa. Valintaan voi vaikuttaa myös toiminnanohjausjärjestelmän räätälöintimahdollisuus. Sen avulla voidaan esimerkiksi rajata ylimääräisiä moduleita pois käytöstä.

2.3 Materiaalitarpeiden ennakoiminen

Materiaalitarpeiden ennakoiminen on yksi varastonhallinnan ja materiaalinohjauksen pääteemoista. Ennakoinnilla pyritään siihen, että materiaalia, kuten raaka-aineita ja komponentteja on riittävästi saatavilla ja toisaalta ei varastoida yli tarpeen. Näistä molemmista syntyy joko suoria tai välillisiä kustannuksia. Suorat kustannukset voidaan laskea varastoinnista, mutta esimerkiksi puutekustannukset syntyvät välillisesti aiheuttaen viiveitä ja työn uudelleen järjestelyjä tuotantoon.

Materiaalitarpeiden ennakoiminen voidaan tehdä kahdella eri tapaa, joko materiaaltarvelaskennan (Material Resource Planning, MRP) tai laskentamallien avulla. Materiaaltarvelaskenta perustuu tuotantosuunnitelmaan, tuoterakenteisiin ja varastotasojen seuraamiseen kuvion 4 mukaisesti.



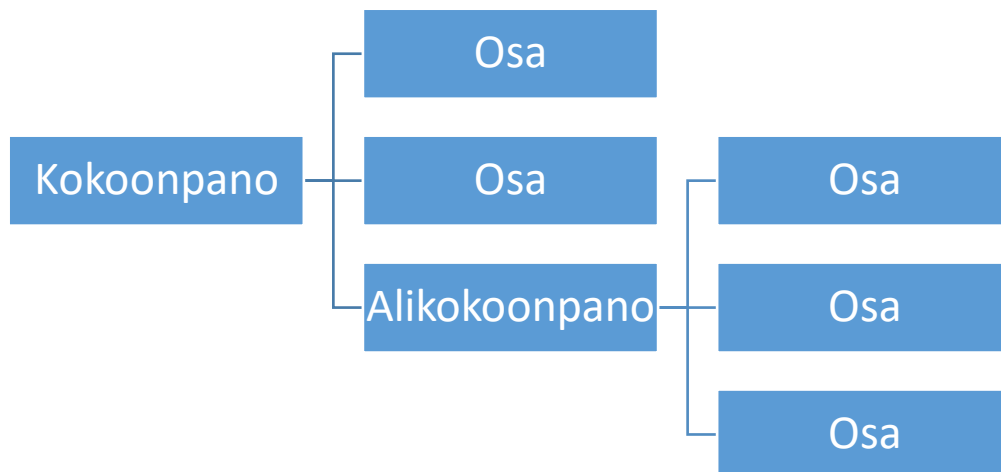
Kuvio 4. Materiaalitarvelaskennan edellytykset

Karkea tuotantosuunnitelma tarvitaan, että voidaan alkaa tekemään materiaaltarvelaskentaa. Tuotantosuunnitelman lähtötietoina on tulevat tilaukset ja ennusteet. Kysynnän ennustaminen ja suunnittelu (SOP Sales and Operations Planning) onkin yksi prosessin alkupään tärkeimmistä tekijöistä. Ongelmat prosessin loppupäässä ovat paljon pienemmät, kun lähtötiedot ovat tarkkoja.

Pelkkä tuotantosuunnitelma ei kuitenkaan ole riittävän yksityiskohtainen, että voitaisiin tehdä tai suunnitella materiaalihankintoja sen tiedon pohjalta.

Valmistettaville tuotteille tarvitsee tehdä tuoterakenteet. Se on malli, joka koostuu hierargisesti niistä materiaaleista ja komponenteista, joita tuotteen valmistukseen tarvitaan. Tämän lisäksi tuoterakenteisiin voidaan sisällyttää myös työvaiheita, jos se koetaan tarpeelliseksi.

Kuviossa 5 on yksinkertainen malli tuoterakenteesta. Kyseessä on kokoonpano, joka koostuu viidestä eri osasta. Kokoonpanoon liittyy kaksi osaa ja yksi alikokoonpano. Hierargiatasoja voi olla siis useita ja se määräytyy sen mukaan, mitä monimutkaisempi rakenne on kyseessä.



Kuvio 5. Tuoterakenne kokoonpanosta

Kun tuotantosuunnitelma ja tuoterakenteet ovat selvät, voidaan tulevaisuuden tarvetta verrata nykytilan varastotasoihin. Varastotäydennyksiä ei ole tarvetta tehdä, jos tulevat tilaukset voidaan toteuttaa varastoissa olevilla materiaaleilla. Varastojen riittävyyttä seurataan ja niiden mukaan tehdään hankinnat.

Lyhyen aikavälin (n. 1 vrk – 0,5 vuotta) materiaalitarpeiden ennustamista voidaan tehdä lähiajan tuotannosuunnitelman tai laitteiden oirehavaintojen perusteella (Järviö 2006, 149). Mitä lähempänä tarve on, sitä kiireellisemmin hankintaprosessi täytyy käynnistää. Tällainen lyhyen aikavälin ennustaminen ei kuitenkaan sovi kaikenlaisille tuotteille. Etenkin ilmailualalla hankinta-ajat voivat olla jopa useita kuukausia, joten niissä tapauksissa reagointiaikaa on kasvatettava ja tarpeen mukaan varmuusvarastoja on kasvatettava.

Pitkälle aikavälille (n. 0,5-2 vuotta) voidaan laskea ennuste järjestelmistä saatavan kulutustiedon perusteella (Järviö 2006, 149). Tämän edellytyksenä on, että tuotanto olisi mahdollisimman tasaista, koska historiatietoon perustuva malli ei ota huomioon tulevaa kysynnän muutosta.

Helpoimmin hallittavissa ovat ne tuotteet, joilla on lyhyt toimitusaika ja joiden kulutus on tasaista. Yleisimmin erilaiset kiinnittimet, kuten niitit ja pultit kuuluvat tähän kategoriaan ja niitä kannattaakin hankkia suurempia eriä yksikkökustannusten pienentämiseksi. Ilmailuteollisuudessa on kuitenkin paljon sellaisia tuotteita, mitä joudutaan jopa yksilöidysti valmistamaan, kuten erilaiset laitteet ja suuremmat osakokoonpanot. Näiden tarpeiden ennakoiminen on erittäin hankalaa, sillä menekki ei ole tasaista. Tämän takia puskurivarastoja joudutaan kasvattamaan ja näihin joudutaan sijoittamaan suuria pääomia.

2.4 Tilauspistemenetelmä

Tilauspistemenetelmä perustuu ennakkoon määriteltyyn varastotason saldoon, joka käynnistää hankintaprosessin. Tilauspisteet on määritelty manuaalisesti ja siinä on otettu huomioon kaikki hankinta- ja logistiikkaprosessien viiveet. Jos kulutus on ollut ennakoitua suurempi, voidaan palvelutaso taata varmuusvaraston avulla (Sakki 2014, 123).

Tilauspisteen määrittämiseksi täytyy tietää kolme eri tekijää: hankinta-aika, menekki hankinta-aikana ja varmuusvarasto. Tilauspiste (T) saadaan kaavalla:

$$T = DL + B$$

D on keskimääräinen menekki tiettyä ajanjaksona, L on hankinta-ajan pituus ja B on varmuusvaraston koko.

Tilauspiste voidaankin määritellä lyhyesti:

$$\text{Tilauspiste} = \text{varmuusvarasto} + \text{keskimääräinen menekki hankinta} - \text{aikana}$$

Varmuusvarasto on määritelty sellaiseksi, jonka alle varastotaso ei saisi laskea kuin poikkeustapauksissa. Tähän on otettu huomioon tuotteen loppumisen kriittisyys, toimitusajan pituus, menekin vaihtelu sekä toimittajan täsmällisyys. Kriittisille tuotteille kannattaa laatia esimerkiksi ABC-analyysi, jossa on otettu huomioon näitä asioita.

Tilauspistemenetelmän avulla tilaus tapahtuu aina epäsäännöllisesti ja se voidaan toteuttaa joko automaattisesti tai manuaalisesti. Manuaalinen tapa voi edetä esimerkiksi niin, että toiminnanohjausjärjestelmästä ajetaan ulos tilauspisteraportti ja sen pohjalta laaditaan tilaus. Näin tilauspisteraportin käsittelijä voi tehdä korjauksia ja puuttua epäkohtiin. Manuaalinen käsittely on toki työlästä, mutta siinä voidaan myös yhdistää eri tilauksia yhdeksi suuremmaksi tilaukseksi ja saada sitä kautta aikaan säästöjä. Näin ei pystytä tekemään automaattisella tilausjärjestelmällä.

Kaikille tuotteille ei kuitenkaan määritellä tilauspisteitä, koska niiden kohdalla hyväksytään tuotteen loppuminen. Näitä tuotteita joko hankitaan tuotteen loppumisen jälkeen tietty erä tai niitä tilataan vain tarvittaessa. Näille tuotteille puuttekustannus ei ole merkittävä, joten priorisointitasoa voidaan laskea.

2.5 Eräkokojen optimointi

Materiaalin varastointi ja tilaaminen lisää materiaalilogistiikan kuluja. Siksi järkevintä on etsiä optimierätkoko, jolla voidaan minimoida näiden kahden tekijän summa.

