



NH90-huollon suunnittelu ja ERP-järjestelmän kehitys

IETP-portaalin rakenne analyysi

Tatu Ahonen

OPINNÄYTETYÖ
Joulukuu 2021

Konetekniikka
Lentotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Konetekniikka
Lentotekniikka

AHONEN, TATU:
NH90-huollon suunnittelu ja ERP-järjestelmän kehitys
IETP-portaalin rakenne analyysi

Opinnäytetyö 51 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Joulukuu 2021

Opinnäytetyön tavoitteena oli etsiä kehitysehdotuksia NH90-kuljetushelikopterin huollon suunnitteluun. Työn toimeksiantajana toimi Patria Aviation Oy:n helikopteriosasto. Tarkoituksena oli selvittää, kuinka huollon suunnittelun manuaaliset työvaiheet pystyttäisiin korvaamaan automaattisilla ratkaisuilla sekä miten sähköisen dokumentoinnin (IETP) rakenne on muodostunut. Lisäksi opinnäytetyössä selvitettiin, mitä kaikkea NH90-kuljetushelikopterin huollon suunnittelussa täytyy ottaa huomioon. Työn ongelman keskiönä oli NH90-kuljetushelikopterin IETP-portaalin rakenne.

Työ suoritettiin tutkimustyönä ja materiaalia kerättiin useista eri lähteistä. IETP-portaalin dataa olisi voitu käyttää työssä laajemminkin, mutta salaisen luokituksen takia tietoja jouduttiin pienentämään ja muokkaamaan. Työ aloitettiin kartoittamalla IETP-portaalin huollon suunnittelun datamoduulia, ja siinä selvitettiin, mitä eri työvaiheita tuotannosuunnitteluun kuuluu. Työvaiheiden selvitystyön jälkeen perehdyttiin toiminnanohjausjärjestelmään sekä IETP:n rakenteeseen.

NH90-kuljetushelikopterin IETP:n rakenne määräytyy S1000D-spesifikaatioon. Tutkimustyössä tuli myös ilmi, että IETP:n rakenteessa on puutteita, koska linkitukset datamoduulien sisällä on ohjelmoitu sekavasti. Tutkimustyön perusteella päästiin tulokseen, että huollon suunnittelun työvaiheita voidaan ainoastaan automatisoida ohjelmistorobotin avulla. Kyseessä olisi ohjelmistojen yhteensovittaminen toiminnanohjausjärjestelmän ja IETP:n välillä.

Asiasanat: NH90-kuljetushelikopteri, sähköinen tekninen julkaisu, toiminnanohjausjärjestelmä, huollon suunnittelu

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical Engineering
Aircraft Engineering

AHONEN, TATU:
NH90 maintenance planning and ERP System development
Structure Analysis of IETP portal

Bachelor's thesis 51 pages, appendices 2 pages
December 2021

The aim of this bachelor's thesis was to produce development ideas for planning the maintenance for the NH90 tactical transport helicopter. The research was done for the NH90 helicopter department of Patria Aviation Oy. The purpose of the thesis was to solve out how manual work tasks in maintenance planning could be replaced by automated solutions, and to make a structure analysis for the interactive electronic technical publication. Additionally, the purpose was to explore everything that needs to be taken into account in maintenance planning. Focus was on the IETP portal structure of the NH90.

The thesis was done as a research work and material was collected from multiple different sources. The data from the IETP portal could have been used more broadly, but due to the high security classification of the IETP portal the data had to be reduced and modified. The study was started by examining the with the maintenance planning data module of the IETP portal and there the stages of the maintenance planning. Next, the ERP system and the IETP portal were analyzed.

The IETP portal structure of the NH90 is determined by the S1000D specification. The study revealed shortcomings in the structure which stem from the unclear linkages within the data modules. Based on the result, it was concluded that the work stages in the maintenance planning can only be automated with the Robotic Process automation. This would be a software coordination between ERP system and the IETP portal.

Key words: NH90 Tactical transport helicopter, interactive electronic technical publication, enterprise resource planning, maintenance planning

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	TUTKIMUSMENETELMÄT	8
	2.1 Tutkimustyön tavoitteet ja rajaukset	8
	2.2 Tutkimusmenetelmä ja rakenne	9
3	PATRIA OYJ	11
	3.1 Patria organisaatio	11
	3.2 Aviation liiketoiminta	12
	3.3 Patria Helicopters	12
	3.3.1 NH90-kuljetushelikopterin esittely	13
	3.3.2 NH90-kuljetushelikopteri Suomessa	15
4	TUOTANNONOHJAUS	16
	4.1 Tuotannonsuunnittelu	16
	4.2 Toiminnanohjausjärjestelmä	17
	4.3 Toiminnanohjausjärjestelmän hyödyt	18
	4.4 Toiminnanohjausjärjestelmän haitat	18
5	IETP JA S1000D	20
	5.1 Sähköinen tekninen julkaisu	20
	5.2 S1000D Historia	21
	5.2.1 S1000D	22
	5.3 Datamoduulit ja Extensible Markup Language	23
	5.3.1 Datamodule Codes	23
	5.3.2 Model Identification Code	25
	5.3.3 System Difference Code	25
	5.3.4 Standard Numbering System	26
	5.3.5 Disassembly Code	28
	5.3.6 Information code	31
	5.3.7 Item Location code	32
6	NH90 IETP-PORTAALIN RAKENNE ANALYYSI	34
	6.1 Huollon suunnittelu datamoduulin esittely	34
	6.2 Huollon suunnittelu datamoduulin rakenne	35
	6.3 Lentokelpoisuusrajoitukset	36
	6.3.1 Käyttöikärajoitukset	36
	6.3.2 Pakolliset tarkastukset	36
	6.4 Jatkuva lentokelpoisuus	37
	6.4.1 Määräajat	37
	6.4.2 Määräaikaishuoltojen tarkastuslistat	38

6.5	Huoltovälit	40
6.6	Ilma-aluksen huoltotiedot datamoduuli	41
6.7	Huoltotiedotteet.....	41
7	TUTKIMUKSEN ONGELMAT JA KEHITYSKOHTTEET	43
7.1	Nykyisen toimintatavan ongelma.....	43
7.2	Kehitysideoita.....	44
8	YHTEENVETO	46
8.1	Tavoitteiden saavuttaminen	46
8.2	Toteutus	47
	LÄHTEET	48
	LIITTEET	50
	Liite 1. Datamoduuli koodit näkyvät osoitetiedoissa IETP:ssä	50
	Liite 2. IETP-portaalin rakenne huollon suunnittelu datamoduulissa... ..	51

LYHENTEET JA TERMIT

AM	Air Vehicle Maintenance
AMP	Air vehicle Maintenance Planning
ATA	Air Transport Association of America
CSDB	Common Source Database
D	Day
ERP	Enterprise Resource Planning
EV	Event
FH	Flight Hours
FOC	Final Operation Configuration
IETP	Interactive Electric Technical Publication
M	Month
MDS	Monitoring and Diagnostic System
NH90	NATO helicopter for the 90's
LOAP	List of Applicable Publications
OPH	Operation Hours
OPC	Operation Cycles
OTL	Operating Time Limit
PE	Perform Periodically
PO	Perform Once
RPA	Robotic Process Automation
RRTM	Rolls-Royce Turbo Meca Engine
SB	Service Bulletin
SLM	Service Life Limit
TBO	Time Between Overhaul
TTH	Tactical Transport Helicopter
Y	Years

1 JOHDANTO

Erilaisten tietojärjestelmien käyttö päivittäisessä työskentelyssä on lisääntynyt merkittävästi eri toimialojen yrityksillä. Toimintoja pyritään automatisoimaan ja datan analysointi sekä keräys on vain keino menestyvään liiketoimintaan. Yritykset käyttävät monia eri tietojärjestelmiä, mutta monesti puhutaan vain toiminnanohjausjärjestelmästä, eli ERP:stä (Enterprise Resource Planning). (Husky Intelligence 2021.)

ERP-järjestelmän potentiaaliset hyödyt saattavat jäädä saavuttamatta sen takia, ettei ERP-järjestelmä ole täysin sopiva muiden sovellusten ja ohjelmistojen kanssa, jotka ovat käytössä yhtiössä (Ruivo, Oliveira & Neto 2014, 169). Liiketoimintaprosessien ja kokonaiskuvan kannalta esimerkiksi päätöksentekoon tarvittavat tiedot voivat sijaita eri järjestelmissä, jolloin muodostuu informaatio-siloja. Tietojen siirtojen manuaalisesta automatisoituun ratkaisuun on tehtävä järjestelmäintegraatiolla, joka pyrkii poistamaan kyseiset silot. Toinen automaation hyödyntämiskeino on luoda ohjelmistorobotti, joka etsii ja siirtää tietoja järjestelmästä toiseen.

Tämä tutkimustyö tehdään toimeksiantona Patria Aviation Oy Helicopters osastolle. Opinnäytetyön aiheena on NH90-kuljetushelikopterin huollon suunnittelu ja ERP-järjestelmän kehitys. NH90-kuljetuskopterin huollon suunnitteluun käytetään IETP-portaalia (Interactive Electronic Technical Publication) huoltojärjestelmänä, jonka mukaan jatkuvan lentokelpoisuuden ylläpitämiseksi vaaditut huollot toteutetaan ilma-aluksen huolto-ohjelman mukaisesti. Huolto-ohjelmaan on sisällytettävä kaikki ilma-alukselle tehtävät huollon yksityiskohdat sekä kaikki ilma-alustyyppiin ja lentotoiminnan erityispiirteisiin liittyvät erityiset tehtävät (Sotilasilmailun viranomaisyksikkö 2019).

Ilma-aluksen jatkuvan lentokelpoisuuden edellytyksenä on, että se on huollettu huolto-ohjelman mukaisesti ja huollon on tehnyt hyväksytty huoltaja hyväksytyjen huolto-ohjeiden mukaisesti. Lisäksi huoltajan täytyy olla hyväksytty huoltoorganisaatio, joka huoltaa sotilasilma-aluksia, osia tai laitteita huoltotoimintatansa mukaisesti. (Traficom 2020.)

2 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimusmenetelmät osiossa esitellään tutkimuksen ongelma, tavoitteet, rajaukset sekä työssä käytetty tutkimusmenetelmä. Lisäksi osiossa kuvataan tarkemmin opinnäytetyön aihe sekä sen rakenne. Tutkimusmenetelmät ovat strategioita, prosesseja tai tekniikoita, joita käytetään tietojen tai todisteiden keräämisessä analysointia varten uuden tiedon paljastamiseksi tai paremman käsityksen saamiseksi aiheesta. (University of Newcastle Library Guides 2020.)

2.1 Tutkimustyön tavoitteet ja rajaukset

Työn päätavoitteena on IETP-portaalin analysointi sekä löytää kehitysehdotuksia sen käytettävyyden parantamiseksi. Tutkimustyössä käydään huollon suunnittelun vaiheet sekä IETP-portaalin rakennetta läpi. Lisäksi tutkimustyössä tutkitaan mahdollisia vaihtoehtoja manuaalisen työn korvaamiseksi automaattisilla ratkaisuilla. Tämän työn tutkimustyön pohjalta tuotannosuunnittelijoiden työvaiheita käydään läpi ja analysoidaan IETP-portaalin datamoduuleja tarkemmin. Tutkimuksen näkökulman muodostamiseksi työlle määritellään tutkimuskysymys.

Tutkimuksen pää tutkimuskysymyksenä on:

- Onko NH90-kuljetushelikopteri IETP-portaalin huollon suunnittelu datamoduuli mahdollista automatisoida manuaalisen työn vähentämiseksi?

Tutkimuksen alakysymyksiä ovat

1. Kuinka IETP-rakenne on määräytynyt?
2. Mitä kaikkea on huollon suunnittelussa otettava huomioon?

Tärkeää on kuitenkin määritellä ja rajata ongelma siten, että siihen pystytään löytämään vastaus tutkimuksen keinoin. Hyvä yleisohje on välttää pintaraapaisua laajasta ilmiöstä ja pyrkiä sen sijaan jonkin kapeamman osa-alueen perusteelliseen tarkasteluun. (Kalinen & Kinnunen n.d.) Tutkimustyön laajuuden välttämiseksi aihe on rajattu huolto-ohjelman rakenne analyysiin ja huollon suunnittelun työvaiheisiin. Työssä pyritään löytämään keinot osittaiseen huolto-ohjelman

automatisoimiseen. Aihe jouduttiin rajaamaan, koska mahdollisten automaattisten ratkaisujen toteuttamisella olisi opinnäytetyön tekeminen laajentunut ajallisesti liian suureksi. Lisäksi ERP-järjestelmän esittelyä jouduttiin rajaamaan siten, että sitä käydään vain lyhyesti läpi, koska aiheesta löytyy yleisesti alan tutkimustöitä ja kirjallisuutta laajalti. IETP:n rakenne analyysiin keskitytään opinnäytetyössä hieman laajemmin, koska sen rakenne liittyy olennaisesti kansainväliseen S1000D-spesifikaatioon ja siitä löytyy vain hieman suomenkielisiä tutkimustöitä.

2.2 Tutkimusmenetelmä ja rakenne

Tutkimusmenetelminä on kahta eri analyysi- ja hankintamenetelmää, jotka ovat laadullinen eli kvalitatiivinen ja määrällinen eli kvantitatiivinen menetelmä (University of Eastern Lapland n.d.). Peruserot laadullisen ja määrällisen tutkimusmenetelmän välillä ovat selkeät. Laadullinen eli kvalitatiivinen tutkimus on tieteellisen tutkimuksen menetelmäsuuntaus, jossa pyritään ymmärtämään kohteen laatua, ominaisuuksia ja merkityksiä kokonaisvaltaisesti. Määrällinen eli kvantitatiivinen tutkimus on tieteellisen tutkimuksen menetelmäsuuntaus, joka perustuu kohteen kuvaamiseen ja tulkitsemiseen tilastojen ja numeroiden avulla (Jyväskylän yliopisto, 2015).

