

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Kone- ja tuotantotekniikan osasto  
Lentokonetekniikka

Tutkintotyö

Oki Koskinen

## **HELIKOPTEREIDEN KOULUTUSJÄRJESTELMÄT TRAINING SYSTEMS FOR HELICOPTERS**

Työn ohjaaja  
Työn valvoja  
Halli 2007

Yliopettaja Heikki Aalto  
ins. Kimmo Jämsen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan osasto

Lentokonetekniikka

Koskinen, Oki	Helikoptereiden koulutusjärjestelmät
Tutkintotyö	37 sivua + 37 liitesivua
Työn ohjaaja	Yliopettaja DI Heikki Aalto
Työn teettäjä	Patria Aviation Oy, valvojana ins. Kimmo Jämsen
Hakusanat	helikopteri, NH90, simulaattori, koulutusjärjestelmä

## TIIVISTELMÄ

Helikoptereiden koulutusjärjestelmiltä vaaditaan monimutkaisten ja aina vain monimutkaistuvien koptereiden takia paljon. Uusi kuljetushelikopteri NH90 asettaa haasteita koulutusjärjestelmien suunnittelulle ja toteutukselle.

Työn tarkoituksena on kasvattaa Patria Aviation Oy:n osaamista helikoptereiden koulutusjärjestelmistä ja pohtia mahdollisuuksia lennonharjoituslaitteen toteuttamisesta ko. helikopterille.

Patria Aviation Oy:llä on kokemusta kiinteäsiipisten lentolaitteiden harjoituslaitteista ja -ohjelmistoista. Helikoptereiden koulutusjärjestelmistä halutaan tällä työllä lisätä osaamista ja laajentaa markkina-aluetta myös helikoptereiden maailmaan.

Työ on tehty pääsääntöisesti tutkimalla ilmailumääräyksiä ja eri maiden määrittelyjä NH90-harjoituslaitteista. Saatavilla olevia tieteellisiä julkaisuja on käytetty hyödyksi.

Tulokseksi on saatu yleistason kuva siitä, millaisia koulutusjärjestelmiä mahdolliset asiakkaat tarvitsevat ja millaisilla ratkaisuilla nämä tarpeet tyydytetään.

Tämä työ on tarkoitettu pohjaksi tulevia NH90- koulutusjärjestelmä ratkaisuja varten.

TAMPERE POLYTECHNIC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCE

Mechanical and Production Engineering

Aircraft Engineering

Koskinen, Oki                      Training systems for helicopters

Engineering Thesis              37pages, 37appendices

Thesis Supervisor                Principal lecturer Heikki Aalto (MSc)

Commissioning Company        Patria Aviation Oy. Supervisor: Kimmo Jämsen (BSc)

Keywords                          helicopter, NH90, simulator, training systems

## **ABSTRACT**

Due to the complexity of modern helicopter also the training systems are very complicated. The new transport helicopter NH90 challenges the designing and implementation of the training systems.

The goal for this paper is to widen the know-how of Patria Aviation Oy about helicopter training systems. Also the possibilities of implementation of flight training device for the helicopter in question were studied.

Patria Aviation Oy has experience on fixed wing aircraft training systems and training software. With this study Patria wanted to grow its know-how and widen the market area to helicopters.

The study was carried out mainly by examining aviation regulations and requests for information or requests for proposal from several customers, foreign and domestic. Some available scientific publications were also utilized.

The result of this paper is a general idea of the possible customer's requirements for training systems. The solutions which satisfy those requirements have been established.

The purpose of the study is to create basis for the future NH90 training systems solutions.

## ALKUSANAT

Opinnäytetyö tehtiin Patria Aviation Oy:n Systems liiketoiminnalle joka on osa Patria Konsernia. Haluan kiittää opinnäytetyöni valvojaa tuoteryhmäpäällikkö Kimmo Jämseniä sekä ohjauksesta ja neuvoista, joita sain työn aikana että mahdollisuudesta tehdä tämä työ. Kiitokset myös linjanjohtaja Heikki Aallolle joka edusti Tampereen ammattikorkeakoulua opinnäytetyön tarkkailussa. Lisäksi haluan kiittää läheisiäni, joista on ollut suuri tuki työn aikana.