Erätkoko voidaan optimoida niin sanotun Wilsonin kaavan avulla. Taloudellisen tilauserän malli EOQ (Economical Order Quantity) voidaan laskea kaavalla:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times D \times TK}{H \times VK}}$$

Kaavassa D on arvio vuosimenekistä, TK on yhden toimituserän kustannus, H tuotteen yksikköhinta ja VK sen varastoimisen kustannuksen osuus hinnasta. Kokonaiskustannukset koostuvat eräkokojen yksikköhinnoista ja kuljetuskustannuksista.

Liian pienet ostoerät kasvattavat kuljetus- ja käsittelykustannuksia, kun taas liian suuret ostoerät sitouttavat valtavasti yrityksen pääomaa ja vaatii isoja varastotiloja. Näistä löytyy hyvä kompromissi kyseisellä kaavalla.

Eräkokojen optimointi ei ole kuitenkaan aina järkevin ja taloudellisin vaihtoehto. Toimittajat voivat määritellä hinnastoja, jotka on mukautettu eri ostoerille. Mitä enemmän ostaa, sitä pienempi yksikköhinta hankittaville tuotteille löytyy. Näitä paljousalennuksia yritys voi hyödyntää aina tilanteen salliessa.

Näiden lisäksi on huomioitava myös muita yrityksen kyvykkyyksiä, kuten esimerkiksi mahtuuko hankittava materiaali varastoon. Voi tulla esimerkiksi tilanne, että taloudellinen erä koko on niin suuri, että materiaalin varastoiminen ei ole mahdollista. Tällaisissa tilanteissa toiminnanohjausjärjestelmästä on suuri apu, kun todellinen varastotilanne voidaan tarkastaa järjestelmän kautta.

2.6 Toimitusaika

Toimitusaika mielletään usein niin, että siihen kuuluu vain tilauksen saapumisen ja tavarantoimituksen välinen aika. Tämä on tavarantoimittajan näkökulma, mutta tilaajan näkökulmasta toimitusaika mitataan pidemmältä ajalta. Siihen kuuluu kolme osaprosessia; tilaaminen, tavarantoimitus ja vastaanottotoimenpiteet.

Tilaaminen voidaan tehdä, kun hankintaprosessin tuotos, eli hankintasopimus on solmittu. Sitä edeltää useita eri työvaiheita, kuten tarpeen kartoittaminen, tarjouspyyntöjen laadinta, tarjousten vertailu ja useat neuvottelut. Neuvottelut voivat johtaa sopimukseen, jonka pohjalta voidaan siirtyä ostotilauksen tekemiseen. Tilausta helpottaa, kun tilaajalle valikoituu luotettava toimittaja niille tuotteille ja palveluille, joita tilaaja tarvitsee.

Tilaaja ja toimittaja sopivat tavarantoimituksesta kauppasopimuksessa. Siihen kirjataan, kummalla osapuolella on kuljetusvastuu. Sopimuksessa on myös maininta

tavarantoimituksen kuljetusmuodosta, joita ovat lentokone-, laiva-, rautatie- ja autokuljetus. Useissa tapauksissa joudutaan käyttämään yhdistelmäkuljetusta, jossa käytetään joko kahta tai useampaa kuljetusmuotoa. Kuljetusmuodon valintaan vaikuttavat muun muassa kuljetuskustannukset, eräkoon suuruus, kuljetuksen kiireellisyys, kuljetusaika, kuljetettavan tavarankoko sekä kuljetettavan tavarankoko (Hokkanen & Virtanen 2012, 49-50). Suuria määriä kannattaa kuljettaa joko junalla tai laivalla, koska tällöin kuljetuskustannukset yksikköä kohden ovat pienemmät. Autokuljetuksen etuina on sen mukautuvuus ja lentokonekuljetuksen etuina sen nopeus, etenkin pidemmillä reiteillä.

Vastaanottoimenpiteisiin kuuluu materiaalin vastaanottaminen, tarkastaminen sekä merkitseminen yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään. Ilmailualalla näihin toimenpiteisiin kuluu paljon aikaa, sillä tuotteiden laatuvaatimukset täytyy tässä vaiheessa tarkastaa. Tavaroille tehdään visuaalisia tarkastuksia ja joissakin tapauksissa myös mittatarkastuksia, joilla todetaan tavarankäyttökelpoisuus. Saapuneet tuotteet merkitään toiminnanohjausjärjestelmään, josta tiedot ovat luettavissa käyttäjien kesken.

Lyhyt toimitusaika on monesti massatuotteilla, kuten erilaisilla kiinnitysosilla. Näitä kannattaa hankkia kerrallaan suuri määrä, sillä kokonaiskustannuksia saadaan tällöin pienennettyä.

Pitkä toimitusaika on monesti sellaisilla tuotteilla, jotka joudutaan valmistamaan erityistä käyttötarkoitusta varten. Tällöin tuotteen valmistus alkaa vasta tilaamisen jälkeen. Yksilöidyt tuotteet tulevat aina kalliimmaksi kuin standardiosat, joten näiden käyttöä pyritään välttämään.

2.7 Varastointi ja sen kustannukset

Varastojen muodostuminen johtuu pääosin kahdesta eri syystä. Ensimmäinen syy on epävarmuus, jolloin tavaraa tilataan liian paljon, koska ei olla pystytty ennakoimaan tarvetta oikein. Toinen syy liittyy toimitusketjuun, jossa on useita eri välivaiheita. Tällöin välivarastoja muodostuu kahden eri työvaiheen väliin, kun tavaravirta on jossakin kohtaa suurempi kuin on sen työvaiheen todellinen tarve (Hokkanen & Virtanen 2012, 164). Tämä ongelma liittyy enemmän valmistavaan teollisuuteen.

Varastointi koetaan usein sellaisena, että se aiheuttaa yritykselle vain lisäkustannuksia. Varastointi on kuitenkin välttämätöntä niille yrityksille, jotka joko myyvät tai valmistavat tuotteita. Varastoinnilla mahdollistetaan yrityksen häiriötön tuotanto sekä asiakastytyvyyden ylläpitäminen. Tuotteiden puuttuminen heikentää palvelutasoa, joten se vaikuttaa negatiivisesti yrityksen toimintaan.

Varastojen kokoa ja määrä pyritään rajoittamaan, sillä ne sitouttavat paljon yrityksen käyttöpääomaa. Käyttöpääoman pienentäminen parantaa yrityksen maksuvalmiutta (Siikavuo 2003, 170). Varastojen pienentäminen ei kuitenkaan ole helppoa, sillä siihen liittyy paljon epävarmuuksia. Epävarmuuksilta voidaan suojautua käyttämällä tuotannonohjausjärjestelmää tehokkaasti. Yksi merkittävistä tekijöistä on seurata varaston kiertonopeutta, joka voidaan laskea kaavalla:

$$\text{Varaston kiertonopeus} = \frac{\text{vuoden käyttö}}{\text{keskivarasto}}$$

Kaavan keskivarasto tarkoittaa varaston keskimääräistä tasoa, joka voidaan kuvitella olevan käytettävissä kaiken aikaa (Varaston toiminnan mittaaminen n.d.).

Varaston kiertonopeus voidaan esittää myös kiertoaikana, joka määrittelee sen ajan, kuinka kauan varasto riittää keskimääräisellä kulutuksella.

$$\text{Varaston kiertoaika} = \frac{365 \times \text{varaston arvo}}{\text{vuoden käyttö}}$$

Varastotoiminnan kustannuksista suuren kustannuserän muodostavat henkilöstökulut. Niiden osuus on suuri etenkin niissä varastoissa, joissa automatisointia ei ole voitu toteuttaa. Toinen suuri kustannuserä on kiinteistökustannukset, kuten tontti, vuokra ja kiinteistön ylläpitokulut. Kolmas kustannuserä on vaihto-omaisuudesta syntyvät kustannukset.

Varastointiin liittyviä mittareita ja tunnuslukuja on runsaasti (Hokkanen & Virtanen 2012, 164). Varaston kiertonopeutta ja pääoman tuottoa seurataan tarkasti, koska niiden osuus on merkittävä kokonaiskulujen muodostamisessa. Tunnuslukuja sen sijaan käytetään yrityksen toiminnan analysointiin ja päätösten tueksi.

3 Tuotteen elinkaari ja tuotetuki

3.1 Tuotteen elinkaari

Tuotteen elinkaarella tarkoitetaan tuotteen eliniän vaiheita. Tuotteen elinkaari voidaan jakaa kuvion 6 mukaisesti neljään eri vaiheeseen: aktiivinen (active), käyttövalmis (classic), rajoitettu (limited) ja loppuvaihe (obsolete).



Kuvio 6. Tuotteet elinkaari

Aktiivivaiheessa (active) tuote on myynnissä, sitä markkinoidaan ja sille luodaan tukipalveluita. Tuote on aktiivinen myös siinä mielessä, että sitä kehitetään jatkuvasti ja sen toimintoja sekä ohjeistusta parannetaan. Ilmailussa tämä aktiivivaihe tarkoittaa, että tuote on sarjatuotannossa ja sen suorituskykyä, huoltoja, ohjeita sekä ohjelmistoa parannetaan. Aktiivivaiheessa varaosia on hyvin saatavilla sekä huolto- ja korjauskyky on hyvällä tasolla.