Opinnäytetyö toteutetaan laadullista menetelmää eli kvalitatiivista menetelmää käyttäen. Kalisen ja Kinnusen mukaan kvalitatiivisen aineiston suosiminen tarkoittaa ensinnäkin yksinkertaisesti sitä, että tutkimuksen aineistoina käytetään empiirisiä aineistoja, joita voivat olla tekstejä, keskusteluja, haastatteluja, havainnointipäiväkirjoja, kuvia tai tiloja, joissa jokin toiminta tapahtuu. Laadullinen tutkimus luonteeltaan aineistovetoista. Tämä tarkoittaa sitä, että aineiston tuottamisella ja sen analyysillä on keskeinen rooli siinä, millaiseksi tutkimus muodostuu.

Opinnäytetyön aiheen takia tiedot eivät ole suoraan saatavilla aihealueen tiedoista, koska ne ovat salassa pidettäviä asiakirjoja ja dokumentaatioita. Opinnäytetyössä joudutaan keräämään lähdetietoa useista eri lähteistä sekä muokkaamaan salassa pidettäviä tietoja. Työn teoriaosuuden tietoa hankitaan pääosin alan kirjallisuudesta, tieteellisistä selvityksistä, artikkeleista, NH90-kuljetusheli-

kopterin IETP-portaalin datamoduuleista sekä S1000D-spesifikaation käsikirjasta. Lisäksi tietoa koostetaan tutkimustyöhön kohdeorganisaation tuotannon-asiiantuntijan kanssa yhteisillä palavereilla. Aineistoa on kerätty englannin- ja suomenkielisistä lähteistä.

Opinnäytetyön luku 3 sisältää kuvauksen työn tilaajasta Patria Oyj:stä, Aviation liiketoiminnosta, Helicopters-osastosta sekä yleisesittelyn NH90-kuljetushelikopterista. Luvun tiedot ovat pääosin kerätty Patrian omilta sivuilta. Varsinaista kirjallisuusselvitystä tarkastellaan pääluvuissa 4, 5 ja 6. Luvussa 4 tarkastellaan toiminnanohjausjärjestelmää yleisellä tasolla ja pohjustetaan tutkimustyötä selvittämällä yleisiä teorioita. Opinnäytetyön luvussa 5 ja 6 esitellään tutkimuksen varsinainen teoriaosuus, joka koostuu IETP huoltojärjestelmän rakenne analyysistä huollon suunnittelu- ja ilma-aluksen huoltotiedot datamoduulista. Viimeisessä pääluvuissa (7 ja 8) keskitytään huoltojärjestelmän ongelman kuvaukseen, kehitys ideoihin sekä loppuyhteenvetoon.

3 PATRIA OYJ

Patria on kansainvälinen puolustus-, turvallisuus- ja ilmailualan luotettu elinkaarren tukipalvelujen, lentokoulutuksen ja teknologiaratkaisujen tuottaja. Patria tarjoaa kaluston käytettävyyttä ja suorituskyvyn jatkuvaa kehittämistä sekä tiedustelu-, valvonta- ja johtamisjärjestelmien tuotteita ja palveluita ilmailu- ja puolustusalan toimijoille. Patria-konserni koostuu emoyhtiöstä, Patria Oyj:stä ja sen täysin omistamista tytäryhtiöistä. (Patriagroup n.d.)

Patrialla on toimipisteitä Suomen lisäksi muun muassa Belgiassa, Ruotsissa, Norjassa, Virossa ja Espanjassa. Vuonna 2020 Patrian liikevaihto oli 534,1 miljoonaa euroa, ja nyt konsernissa toimii yli 3000 ammattilaista. Patrian omistavat Suomen valtio (50,1 %) ja norjalainen Kongsberg Defence & Aerospace AS (49,9 %). Patria omistaa 50 % norjalaisesta Nammosta, ja yhdessä nämä kolme yritystä muodostavat johtavan pohjoismaisen puolustuskumppanuuden. (Patriagroup n.d.)

3.1 Patria organisaatio

Patria-konserni koostuu emoyhtiöstä, Patria Oyj:stä ja sen täysin omistamista tytäryhtiöistä. Kokonaan omistamiensa tytäryhtiöiden lisäksi Patria omistaa 61,8 % Millog Oy:stä ja 50 % norjalaisesta Nammo AS:stä, 60 % virolaisesta Milworks OÜ:stä sekä 49,9 % norjalaisesta Kongsberg Aviation Maintenance Services AS:stä (kuvio 1). Patrian nykyinen liiketoiminta koostuu seitsemästä eri toiminta-alueesta, joista opinnäytetyössä kerrotaan enemmän vain Aviation liiketoiminnasta. (Patriagroup n.d.)



KUVIO 1. Patria jakautuu seitsemään eri liiketoimintoon (Patriagroup, n.d)

3.2 Aviation liiketoiminta

Aviation tarjoaa lentokoneiden ja helikoptereiden elinkaaren tukipalveluita pääasiassa viranomais- ja sotilasasiakkaille Pohjois-Euroopassa. Elinkaaren tukipalvelut kattavat rungon, moottorin ja laitteiden huolto, -korjaus- ja modifiointipalvelut sekä lentokoulutuksen. Pääasiakkaina lentokaluston elinkaaren tukipalveluissa ovat sotilas- ja viranomaistoimijat pohjoisessa Euroopassa. Diesel- ja kaasuturbiinimoottoreiden huolto- ja korjauspalveluissa puolestaan Suomen merivoimat sekä eurooppalaiset ydinvoimalaitokset. Aviation-liiketoiminnan toimipaikat ovat Halli (Jämsä), Linnavuori (Nokia), Utti (Kouvola), Tikkakoski (Jyväskylä), Pirkkala, Tampere sekä Córdoba (Espanja). (Patriagroup, n.d) Aviation liiketoiminnon alla on Helicopters-osasto, joka toimii myös opinnäytetyön toimeksiantajana. (Patriagroup n.d.)

3.3 Patria Helicopters

Patria tarjoaa NH90-lentokoneiden huoltopalveluja tällä hetkellä Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa, jotka on jaettu viiteen eri paikkaan. Suomen Hallin toimipiste on ollut mukana viimeisessä kokoonpanolinjassa, jossa valmistettiin 29 NH90-kuljetushelikopteria Suomen ja Ruotsin asiakkaille. Patria valmisti 20:stä

Suomen Puolustusvoimien NH90-kuljetushelikopterista 19 ja Ruotsin 18:sta helikopterista 10. Yksi Suomen NH90-helikoptereista valmistettiin Ranskassa. Näiden lopullisen kokoonpanojen jälkeen jatkettiin retrofit-asennuksia ensimmäisen sukupolven helikoptereiden saattamiseksi lopulliseen Foc-konfiguraatioon. (Final Operation Configuration). Patria tekee tällä hetkellä NH90-kuljetushelikopterien huoltotöitä kolmessa Patrian toimipisteessä sekä kahdessa asiakkaan toimipisteessä.

Nykyiset NH90-tuki- ja linjahuollot Patriassa:

- Utti, Suomi
- Halli, Suomi
- Bardufoss, Norja

Nykyiset NH90-tuki- ja linjahuollot asiakkaalla:

- Luulaja, Ruotsi
- Ronneby, Ruotsi

3.3.1 NH90-kuljetushelikopterin esittely

Kuvassa 1 esiintyvä NH90-helikopteri on keskikoinen kaksimoottorinen, monitoiminen sotilashelikopteri, joka on suunniteltu vastamaan Naton vaatimusta toimimaan maa- että merioperaatioissa. NH90-helikopteri sisältää innovatiivisia ominaisuuksia, kuten kehittyneen lentoavustin järjestelmän, fly-by-wire lennonohjausjärjestelmän 4-akselisella autopilotilla sekä sisäisen valvonta- ja diagnostiikkajärjestelmän (MDS). Fly-by-wire on sähköinen lennonohjausjärjestelmä, joka antaa ohjainpinnoille käskyt sähköisesti ilman mekaanista tai hydraulista yhteyttä. MDS valvoo tärkeimpiä helikopterijärjestelmiä, lentotunteja ja komponenttiolosuhteita tarjotakseen älykkäitä tietoja huoltotiimeille tarvittavasta hullosta ja aikatauluista.



KUVA 1. NH90-kuljetushelikopteri (Patriagroup n.d.)

Runkoratkaisulla koneessa on vähemmän osia ja pienempi rakenteellinen paino perinteisiin helikoptereihin verrattuna. NH90-runko on koottu sandwich-rakenteesta, joiden kuituosat ovat aramidia ja lasia, jotka myös sisältävät titaani- ja teräsvahvikkeita. Helikopterin lavat on valmistettu myös komposiittimateriaalista, joilla saavutetaan suurempi väsymislujuus, vaurioiden sietokyky, komponenttien käyttöajan piteneminen sekä paranneltu aerodynaaminen suorituskyky. Koneen suorituskykyä ja teknisiä tietoja on kuvailtu taulukossa 1.

TAULUKKO 1. NH90 Kuljetushelikopterin suorituskyky ja tekniset tiedot (Puolustusvoimat 2021)

Leveys	16,30 m	Vinssin nostokyky	270 kg
Maksimi kuorma sisäpuolella	2500 kg	Maksimi kuorma ulkopuolella	3000 kg
Pituus	19,56 m	Maksimi polttoaine kuorma	2000 kg
Korkeus	5,30 m	Rakenne	Komposiittirakenne
Suurin lentopaino:	11 000 kg	Määrä Puolustusvoimissa	20 kpl
Matkalentonopeus	260 km/h	Maksiminopeus:	300 km/h

Helikoptereita on valmistettu kahta eri mallia, Tactical Transport Helikopteri (TTH) armeijan sekä Naton Fregatti Helikopteri (NFH) laivaston käyttöön. Lopullinen NH90-kalusto kuitenkin määräytyy asiakkaan toiveiden mukaisesti, joten helikoptereiden viimeiset kokoonpanot voivat ovat hyvinkin erilaiset riippuen varustelusta. NH90-helikoptereita voidaan käyttää lukuisiin eri sotilaallisiin toimintoihin, kuten ihmisten ja materiaalien liikutteluun, etsintä ja pelastustehtäviin sekä lääkinnällisiin evakuoointeihin. Helikoptereiden valmistajana on toiminut NHIndustries, joka on vuonna 1992 perustetun kolmen suuren eurooppalaisen avaruus- ja ilmailuyrityksen muodostama organisaatio (Airbus Helicopters, Fokker ja Leonardo Helicopters). Tähän mennessä NH90-helikoptereita on toimitettu 18 asiakkaalle yli 430 kappaletta ja niille on kertynyt yli 250 000 lentotuntia yhteensä. (Airbus 2021.)

3.3.2 NH90-kuljetushelikopteri Suomessa

Suomessa on käytössä NH90 TTH-kuljetushelikopteri, jota käytetään Puolustusvoimissa yhteistoimintaan operatiivisten, alueellisten ja erikoisjoukkojen kanssa. Puolustusvoimissa tyyppitunnusta "NH" kantavat helikopterit on sijoitettu Utin jääkäriyrykmentin helikopteripataljoonaan. Helikopterien tehtävänä ovat joukkojen ja materiaalin nopeat kuljetukset koko valtakunnan alueella sekä valvonta- ja tiedustelutehtävät kaikissa sää- ja valaistusolosuhteissa. NH90-helikoptereilla voidaan tukea muita viranomaisia toteuttamalla muun muassa pelastuspalvelutehtäviä, joihin voi sisältyä etsintä-, kuljetus-, evakuointi- ja palonsammutustoimintaa. (Puolustusvoimat 2021.)

Suomen N90-kuljetushelikoptereiden huolto suoritetaan etupäässä Patrian Utin ja Hallin toimipisteellä. NH90:n huolto alkaa vastaanottotarkastuksella, missä käydään tiheällä syklillä läpi helikopterin kunto sekä mahdolliset viat ja korjaustarpeet. Perushuollon ohjelma määräytyy lentotuntien ja/tai kalenterikuukausien mukaisesti. Suurimmassa huollossa koko kopteri leviää käytännössä huoltohallin lattialle osiksi purettuna. (Patriagroup n.d.)

4 TUOTANNONOHJAUS

Tässä luvussa esitellään tuotannonohjausta, tuotannonsuunnittelua, toiminnanohjausjärjestelmää yleisesti sekä sen tuomia hyötyjä ja haittoja. Tuotannonohjauksella tarkoitetaan yritykselle tärkeiden osa-alueiden kuten myynnin, markkinoinnin, hankinnan, tuotannon ja logistiikan toiminnan järjestämistä ja yhteensovittamista niin, että asiakastarpeet ja yrityksen tavoitteet saadaan tyydytettyä mahdollisimman hyvällä tasolla. Tuotannonohjauksen tavoitteisiin kuuluvat kustannusten minimointi, hyvä ja tasainen laatu, toimitusvarmuuden takaaminen ja parantamisen sekä tuotannon joustavuus. (Haverila ym. 2009, 510.) Asiakkaiden näkökulmasta tuotannonohjauksella on keskeinen rooli, sillä he haluavat saada tuotteensa mahdollisimman laadukkaana ja nopeasti toimitettuna.