Hallissa toukokuussa 2007

Oki Koskinen

## LYHENTEIDEN JA MERKKIEN SELITYKSET

AAW	Anti-Air Warfare	Ilmatorjunta
ASUW	Anti-Surface ship Warfare	Pinta-alusten vastainen sodankäynti
ASW	Anti-Submarine Warfare	Sukellusveneiden vastainen sodankäynti
CAI	Computer Aided Instrution	Tietokoneavusteinen opastus
CBT	Computer Based Training	Tietokonepohjainen harjoittelu
COTS	Commercial Off The Shelf	Kaupallinen
DMG	Digital Map Generator	Digitaalinen karttageneraattori
EASA	European Aviation Safety Agency	Euroopan ilmailuturvallisuusvirasto
EC	EuroCopter	
EMC	Electromagnetic Compatibility	Elktromagneettinen yhteensopivuus
EMI	Electromagnetic Interference	Elektromagneettinen häirintä
ESD	Electrostatic Sensitive Device	Staattiselle sähkölle herkkä laite
FFS	Full Flight Simulator	lentosimulaattorityyppi
FLIR	Forward Looking Infrared	Eteenpäin kuvaava infrapunakamera
FMV	Försvarets materielverks	Ruotsin armeijan materiaalilaitos
FNPT	Flight and Navigation Procedures Trainer	Lento- ja suunnistusharjoittelulaite
HEKO	HEliKOpteri	
HFTS	Helicopter Flight Training Services	Helikopterikoulutusta tarjoava yritys
HMD	Helmet Mounted Display	Kypäränäyttö
HMS	Helmet Mounted Sight	Kypärätähtäin
IOS	Instructor Operating Station	Opettajan työasema
JAR	Joint Aviation Regulation	JAR-ilmailumääräys
LWR	Laser Warning Receiver	Laservaroitin
MCC	Multi-Crew Cooperation	ohjaamoyhteistyö
MD	McDonnell Douglas	Yhdysvaltalainen lenkonetehdas
MLD	Missile Launch Detector	Ohjuslaukaisuvaroitin
MOU	Memorandum of Understanding	Sopimustyyppi
MRTD	Medium Range Training Device	Keskiraskas lentosimulaattori
NAHEMA	NATO HEliCopter Management Agency	
NAHEMO	NATO HEliCopter Management Organization	
NATO	the North Atlantic Treaty Organisation	Pohjois-atlantin puolustusliitto
NFH	Naval Frigate Helicopter	Laivastohelikopteri
NHI	NATO Helicopter Industries	NH90-helikopterin valmistaja organisaatio
NOE	Nap Of the Earth	Maanpinnan läheisyydessä
NSHP	Nordic Standar Helicopter Project	Pohjoismaiden yhteinen kuljetushelikopteri projekti
NSTH	Nordic System and Training House	Pohjoismaiden yhteinen helikopterikoulutus projekti
NVG	Night Vision Goggles	Pimeänäkölasi
OTW	Out The Window	Ikkunasta näkyvä maisema
PFI	Private Finance Iniative	Yksityisrahoitteinen
PTT	Part Task Trainer	Avioniikkasimulaattori
RFI	Request For Information	Tietokysely
RFP	Request For Proposal	Tarjouspyyntö
RWR	Radar Warning Receiver	Tutkavaroitin
SAR	Search and Rescue	Pelastustoimihnta
SENSO	SENsor Systems Operator	Sensorijärjestelmien operaattori
TACCO	Tactical Coodinator	Taktinen kordinaattori
TTH	Tactical Transport Helicopter	Taktinen kuljetushelikopteri
TTT	Tactical Troop Transport	Taktinen joukkojen kuljetushelikopteri
USAF	United States Air Force	Yhdysvaltojen ilmavoimat
VERTREP	Vertical Replenishment	Helikopterilla tapahtuva tukitoiminta
VMT	Virtual Maintenance Trainer	Virtuaalinen huoltosimulaattori