Käyttövalmiin tuotteen (classic) sarjatuotanto on loppunut. Sitä mainostetaan edelleen ja myydään asiakkaille. Käytön turvaamiseksi varaosia on hyvin saatavilla. Tuote siirtyy classic -vaiheeseen usein silloin, kun korvaava tuote on julkaistu. Päivityksissä keskitytään vain kriittisten virheiden korjauksiin, joten varsinainen kehitystyö on loppunut. Ilmailussa tämä tarkoittaa, että kokonaisen lentolaitteen valmistus on loppunut, mutta sen varaosia, rakenneosia, moottoreita sekä laitteita valmistetaan edelleen. Classic -vaiheessa lentolaitetta käytetään ajallisesti pisimpään, koska sarjatuotanto, eli aktiivivaihe on suhteellisen lyhyt.

Rajoitettu (limited) tuote on elinkaaren siinä vaiheessa, että sen tukipalvelut ja varaosien saatavuus on rajoitettu tai osittain jopa loppunut. Viimeistään tässä vaiheessa on syytä aloittaa suunnittelutyö uuden korvaavan tuotteen hankkimiseksi. Näin varmistutaan, ettei käyttökatkoja synny. Ilmailussa tämä elinkaaren vaihe aiheuttaa koneen käytön suunnitteluun haasteita, koska joudutaan hankkimaan korvaavia osia nykyisten tilalle. Modifikaatioilla, eli elinkaaripäivityksillä pyritään joko ylläpitämään tai parantamaan lentolaitteen suorituskykyä näiden muutosten myötä. Loppuvaiheessa (obsolete) olevalla tuotteella ei ole enää tukipalveluita ja varaosien saatavuus on hyvin heikkoa. Ilmailun materiaalihallinnassa tämä tarkoittaa, että modifikaatio on tehtävä viimeistään obsolete -vaiheessa käytön varmistamiseksi.

3.2 Pitkän elinkaaren vaikutus materiaalihallintaan

Lentolaitteiden käyttöikä on usein hyvin pitkä. Esimerkiksi Ilmavoimien käytössä olevan BAe Hawk Mk.51A suihkuharjoituskoneen elinkaaren on arvioitu olevan jopa yli 40 vuotta (vuodesta 1993 aina vuoteen 2035 asti), joten siksi näihin käytössä oleviin koneisiin on tehtävä useita elinkaaripäivityksiä (Mid-Life Upgrade). Päivitysten tarkoituksena on vaihtaa vanhentuvat laitteet uusiin, tehdä rakennekorjauksia sekä parantaa suorituskykyä ja käytettävyyttä.

Vuonna 2006 Ilmavoimat teki Patrian kanssa sopimuksen Hawkien modernisoinnista. Upgrade 1 muutostyöllä koneisiin asennettiin VS-1500-lennontallentimet, joilla pystytään tallentamaan tähtäinvideokuva, GPS-paikkatietoa sekä puheliikennettä (Laukkanen 2015, 53-54). Samalla koneiden mittarit vaihdettiin sellaiseksi, että niissä on imperial-yksiköt.

Seuraavana vuonna tehtiin sopimus Upgrade 2 vaiheen muutostöiden tekemisestä. Tässä vaiheessa Patria modernisoi kaikki kahdeksantoista Mk.66:sta, kaikki seitsemän Mk.51A:ta sekä yhden Mk.51 -mallin koneen HW-341, joka toimi prototyyppinä muutokselle (Laukkanen 2015, 54-55). Muutoksessa ohjaamon käyttö- ja näyttölaitteet muuttuivat merkittävästi. Sekä etu- että takaohjaamosta poistui esimerkiksi useita mekaanisia mittareita ja niiden tilalle tuli yksi MFD-monitoiminäyttö (Multifunction Display). Lisäksi etuohjaamoon asennettiin

heijastusnäyttö HUD (Head Up Display) ja takaohjaamoon HUD-toistin. Näillä päivityksillä saatiin ohjaamo vastaamaan paremmin nykyaikaisien hävittäjien ohjaamoja.

Modernisointien etuna on, että laitteet ovat tällöin uudempia ja niiden tuotetuki sekä varaosien saatavuus on pitkään tulevaisuuteen turvattu. Hawkin tapauksessa mekaanisille mittareille ei enää tietyn pisteen jälkeen tarjota tuotetukea ja varaosien saatavuus heikkenee, joten on viisainta etsiä uusi korvaava laite vanhan tilalle.

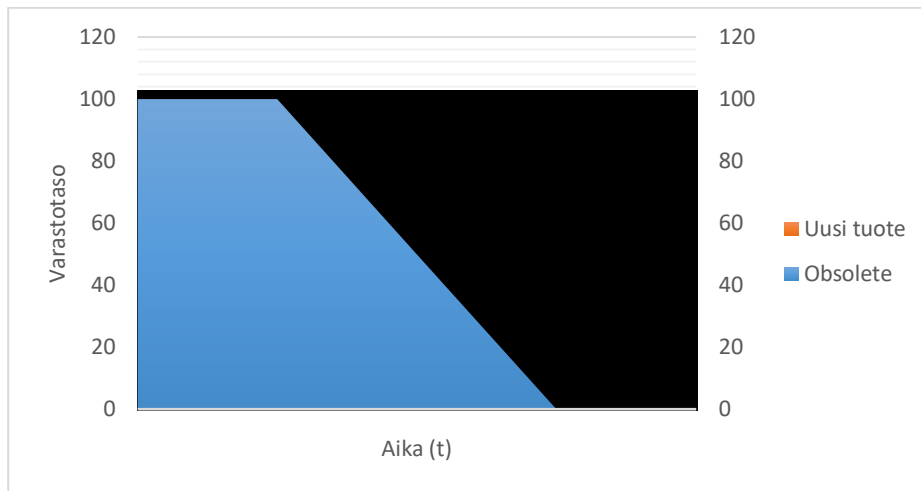
Tuotetuen lisäksi myös tekniikan kehittyminen vauhdittaa muutosten suorittamista. Siviili-ilmailun lentokoneille tärkeäksi kriteeriksi on muodostunut taloudellisuus. Moottoreiden tekniikan kehittyminen on ollut voimakasta viimeisen vuosikymmenen aikana ja puhutaan useiden prosenttien säästöstä polttoainetaloudellisuudessa. Tällä on iso merkitys lentoyhtiöiden tulokseen, joten lentoyhtiöillä on jatkuva paine uusia lentokalustoa.

3.3 Tuotetuen loppumisen vaikutus materiaalitovelaskentaan

Tuotetuen loppuminen ja tuotteiden korvaamisprosessi vaikuttaa vahvasti materiaalihallintaan sekä materiaalitovelaskentaan. Varastotasojä ei esimerkiksi voida enää samanlailla seurata ja ylläpitää, kun laaditaan materiaalitovelaskentaa käytöstä poistuville laitteille.

Uuden tuotteen käyttöönotossa on otettava huomioon korvattavan tuotteen varastotasojen alasajo sekä uuden tuotteen varastotasojen nosto. Varastotasot täytyy sopivassa ajankohdassa laskea minimiin kuvion 7 mukaisesti ja uusi tuote on otettava käyttöön hallitusti. Näin varmistutaan, ettei materiaaliuute pääse aiheuttamaan viiveitä tuotantoon.

Materiaalitovelaskennan suorittamiseen voi tulla sekaannuksia, jos ei saada tietoa riittävän ajoissa tuotteen korvaamispäätöksestä. Tällöin korvattavaa tuotetta tilataan edelleen, vaikka sen käyttö juuri lopetetaan. Tällainen tietokatko voi aiheuttaa turhaa tuotteiden hankkimista ja jopa niiden romutusta. Tämä voidaan hallita tehokkaalla muutosvaiheen tiedottamisella ja suunnitelmien perusteellisella laadinnalla.



Kuvio 7: Varastotasot uuden tuotteen käyttöönotossa

Tuotteiden korvaaminen toteutetaan usein modifikaatioiden yhteydessä. Korvattavat tuotteet täytyy poistaa varastosta ja tuotteeseen liittyvä ohjeistus on laitettava kuntoon muutoksen myötä. Kaikkiin koneisiin ei pystytä muutosta kuitenkaan toteuttamaan samanaikaisesti, vaan muutos tapahtuu siirtymäajan puitteissa. Tämän takia huoltoon liittyvistä ohjeista on löydettävä sekä vanhan että uuden laitteen tiedot.

4 Ilmailun MRO-toimiala

4.1 Huoltotoiminta

Lentokaluston huoltotoiminta on MRO-liiketoimintoa (Maintenance, Repair and Overhaul), joka käsittää lentolaitteiden kokonaisvaltaisen huoltamisen.

Huoltotoimintaan kuuluu sekä suunniteltua, että suunnittelematonta työtä. Karkeasti ottaen suunnittelemattomaan työhön kuuluu vikakorjaukset ja suunniteltuun työhön ennaltaehkäisevät toimenpiteet, kuten tarkastukset, voitelut, laitevaihdot ja testaukset.

Runkohuollon lisäksi myös moottori(t) ja laitteet täytyy huoltaa. Siksi huoltotoiminta jakaantuu tavallisesti neljään eri kategoriaan: linja-, perus-, moottori- ja laitehuoltoon.

Linjahuolto suoritetaan monesti lentojen välissä ja kaupallisessa lentotoiminnassa hyödynnetään lentojen kannalta hiljaisempia yöaikoja. Linjahuollon tehtävät ovat kevyitä ja painottuvat voitelu- ja tarkastustoimenpiteisiin rajallisen ajankäytön takia. Linjahuoltojen yhteydessä tehdään vain välttämättömimmät korjaustoimenpiteet.