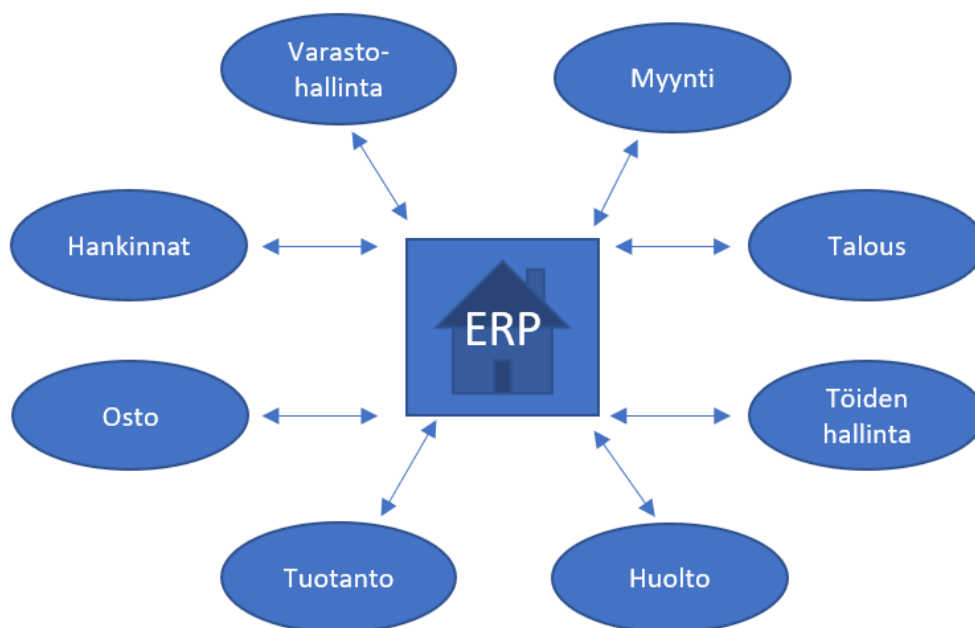
4.1 Tuotannonsuunnittelu

Teollisuuden yrityksillä ei aina ole täysin realistista kuvaa siitä, kuinka tuotannossa menee ja kuinka onnistunutta tuotannonohjaus on. Vaikka pintapuolisesti näyttäisi, että tuotanto etenee ajallaan, voi tuotannossa todellisuudessa olla iso-jakin pullonkauloja. Yksittäiset osastot ovat selvästi kuormittuneempia kuin toiset, jolloin ylitöitä tehdään usein. (Halminen & Törnroos 2020, 6.) Muun muassa tuotannonsuunnitteluun voi muodostua hitaita prosesseja, koska käytetään eri tietojärjestelmiä, mitkä eivät kommunikoi keskenään ja tietoja on siirrettävä ihmiskäsin paikasta toiseen.

Tuotannonsuunnittelijoiden vastuulla on huomattavan paljon yrityksen avaintekijöitä, kuten tuotannon koneet ja laitteet, tuotantotilat, työntekijät ja materiaalit. He huolehtivat toimitusaikojen pitävyydestä ja kommunikoivat sidosryhmien kanssa. Tuotannonsuunnittelun kautta kulkee oleellista tietoa niin myynnille, hankinnalle, logistiikalle, henkilöstöhallintoon kuin johdollekin. Helikopterin huoltotöissä tuotannonsuunnittelijoiden tehtävänä on saada oikeat materiaalit oikeaan aikaan ennen asennusta. Patrialla käytetään tuotannonohjaukseen V10-toiminnanohjausjärjestelmää ja sitä suunnittelijat käyttävät apunaan materiaalin saamiseksi huolettavalle helikopterille.

4.2 Toiminnanohjausjärjestelmä

Pystyäkseen toteuttamaan asiakkaan vaatimukset on yrityksellä oltava suunniteltuna toimintastrategia, jota tuotannonohjauksella toteutetaan ja tehostetaan. Tuotannonohjaamiseen on käytössä monia eri tapoja, mutta pääosin sitä toteutetaan eri tietojärjestelmillä sekä ohjelmistoilla. Yksi näistä keinoista on toiminnanohjausjärjestelmä (Enterprise Resource planning), jolla pyritään hallinnoimaan yrityksen liiketoimintaan vaikuttavien osa-alueiden tietoja (kuvio 2).



KUVIO 2. Toiminnanohjausjärjestelmän osa-alueet

Toiminnanohjausjärjestelmä eli ERP on integroitu tietojärjestelmä, jonka tavaran-toimittaja yleensä tarjoaa pakettina tukeakseen kaiken yrityksen läpi kulkevan tiedon kuten huolto-ohjelman, kirjanpidon, henkilöstöresurssien, toimitusketjun ja asiakastietojen saumatonta yhdistämistä. ERP koostuu useista integroiduista moduuleista, jota ajaa yhteinen integroitu tietokanta. Se kattaa yrityksen kaikki toiminnot ja antaa käyttäjälle reaaliaikaisen pääsyn dataan. (Samara 2015, 13). Toiminnanohjausjärjestelmä koostuu monesta eri moduulista, jotka vaihtelevat yritysten ja osastojen käyttötarkoituksen mukaisesti. Alun perin järjestelmät ovat luotu tietokoneeseen ladattavilla ohjelmilla, mutta nykyaikaiset järjestelmät toimivat pilvipalveluina. Toiminnanohjausjärjestelmien tarkoitus on helpottaa ja kehittää yrityksen toimintaa sekä mahdollistaa yrityksen kasvua.

4.3 Toiminnanohjausjärjestelmän hyödyt

Nykyaikaisten toiminnanohjausjärjestelmien on tarkoitus tehostaa yritysten toimintaa sekä lyhentää projektien läpiviemisaikaa. Oikein käytettynä ERP alentaa sekä suoria kustannuksia (toiminnan tehokkuus, nopeat läpimenoajat, ennustuskky), että virheistä johtuvia kustannuksia (asiakasreklamaatiot, väärinymmärrykset, toimituskatkokset). ERP-järjestelmä on lopulta investointi, joka oikein toteutettuna maksaa itsensä takaisin. (E-craft n.d.)

Lisäksi parantamalla toiminnanohjausjärjestelmää siitä on hyötyä myös muille sidosryhmille, koska yritykset ovat vahvasti verkottuneita nykyään ja informaation jakamisella voi olla yritykselle hyötyä myös tulevaisuudessa. Esimerkiksi järjestelmän itse räätälöinnillä tai muokkaamisella voidaan saada taloudellisia hyötyjä myymällä lisätoiminnot samaa toiminnanohjausjärjestelmää käyttävälle yritykselle.

4.4 Toiminnanohjausjärjestelmän haitat

Yleistä on, että käytössä on melko yksinkertaisia ERP-järjestelmiä, joilla tuotannosuunnittelu tarkalla ja dynaamisella tasolla ei ole mahdollista. Samaan aikaan ongelmaksi voi muodostua toimituksien heikko toimintavarmuus, pitkät läpimenoajat sekä tarvittavien materiaalien myöhästymisen. Kokeneilla tuotannosuunnittelijoilla pystytään nostamaan tehtaan tehokkuutta kymmenillä prosenteilla, mutta oikeilla työkaluilla voidaan panostaa entistä enemmän prosessien läpimenoaikaan. Manuaalisten työtehtävien korvaaminen oikeilla digitaalisilla ratkaisuilla tuotannosuunnittelu paranee henkilöresursseja kasvattamatta. (Halminen& Törnroos 2020, 7–8.) ERP-järjestelmien käyttötarkoitusta ovat usein puutteellisia tuotannosuunnittelun sekä ohjaamisen kannalta, siksi ne ovatkin pääasiassa suunniteltu mm. talouden ja kirjanpitoon hyvin soveltuviksi.

Osalla toiminnanohjausjärjestelmän eduista on myös haittapuolensa. Yksi toiminnanohjausjärjestelmän suurimmista hyödyistä, eli eri toimintojen integrointi, voi myös osoittautua ongelmalliseksi käytännössä. Vastualueet voivat sumentua, kun toimintojen rajat eivät enää ole yhtä selkeitä kuin aiemmin. Jäykkyys on yksi

toiminnanohjausjärjestelmän suurimmista ongelmista. Toiminnanohjausjärjestelmissä ei aina ole tarpeeksi joustovaraa yrityksen tarpeisiin, vaan yrityksen on muutettava omaa toimintaansa sopimaan toiminnanohjausjärjestelmään. Erityisesti poikkeustilanteissa toiminnanohjausjärjestelmät eivät kykene joustamaan. (Tainala 2020, 11.)

5 IETP JA S1000D

Tässä kappaleessa esitellään NH90-kuljetushelikopterin IETP-portaalin rakennetta ja millä tavoin rakenne on määritelty. IETP on ainoa sallittu valmistajan ylläpitämä sähköinen teknillinen dokumentti, josta löytyvät kaikki helikopterin huolto-kohteet, niiden jaksot ja ohjeet. IETP:n rakenteen muodostaa S1000D-spesifikaatio, jota tässä kappaleessa esitellään laajemmin. Tämän kappaleen tarkoituksena on muodostaa kokonaiskuva myöhemmin esitettyyn ongelmaan.

5.1 Sähköinen tekninen julkaisu

Sähköiset tekniset julkaisut eli IETP:t ovat organisoituja ja muotoiltuja sähköisiä ”katseluratkaisuja”, jotka esittävät tietoja tuotekuvauksesta, operoinnista ja huolloista. IETP- näytöt ovat vuorovaikutteisia ja sisältävät ehdollisia haarautumismekanismia, joita voidaan muokata käyttäjän palautteen perusteella. IETP-toiminnot ovat määritelty S1000D-spesifikaation toiminnallisuus matriisissa, joita käytetään teknillisten asioiden muuntamisprosesseissa. Eli käytännössä IETP:n näkymä on S1000D rakenne, jonka perusteella lopullinen muotoilu näkyy tietokoneen näytöllä.

S1000D IETP:n näkymä toiminnalliseen matriisiin (functionality matrix) vaikuttavat asiakkaan päätökset eli mitä eri toiminnallisuuksia siihen halutaan liittää. Mitä monimutkaisempi toiminnallisuus matriisi on, sitä enemmän ohjelmistossa on toimintoja ja rakenne on koostettu paremmaksi. Tilattaessa S1000D IETP ratkaisuja ulkopuoliselta kumppanilta monimutkaisemmat toiminnalliset matriisit tulevat yleensä kalliimmaksi sekä kustannusten, että järjestelmän laitteisto- ja ohjelmistovaatimusten vuoksi asiakkaalle.

IETP:n rakenne koostuu alustetuista ja loogisesti liittyvistä datamoduuleista, jotka ovat valmiina näkyvillä tietokoneen näytöllä. IETP:n järjestäminen IETP:ksi perustuu LOAP:ssa (List of Applicable Publications) annettujen julkaisujen järjestämiseen. Jokainen IETP sisältää datamoduulien sarjan ja ryhmittelyn loppukäyttäjille tuottamaan tietyn julkaisun. Esimerkiksi datamoduuleissa on omat osionsa

huollon suunnitteluun, lentäjille, huoltotyöntekijöille sekä osanumeroille. IETP perustuu kansainvälisesti sovittuihin neutraaleihin standardeihin, jotka määrittelevät IETP-portaalin rakenteen. S1000D-spesifikaation tarkoituksena on kehittää huoltojen nopeutta ja ehkäistä virheiden osuus verrattuna paperisiin teknisiin julkaisuihin. S1000D-spesifikaatio on rakennettu rakenteellisella XML-merkintäkielellä, jonka etuna on looginen järjestys ja helppo tiedon löytäminen.

Ohjelmistojen kehittyessä ja siirrettävien tietomassojen kasvaessa sähköiset tekniset julkaisut tulevat käsittelemään entistä enemmän tietoja ja kattamaan entistä enemmän huoltoon liittyviä tietoja. S1000D:stä onkin kehitelty uusi S-series integroidun logistiikka tuen spesifikaatio, jolla pystytään arvioimaan tuotteiden elinkaaren kokonaiskustannukset, mukaan lukien koko elinkaaren kattavan logistiikan ja kunnossapidon. (S1000D n.d) S1000D:n etuna on se, että paperiset manuaaliset julkaisut tulevat vaihtumaan digitalisoituihin näyttöratkaisuihin, jolloin huolto-ohjeet katsotaankin kirjojen sijasta tableteilta tai puhelimilta.

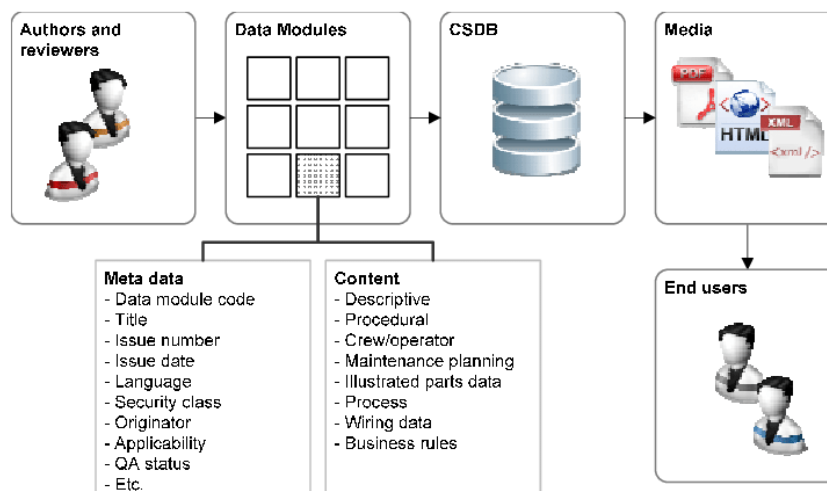
5.2 S1000D Historia

Spesifikaation käsite syntyi 1980-luvun alkupuolella Euroopan ilmailu- ja puolustusyhteistyöteollisuuden (ASD) luomana. Tuolloin suurin osa siviilipuolen lentoyhtiön teknisistä dokumentoinneista julkaistiin ATA S100-järjestelmän mukaisesti, jossa pystyttiin jakamaan ja vaihtamaan tietoja onnistuneesti eri maiden lentoyhtiöiden välille. Samaan aikaan sotilaspuolella maiden eri organisaatioiden välillä tiedon kulku oli hidasta ja vaikeaa. Helpottaakseen tiedon kulkua eri maiden välillä ASD-järjestö käytti apunaan ATA S100-järjestelmää luodakseen S1000D-spesifikaation, joka hyväksyttiin laajalti eri sotilasprojekteihin ympäri Eurooppaa. Nykyään S1000D-spesifikaatiota pitää yllä ohjauskomitea, jolla on täysi vastuu tietokone arkkitehtuurin ylläpidosta. Ohjauskomiteaan kuuluu Euroopan ilmailu- ja puolustusyhteistyöteollisuus (ASD), Amerikkalainen ilmailu- ja avaruus yhteistyöteollisuus (AIA), ATA e-Business-ohjelma sekä armeijan ja teollisuuden jäseniä useista eri maista.