## SISÄLLYSLUETTELO

### TIIVISTELMÄ

### ABSTRACT

### ALKUSANAT

### LYHENTEIDEN JA MERKKIEN SELITYKSET

<b>SISÄLLYSLUETTELO</b> .....	<b>6</b>
<b>1 JOHDANTO</b> .....	<b>7</b>
1.1 TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY /9/ .....	7
1.2 OPINNÄYTETYÖN TAVOITTEET JA RAJAUKSET .....	7
<b>2 HELIKOPTERILENTÄJÄN KOULUTUS</b> .....	<b>9</b>
2.1 SIVIILI-ILMAILUSSA /4/ .....	9
2.2 SUOMEN MAAVOIMISSA /20/ .....	11
<b>3 YLEISESTI KÄYTETYT KOULUTUSJÄRJESTELMÄT</b> .....	<b>12</b>
3.1 CBT (COMPUTER BASED TRAINING) .....	12
3.2 SIMULAATTORIT .....	13
<b>4 NH90:N HISTORIA /10/</b> .....	<b>18</b>
<b>5 NH90-TEKNIikka</b> .....	<b>19</b>
5.1 TACTICAL TRANSPORT HELICOPTER .....	23
5.2 NAVAL FRIGATE HELICOPTER /14/ .....	24
<b>6 KOULUTUSJÄRJESTELYT</b> .....	<b>26</b>
6.1 NYKYISET .....	26
6.1.1 Suomessa .....	26
6.1.2 Muissa maissa .....	27
6.2 SUUNNITELLUT .....	27
6.2.1 Suomen ja Ruotsin yhtenevät tarpeet .....	28
6.2.2 Yksityisrahoitteinen ratkaisu .....	29
<b>7 KOULUTUSVÄLINEET</b> .....	<b>30</b>
7.1 NYKYISET KOULUTUSVÄLINEET .....	30
7.1.1 Part Task Trainer .....	30
7.1.2 NH90 EC-CAI .....	31
7.2 SUUNNITELLUT .....	32
7.2.1 Full Flight Simulator .....	32
7.2.2 Medium Range Training Device .....	32
<b>8 ASIAKKAAN TARPEISTA TEHTY SELVITYS</b> .....	<b>33</b>
8.1 TYÖN TAVOITE .....	33
8.2 TYÖN KULKU .....	33
<b>9 SAAVUTETUT TULOKSET</b> .....	<b>35</b>
<b>LÄHTEET</b> .....	<b>36</b>

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Toimeksiantajan esittely /9/

Patria on kansainvälisesti toimiva puolustusväline- ja ilmailuteollisuuskonserni.

Päätuotealueet ovat panssaroidut pyöräajoneuvot, kranaatinheitinjärjestelmät, helikopterit ja lentokoneet sekä näiden elinkaaren tukipalvelut ja puolustuselektronikkajärjestelmät. Patria toimittaa omaan erityisosaamiseensa ja kumppanuuksiin perustuvia, kansainvälisesti kilpailukykyisiä ratkaisuja maailmanlaajuisille markkinoille. Patrian omistavat Suomen valtio (73,2 %) ja European Aeronautic Defence and Space Company EADS N.V. (26,8 %).

Patria jakautuu kolmeen liiketoiminta-alueeseen: Land solutions, Systems and Services sekä others. Systems and Services -liiketoiminta-alue koostuu seuraavista liiketoiminnoista: Aviation, Helicopters, Training ja Systems.

Opinnäytetyö toteutettiin Systems-liiketoiminnan alaisuudessa, ja se palvelee koko Systems and Services -liiketoiminta-aluetta.