Perushuolto on huolloista laajin ja siinä lentotunteihin, kalenteriin ja käyttökertoihin perustuen suoritetaan laajoja huolto- sekä korjaustoimenpiteitä. Näiden huoltojen yhteydessä tehdään usein modifikaatioita eli koneen muutostöitä.

Moottorihuolto on erityistä osaamista ja asiantuntevuutta vaativa toimenpide. Työlle on ominaista pienet toleranssit, joten materiaalien täytyy olla erittäin tarkasti valmistettuja. Tämä otetaan huomioon myös materiaalin vastaanotossa ja käytössä. Pienet toleranssit korostuvat etenkin niissä osissa, jotka pyörivät. Osien koneistamiselle on erityiset vaatimukset ja mittatarkkuus voi olla jopa 1/100 mm.

Laitehuolto käsittää lentokaluston laitteiden huoltamisen, testaamisen sekä mahdollisen modifioinnin. Laitehuoltoa tehdään sekä mekaanisille että sähköisille laitteille. Laitehuolto sijaitsee usein eri paikassa kuin lentokonehuolto ja sen varasto, joten logistiikan on toimittava sujuvasti toiminnan varmistamiseksi.

4.2 Strateginen kumppanuus

Ilmavoimien ja Patrian tiivis yhteistyö sinetöitiin Ilmavoimien vuosipäivänä 6. maaliskuuta 2015, kun sotilasilmalujärjestelmien elinkaaripalveluja koskeva strateginen kumppanuussopimus allekirjoitettiin. (Ilmavoimat ja Patria strategiseen kumppanuuteen n.d.) Strateginen kumppanuus tarkoittaa asiakkaan ja toimittajan välistä pitkäaikaista kumppanuussuhdetta, joka perustuu keskinäiseen luottamukseen, avoimeen informaationvaihtoon sekä yhteisesti sovittaviin kehittämistavoitteisiin. Sen olennainen osa on sopijapuolten normaaliolojen aikainen varautuminen ja toimintatapojen kehittäminen valmiuden säätelyn eri vaiheiden toimintaan. Riskit ja hyödyt on jaettu. (Puolustusministeriön strateginen suunnitelma n.d.)

Tällainen luottamus voidaan Toivolan (2006, 65) mukaan jakaa kolmeen eri tyyppiin; sopimuksellinen luottamus, osaamiseen perustuva luottamus ja hyvätahtoisuus. Sopimuksellinen luottamus perustuu yhteisesti sovittuihin asioihin. Sopimukset

pyritään tekemään niin, että tulkinnan varaa ei jää. Osaamiseen perustuva luottamus perustuu siihen, että luotetaan vastapuolen tekniseen ja laadulliseen osaamiseen. Säännöllisin väliajoin tilaaja auditoi toimittajan, jolla varmistutaan riittävän hyvästä työn laadusta. Hyvätahtoisuus eli goodwill perustuu siihen, että tilaaja tai toimittaja ei pyri tavoittelemaan omaa etua, vaan näkee kumppanuuden suurempana hyötynä. Hyvätahtoisuuteen kuuluu vastavuoroisuus ja yhteisten päämäärien tavoitteleminen. Strateginen kumppanuus sisältää materiaalilogistiikan ja hankintojen tekemisen Ilmavoimien lento- ja tukikalustolle. Kehittäminen pyritään tekemään sellaiseksi, että se hyödyntää molempia osapuolia.

5 Tutkimuksen tavoite ja toteutus

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää ilmailuteollisuudessa toimivan Patria Aviation Oy:n materiaalitarvelaskennan nykytila ja löytää sieltä kehityskohteita. Tavoitteena priorisoida nämä kehityskohteet ja sijoittaa niistä merkittävimmät erilliseen taulukkoon (Liite 1).

Tutkimuskysymykset:

- 1) Millä tasolla materiaalitarvelaskenta on tällä hetkellä Patrialla?
- 2) Miten materiaalitarvelaskentaa voidaan kehittää?
- 3) Onko toiminnanohjausjärjestelmän käytössä parannettavaa?

Tutkimuskysymyksiin vastaamiseksi hyödynnettiin kirjallisuuden tuomaa teoriaa, haastatteluiden vastauksia sekä kokemuksen tuomaa tietoa. Teoriatiedon avulla selvitettiin, miten materiaalitarvelaskentaa tulisi oikeasti tehdä. Teoriasta lisäksi selvitettiin, minkälaisia edellytyksiä toiminnanohjausjärjestelmä toiminnalle antaa ja mitä erityispiirteitä materiaalilogistiikalla on. Tutkimustyöhön liittyvän teorian pohjalta laadittiin kysymyssarja haastatteluita varten, jotka analysoitiin ja lopuksi verrattiin päätelmiä teoriaan. Tietoja yhdistelemällä pystyttiin arvioimaan toimeksiantajan materiaalitarvelaskennan nykytila.

5.1 Tutkimusmenetelmä case study

Tutkimusmenetelmäksi valikoitui tapaustutkimus (case study), joka soveltuu sellaiseen lähestymistapaan, missä halutaan keskittyä yksittäiseen tapaukseen hyvinkin yksityiskohtaisesti. Olennaista on tutkittavan kohteen ymmärtäminen kokonaisuutena (Moilanen, Ojasalo & Ritalahti 2014, 52-53).

Tapaustutkimus alkaa aiheen valinnalla ja ongelman asettelulla. Ongelmasta muodostetaan tutkimuskysymykset. Tutkimusta tehtäessä pyritään tekemään paljon havaintoja, mutta sen tuloksia ei saa yleistää. Tutkimustulokset koskevat vain kyseistä tapausta.

Tapaustutkimukselle on ominaista, että tietoa kerätään haastatteluiden perusteella (Moilanen, Ojasalo & Ritalahti 2014, 52-53). Näin pystytään ymmärtämään paremmin asioiden syitä ja löytämään kehitysehdotuksia empiirisen aineiston keräämisen ja analysoinnin tuloksena. Myös kyselyillä, havainnoimalla ja kenttätöitä tekemällä voidaan kerätä tietoa tapaustutkimusta varten.

Tutkimusasetelman on syytä kytkeytyä aikaisempaan teoriapohjaan, joka toimii perustana analyysien ja tulkintojen tekemisessä (Case-tutkimus metodisena lähestymistapana n.d.). Teoriasisältö pyritään löytämään hyvin läheltä tutkittavaa aihetta, jotta tutkittavan aiheen ilmiöitä voitaisiin perustella.

5.2 Haastattelukysymykset

Haastattelut toteutettiin tekemällä puoliavoimia kysymyksiä. Valinta perustui siihen, että alalla on paljon niin sanottua hiljaista tietoa ja näin saataisiin tämä tieto paremmin tuotua esille. Suljettuja kysymyksiä olisi ollut helpompi analysoida ja käsitellä, mutta kehityskohteisiin ei olisi pystytty saamaan riittävästi tietoa.

Tutkimuskysymykset laadittiin ennakkoon, joita käytettiin pohjana ohjaamaan haastattelutilannetta. Tutkimuskysymykset löytyvät liitteestä 1.

Haastattelukysymyksissä kiinnitettiin huomiota siihen, ettei ne ollut päällekkäisiä tai poissulkevia (Vehkalahti 2008, 24). Kysymyksien määrä oli alussa liian suuri, mutta niiden määrä tiivistettiin viiteentoista. Näin haastattelutilanne ei muotoudu liian pitkäksi.

5.3 Haastateltavien validointi

Haastatteluun otettiin mukaan viisi henkilöä, joilla on keskeinen rooli materiaalihankintojen tekemisessä Patrialla. Heidän näkökulmansa on hieman erilainen toisiinsa nähden:

- Haastateltava A: Logistiikan työntekijä
- Haastateltava B: Hankinnan työntekijä
- Haastateltava C: Materiaalitoimintojen työntekijä
- Haastateltava D: Logistiikan työntekijä
- Haastateltava E: Työnohjaaja

Osa haastateltavista toimii esimies ja osa johtotason tehtävissä. Valinnoilla pyrittiin siihen, että saataisiin muodostettua mahdollisimman kattava kokonaiskuva materiaaliarvelaskennan nykytilasta. Logistiikan, hankinnan ja työsuunnittelun antama näkökulma on tärkeää tässä työssä, sillä materiaalisuunnitteluun vaikutetaan monilla eri tasoilla.

5.4 Haastattelu

Haastattelut toteutettiin yksilöhaastatteluina. Haastatteluiden vastaukset perustuivat siis omiin kokemuksiin. Kokemuksia ja huomioita kertyi todella paljon, sillä haastateltavat olivat toimineet alalla ja nykyisissä työtehtävissä jo hyvin pitkään.

Tutkimuskysymykset toimitettiin sähköpostilla haastateltaville noin paria päivää ennen haastattelua. Haastattelukysymysten ennakkoon lähettämisellä haluttiin varmistaa, että haastattelu etenee sujuvasti ja asiat kerrotaan oikeassa järjestyksessä.

Haastatteluiden yhteydessä kirjoitettiin muistiinpanoja ja haastattelun jälkeen nämä kirjoitettiin puhtaaksi. Yksittäisten haastatteluiden tavoiteaika oli noin 1,5 tuntia, koska hiljaista tietoa on niin paljon.

Haastattelut onnistuivat hyvin, koska haastattelutilanne pyrittiin vakioimaan. Tila oli rauhallinen ja haastattelutilanteessa kysymykset olivat esillä valkokankaalla. Näin osattiin edetä loogisessa järjestyksessä.