5.2.1 S1000D

S1000D on kansainvälinen spesifikaatio, prosesseille, tuotannolle, kehittämiselle sekä kokoonpanoille, joka käyttää rakenteellista kieltä teknisten julkaisujen tuottamiseen. Sen tarkoituksena on auttaa standardisoimaan lentokoneollisuuksien dataa sähköiseen muotoon. S1000D kattaa kaikkien siviili- tai sotilashankkeiden elinkaarta tukevien teknisten asiakirjojen suunnittelun, hallinnan, tuotannon, tietojen vaihdon ja jakelun. Hankkeisiin kuuluvat niin ilma-, maa- ja merialukset ja -laitteet. S1000D:n mukaisesti tuotettu tieto luodaan modulaarisessa muodossa, jota kutsutaan "datamoduuliksi". Datamoduuli määritellään pienemmäksi itsenäiseksi tietoyksiköksi teknisessä julkaisussa, joka rikkoutuu entistä pienempiin tietoyksiköihin. Datamoduulit voivat tukea kaikkia tietoja, mitä ilma- ja merialuksien operoimiseen tarvitaan. (S1000D n.d)

S1000D-ohjelman kaikki datamoduulit tallennetaan yhteiseen CSDB-tietokantaan (Common Source DataBase), joita voidaan käyttää ja jakaa uudelleen monissa muissakin julkaisuissa tai projekteissa. CSDB on yhteinen lähdetietokanta, jota käytetään teknisten tietojen valmisteluun, hallintaan ja julkaisemiseen sotilasilmailussa sekä laivaston käytössä. Yhteyden voi muodostaa CSDB:hen internet-selaimen kautta, jolloin loppukäyttäjät saavat ajantasaisimmat tiedot teknillisistä julkaisuista. Yksi CSDB:n merkittävin tehtävä on linkkien hallinta, joka varmistaa kaikkien viittauksien oikein toimivuuden ja että ne ovat loppukäyttäjien käytettävissä (kuva 2). (S1000D n.d)



KUVA 2. S1000D IETP:n toteutus laatijalta loppukäyttäjälle (S1000D n.d)

5.3 Datamoduulit ja Extensible Markup Language

Datamoduulit koostavat ennalta määrättyssä XML-rakenteessa paikoilleen sijoit-
tuen dokumentaationkokonaisuuden. Tämä mahdollistaa dokumentaation päivit-
tämisen yksi datamoduuli kerrallaan, jolloin säästetään aikaa ja resursseja. Sa-
moista datamoduuleista voidaan koota erilaisia dokumenttikokonaisuuksia jous-
tavasti. (S1000D n.d.) XML-merkintäkielen merkittävä etu on siinä, että sen data
tukee merkittävästi automaatiota ja se on laitteista riippumatonta. Lisäksi etuna
on myös XML-modulaarinen rakenne eli kuinka sieltä voidaan poistaa ja lisätä
metadataa. Tämä voi tuoda merkittävää resurssien säästöä ohjeiden laatimispro-
sesseissa, koska datamoduulit yksinkertaisesti liitetään mihin tahansa julkaisuun
tai dokumentaatioon tarpeen mukaan. Datamoduulit on tarkoitettu tunnistamaan
datan tarkoituksen ja niissä on koottuna kaikki tieto mitä ilma-aluksessa käsitel-
lään. (S1000D n.d)

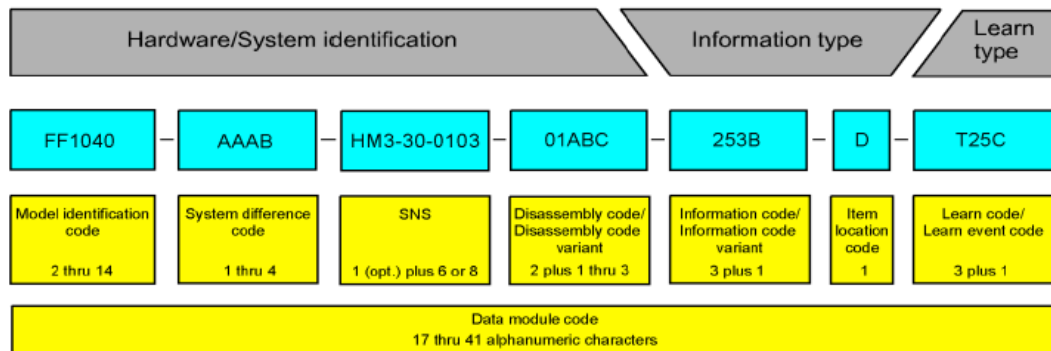
```
<dmCode modelIdentCode="S1000DBIKE" systemDiffCode="AAA"
systemCode="D00" subSystemCode="0" subSubSystemCode="0"
assyCode="00" disassyCode="00" disassyCodeVariant="AA"
infoCode="022" infoCodeVariant="A" itemLocationCode="D"/>
<issueInfo issueNumber="007" inWork="00"/>
</dmRefIdent>
</dmRef>
</brexDmRef>
<qualityAssurance><unverified/></qualityAssurance>
</updateStatus>
```

KUVA 3. XML-merkintäkielen rakenne yhdessä datamoduuli koodien kanssa
(S1000D n.d)

5.3.1 Datamodule Codes

Jokaisella datamoduulilla on yksilöity monimutkainen datamoduuli koodi (DMC)
tunniste, joka osoittaa mitä järjestelmää se koskee ja miten se toimii (liite 1). Da-
tamoduulikoodit näyttävät alkuun monimutkaiselta, mutta kun koodi puretaan
osiin, niin koodien merkitys muotoutuu paremmin käyttäjälle. Datamoduulikoo-
deja käytetään hallitsemaan CSDB:n datamoduuleja, noutamaan ne tai käyttä-
mään niitä sähköisessä ympäristössä. Datamoduuli koodi tunnistaa, mihin tuot-
teen osaan tai toimintoon datamoduuli liittyy ja minkä tyyppistä tietoa se sisältää,

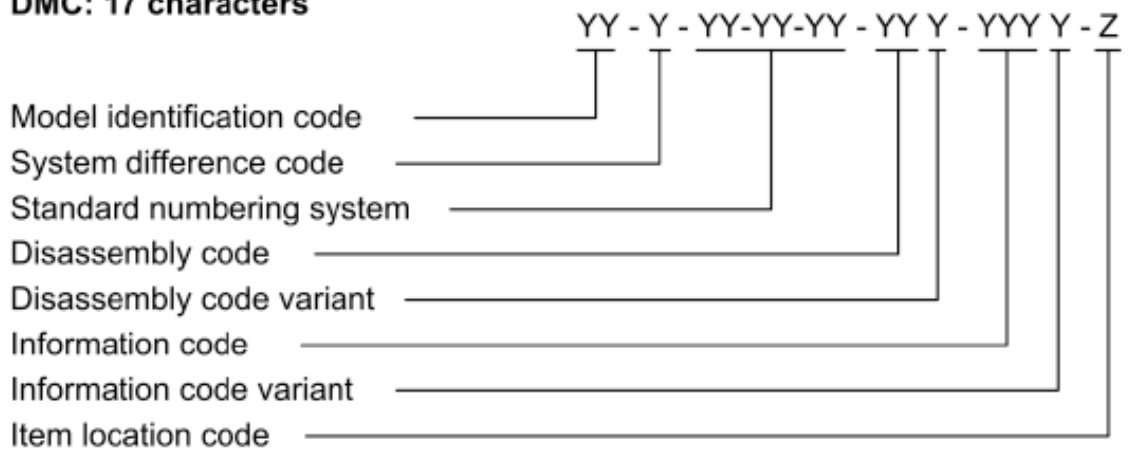
jolloin se voidaan syöttää tietokantaan ja hakea sieltä hakutoiminnolla. Datamoduulikoodi on osa datamoduulin yksilöllistä tunnistetta. Datamoduuli koodien rakenne on standardisoitu, vaikka sen yksittäisten osien pituudet voivat vaihdella. Datamoduuli koodien maksimi pituus on 41 aakkosnumeerisia merkkiä ja on rakenteelta samanlainen kuin kuviossa 3.



KUVIO 3. Datamoduuli koodien pituus voi vaihdella 17 merkistä 41:een (S1000D User Forum 2018)

Ilmailun huoltotyöhön käytetään yleensä 17-merkin pituista datamoduuli koodia, koska koodin perässä oleva "learn type" putoaa pois. Kuviossa 3 oleva "learn type" on yleensä vapaaehtoinen ja sitä käytetään koulutuskäyttöön tai ihmisen suorituskyvyn arviointiin. Koodien välillä olevat väliviivat eivät kuulu koodien joukkoon, vaan tarkoituksena on jakaa koodit erilleen. (S1000D n.d)

DMC: 17 characters



KUVIO 4. 17 merkin datamoduuli koodin rakenne.

5.3.2 Model Identification Code

MIC eli mallin tunnistuskoodi on kuvion 5 mukaisesti kaksi ensimmäistä numeroa datamoduuli koodissa. Mallin tunnistuskoodi voi vaihdella tarkoituksien mukaan ja se on 2–14 merkkiä pitkä aakkosnumeerinen merkkijono. Mallin tunnistuskoodi määrittelee tuotteen ja koodista selviää viittauskohta kaikille soveltuville tiedoille. Päätös mallin tunnistekoodin käyttämisestä on hanke- tai organisaatio kohtainen päätös ja se on dokumentoitava organisaation liiketoimintapäätöksessä. Mallin tunnistuskoodille on haettava rekisteröinti hyväksyntää NATON logistiikka- ja hankintatoimistolta (NSPA). NH-90 taktisen kuljetushelikopterin ja merivoimien käyttöön tarkoitetun helikopterin tunnus on "JA". (S1000D n.d)

YY - Y - YY - YY - YY - YYY - YYYY - Z (17 characters)

thru

YYYYYYYYYYYYYYY - YYYY - YYY - YY - YYYY - YYYYY - YYYY - Z - YYYYL (41 characters)

KUVIO 5. Mallin tunnistuskoodi (S1000D User Forum 2018)

5.3.3 System Difference Code

SDC eli järjestelmäero koodi tunnistaa järjestelmien ja alikokoonpanojen vaihtoehtoiset versiot vaikuttamatta standardisoituun numerointi koodiin (SNS). Esimerkiksi saatavilla voi olla useampi kuin yksijärjestelmä versio helikopterin karttanäkymästä ja erikseen vielä tutkajärjestelmistä. Käytännössä järjestelmäero numerolla saadaan kahden eri konfiguraation erot selville eli minkäläinen varustelu ilma-aluksella on.

YY - Y - YY - YY - YY - YYY - YYYY - Z (17 characters)

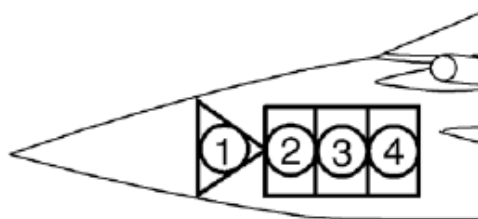
thru

YYYYYYYYYYYYYYY - YYYY - YYY - YY - YYYY - YYYYY - YYYY - Z - YYYYL (41 characters)

KUVIO 6. Järjestelmäero koodi

Kuvassa 4 on esiteltyä tilanne, jossa järjestelmäero koodi on käytettynä. Kuvassa on navigointijärjestelmä, joka on numeroitu 34 numerolla. Kuvasta nähdään, että koneessa A on ohuempi varustelutaso kuin koneessa B. Järjestelmäero koodissa yleensä käytetään aakkosia eri konfiguraatioiden välillä. (S1000D n.d)

Variant A

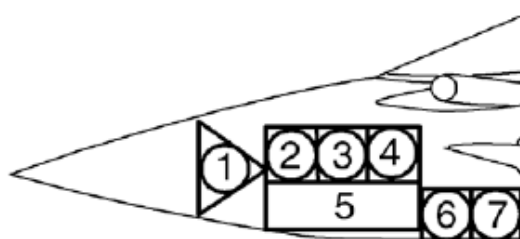


YY-A-34-41-00-YXA-XXXXA-A

Consisting of:

YY-A-34-41-10-YXA-XXXXA-A
 YY-A-34-41-20-YXA-XXXXA-A
 YY-A-34-41-30-YXA-XXXXA-A
 YY-A-34-41-40-YXA-XXXXA-A

Variant B



YY-B-34-41-00-YXA-XXXXA-A

Consisting of:

YY-B-34-41-10-YXA-XXXXA-A
 YY-B-34-41-20-YXA-XXXXA-A
 YY-B-34-41-30-YXA-XXXXA-A
 YY-B-34-41-40-YXA-XXXXA-A
 YY-B-34-41-50-YXA-XXXXA-A
 YY-B-34-41-60-YXA-XXXXA-A
 YY-B-34-41-70-YXA-XXXXA-A

KUVA 4. Järjestelmäero koodit merkitään yleensä lentokonekäytössä kirjaimin (S1000D n.d)

5.3.4 Standard Numbering System

Datamoduulikoodissa olevan SNS-järjestelmän (Standard Numbering System) numerointikoodi on standardisoitu. Järjestelmästä löytyy koko koneen järjestelmät, osat ja laitteet. Standardisoitu numerointi järjestelmä on samankaltainen kuin kaupallisten lentokoneiden asiakirjojen numerointi- ja viittausjärjestelmä ATA-100 sekä ilmavoimissa käytettävä MIL-STD-1808C. Kuviossa 7 on esiteltyä SNS-järjestelmän numerointilogiikka, jossa on vähintään kuusi numeroa ja maksimissaan kahdeksan numeroa. SNS-järjestelmä auttaa käyttäjää löytämään järjestelmien sijainnin, koska jokaisella järjestelmällä on omat numerointinsa ykkösestä aina sataan asti.