## 1.2 Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaukset

Tämän työn tavoitteena on antaa Patrialle lähtökohdat NSHP-maiden (Nordic Standard Helicopter Project; Suomi, Ruotsi ja Norja) koulutusjärjestelmä hankkeisiin osallistumista varten. Työssä on tavoitteena hankkia ymmärrystä helikopterikoulutuksen asettamista tarpeista ja luoda perustietämystä, jonka pohjalta voidaan asiakkaille tarjota helikopteri(HEKO)-koulutusjärjestelmiä. Työssä keskitytään lentävän henkilöstön kouluttamiseen tarvittavien menetelmien ja järjestelmien tutkimiseen, sekä hahmotella mahdollisia ratkaisuvaihtoehtoja NH90-simulaattoriin yleisellä tasolla. Tämän työn ulkopuolelle jätetään teknisen henkilöstön koulutusjärjestelmien tutkiminen. Työssä keskitytään taktiseen simulaattoriin, mutta minkään järjestelmän tarkempaan määrittelyyn ei voida mennä, niiden sisältämän runsaan yksityiskohtaisen tiedon takia.

Työn teoreettisessa osuudessa keskitytään EASA:n (European Aviation Safety Agency) määräysten mukaisiin koulutusmenetelmiin siviili-ilmailun osalta. Sotilasilmailussa keskitytään Suomen maavoimien käyttämiin menetelmiin ja järjestelmiin.

NH90-konetyypin eri konfiguraatioista käsitellään tarkemmin ainoastaan Suomen maavoimille tilattua TTH-konfiguraatiota (Tactical Transport Helicopter). Muut NSHP-maiden pääkonfiguraatiot esitellään lyhyesti.



## 2 HELIKOPTERILENTÄJÄN KOULUTUS

Luvussa käsitellään helikopteriliikennelentäjän koulutusta sekä tarkastellaan mitä eroja on ja mitä lisävaateita Suomen maavoimat asettaa omille lentäjilleen helikopteriliikenne lentäjiin nähden.

Lentosimulaattorilla jäljempänä tarkoitetaan laitetta jossa on ohjaamon täydellinen kopio ja kaikki sen toiminnallisuudet sekä visuaalijärjestelmä. FNPT:llä (Flight and Navigation Procedures Trainer) tarkoitetaan lento- ja suunnistusharjoittelulaitetta. FNPT eroaa lähinnä puuttuvan visuaalijärjestelmän osalta lentosimulaattorista. Lentosimulaattoreiden ja lentoharjoituslaitteiden tarkemmat tasomääritykset esitellään LIITTEISSÄ 3 ja 4.

### 2.1 Siviili-ilmailussa /4/

Helikopteriliikennelentäjältä vaaditaan JAR-FCL2:n mukainen koulutus.

Helikopteriliikennelentäjän lupakirja oikeuttaa toimintaan perämiehenä monimoottorisissa usean ohjaajan helikoptereissa kaupallisen ilmakuljetuksen aikana sekä helikopteriansiolentäjän lupakirjan ja mittarilentokelpuutuksen saamiseen. Kurssi kestää 12 - 36 kuukautta. Hakija voidaan hyväksyä koulutukseen joko alkeisoppilana tai helikopteriyksityislentäjän lupakirjan haltijana. Lentokoulutusorganisaation on varmistettava, että hakijalla on ennen kurssille hyväksymistään riittävät tiedot matematiikasta ja fysiikasta sekä riittävä englannin kielen taito. Tämä helpottaa kurssin tietopuoleisen sisällön omaksumista.

Kurssiin on sisällyttävä:

- (a) teoriakoulutus helikopteriliikennelentäjän lupakirjaan vaadittavalle tietotasolle
- (b) näkö- ja mittarilentokoulutus ja
- (c) miehistöyhteistyökoulutus usean ohjaajan helikoptereissa toimimista varten.