Haastattelumateriaalia kertyi paljon noin kahdentoista tunnin aikana. Tämä aika sisältää myös toiminnanohjausjärjestelmän nykytilan läpikäymisen erillisen haastattelun yhteydessä.

5.5 Aineiston analysointi

Tapaustutkimus antaa vapauden analysoida aineistoa hyvin vapaasti. Analysoinnin ensimmäisessä vaiheessa tulostettiin haastattelutulokset paperille ja merkattiin niihin samankaltaiset aiheet. Näin pystyttiin poimimaan niistä muutama merkittävä teema. Lisäksi haastattelutuloksista poimittiin muutamia virkkeitä, jotka kuvaavat parhaiten nykytilaa ja sen kehityskohteita. Virkkeitä pystyttiin hyödyntämään tulosten esittämisessä.

Haastattelutuloksiin merkattiin myös tutkimuskysymyksiin liittyvät vastaukset. Näiden tietojen yhdistämiseksi laadittiin miellekartta, josta pystyttiin tekemään johtopäätöksiä nykytilasta ja kehityskohteista.

6 Tulokset

Tässä kappaleessa käsitellään tutkimustuloksia. Tutkimustulokset on kasattu haastatteluaineistoa analysoimalla. Tutkimustuloksiin on otettu viitteitä teoriasta ja tuloksia on tutkittu kriittisesti toimintaympäristö huomioon ottaen.

6.1 Ilmailun ja MRO:n erityispiirteet

Ilmailun huoltoliiketoimintaa on haastava ennustaa, sillä lentolaitteiden huoltamisen jaksotus perustuu luvun 4.1 mukaan lentotunteihin, kalenteriin ja käyttökertoihin. Huoltojen ajoittumiseen liittyy tämän takia epävarmuuksia, koska käyttö ei ole aina tasaista. Lentolaitteille suunnitellaan käyttöön perustuen huollatussuunnitelma, jossa on arvio, milloin lentolaite tulee seuraavan kerran huoltoon. Huollon ajankohtaa joudutaan aikaistamaan, jos käyttö on lisääntynyt kyseisenä ajankohtana. Jos käyttö sen sijaan on vähentynyt, joudutaan huollon ajankohtaa siirtämään eteenpäin.

Huoltojen aloitusta ei ole syytä lukita, sillä huollot on suunniteltu niin, että lentolaite kestää turvallisena sen tietyn lentotuntimäärän seuraavaan huoltoon saakka. Liian aikainen huoltaminen lisää kustannuksia ja varaosien kulutusta, joten se ei ole taloudellisesti kannattavaa. Huoltojen ajoitusta voidaan säätää toleranssia hyödyntäen.

Haastatteluissa tuli ilmi, että materiaalien kulutusta on hankala ennakoida, jos tuotantosuunnitelmaan tulee suuria muutoksia. Esimerkiksi jos huollon aloitusta joudutaan siirtämään kolmella kuukaudella, myös materiaaliatarve siirtyy saman verran eteenpäin. Kulutukseen vaikuttaa suuresti myös se, että materiaaliarvetta ei voida varmuudella tietää ennakkoon. Lentolaitteeseen vaihdetaan tietty vakiomäärä osia huollon aikana, mutta myös huollon yhteydessä huomataan vikoja, joihin tarvitaan varaosia. Näiden ennustaminen on todella hankalaa. Yhden haastattelun aikana tuli ajatus, että näitä tarpeita voitaisiin ennustaa vikatilastotietoisuutta hyödyntämällä. Patrialla on todella paljon numeerista tietoa vikaantumisista, joten tällaisia tilastoja voitaisiin laatia ja tutkia niiden käyttökelpoisuutta.

Perushuoltojen tehtäville on ominaista, että niissä suoritetaan aina tietyt laitevaihdot, tarkastukset sekä voitelut. Nykyään Patrialla näistä ennakkoon tiedetyistä tarpeista pystytään laatimaan varaosapaketit, jotka kuuluvat aina tiettyyn huoltoon. Näin pystytään parantamaan ennusteita tietyille varaosille ja materiaaleille. Tähän saakka materiaalien listaa on käsitelty osittain Excelillä ja osittain toiminnanohjausjärjestelmällä.

Ilmailulle on ominaista, että lentolaitteella on usein hyvin pitkä elinkaari. Käyttö voi esimerkiksi luvun 3.2 mukaan olla jopa yli 40 vuotta. Tästä syystä järjestelmät ja varaosavalmistajat ehtivät vaihtua sekä tekniikka ehtii kehittyä lentolaitteen käytön aikana. Siksi yrityksen hankintaosaston on syytä olla jatkuvasti perillä mahdollisista muutoksista, jotka vaikuttava hankinta- ja toimitusketjuun.

Ilmailulle on tyypillistä, että materiaalia saadaan tilattua vain muutamien toimittajien kautta. Haastattelussa yksi arvioikin, että eräällä lentolaitteella noin 80 % tilattavista tuotteista tulee vain muutamien toimittajien kautta. Tällä on myös etunsa, sillä suurilla toimittajilla on myös suuri tuotevalikoima. Näin saadaan samaan rahtiin

mukaan useita eri nimikkeitä, joten kuljetuskustannukset yksikköä kohden pienenevät.

Yhdeksi erityispiirteeksi mainittiin, että toimittajat antavat usein minimieräkoon, joka täytyy tilata, vaikka tarve olisi pienempi. Tarve voi olla vaikkapa 100 kpl, mutta minimi tilaus on silti 1000 kpl. Tästä syystä voidaan joutua etsimään toista toimittajaa, joka pystyisi toimittamaan sopivamman toimituserän. Suuri minimierä koko aiheuttaa suurta vaihtelua varastotasoihin ja kasvattaa tilausten välejä.

Ilmailumateriaalin vaatimukset ovat kovat, joten materiaali täytyy tilata vain luotettavilta toimittajilta. Yksi näistä vaatimuksista on alkuperän seurantajärjestelmän (Chain of Custody CoC) käyttäminen. Haastatteluissa kaikki kertoivat tämän olevan yksi ilmailun MRO-ympäristön materiaalien vaatimuksista ja erityispiirteistä. Tällä sertifiointilla voidaan todeta, että materiaali on suunniteltu ja valmistettu vaatimusten mukaiseksi. Alkuperän seurantajärjestelmällä voidaan periaatteessa palata osan valmistukseen tai sen materiaalin alkulähteille.

Tyyppihyväksytyille lentolaitteille vaaditaan sellaisia varaosia, joilla on sertifiointi. Tämä antaa tietyt vaatimukset materiaalien hankintaan.

Sertifiointin lisäksi myös standardit nousivat esiin haastatteluissa. Standardit varmistavat, että osat ovat laadukkaita ja yhteensopivia muiden osien kanssa. Standardien mukaan valmistettu tuote voidaan hyväksyä käyttöön maailmanlaajuisesti. Standardiosia tilaamalla voidaan varmistua myös siitä, että eri valmistajien tekemät osat ovat samanlaisia. Tämä helpottaa materiaalisuunnittelua ja korvaavien osien etsintää.

Lentokonehuollossa materiaalipalveluiden palveluasteella on merkitystä, toimiiko yritys kaupallisella vai sotilasilmailun puolella. Sotilaspuolella materiaalipuute vaikuttaa edemmän käytettävyyteen, kun taas kaupallisella puolella vaikutus on enemmän taloudellista. Sotilasilmailussa lentolaitteen käytettävyydelle on vaikea laskea hintaa, mutta esimerkiksi matkustajakoneelle voidaan laskea kustannus, kun se ei ole ilmassa. Voidaankin sanoa, että kaupallinen matkustajalentokone tienaa vain, kun se on ilmassa. Palveluasteella on tämän takia vaikutusta materiaalien kriittisyysluokitteluun.

Kaupallisen ja sotilasilmailun toimintaa ohjaavat erilaiset lait ja säännökset. Niiden tavoitteena on taata mahdollisimman turvallinen toimintaympäristö kaikille käyttäjille. Haastatteluissa tuli ilmi, että ITAR (International Traffic in Arms Regulations) ja EAR (Export Administration Regulations) ohjaavat toimintaa. Ne vaikuttavat materiaalilogistiikkaan ja etenkin kuljetukseen ja tullaukseen.

Haastatteluissa puhuttiin, että sotilasilmailualalle on tyypillistä, että hankitaan materiaalia vaikkapa vuodeksi eteenpäin. Näin lentolaitteen käyttäjä voi varmistua siitä, että vaikka tulisi haasteita saada varaosia toimittajilta, pystyttäisiin silti toimimaan oman varmuusvaraston turvin. Tämä toimintatapa sekoittaa materiaalisuunnittelua, mutta silti voidaan tehdä lähiajan ennustamista ja saada siitä kustannushyötyjä.

Tässä ovat haastatteluissa esiin tulleet kehityskohteet:

- Pyrittäisiin pysymään alkuperäisissä huollatussuunnitelmissa, sillä niiden muutokset vaikeuttavat materiaalisuunnittelua.
- Pyrittäisiin yhtenäistämään eri konetyyppien materiaaleja, jolloin voitaisiin tehdä suurempia hankintoja ja parantaa näin kustannustehokkuutta.
- Kiinnitettäisiin materiaalisuunnitteluun enemmän huomiota lentolaitteen elinkaarisuunnittelussa.
- Pyrittäisiin tulevaisuudessa yhdistää hankintoja muiden käyttäjämaiden kanssa, jolloin saataisiin suurempi hankintavolyymi.
- Käytettäisiin hankinnassa enemmän standardinimikkeitä, eikä valmistajien omia tunnuksia. Näin voitaisiin hankintojen kilpailutusta helpottaa.