YY - Y - YY - YY - YY - YYY - YYYY - Z (17 characters)

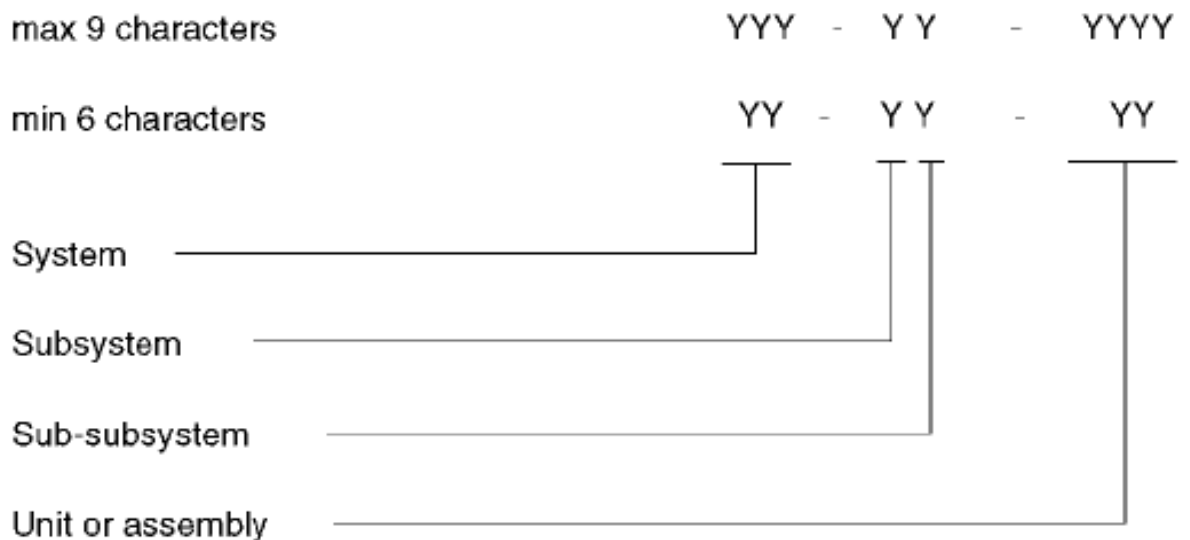
thru

YYYYYYYYYYYYYYY - YYYY - YYY - YY - YYYY - YYYYY - YYYY - Z - YYYL (41 characters)

KUVIO 7. Standardisoidun numeerisen järjestelmän koodi kertoo tuotteen eri järjestelmät ja alijärjestelmät (S1000D n.d)

SNS-järjestelmästä löytyy vaihtoehtoinen Material Item Category Code (MICC) jonka tarpeellisuudesta lopulta päättää asiakas. MICC-koodi on aakkosista muodostuva kirjainkoodi ja se kertoo, onko lentokone siviili vai armeijan käytössä sekä minkälaisissa olosuhteissa sillä operoidaan. MICC-koodi voi olla rakenteeltaan aakkonen tai numero.

Standardisoidussa numeerisessa järjestelmässä on maksimissaan yhdeksän merkkiä ja minimissään kuusi. (kuvio 8) SNS:n järjestelmän numerointi on kaksi tai kolme merkkiä pitkä ja se kertoo järjestelmän perustiedot yleisesti sekä sen rakenteen. Osajärjestelmä on yhdessä alaosajärjestelmän kanssa sisältää kaksimerkkiä ja kuvaa koko järjestelmää yksityiskohtaisesti ihan räjähdyskuvaksi asti. Yksikössä tai kokoonpanossa kaksi tai neljäaakkosnumeerista merkkiä, joiden merkintätapa 01 tai 0001. Neljän merkin käyttö mahdollistaa yksiköiden tunnistamisen monimutkaisissa järjestelmissä.



KUVIO 8. Standardisoitu numeerinen järjestelmä (S1000D n.d)

SNS kautta ilma-alusten erilaiset järjestelmät ja menettelyt on kuvattu yksikohtaisesti eri datamoduuleissa, jolloin eriosa-alueiden työkohdat ovat helposti löydettävissä eri käyttäjäkunnille. Esimerkiksi datamoduuleissa on luokiteltu lentäjille, tuotannosuunnittelijoille sekä ilma-alusta suorittavan huoltotyöntekijöille omat kappaleensa, josta he löytävät toimenpiteet helposti ja nopeasti. Kuvassa 5 on esiteltyä IETP-portaalin raakilemainen näkymä, jossa näkyy järjestelmä, alijärjestelmä, nimi ja määritelmä. Kuvalla ei ole yhteyttä NH90 IETP-portaalin näkymään.

System	Subsystem	Title	Definition
05		Scheduled/unscheduled maintenance	Manufacturers' recommendation for time limits inspection (both scheduled and unscheduled).
	-00	General	
	-10	Time limits	Those manufacturer recommended time limits for maintenance and overhaul of the Product, its systems and subassemblies, and life of its parts.
	-20	Scheduled maintenance checks lists	A list of the manufacturer recommended scheduled and unscheduled maintenance checks and inspections, including operating tests applicable to the Product, its systems and subassemblies. The checks listed at -40, -50 and -60 must be included.

KUVA 5. Yksinkertaistettu XML-rakenne IETP:stä (S1000D User Forum 2018)

5.3.5 Disassembly Code

Disassembly Code eli Purkukoodi (kuvio 9) tunnistaa kokoonpanon tai osan irrottamis- ja purkamisohjeet ja tarjoaa niistä räjähdyskuvat tarvittaessa. Purkamisperiaate perustuu laitteiden ja sitä seuraavien huoltotoimien aikana saatujen kokoonpanojen peräkkäiseen numerointiin. "00"-numerointi on varattu koko laitteelle ja siinä ovat osakokoonpanot sekä alikokoonpanot numeroidaan "01" "02" jne. Mitä pienempiin osiin laite puretaan, sitä isompi numerointi datamoduuli koodissa annetaan. Purkukoodi koostuu kahdesta aakkosnumeerisesta merkistä. Koodin perässä oleva Disassembly Code Variant merkitsee vaihtoehtoisia laitteita tai komponentteja, jotka eroavat hieman suunnittelultaan irrotettavasta laitteesta ja se merkitään purkukoodin loppuun.

YY - Y - YY - YY - YY - **YYY** - YYYY - Z (17 characters)

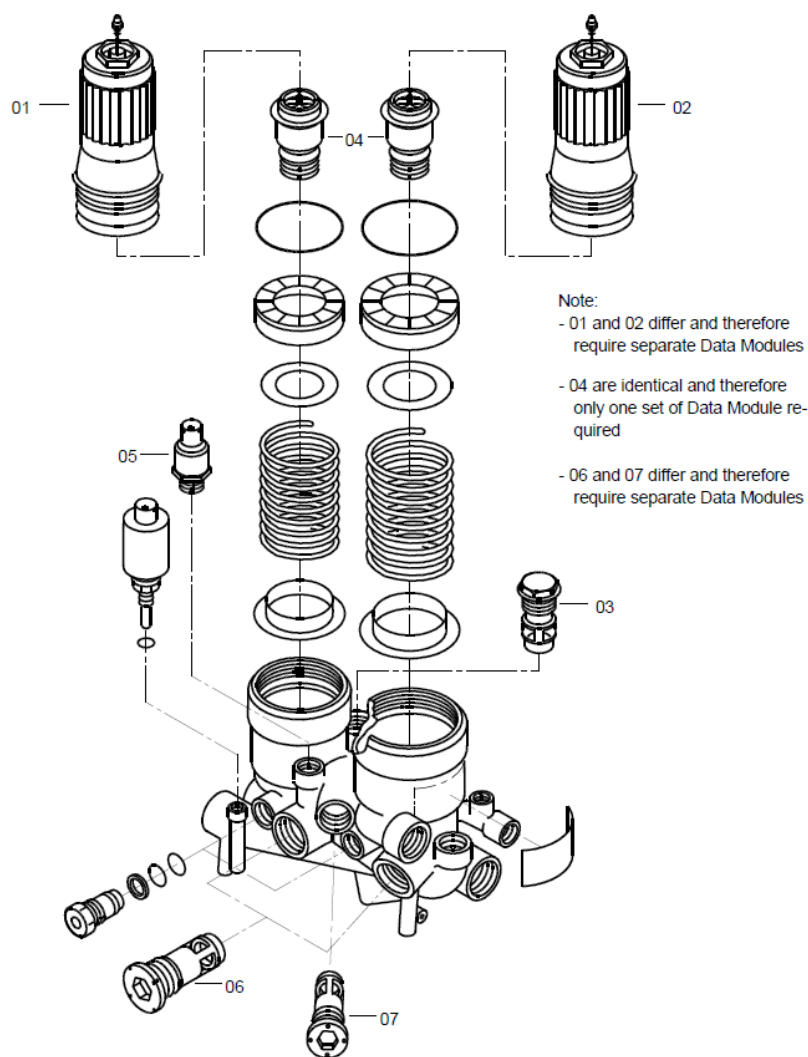
thru

YYYYYYYYYYYYYY - YYYY - YYY - YY - YYYY - **YYYYY** - YYYY - Z - YYYL (41 characters)

KUVIO 9. Purkukoodi vaihtelee kolmesta viiteen merkkiä (S1000D n.d)

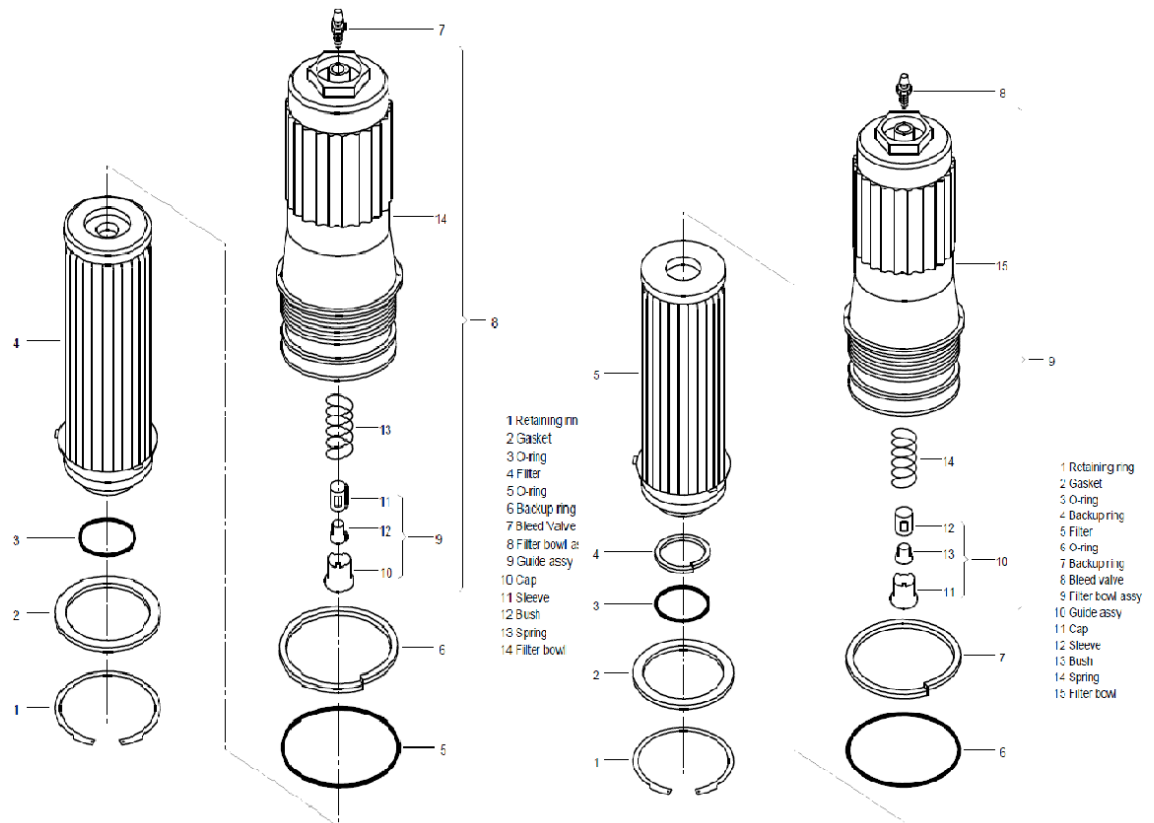
Kokoonpanojen purkukoodille on annettu ehtoja, jotta turhilta datamoduuleilta vältyttäisiin ja IETP:n rakenne ei turhaan monimutkaistuisi. Ensimmäinen ehto kokoonpanon numeroinnille on, että kokoonpanolle suoritetaan jatkohuoltotoimenpiteitä. Eli ne puretaan käytännössä pienempiin osiin. Jos niitä ei pureta pienempiin osiin, niin ei niille myöskään tarvita purkukoodia tai datamoduulia. Toinen edellytys numeroinnille purkukoodin avulla on kokoonpanon monimutkaisuus. Yksinkertaiset kokoonpanot eivät tarvitse erikseen purkukoodia ja näin estetään huoltotietojen tarpeetonta räjähdyskuvitusta. Kolmannessa ehdossa on oltava tarpeeksi informaatiota verrattuna huoltotehtävään, jotta purkukoodille saataisiin oma datamoduulinsa.

Kuvassa 6 on esiteltyä irrotetun kokoonpanon räjähdyskuva, joka on purettu kokoonpanosta pienempiin osiin. Kokonainen kokoonpano olisi numeroitu "00" merkillä XML-rakenteeseen. Kuvassa olevien osien numerointi datamoduuleissa on siis "YY - A - YY-YY-YY-00A-YYYY-Z" ja kuvan perusteella, kun osia puretaan pienempiin komponentteihin, niin datamoduuleissa numerointi suurenee.



KUVA 6. Purkukoodin logiikka (S1000D n.d)

Yllä olevassa kuvassa "01" ja "02" sekä "06" ja "07" näyttävät identtisiltä osilta, mutta rakenteeltaan kuitenkin eroavat toisistaan. Ne siis tarvitsevat erillisen purkukuvan ja datamoduulikoodin (kuva 7). Puolestaan kuvassa olevat osat "04" ovat toistensa kanssa identtisiä, joten niille ei ole tarvetta rakentaa omaa datamoduulia. "03" ja "05" ovat yksittäisiä osia, joiden purkukuville on tehtävä omat datamoduulinsa. Purkukoodit liittyvät yleensä huoltotehtävien datamoduuleihin, kun laitteita irrotellaan ja asennellaan.