6.2 Tietojärjestelmien vaikutus

Materiaalitarvelaskennan suorittamisen edellytyksenä on saada tietoa luvun 2.2. mukaan tuotantosuunnitelmista, tuoterakenteista ja varastotasoista.

Materiaalitarvelaskenta perustuu siihen, että lopputuotteille on laadittu tuoterakenteet ja toiminnanohjausjärjestelmän kautta tulee materiaaleille varauksia.

Haastatteluiden perusteella voidaan todeta, että materiaaltarpeiden ennakoiminen on tällä hetkellä hankalaa, sillä tuotantosuunnitelmiin tulee hyvin usein muutoksia. Muutokset johtuvat joko aiempien töiden viivästyemisestä tai lentokaluston käytön vaihteluista. Peruskuorma vuosittaiseen tekemiseen on suunnilleen tiedossa, mutta yksittäisten huoltojen keston ja lopullisen laajuuden epävarmuus aiheuttaa

tuotantosuunnitelmiin muutostarpeita. Ilman tätä epävarmuustekijää ennustettavuus olisi paljon parempaa.

Haastatteluissa ilmeni, että tuoterakenteita toiminnanohjausjärjestelmään ollaan luotu, mutta työ on kesken. Lyhyen aikavälin ennustaminen ei siis onnistu tällä hetkellä riittävän kattavasti. Tuoterakenteiden laadinta on todettu haasteelliseksi, koska huoltokokonaisuudet eivät aina ole samanlaisia.

Tarpeet voidaan haastattelun perusteella jaotella karkeasti kolmeen eri kategoriaan; tunnettu tarve, todennäköinen tarve ja ennakoimaton tarve, eli vikatapaukset. Toiminnanohjausjärjestelmän tuoterakenteisiin voidaan helposti syöttää tunnettu tarve huolto-ohjeiden perusteella, mutta huoltotyön edetessä ennakoimaton tarve kasvaa vikojen ilmettyä.

Näkyvyys omaan toiminnanohjausjärjestelmään on suhteellisen hyvä, mutta ongelmaksi haastatteluiden perusteella muodostui se, että materiaali on jaoteltu useampiin varastoihin toiminnanohjausjärjestelmässä. Näin kokonaiskuva on hankala muodostaa, koska samoja nimikkeitä voi olla useammassa eri varastossa. Kyseinen jaottelu on tehty sitä varten, että voitaisiin kohdistaa kustannukset oikeille asiakkuuksille.

Haastattelussa tuli myös ilmi, että nimikkeelle voi määritellä vain yhden ensisijaisen varaston Patrialla käytössä olevaan V10 toiminnanohjausjärjestelmään ja tämän takia nimikkeellä voi olla myös rinnakkaisia tunnuksia. Tämä hankaloittaa materiaalityövelaskennan suorittamista, sillä myös nuo rinnakkaiset tunnukset täytyy huomioida. Toiminnanohjausjärjestelmän toiminnallisuuksien lisääminen helpottaisi tätä työtä.

Tuotenimikkeitä toiminnanohjausjärjestelmässä on tuhansia. Kaikki haastateltavat kertoivat, että kaikille tuotteille kannattaa tehdä materiaalityövelaskentaa, mutta kannattaa keskittyä vain niihin tuotteisiin, joita käytetään paljon ja joiden yksikköhinta on suuri. Näin pystytään luvun 2.7 mukaan vaikuttamaan parhaiten yrityksen pääoman pienentämiseen. On luonnollista, että tuhansille nimikkeille ei voida kiinnittää niin paljon huomiota, kuin vaikkapa sadalle tärkeimmälle nimikkeelle, joten priorisointi tai ABC-analyysin tekeminen voi olla suotavaa. Yhdessä haastattelussa tuli ajatus, että kaikkea materiaalia ei kannata ohjata samanlailla juuri

niiden erityispiirteiden takia. Osalle voi toimia tilauspisteajattelu, mutta vanhentuneille materiaaleille voi toimia paremmin materiaalitarvelaskenta, koska tarpeet tulevat usein kiinteisiin huoltotehtäviin liittyen ja näin voidaan paremmin hallita materiaalien käyttöä.

Pitkälle aikavälille (0,5-2 vuotta) voidaan teorian mukaan laatia ennuste järjestelmistä saatavan kulutustiedon perusteella. Tälle on jo edellytykset olemassa, sillä toiminnanohjausjärjestelmästä voidaan poimia kulutustietoja. Tämä ei sinänsä vaikuta materiaalitarvelaskennan suorittamiseen, koska tässä huomioidaan vain historiatietoon perustuvia lukuarvoja. Pidemmän ajan toiminta perustuu usein pidemmän aikavälin SOP (Sales and Operating Planning) ja keskipitkän aikavälin, eli tuotannon pääaikataulun MPS (Master Production Schedule) suunnitteluun. Näistä tulee tarve pidemmän aikavälin suunnitteluun. Patrialla tämä on yhtenä kehityskohtena.

Toiminnanohjausjärjestelmän tilauspisteitä käytetään tällä hetkellä vaihtelevasti. Osalle tuotteista tilauspisteitä seurataan aktiivisesti, osalla tuotteista tuotteen loppuminen sallitaan, joten sen tilauspiste on nolla. Tilauspisteiden määrittäminen todettiin hankalaksi, koska toimitusajassa on suurta vaihtelua. Materiaali voi tulla nopeasti tai muutaman kuukauden viiveellä suunnitellusta aikataulusta. Toimitusaika voidaan laskea luvun 2.6 mukaan, mutta toimittajien luotettavuus on silti otettava tässä huomioon. Viive voi pahimmillaan aiheuttaa työn keskeytymisen.

Vanheneville tuotteille tulostetaan vanhenevien tuotteiden raportti, josta voidaan seurata tarpeen syntymistä ennakoidusti. Haastattelun myötä tuli ilmi, että tietty prosenttiosuus vanhenevista tuotteista saa vanhentua varastoon. Mitä korkeampi palveluaste näillä tuotteilla on, sitä enemmän tuotetta joudutaan hävittämään. Jos varastoon vanhentuneita tuotteita halutaan vähentää, se usein aiheuttaa sen, että materiaalipuutteita syntyy ja puutekustannukset lisääntyvät.

Yksi haasteista on, että Patria käsittelee materiaalia kahdella toiminnanohjausjärjestelmällä. Ilmavoimat käyttää toiminnassaan LTJ-järjestelmää (Lentoteknillinen logistiikan tietojärjestelmä), johon on syötetty kaikki Ilmavoimien käytössä oleva materiaali. Patria sen sijaan käyttää V10 toiminnanohjausjärjestelmää kaikkien toimintojen hallinnassa. Tähän järjestelmään on syötetty myös Patrian

hallinnoimat materiaalit. Näiden kahden järjestelmän yhdistäminen tuo haasteita materiaalisuunnitteluun, sillä Ilmavoimat ja Patria hankkivat molemmat materiaalia yhteiseen käyttöön. Tämä yhteistyö ei onnistu ilman kahden järjestelmän käyttöä.

Toiminnanohjausjärjestelmän nimiketietojen selkeydessä todettiin haastatteluiden perusteella olevan parannettavaa. Historian saatossa toiminnanohjausjärjestelmään on luotu nimikkeitä usean eri työntekijän toimesta, joten nimikkeiden kirjaamistavassa on ollut vaihtelevuutta. Siivoustyö on tällä hetkellä käynnissä, joten asiaan tulee parannus.

Haastatteluissa ilmeni, että materiaalisuunnittelun palvelutasoa ei seurata kaikissa materiaalityhmissä. Sopimuskemikaalien palvelutasoa seurataan, joten niille tuotteille haetaan sopivaa kustannusten ja materiaalipuutteiden tasapainoa. Koivisto & Ritvanen (2007, 14) totesi, että logistiikassa tavoitellaan asiakkaan haluamaa palvelutasoa mahdollisimman pienillä kustannuksilla ja mahdollisimman vähäisellä sitoutuneella pääomalla. Normaalisti tämä vaatii materiaalin luokittelun tekemisen, joka voidaan tehdä ABC-analyysillä. Palvelutaso voidaan laskea, joko kaikille tuotteille tai vain kriittisille tuotteille. Koskaan palvelutaso ei ole 100 %, koska tällöin kustannukset nousisivat huimasti, vaan palvelutaso on pikemminkin 95 %. Tällöin tietyt materiaalipuutteet sallitaan.

Tässä ovat haastatteluissa esiin tulleet kehityskohteet:

- Vain yksi varasto, materiaalityrvelaskenta helpompi suorittaa
- Rinnakkaisten nimikkeiden poisto
- Materiaalityhmitt, rakenteet ja vaiheistus luotava toiminnalle
- Hyödynnettäisiin paremmin vikatilastotietoisuutta materiaalityrvelaskennassa
- Tuotannonohjausjärjestelmästä karkea arvio menekistä
- Tuotannonohjausjärjestelmästä arvio tarpeen aikataulusta
- Tuotteen vaihtumisesta luotava oma mekanismi
- Huoltovalmiussuunnittelun prosessissa otettava huomioon paremmin materiaalityrpeet
- Toimittajakurin lisääminen, joten saataisiin toimitusaikoihin sitoutumista

6.3 Strateginen kumppanuus toimintamallina

Patria toimii Ilmavoimien kanssa strategisessa kumppanuudessa luvun 6.3 mukaisesti. Asiasta on tehty kumppanuussopimus, joka velvoittaa molempia

osapuolia toimimaan sopimuksen puitteissa. Myös materiaalisuunnittelu on tämän sopimuksen piirissä.

Strateginen kumppanuus tuo haastatteluiden mukaan tähän toimintaympäristöön sen erityispiirteen, että Patria käyttää sekä Patrian omistamia vaihto-omaisuusvarastoja että Ilmavoimien omistamia asiakasomaisuusvarastoja.

Hankittava materiaali sijoitetaan kustannuksineen usein asiakasomaisuusvarastoon, jolloin huolloissa käytettävää materiaalia ei tarvitse erikseen myydä Ilmavoimille.

Asiakasomaisuusvarastoihin ei ole haastatteluiden mukaan täyttä näkyvyyttä, joten materiaalityövelaskentaa on haastava suorittaa koko materiaalille. Hankintoja tehdään yhdessä, mutta osalle materiaaleista toimituspäivämäärien ja saldojen näkyvyys puuttuu. Tiedot saadaan toki selville, mutta yhden toiminnanohjausjärjestelmän käyttäminen helpottaisi tätä työvaihetta. Kysyntään pystytään helpoimmin reagoimaan, kun yrityksellä on oma varasto ja oma hankintaketju.

Strategisen kumppanuuden suurena hyötynä koettiin sen pitkäkestoisuus. Asiakassuhteen jatkumisen johdosta voidaan tavarantoimittajien kanssa solmia pidempiä sopimuksia ja tekemään edullisempia materiaalihankintoja. Tämä helpottaa materiaalisuunnittelua ja hankintaa, sillä aina ei tarvitse tehdä uutta sopimusta tavarantoimittajan kanssa, vaan voidaan jatkaa hyvää yhteistyötä pidemmän aikaa. Näin toiminnanohjausjärjestelmään tulee myös vähemmän muutostarpeita.

Strateginen kumppanuus mahdollistaa vastuualueiden jakamisen toiminnassa. Patrian vastuulla on esimerkiksi sopimuskemikaalit koko Ilmavoimien kalustolle sekä Valmet L-70 Vinka -alkeiskoulukoneen tyyppivastuun ylläpitäminen.

Sopimuskemikaalien kokonaispalveluvastuusta puhuttiin haastatteluiden aikana. Näissä todettiin hyväksi asiaksi, että kemikaalit tilataan ja hallinnoidaan yhden toimijan kautta, koska näin saadaan hallittua materiaaleja paremmin.

Sopimuskemikaalien käyttöä ja kulutusta on kuitenkin hankala ennustaa, sillä kemikaaleja käytetään hyvin vaihtelevalla tavalla, joten materiaalityövelaskenta ei ole tehokas toimenpide. Lentokoneen laskutelineissä käytettävää rasvaa käytetään esimerkiksi huollon aikana normaalisti 2 dl, mutta jossakin tapauksissa tarve voi olla

puolta suurempi, eli 4 dl. Tästä syystä historiatietoon perustuva tieto toimii paremmin, jos käyttöiheyteen ei tule muutoksia. Kulutushistoriatietoja ja sen trendiä voidaan seurata toiminnanohjausjärjestelmällä.

Kemikaaleille on ominaista niiden vanheneminen. Vanhenemista seurataan toiminnanohjausjärjestelmän kautta käymällä läpi vanhenevien tuotteiden raportit. Kemikaalien varastotäydennyksiä tehdään tilauspisteiden ja vanhenevien tuotteiden raportin perusteella.

Patrialla on strategisen kumppanuuden mahdollistava Valmet Vinkan tyyppivastuuorganisaatio. Se vastaa koneen lentokelpoisuudesta. Lentokelpoisuuden ylläpitämiseen kuuluu lukematon määrä eri prosesseja ja toimintoja, joten myös materiaalihallinta kuuluu osana tätä kokonaisuutta. Erityistä tässä on, että kyseistä lentokonetta ei käytetä muualla maailmassa, joten tiettyjen varaosien suhteen on oltava täysin omavarainen. Tämä tarkoittaa, että tuotetuki täytyy myös toteuttaa itse. Vinkan materiaalien kulutusta seurataan historiatiedon perusteella.

Suuria muutoksia toiminnanohjausjärjestelmään tämän koneen osalta ei haluta tehdä, sillä kone on poistumassa käytöstä. Luvun 3.3. mukaisia haasteita ollaan käytössä todettu. Tuotetuen loppuminen ja varaosien saatavuuden heikkeneminen koskee siis myös tämän koneen laitteita. Yksi haasteista koettiin, kun Vinkan käyttöä jouduttiin jatkamaan suunniteltua kauemmin. Varaosien varastotasoja alettiin laskemaan ennakoidusti, mutta kesken tätä toimenpidettä Vinkan käyttöä jouduttiin kuitenkin pidentämään. Tämä aiheutti sen, että jouduttiin tekemään materiaalin lisähankintoja, jolloin yksikköhinnat olivat paikoin huomattavasti suuremmat kuin edellisessä hankinnassa. Joitain osia jouduttiin suunnittelemaan uudestaan, kun alkuperäisten osien varasto ei riittänytkään ja niitä ei saanut enää hankittua mistään.

Kumppanuussopimuksissa todettiin olevan se haitta, että molemmat hankkivat materiaalia jälleenmyyjiltä. Näin tilattavien tuotteiden volyyymi on myös suhteellisen pientä. Haastattelussa todettiin, että jos olisi yksi toimija, niin volyyymi olisi suurempi ja yksikköhinnan pienemmät.

Tässä ovat haastatteluissa esiin tulleet kehityskohteet:

- Pyrittäisiin saamaan parempi näkyvyys asiakasomaisuusvarastoihin.

- Pyrittäisiin saamaan tietoa asiakkaan hankintaprosessista, missä vaiheessa tilaus on ja kuinka paljon tuotteita on tilattu jne.
- Pyrittäisiin selkiyttämään hankintojen vastuuta, koska molemmat tekevät hankintoja samalla lentokalustolle.

7 Johtopäätökset

Työn tavoitteena oli saada selville Patrian materiaalitarvelaskennan nykytila ja löytää sieltä kehityskohteita.

Tutkimuskysymykset olivat seuraavat:

- Millä tasolla materiaalitarvelaskenta on tällä hetkellä Patrialla?
- Miten materiaalitarvelaskentaa voidaan kehittää?
- Onko toiminnanohjausjärjestelmän käytössä parannettavaa?

Tulosten läpikäynnin yhteydessä selkeni, että tällä hetkellä suurimmalle osalle nimikkeistä ei pystytä tekemään materiaalitarvelaskentaa. Tämä johtuu siitä, että kaikille huoltokokonaisuuksille ei olla vielä luotu tuoterakenteita. Niitä ei ole helppo laatia, sillä huollon aikana ilmenee paljon niin sanottua ennakoimatonta materiaalitarvetta. Ennakoimattoman tarpeen osuus korostuu elinkaaripalveluita tarjoavilla yrityksillä, sillä tehtävät eivät ole samanlaisia kuin uudistuotannossa.

Varsinainen materiaalitarvelaskenta voidaan aloittaa, kun viedään loppuun jo aloitetut kehitysprojektit toiminnanohjausjärjestelmään liittyen. Tuotantoon olisi hyvä saada vakaa tilanne, jolloin voitaisiin myös ennakoida materiaalitarpeita paremmin. Tietyt ilmailuun liittyvät piirteet täytyy kuitenkin hyväksyä, kuten että materiaalin hankintaprosessit ovat pitkät ja nopeita materiaalitarpeita ei voida usein toteuttaa. Tästä syystä varmuusvarastoja joudutaan kasvattamaan.

Toiminnanohjausjärjestelmässä on parannettavaa ja kehityskohteet ovat toimeksiantajan tiedossa. Toiminnanohjausjärjestelmässä on myös puutteita, joten niiden kanssa joudutaan elämään. Nimikkeelle voi esimerkiksi määritellä vain yhden ensisijaisen varaston, jolloin tarkka kulutus on hankala selvittää. Useiden rinnakkaisnimikkeiden käsitteleminen tuo juuri tämän haasteen.

Tänä päivänä materiaalitarpoiden ennakointi on vähäistä. Materiaalihankinnat perustuvat historiatietoon, joka poimitaan toiminnanohjausjärjestelmästä.

Lähimpänä materiaalitarpelaskentaa on erilaiset modifikaatiot, joissa tarkka materiaalitarp tunnetaan. Tällöin hankintaosasto voi valmistautua tulevaan tarpeeseen hyvissä ajoin, eikä erillisiä varmuusvarastoja tarvita.

Materiaalitarpelaskentaa on syytä kehittää siihen suuntaan, että saataisiin luotua tulevaisuuden tarpe toiminnanohjausjärjestelmästä. Tämä aiheuttaa tämänhetkiseen tilanteeseen työläisiä projekteja. Toiminnanohjausjärjestelmään liittyvät muutokset vaikuttavat kuitenkin suoraan käytettävyyteen, joten ne on hyvä toteuttaa.

Tehokkaalla materiaalitarpelaskennalla voidaan parantaa yrityksen suorituskykyä niin taloudellisesti kuin palveluasteen suhteen mitattuna. Asiakassuhteen ylläpitämiseksi palveluasteella on oma merkitys ja sille ei voi laskea hintaa. Kaikkein ei voi kuitenkaan vaikuttaa, sillä ilmailualan yritykset toimivat hyvin kontrolloidulla toimialueella ja erilaiset säännöt ohjaavat tekemistä. Nämä täytyy ottaa huomioon materiaalisuunnittelussa.