KUVA 7. Tässä "01" vasemmalla "02" oikealla jaetaan eri datamoduuleihin (S1000D n.d)

5.3.6 Information code

Tietokoodoja käytetään tunnistamaan informaation tyyppi tuotteessa eli se määrittelee datamoduulin sisältämät tiedot (kuvio 10). Jokaisella koodilla on oma hierarkiansa, joka määritellään tarkemmin S1000D-spesifikaation käsikirjassa. Tietokoodien pituus on kolme merkkiä plus tietokoodin variantti, joka merkitään yleensä kirjaimin. Tietokoodin variantti tunnistaa informaation tyyppin eli määrittelee mahdolliset muutokset tietokoodin määrittämässä toiminnassa ja yleensä on merkittynä kirjaimin.

YY - Y - YY - YY - YY - YYY - **YYYY** - Z (17 characters)

thru

YYYYYYYYYYYYYYY - YYY - YYY - YY - YYY - YYYYY - **YYYY** - Z - YYL (41 characters)

KUVIO 10. Tietokoodin numeroinnille on määritelmät taulukoissa (S1000D n.d)

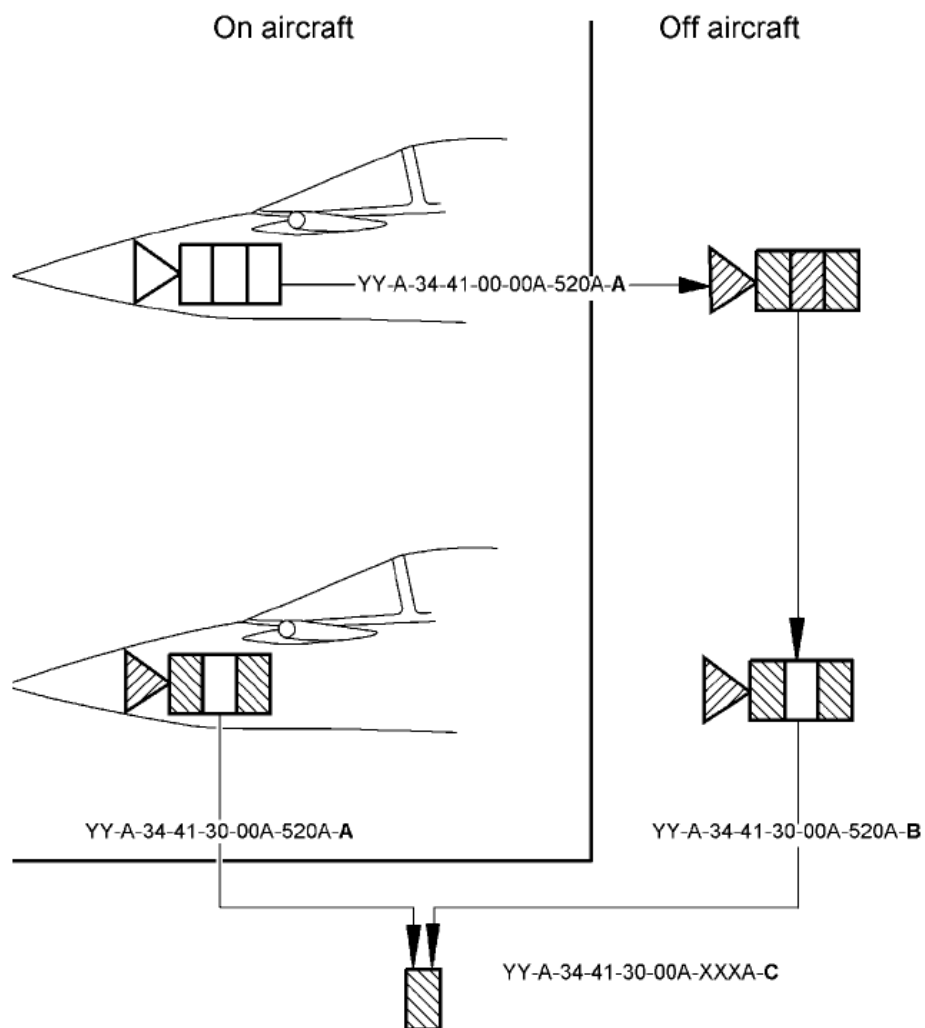
Tietokoodilla on oma numerointi, jolla on useampi eri merkitys. Taulukossa 2 on annettu jokaiselle numeroinnille oma koodinsa ja todellisuudessa lista on laajempi, mitä taulukossa annetaan ymmärtämään. Primäärikoodi on tunniste tietokoodille ja määritelmässä kerrotaan, mitä koodi pitää sisällään. Yksi esimerkki on, kun helikopterista irrotetaan osaa, sen merkintä tapa datamoduuli koodilla "Y-Y-Y-Y-Y-Y-Y-Y-YYY-500A-Z" ja asennettaessa se on "Y-Y-Y-Y-Y-Y-Y-Y-YYY-700A-Z."

TAULUKKO 2. Tietokoodilla on monimutkainen koodistonsa (S1000D n.d)

Primary code	Definition
000	Function, data for plans and description
100	Operation
200	Servicing
300	Examinations, tests and checks
400	Fault reports and isolation procedures
500	Disconnect, remove and disassemble procedures
600	Repairs and locally make procedures and data
700	Assemble, install and connect procedures
800	Package, handling, storage and transportation
900	Miscellaneous
C00	Computer systems, software and data

5.3.7 Item Location code

Viimeisenä merkinä datamoduuli koodissa on kappaleen sijaintikoodi, jolle on annettu yksi merkki. Sijaintikoodi määrittää, missä huoltotehtävä suoritetaan. Sijaintikoodi on merkattu yleensä kirjaimella "A", "B" tai "C". Kuvassa 8 on esiteltyä sijaintikoodin logiikka. "A"-kirjain merkataan datamoduuli koodiin silloin kun moottori on asennettuna koneessa. "B"-kirjain silloin kun moottori on irrotettu koneesta ja "C"-kirjain, kun moottorin huollettava komponentti on irrotettu koneesta (kuva 8). Yleensä "B" ja "C"-kirjainten komponenttien huolto tapahtuu jossain muualla, kun koneen normaalissa lentokonehuolto ympäristössä. Laitteet viedään yleensä vikaantuessa erikseen laitekorjaamo huoltoon.



KUVA 8. Tuotteen sijaintikoodi (S1000D n.d)

6 IETP-PORTAALIN RAKENNE ANALYYSI

Tämän kappaleen lähdemateriaalina käytetään aikaisemmin mainittua IETP-portaalia, joka on ainoa sallittu sähköinen dokumentaatio NH90-kuljetushelikopterille. Salaiseksi luokitellun tiedon takia lähdemateriaalia on jouduttu muokkaamaan. Huollon suunnittelun oleellisin työkalu on huolto-ohjelma AMP-datamoduuli, josta löytyy helikopterin huoltoon liittyvät tiedot (liite 2). Kappaleessa käydään läpi myös huoltotoissa käytettävää AM-datamoduulia (Air vehicle Maintenance), koska sen läpikäyminen on osa huollon suunnittelun työtehtäviä. NH90 Rolls-Royce Turbo Meca (RRTM) moottorille on oma osio huollon suunnittelussa, joten tässä opinnäytetyössä rajataan moottoriin käytettävä AMP-datamoduuli ulkopuolelle.

6.1 Huollon suunnittelu datamoduulin esittely

Lentokoneiden huollon suunnittelun AMP-datamoduuli (Air Vehicle Maintenance planning) sisältää helikopterin, komponenttien ja moottoreiden huoltotiedot. Se antaa kaikki tarvittavat tiedot helikopterin pitämiseksi turvallisessa toimintakunnossa ja sen järjestelmien vikaantumisen estämiseksi. AMP ei anna ohjeita helikopterin huolto- tai lentotehtävien suorittamista varten, vaan ne löytyvät IETP:stä muista osioista. Huollon suunnittelu työkalu antaa huoltotiedot, joita suunnittelijat tarvitsevat suunnitellakseen ja hallitessaan helikopterin huoltoa. Huoltotiedot jaetaan kahteen ensisijaiseen luokkaan:

- Ennaltaehkäiseviin huoltotehtäviin, jotka ovat edelleen jaettu kahteen luokkaan:

- Määräaikaishuollot
- Rutiinitarkastukset

Nämä ovat huoltotehtäviä, joita tehdään komponenttien vikojen estämiseksi ja havaitsemiseksi. Ennalta ehkäisevät huoltotehtävät suoritetaan aikataululla ja ne ovat tehtäviä, jotka pitävät helikopterin päivittäisessä käytössä turvallisesti.

- Ehdollisiin huoltotehtäviin, jotka ovat edelleen jaettu kahteen luokkaan:

- Erityistarkastukset

- Seurattavat huoltotoimenpiteet

Ehdolliset huoltotehtävät suoritetaan erityistilanteessa, kuten jonkun vian sattuessa. Ehdollisten huoltotehtävien tarkoituksena on korjata laitteessa tai asennuksessa havaitut vauriot ja vialliset osat.

6.2 Huollon suunnittelu datamoduulin rakenne

Lentokoneiden huollon suunnittelu AMP-datamoduuli sisältää helikopterin komponenttien ja moottoreiden huoltotiedot, jotka ovat jaettu eri kappalaisiin ja lukuihin. AMP-datamoduuli perustuu standardisoituun SNS-järjestelmään, jonka mukaan rakenne on määräytynyt. Jokaisella kappaleella ja luvulla on erityistarkoituksensa huollon suunnittelussa. Kappaleet 04 ja 05 sisältävät tietoja AMP:ssä, jotka liittyvät huollon suunnitteluun. Kappaleet 04 ja 05 on vielä jaettu omiin pienempiin lohkoihinsa. Tuotannosuunnittelijat käyttävät normaalissa huoltoympäristössä kappaleita 04-30, 04-40, 05-10 ja 05-20 (Taulukko 3). Käyttöikärajoitukset (04-30) ja aikarajamoduulien (05-10) rakenne on samanlainen, mutta vaatimuksiltaan erilainen. Vastaavasti pakollisten tarkastusten (04-40) ja määräaikaishuoltojen (05-20) rakenne on samanlainen, mutta vaatimuksiltaan erilainen.

TAULUKKO 3. AMP-datamoduulin kappaleet, joita käytetään normaalissa huoltoympäristössä (IETP: JA-A-00-00-00-11A-018A-A n.d) (muokattu)

Kappale	Määritelmä
04-30	Käyttöikärajoitukset
04-40	Pakolliset tarkastukset
05-10	Määräajat
05-20	Määräaikaishuoltojen tarkastuslistat

6.3 Lentokelpoisuusrajoitukset

Kappaleessa 04 on annettu lentokelpoisuusrajoitukset (sertifiointiviranomaisen hyväksymä), jotka ovat kriittisiä helikopterin turvalliselle operoinnille. Lentokelpoisuusrajoitukset (04-30 ja 04-40) ovat tiukempia kuin suositellut huoltovaatimukset, jotka sisältyvät osioihin ”määräajat” ja ”määräaikaishuoltojen tarkastuslistat” (05-10 ja 05-20). Nämä huoltotehtävät ovat pakollisia, koska komponentit/laitteet ovat yleensä kriittisiä tai huoltovaatimukset ovat tulleet turvallisuusanalyysin perusteella.

6.3.1 Käyttöikärajoitukset

Suurin käyttöikä komponenteille (SLM, Service Life Limit) on aikaväli, kuinka kauan komponenttia on turvallista käyttää. Kohdan 04-30 huoltotehtävät ovat pakollisia ja komponentti/laite on vaihdettava määrättyllä aikavälillä (mukaan lukien toleranssit) helikopterin turvallisen toiminnan varmistamiseksi. Mikäli laite vaihto suoritetaan ennen käyttöikärajan umpeutumista, on huoltojako aloitettava huoltotehtävän alkamisajasta (mukaan lukien toleranssit). Helikopteria ei voida käyttää, mikäli määrättyjä huoltotehtäviä ei ole suoritettu. Käyttöikärajoitukset eivät ole määräaikaishuoltoja, koska komponenttien/laitteiden vaihto voi tapahtua ennen määräaikaishuoltoa tai sen jälkeen. Jos näin tapahtuu niin käyttöikärajoitukset eivät ole samassa aikataulussa määräaikaishuoltojen kanssa.

6.3.2 Pakolliset tarkastukset

Pakolliset tarkastukset 04-40 (Mandatory Inspections) liittyvät määräaikaishuoltoihin, jotka kuuluvat lentokelpoisuusrajoituksiin. Kuten myös edellisessä kohdassa mainittiin, niin pakolliset tarkastukset on tehtävä määrättyin väliajoin helikopterin komponenteille/laitteille turvallisen operoinnin varmistamiseksi. AMP-datamoduulissa pakolliset tarkastukset on merkitty eri luokkiin. (IETP: JA-A-04-00-00-00A-018A-A n.d)

6.4 Jatkuva lentokelpoisuus

Kappaleessa "05" on määritelty määräaikais- ja- suunnittemattomat huollot, jotka antavat tiedot, milloin tarvittavat huoltotehtävät ja tarkastukset on tehtävä. Jatkuvaa lentokelpoisuutta koskevat ohjeet on jaettu eri kappaleisiin, josta vain määräajat (05-10) ja määräaikaishuoltojen tarkastuslistat (05-20) ovat oleellisia helikopterin huoltotyössä normaalissa ympäristössä. Määräaikaiset ja- suunnittemattomat huollot ovat jatkuvaa lentokelpoisuutta koskevia ohjeita, jotka eivät ole lentokelpoisuusrajoituksia. Ne eivät ole sertifiointiviranomaisen hyväksymiä, mutta sisältävät paljon muita helikopterin huoltoon liittyviä tietoja ja vaatimuksia. Jatkuvaa lentokelpoisuutta koskevat ohjeet ovat huoltotöitä ja osien vaihtoja, jotka pitävät helikopterin tyydyttävästi lentokelpoisena. Niissä tehdään tarkastuksia helikopterijärjestelmien kunnan tutkimiseksi. Osat ja kokoonpanot vaihdetaan ennen vikaa tai ennen operaatiota.