Yritykset aiheuttavat usein itse kysynnän epätasaisuuden, joten tästä olisi hyvä päästä irti. Ennustamismenetelmien käyttöönotot jälkeen toimintaa on helpompi ohjata ja johtaa.

8 Pohdinta

8.1 Ajatuksia päätuloksista

Sotilasilmailun parissa toimivalla yrityksellä ei ole niin hyvät mahdollisuudet tehdä materiaalitarpelaskentaa kuin esimerkiksi liukuhihnatyötä tekevällä autoteollisuudella, koska toimitusketjussa on niin paljon epävarmuutta. Epävarmuudelta suojaudutaan kasvattamalla varmuusvarastoja. Materiaalipuute koetaan kalliiksi, joten materiaalia pidetään mieluiten varastossa. Myös itse tekemisessä on epävarmuutta, koska aikatauluun ja materiaalitarppeisiin tulee herkästi muutoksia.

Ilmailulle ja kunnossapitotyölle tällainen on ominaista. Vuosikapasiteetiltaan tarpeet ovat pieniä suhteessa autoteollisuuteen, joten sille on myös hintansa. Ilmailuun

liittyvä materiaali on laadukasta, yksilöityä, mutta kallista. Tämän takia osa materiaalista olisi hyvä käsitellä ennakoivan tarpeen kautta ja tätä kautta saataisiin varastokustannuksia pienennettyä.

8.2 Tutkimuksen luotettavuus ja pätevyys

Tutkimuksessa on käytetty tutkijan omaa harkintaa haastattelukysymysten laadinnassa. Kysymykset perustuivat sen hetkiseen tietämykseen aiheesta. Vastaavia tutkimuksia on tehty muilla teollisuuden aloilla, mutta kuten esimerkiksi Pekka Laukkasen Kandidaattitutkielmassa (Materiaalitarvelaskenta, varastonhallinta ja tilausten optimointi - Case pienpanimo) materiaalitarvelaskenta on sielläkin vasta käyttöönottovaiheessa. Tutkimuksia ei myöskään löydy, jossa yrityksen materiaalitarvelaskenta on jo käytössä ja sitä halutaan kehittää.

Case tutkimuksessa on etuna, että tutkija on ulkopuolinen, eikä vääristä tutkimuksen etenemistä. Tämä onnistui hyvin, sillä tutkija ei toimi logistiikan työtehtävissä, joten oikeita tai vääriä oletuksia aiheesta ei ole aiemmin syntynyt.

Nykytilan analysoinnissa koettiin, että viiden ihmisen vastaukset ovat riittävät muodostamaan kattavan nykytila-analyysin. Haastateltavat toimivat yrityksen eri toiminnoissa, kuten hankinnassa ja logistiikassa. Tällä pystyttiin varmistumaan siitä, että myös heidän mielipiteet ja kokemukset ovat samansuuntaisia.

Haastattelut suoritettiin kahden kesken. Haastattelun aikaan kirjoitettiin muistiinpanoja tärkeimmistä poiminnoista, joten kaikkea keskustelua ei analysoitu. Haastattelumateriaalin äänittämisellä oltaisiin voitu tarkastella keskustelun piirteitä jälkikäteen, mutta tätä ei kuitenkaan koettu tarpeelliseksi haastattelua suunniteltaessa.

8.3 Jatkotutkimustarpeet

Jatkotutkimus tulisi kohdistaa siihen, mille materiaalityypille kannattaa tehdä materiaalitarvelaskentaa ja mitä materiaalityyppejä kannattaa ohjata muilla keinoin. Tällainen jaottelu auttaisi myös priorisoinnissa, sillä lentokoneympäristössä

nimikkeitä on niin suuri määrä, että niiden yksityiskohtainen hallinta on mahdotonta. Tavoitteena tällä tutkimuksella voisi olla löytää keinot pienentää varastokustannuksia sekä parantaa materiaalisuunnittelun tehokkuutta. Kiinnostaisi samalla tietää, että olisiko tämän tutkimuksen kehitysideoista hyötyä yrityksen materiaalisuunnittelussa.

Lähteet

Aviation. N.d. Viitattu 1.12.2018.

<https://www.patria.fi/fi/patria/liiketoiminnot/aviation>

Case-tutkimus metodisena lähestymistapana. N.d. Viitattu 24.11.2019.

<https://metodix.fi/2014/05/19/aaltio-marjosola-casetutkimus/>

Hokkanen, S., & Virtanen, S. 2012. Varastonhoitajan käsikirja. 1. painos. Kangasniemi: Sho Business Development Oy

Ilmavoimat ja Patria strategiseen kumppanuuteen. 2015. Patrian internetsivusto.

Viitattu 24.11.2019. <https://www.patriamagazine.fi/yhteistyon-kautta-strategiseen-kumppanuuteen/>

Järviö, J. 2006. Kunnossapito. 3. korj. p. Helsinki: KP-Media

Koivisto, R. & Ritvanen, V. 2007. Logistiikka PK-yrityksissä. 1.painos. Helsinki: WSOY oppimateriaalit.

Laukkanen, J. 2015. BAe Hawk. 1. painos. Helsinki: Koala-Kustannus

Laukkanen, P. 2013. Materiaalitarvelaskenta, varastonhallinta ja tilausten optimointi – Case pienpanimo. Kandidaattityö. LUT School of Business and Management, kauppatieteiden koulutusohjelma, hankintojen johtaminen. Viitattu 28.11.2019.

https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/120783/kandi_7.6_final_sis_abstract.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Läpinäkyvät toimitusketjut. N.d. Viitattu 1.12.2018. Patrian internetsivusto.

<https://www.patria.fi/fi/patria/lapinakyvat-toimitusketjut>

Moilanen, T., Ojasalo, K. & Ritalahti, J. 2014. Kehittämistyön menetelmät: Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. 3. uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro.

Nieminen, S. 2016. Hyvä hankinta – parempi bisnes. Helsinki: Talentum Pro

Puolustusministeriön strateginen suunnitelma. N.d. Suomen Puolustusministeriön internetsivusto. Viitattu 24.11.2019

https://www.defmin.fi/files/1830/plm_strateginen_suunnitelma.pdf

Sakki, J. 2014. Tilaus-toimitusketjun hallinta – digitalisoitumisen haasteet. 8. painos. Espoo: Jouni Sakki Oy

SAP Company Information. N.d. Viitattu 1.10.2019. SAP internetsivusto.
<https://www.sap.com/corporate/en/company.html>

Siikavuo, J. 2003. Pienyrityksen taloushallinto. 1. Painos. Helsinki: Talentum Media Oy.

Tietoa Patriasta. N.d. Viitattu 1.12.2018. <https://www.patria.fi/fi/patria>

Toivola, T. 2006. Verkostoituva yrittäjyys. Strategiana kumppanuus. 1. painos. Helsinki: Edita Prima Oy

Varaston toiminnan mittaaminen. N.d. Logistiikan Maailma -internetsivusto. Viitattu 27.11.2019. <http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-termiinaalit/varastointi/varastonohjaus/varaston-toiminnan-mittaaminen/>

Vehkalahti, K. 2008. Kyselytutkimuksen mittarit ja menetelmät. 1. painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi

Liitteet

Liite 1. Materiaalitarvelaskennan kehityskohteet

Taulukko 1. Materiaalitarvelaskennan merkittävimmät kehityskohteet

Arvioitava kohde	Arviointiasteikko		
	Vaikutus käytettävyyteen	Vaikutus kustannuksiin	Aiheuttaa asiakkaan toimenpiteitä
1. Rakenteiden laadinta toiminnanohjausjärjestelmään.	X	X	
2. Käytettäisiin vain yhtä toiminnanohjausjärjestelmää.	X		X
3. Hyödynnetään vikatilastotietoisuutta ennakoimattoman tarpeen selvittämisessä.		X	
4. Pyritään pysymään alkuperäisissä huollatussuunnitelmissa, sillä niiden muutokset vaikeuttavat materiaalisuunnittelua.		X	X
5. Vain yksi varasto, materiaalitarvelaskenta olisi helpompi suorittaa.	X	X	X

Liite 2. Haastattelukysymykset

Ennakkoon laaditut kysymykset:

- 1) Mikä on roolisi hankintaorganisaatiossa?
- 2) Kuinka kauan olet ollut nykyisessä työtehtävässä?
- 3) Mille teet materiaalitarvelaskentaa?
- 4) Minkä tyyppisille tuotteille kannattaa tehdä materiaalitarvelaskentaa?
- 5) Miten otetaan huomioon pidemmän ja lyhyen ajan ennustaminen?
- 6) Vaihto-omaisuusvarastojen erityispiirteet?
- 7) Asiakasomaisuusvarastojen erityispiirteet?
- 8) Miten suuret hankintaerät vaikuttavat materiaalilaskentaan?
- 9) Mikä laukaisee materiaali- ja varaosatilauksen/tarpeen?
- 10) Tuleeko tieto riittävän ajoissa?
- 11) Miten käsittelette vanhentuvat ns. obsolete laitteet?
- 12) Miten varastomääriä seurataan?
- 13) Seurataanko palvelutasoa?
- 14) Onko jotain erityispiirteitä, mitkä liittyvät ilmailun MRO-ympäristössä toimimiseen?
- 15) Mitä parannuskohteita sinulle tulee mieleen, mikä helpottaisi omaa työskentelyä?