6.4.1 Määräajat

Komponentit on vaihdettava määräajoin, jotta helikopteri voi toimia oikein. Määräajat on asetettu vähentämään osien toimintahäiriöitä helikopterin käytön aikana. Määräajoissa olevat komponentit/laitteet eivät vaikuta suoraan koneen lentoturvallisuuteen, joten se ei ole lentokelpoisuus rajoitus. Määräajat-datamoduuli on rakenteeltaan samanlainen kuin kappale 04-30 käyttöikärajoitukset ja se sisältää huoltovälit komponenttien vaihdolle. Käyttöikärajoituksille ja määräajoille on annettu rajatyyppi, joka näyttää aikataulun mukaisen vaihdon tyyppin ja siihen liittyvän osan käsittelyn:

- SLM Service Life Limit
- OTL Operating Time Limit
- TBO Time Between Overhaul

Rajatyyppit näyttävät aikataulun mukaisen vaihdon tyyppin ja miten komponentin jatkohuolto etenee. SLM on komponentti, joka on saavuttanut maksimaalisen turvallisen käyttöiän ja se täytyy korvata välittömästi uudella. OTL on osa, joka kor-

vataan jatkohuoltoa varten. Osa pysyy niin kauan käytössä kuin se on tyydyttävästi kunnossa. TBO on komponentti, joka korvataan kunnostusta varten. Komponentti pysyy käytössä, kun se on saavuttanut suurimman turvallisen käyttöiän. Rajoitustyypeille on annettu myös kategoriat, jonka mukaan nähdään komponentti/laitteen lentokelpoisuusrajoite. Numero kaksi tarkoittaa sitä, että komponentti/laitte on lentokelpoisuuteen liittyvä ja numero yksi ei ole lentokelpoisuuteen liittyvä. Ilman numeroa oleva komponentti/laitte ei ole lentokelpoisuuteen liittyvä. Taulukossa 4 on esiteltyinä käyttöikärajoitusten (04-30) ja määräajat (05-10) kapaleiden rakenne:

- *Soveltuvuus* on helikopterin malli.
- *Nimikkeistö* on komponentin osan tai järjestelmän nimikkeistön yleisviittaus.
- *Osanumero* on komponentin, laitteen tai järjestelmän viitenumero tai valmistajan koodi.
- *Rajatyyppe* on aikataulun mukainen vaihdon tyyppi ja siihen liittyvän osan käsittely.
- *Kategoria* on rajatyyppe lentokelpoisuusrajoitukseen (numeroitu 1:llä tai 2:lla).
- *Kynnysväli* on aikaväli komponentin, laitteen tai järjestelmän vaihtoväli.
- *Toleranssi* on sallittu pidennys komponentille, laitteelle tai järjestelmälle.

TAULUKKO 4. 04-30 ja 05-10 AMP-datamoduulin rakenne (muokattu)

Soveltuvuus	Komponentin nimi	Osanumero	Rajatyyppe	Kategoria	Kynnysväli	Toleranssi
NH90	Polttoainetankki (No.1)	P/N	SLM/OTL/TBO	2	600 FH 15Y	0

6.4.2 Määräaikaishuoltojen tarkastuslistat

Komponenttia tulee huoltaa määräajoin, jotta helikopteri voi toimia oikein. Valmistaja suosittelee näitä tehtäviä helikopterin optimaalisen luotettavuuden takaamiseksi. Määräaikaishuoltojen tarkastuslistat sisältävät niiden määräaikaishuoltojen

tomerkinnät, jotka eivät liity lentokelpoisuuteen. Määräaikaishuoltojen tarkastuslistat ovat rakenteeltaan samanlaiset kuin kappaleen 04-40 pakolliset tarkastukset ja se sisältää huoltovälit komponenttien vaihdolle. Molemmat kappaleet ovat jaettu eri luokkiin:

- M Pakollinen (Lentokelpoisuuteen liittyvä)
- R Suositus (Ei-lentokelpoisuuteen liittyvä)
- N (Tyhjä) Luokkaa ei annettu (Ei-lentokelpoisuuteen liittyvä)

Pakollisille ja määräaikaishuoltojen tarkastuslistoille on myös annettu rajatyypit. PE (Perform Periodically) ovat määräaikaistarkastuksia, jotka suoritetaan toistuvasti huoltovälien umpeutuessa ja PO (Perform Once) ovat määräaikaistarkastuksia, jotka suoritetaan vain kerran. EV (Event) ovat erikoistarkastuksia, joita ei suoriteta normaalissa huoltoympäristössä. Taulukossa 5 on esiteltynä kappaleiden 04-40 ja 05-20 rakenne:

- *Soveltuvuus* on helikopterin malli.
- *Luokka* on rajatyyppi lentokelpoisuusrajoitukseen.
- *Tehtävä* on lyhyt kuvaus suoritettavasta huoltotarkastuksesta.
- *Viittaus* on huoltotehtävä, joka linkittyy suoraan AM-datamoduuliin.
- *Nimikkeistö* on komponentin, laitteen tai osan yleisviittaus.
- *Osanumero* on komponentin, laitteen tai järjestelmän viitenumero tai valmistajan koodi.
- *Rajatyyppi* on aikataulun mukainen vaihdon tyyppi ja siihen liittyvän osan käsittely.
- *Kynnysväli* on aikaväli komponentin, laitteen tai järjestelmän vaihtoväli.
- *Toleranssi* on sallittu pidennys komponentille, laitteelle tai järjestelmälle.

TAULUKKO 5. 04-40 ja 05-10 kappaleiden rakenne (muokattu)

Soveltuvuus	Luokka	Tehtävä	Viittaus	Nimikkeistö	Osanumero	Rajatyyppi	Vaihtoväli	Toleranssi
NH90	M	Ovitiivisten visuaalinen tarkastus	<u>Liukuovi - Ovitiivisten ja pidikkeen silmämääräinen tarkastus</u>	Liukuovi vasen	P/N	PE/PO	600 FH 2Y	30 FH 2D

6.5 Huoltovälit

Huollon suunnittelu AMP-datamoduuli sisältää aikataulun mukaisia huoltotehtäviä. Datamoduulissa olevat lentokelpoisuusrajoitukset ja lentokelpoisuuden jatkamista koskevat huollot käyttävät samanlaisia huolto- ja tarkastusvälejä. NH90-kalustolle on asetettu käyttöikä, jonka perusteella konetta ja sen tarvitsemia laitteita ja osia on huollettava säännöllisesti. Tämän takia helikopterin laitteille ja osille on määritelty tarkat huolto- sekä tarkastusvälit. Tuotannosuunnittelussa on otettava nämä jaksot huomioon suunniteltaessa helikopterin huoltoa.

Jaksoja mitataan lento – ja operaatiotunneilla (FH/OPH), laskeutumisen määrällä (LD), kalenteriajalla (Y), tai operointisykleillä eli käyttökerroilla (OPC). Näiden lisäksi helikopterin operoidessa erityisissä olosuhteissa, on osalle määritelty coefficient factory C ja penalty P rasiuskertoimet. Lentotuntien ja laskeutumisen mittaaminen käynnistyy, kun paino on pois pyöriltä ja lopetetaan, kun paino on taas pyörillä. Operaatiotuntien mittaaminen käynnistyy, kun järjestelmä/laitte on päällä ja pois päältä. Kalenteriajat mitataan, päivissä (D), viikoissa (W), kuukausissa (M) sekä vuosissa (Y). Jos komponentille on määrätty huoltotoimenpide joko lentotunteina tai kalenteriaikana, huolto- ja tarkastus on suoritettava sen mukaan, mikä näistä ehdoista täyttyy ensimmäisenä. Esimerkiksi, jos helikopterin osalle on määritelty 600 lentotunnin tai 3 kuukauden tarkastus, niin osa vaihdetaan sen mukaan kumpi näistä huoltojaksoista, on ensimmäisenä umpeutunut.

Usein komponenteille on myös määritelty toleranssi arvo, jonka toleranssialueen suuruus määräytyy toiminnallisten vaatimuksien mukaisesti. Toleranssi arvo on sallittu pidennys komponenteille, joka tarkoittaa aikaa, jolloin helikopteri voi operoida turvallisesti ilman osien vikaantumisriskiä. Jos komponentille tai laitteelle ei ole erikseen määritelty toleranssia, arvo on nolla. Toleranssi arvot annetaan yleensä samassa mittayksikössä kuin annettu huoltojakso. Mikäli huollot suoritetaan toleranssi rajoissa, on seuraava huolto tehtävä siitä hetkestä mitä huoltovälille on määritelty (taulukko 6). (IETP: JA-A-04-00–00-00A-018A-A n.d)

TAULUKKO 6. Huolto on tehtävä 600 lentotunnin kuluessa toleranssilla ± 10 (IETP: JA-A-00-00-00-11A-018A-A, muokattu)

Huolto suoritettu (FH)	Seuraava huoltoväli (FH)	Seuraava huolto (maksimi) (FH)
590	1200	1200
595	1200	1205
600	1200	1210
605	1200	1215
610	1200	1220

6.6 Ilma-aluksen huoltotiedot datamoduuli

Huoltotyöskentelyyn käytettävä ilma-aluksen huoltotiedot AM-datamoduuli (Air Vehicle maintenance) antaa kaikki huolto-ohjeet helikopterin komponenteille sekä laitteille. Se antaa kaikki tarvittavat tiedot helikopterin huolto operaatioille ja ohjeet laitteiden vaihtoihin niiden vikaantuessa. AM-datamoduuli koostuu:

- Järjestelmien kuvauksista
- Kaaviokuvista
- Yleisistä huoltomenetelmistä
- Järjestelmien ylläpitotoimenpiteistä.

Järjestelmä kuvaukset antavat lyhyet kuvaukset ja tekniset tiedot järjestelmän tai osan toiminnasta. Kaaviokuvat näyttävät eri komponenttien liitännät ja miten ne ovat yhteydessä toisiin laitteisiin. Yleiset menetelmät eivät liity koneen järjestelmiin, vaan ne liittyvät koneen huoltotoimenpiteisiin. Järjestelmän ylläpitotoimenpiteet liittyvät järjestelmiin ja komponentteihin. Nämä menettelyt sisältävät tehtäviä kuten, visuaaliset tarkastukset, toiminnalliset testit, asennukset ja viallisten laitteiden korjaukset.

6.7 Huoltotiedotteet

Huoltotiedotteet eli Service Bulletinit (SB) ovat valmistajan antamia suosituksia, jotka ilmaisevat muutoksista helikopterin lentotoimintaan. Huoltotiedotteet voivat

olla huoltotyöhön, lentorajoituksiin ja/tai modifikaatioihin liittyviä muutoksia. AMP-datamoduuliin suoritettavat huoltotiedotteet ovat välttämättömiä siinä tapauksessa, kun sinne lisätään uusi työvaihe muuttuvilla huoltoväleillä ja vaatimuksilla. Tai vaihtoehtoisesti siihen liittyvä huolto-ohje ei täytä välttämättömiä vaatimuksia ja korjaustoimenpiteitä. Valmistajan lisäksi tyyppivastuuorganisaatio voi poiketa huoltotiedote ohjeista, mutta valmistaja ei ole vastuussa kyseisestä toimenpiteestä.

Huoltotiedotteita on kahta eri tyyppiä: pakolliset- ja ei pakolliset huoltotiedotteet. Viranomaisen määrittelemät pakolliset huoltotiedotteet on huomioitava ja niiden määrittelemät toimenpiteet suoritettava, jotta koneyksilön lentokelpoisuus säilyisi. Pakolliset huoltotiedotteet ovat seurauksena suojaavista ja korjaavista toimenpiteistä, jota valmistaja pitää tarpeellisena helikopterin turvallisen toiminnan jatkamiseksi. Huoltotiedotteet ovat jaettu myös viiteen eri vaatimuskategoriaan kiireellisyys ja tärkeysjärjestys huomioon ottaen. Helikopterityypin valmistaja on määritellyt vaatimuskategoriat eri luokkiin:

1. Hälyttävä
2. Pakollinen
3. Suositeltu
4. Vapaaehtoinen
5. Informatiivinen

Hälyttävä huoltotiedote tarkoittaa, että lentoteollisuus pitää tätä bulletinia tarpeellisena lentokoneen turvallisen toiminnan takaamiseksi. Pakollisella huoltotiedotteella tarkoitetaan valmistajan antamaa bulletinia, joka vaikuttaa lentokelpoisuuteen tai turvallisuuteen, jonkin ajan kuluessa. Suositeltu huoltotiedote on valmistajan antama, jossa suositellaan lentokoneen tarkastuksen, huollon tai modifikaation parantamista. Vapaaehtoiset huoltotiedotteet ovat ilma-aluksen toimintaan, suorituskykyyn tai luotettavuuteen vaikuttavia bulletineja, jotka eivät vaaranna helikopterin turvallisuutta. Informatiivinen huoltotiedote voi olla jokin huomautus huoltotehtävästä, joka vääränlaisella toimintatavalla voi olla vahingollinen työnsuorittajalle. (IETP: JA-A-00-00-00-26A-018A-A n.d)

7 TUTKIMUKSEN ONGELMAT JA KEHITYSKOHEET

Tässä kappaleessa kuvataan tuotannosuunnittelussa havaittuja ongelmia ja suunnittelussa tapahtuvia työvaiheita. Kaikki edellisellä kappaleella olevat tiedot tulevat S1000D rakenteesta. Tietoja tarvitaan NH90-kuljetushelikopterin huollon suunnittelun rakentamiseksi, jotta helikopteri on turvallinen operoidessaan ja kaikki tarvittavat komponentit saataisiin ilma-alukselle ennen huoltojen suoritusta.

7.1 Nykyisen toimintatavan ongelma

IETP-portaalin rakenteen takia tuotannosuunnittelijoiden resursseja kuluu liika osanumeroiden etsimiseen. Tuotannosuunnittelijat saavat helikopteriin tehtävät huoltotoimenpiteet työpaketteina Excel-tiedostona työn tilaajalta, jonka jälkeen suunnittelijat etsivät yksitellen manuaalisesti kaikki työpaketissa olleet huolto-ohjeet IETP huolto-ohjelmasta ja sieltä tarvittavat osat laitteiden huoltoihin sekä osien vaihtoon. Tarvittavaa osanumeroa ei löydy suoraan huolto-ohjeesta, vaan oikea osanumero on etsittävä monen eri linkityksen ja klikkauksen päästä oikeasta paikasta. IETP:stä löytyy myös ominaisuus, että linkitykset voivat päättyä loputtomaan ”silmukkaan” eli oikein klikkauksellakaan linkki ei mene oikealle huolto-ohjeelle ja osanumeroiden löytäminen tuottaa entistä enemmän työtä.

Huoltopaketeissa on monta erilaista työvaiheluetteloa, joten Excelistä tulevat paketit on erikseen etsittävä manuaalisesti. Manuaalisen työvaiheiden takia prosessit pitää tarkastaa moneen otteeseen sekä olla täysin varma oikein tilatusta osanumerosta. Osanumeron hakeminen vaatii kokeneeltakin tuotannosuunnittelijalta tarkkaa ja huolellista työtä. Nopeallakin toiminnalla työhön kuluu liikaa aikaa ja resursseja. Työtä vaikeuttaa myös se, että Patrian huoltamilla helikoptereilla on erilaisia konfigurointeja. Patria suorittaa huoltoja Ruotsin puolustusvoimien ja Suomen puolustusvoimien NH90-helikoptereille, jotka ovat varusteluiltaan myös erilaisia. NH90-helikoptereiden versioiden määrät vaikuttavat suoraan myös IETP:hen, johon on jokaiselle versiolle määritelty omat konfiguraationsa. IETP-portaali muokataan siis konfiguraation mukaiseksi, joten myös huollon suunnittelu datamoduulit eivät ole täysin identtisiä keskenään.

7.2 Kehitysideoita

Toimeksiantajan toivomuksena olisi luoda integraatio toiminnanohjausjärjestelmän ja IETP-portaalin välille, jossa pystyttäisiin siirtämään sekä vertailemaan dataa tietojärjestelmien välillä. Yksi mahdollinen keino olisi, että datamoduuleja hallinnoiva Common Source Database muokattaisiin Patrian tarpeisiin sopivaksi. Ongelmana kuitenkin on, että NH90-kuljetushelikopterin IETP:n hallinnointi tapahtuu suoraan valmistajalta ja sen käsittämät datamoduulit ovat muokattavissa vain NHIndustrien toimesta.

Ensimmäinen kehitysidea ei ollut mahdollinen, joten oli etsittävä toista keinoa. Sitä lähdin selvittämään S1000D-sivustolta, jossa oli mahdollista kysyä spesifikaatiosta tarkempia tietoja. Laitoin kysymyksen sähköpostilla S1000D asiantuntijalle ja viesti meni seuraavanlaisesti: *”Onko mahdollista tehdä integraatio IETP:n ja ERP-järjestelmän välille?”*. Sähköposti kyselyyni vastasi S1000D:hen erikoistunut asiantuntija, jolla oli vankkaa kokemusta S1000D-spesifikaatiosta ja hän oli yks uuden S-series spesifikaation tekijöistä. Sähköpostin keskustelussa kävi ilmi, että integraatio on mahdollinen, mutta vaatisi syvempää tuntemusta IETP:hen ja itse toiminnanohjausjärjestelmään. Sähköposti keskustelussa esiintynyt keino olisi konfiguroida toiminnanohjausjärjestelmä siten, että se hakisi tarvittavat tiedot automaattisesti IETP:stä, jolloin kyseessä olisi järjestelmäintegraatio. (Haslam 2021)

Yhdistämällä ohjelmistot saadaan kulkemaan dataa, ilman että kenenkään tarvitsee olla sitä siirtämässä. Integraatio olisi myös siitä hyvä ratkaisu, että toiminnanohjausjärjestelmä pystyttäisiin liittämään IETP:hen ilman minkäänlaista valmistajan tarvetta räätälöidä rakennetta. Ongelmana on kuitenkin IETP:ssä olevien linkitysten toimivuus ja ERP-järjestelmän liittäminen tuotannosuunnitteluun ohjelmaan. Mikäli automaatiota laitettaisiin ERP-järjestelmästä suoraan IETP:hen, niin haettavat tiedot voisivat jäädä pyörimään loputtomaan ”silmukkaan”. Huollon suunnittelu data moduulista löytyy ominaisuus, jossa linkitykset jäävät pyörimään tiettyä kehää myös manuaalisesti hakemalla eli haettaessa osanumeroa ei pää-

dytä mihinkään osanumeroon, vaan pyöritään lopunta kehää datamoduulien välillä. Tämä voisi tarkoittaa sitä, jos lisättäisiin automaatiota ohjelmien välille niin järjestelmä ei välttämättä löydä oikeaa osanumeroa ja hakisi tiedot väärällä osanumerolla. Integraation toteuttamiseen vaaditaan muutoksia järjestelmien lähdekoodiin, mikä lopulta tulee kalliiksi ja hitaaksi toteuttaa.

Kolmas mahdollinen ja paras keino olisi RPA-sovellus (Robotic Process Automation) eli ohjelmistorobotti, joka olisi integraatiota nopeampi ja helpommin muokattavissa. RPA voisi hakea tietoja ERP-järjestelmään IETP:stä automaattisesti ilman mitään manuaalisia välineitä. Sen hyödyt tulevat esille, kun suoritetaan manuaalista tiedonsiirtoa, toistuvia rutiini tehtäviä ja jotka ovat pieniä, jotta niitä olisi järkevää automatisoida järjestelmään itseensä. Ohjelmistorobotti voidaan ottaa käyttöön nopeasti, helposti ja kustannustehokkaasti. RPA:n vahvuuksia on myös se, että sitä voidaan käyttää lähes kaikkien käyttöliittymien kanssa. Ohjelmistorobotille voitaisiin luoda polku, mistä pitkin se löytäisi tarvittavat osanumerot automaattisesti. RPA:sta voitaisiin tehdä myös esimerkiksi sellainen, että se etenisi työvaiheessa tiettyyn pisteeseen asti, mikä helpottaisi tuotannonsuunnittelijan tietojen etsimistä.

8 YHTEENVETO

Tässä luvussa koostetaan tutkimuksen tulokset yhteen ja kerrotaan opinnäytetyön vaiheista. Luvussa käydään läpi, miten työlle asetetut tavoitteet saavutettiin ja tarkastellaan tulosten luotettavuutta. Lisäksi luvussa kerrotaan työn aikana havaittujen jatkokehitysehdotusten esittely.

8.1 Tavoitteiden saavuttaminen

Työn tavoitteiden määrittämiseksi tutkimukselle määriteltiin päätutkimuskysymys, jonka alle lisättiin myös alakysymyksiä. Tutkimuksen pääkysymyksenä oli *"Onko NH90-kuljetushelikopteri IETP-portaalin huollon suunnittelu datamoduuli mahdollista automatisoida manuaalisen työn vähentämiseksi?"* IETP-portaali pystyttäisiin automatisoimaan toiminnanohjausjärjestelmän avulla, mutta käytännön tasolla automaation toteuttaminen olisi hankalaa, koska IETP-portaalin rakenne ei tukisi automaatiota hyvin. Integraation rakentaminen ja ylläpitäminen tulisi mahdollisesti kalliiksi ja aikaa vieväksi prosessiksi. Viimeisenä ja ainoana toimivana keinona olisi luoda ohjelmistorobotti, jota opetettaisiin auttamaan huollon suunnittelua työvaiheissa.

Opinnäytetyöllä oli myös kaksi alatutkimus kysymystä, joka auttaa hahmottamaan IETP:n rakennetta ja huollon suunnittelun työvaiheita. Ensimmäinen alatutkimuskysymykseksi muodostui *"Kuinka IETP:n rakenne on määrytynyt?"*. IETP-rakenne analyysi tehtiin kokonaisuudessaan luvussa 5. Rakenne muodostui S1000D-spesifikaatiosta, joka koostuu Common Source Database:stä, XML-merkintäkielestä ja IETP "näytöstä". Common Source Database on lähdetietokanta, mihin koostetaan muun muassa datamoduulien, grafiikoiden ja multimedioiden tiedot. XML-merkintäkielen sisällä olevat datamoduuli koodit rakentavat datamoduulien sisältämät tiedot. IETP "näyttöratkaisut" ovat määritelty toiminnallisissa matriiseissa, mitä monimutkaisempi matriisi, sitä paremmin "IETP:n" rakenne on muodostunut.

Toiseen alatutkimuskysymykseen ”*Mitä kaikkea huollon suunnittelussa on otettava huomioon?*” vastattiin luvussa 6. Tuotannosuunnittelijat käyttävät IETP-portaalia ja sieltä AMP-datamoduulia, joka on suunniteltu huollon suunnitteluun. Datamoduulin vaikean rakenteen takia tuotannosuunnittelijoiden huoltoon tarvittavien vaihto-osanumeroiden löytäminen hidastaa työvaiheita ja vie turhaan resursseja.

8.2 Toteutus

Opinnäytetyö rajattiin heti alkuun vain tutkimustyöksi, koska käytännön toteuttaminen veisi kohtuuttomasti aikaa ja tutkimustyöllä saatiin pohdittua, kannattaako asiaa lähteä viemään käytäntöön. Lähdemateriaalin löytäminen ja uusien käsitteiden opetteleminen vei etenkin alussa aikaa, mutta käsitteiden avautuessa opinnäytetyön tekeminen helpottui.

Työssä syvennyttiin sähköiseen teknilliseen julkaisuun tarkemmin ja muodostettiin kokonaiskuva NH90-kuljetushelikopterin työvaiheista. Työ ei anna suoraan konkreettisia vaikutuksia huollon suunnittelun kehittämiseen, koska lopputuloksen perusteella tietojärjestelmien yhteensovittaminen on kallis ja resursseja vievä prosessi. Järjestelmäintegraation luominen IETP:lle ja toiminnanohjausjärjestelmälle on vaikea toteuttaa ja siihen tulevat hyödyt verrattuna panostukseen on asia, mitä täytyisi puntaroida.

S1000D-spesifikaatiosta löytyy hyvin vähän kotimaisia tutkimuksia, mikä johtuu osaltaan myös siitä, että S1000D:tä käytetään kotimaisissa yrityksissä vähän. Pääasiassa S1000D-spesifikaatiota käytetään sotilaspuolella meri- ja ilmailuteollisuudessa. Yksi jatkotutkimus tästä aiheesta voisi olla uusi S-series IPS spesifikaatio, mitä kaikkea siihen liittyy ja mitkä yritykset ovat olleet sitä luomassa. Toinen jatkotutkimusaihe tähän työhön liittyen olisi ohjelmistorobotiikan luominen käytännössä IETP-portaalin ja toiminnanohjausjärjestelmän välille.

LÄHTEET

Airbus. 2021. Airbus kotisivut. Luettu 30.7.2021.
<https://www.airbus.com>

E-craft. n.d. 8 hyötyä, jotka ERP tuo mukanaan. Luettu 6.8.2021.
<https://www.ecraft.com/fin/blog/2019/3/12/8-hyty-jotka-erp-tuo-mukanaan>

Halminen, Klaus & Törnroos, Sami. 2020. Luettu 5.8.2021. Tuotannon suunnittelun tehostamisella etua.

Haslam, P. 2021. Principal S1000D S-Series IPS Specifications Expert. Sähköpostikeskustelu 1.10.2021.

Haverila M., Uusi-Rauva E., Kouri I., & Miettinen A. 2009. Teollisuustalous 6. painos. Tampere: Infacts Oy.

Husky Intelligence. 2020. Toiminnanohjausjärjestelmä (ERP) - Mikä ja miksi? Luettu 26.7.2021 <https://huskyintelligence.com/erp-jarjestelma-mika-ja-miksi/>

IETP: JA-A-00-00-00-11A-018A-A. 2021. Air vehicle Maintenance Planning Information-Introduction. Tulostettu. 9.7.2021.

IETP: JA-A-00-00-00-26A-018A-. 2021. Service bulletin information-Introduction. Tulostettu. 9.9.2021

Jyväskylän yliopisto. 2015. Laadullinen tutkimus. Luettu. 9.7.2021.
<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/laadullinen-tutkimus>

Kalinen, Timo & Kinnunen, Taina. n.d. Etnografia. Teoksessa Jaana Vuori (toim.) Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto. Luettu 9.7. 2021. <https://www.fsd.tuni.fi/palvelut/menetelma-opetus>

Patria Oyj. Patrian kotisivu. Luettu 25.6.2021. <https://www.patriagroup.com/>

Puolustusvoimat. 2021. Puolustusvoimien kotisivut. Luettu. 25.6.2021.
<https://puolustusvoimat.fi/kalusto#/asset/view/id/236>

Ruivo, P. Oliveira, T. & Neto M. 2014. Examine ERP post-implementation stages of use and value: Empirical evidence from Portuguese SMEs. International Journal of Accounting Information Systems, 15(2), 166-184. Luettu 9.7.2021. <https://www-sciencedirect-com.libproxy.tuni.fi/science/article/pii/S1467089514000037?via%3Dihub>

Samara, T. 2015. ERP and Information Systems. Integration or Disintegration. John Wiley & Sons, Incorporated.

Sotilasilmailun viranomaisyksikkö. 2019. Sotilasilmailumääräys SIM-To-Lt-036. Luettu 25.6.2021.

S1000D Standard Issue No. 4.2. 2021. Luettu 5.8.2021. <https://s1000d.org/>

Tainala, A. 2020. Toiminnanohjausjärjestelmän jatkokehittäminen. Liiketalouden ja logistiikan koulutusohjelma. LAB-ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Traficom. 2020. Ilma-alusten huoltaminen. Luettu 9.7.2021. <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/ilmailu/ilma-alusten-huoltaminen>

University of Eastern Lapland. n.d. Tietoa tutkimusmenetelmien valinnasta. Luettu 9.7. 2021. <https://www.uef.fi/fi/kirjasto/tietoa-tutkimusmenetelmien-valinnasta>

University of Newcastle library guides. 2020. Research Methods: What are research methods? Luettu. 8.7.2021. <https://libguides.newcastle.edu.au/research-methods>

Lähde

Lähde

LIITTEET

Liite 1. Datamoduuli koodit näkyvät osoitetiedoissa IETP:ssä

Liite 2. IETP-portaalin rakenne huollon suunnittelu datamoduulissa