Teoriakoulutusta annetaan vähintään 750 tuntia. Oppiaineina ovat:

- Ilmailun säädökset
- Ilma-alueen yleistuntemus

- Suoritusarvot ja lennon suunnittelu
- Ihmisen suorituskky ja rajoitukset
- Sääoppi
- Lentosuunnistus
- Lentotoiminta
- Lennonteoria
- Radiopuhelinliikenne.

Miehistöyhteistyökurssiin on kuuluttava vähintään 25 tuntia teoriakoulutusta ja harjoituksia.

Lentokoulutukseen on kuuluttava yhteensä vähintään 195 tuntia, joista 125 tuntia koululentoja ja 70 päällikkötunteja.

125 tunnin koululentoajasta enintään:

(i) 75 tunnin näkölentokoulutukseen saa kuulua:

- (1) 30 tuntia C- tai D-tason helikopterilentosimulaattorilla, tai
- (2) 20 tuntia helikopterin FNPT II/III -koulutuslaitteella, tai
- (3) 20 tuntia lentokoneella tai TMG-moottoripurjelentokoneella.

(ii) 35 tunnin mittarilentokoulutukseen saa kuulua:

(1) enintään 20 tuntia helikopterin FNPT II/III -koulutuslaitteella tai lentosimulaattorilla,

tai

(2) 10 tuntia helikopterin tai lentokoneen FNPT I -koulutuslaitteella tai sitä korkeamman tasoisella laitteella, tai lentokoneella.

(iii) 15 tuntia on oltava miehistöyhteistyökoulutusta, johon voidaan käyttää helikopterin lentosimulaattoria tai helikopterin FNPT II/III(MCC) koulutuslaitetta.

## 2.2 Suomen Maavoimissa /20/

Suomen Maavoimat joutuvat noudattamaan Suomen ilmailusäädöksiä Suomen ilmatilassa lennettäessä. Maavoimat varaavat tarvittaessa erillisiä harjoitusalueita, joissa voidaan poiketa erikoisluvalla normaaleista säädöksistä. On olemassa erillisiä tapauksia joissa Maavoimilla on oikeus poiketa näistä säädöksistä. Myös ohjaajakoulutus noudattelee pitkälti siviilimääräyksiä, ne kun on osattava että yhteisessä ilmatilassa liikennöinti sujuu turvallisesti.

Suomen Maavoimiin hakeudutaan helikopteriohjaajaksi Ilmavoimien Reserviupseerikoulun Lentoreserviupseerikurssin kautta. Siellä valmistuvat helikopteriohjaajat suorittavat 362 vuorokautta kestävästä varusmiespalveluksensa. Koulutukseen kuuluu ilmailuteorian opetusta ja noin 40 lentotuntia Patria(Valmet) L-70 Vinka -alkeiskoulutuskoneella.

Kurssin jälkeen varusmiehillä on mahdollisuus hakea Ilmavoimien kadettikurssin ohjaajalinjalle, jonne hyväksytään vuosittain 15–20 hakijaa. Kadettikurssilla helikopteriohjaajat lentävät Vinkalla vielä noin 60 lentotuntia. Tässä vaiheessa kadetit jaetaan tulevan tehtävän mukaan eri linjoille; toiset jatkavat suihkukonekalustolla, toiset kuljetuskonekalustolla, ja helikopteriohjaajat siirtyvät lentämään helikoptereilla Helikopteripataljoonaan Uttiin.

Utissa helikopterikoulutus aloitetaan harjoitushelikopterilla MD 500 (Hughes McDonnell Douglas 500), jolla opetetaan helikopterilentämisen perusteet. Taktinen lentäminen ja varsinaiset kuljetushelikopterin tehtävän edellyttämät taidot opetetaan vielä toistaiseksi neuvostoliittolaisella Mi-8 kuljetushelikopterilla. Tulevaisuudessa jatkokoulutus tullaan antamaan uudella konetyypillä, NH90.

### **3 YLEISESTI KÄYTETYT KOULUTUSJÄRJESTELMÄT**

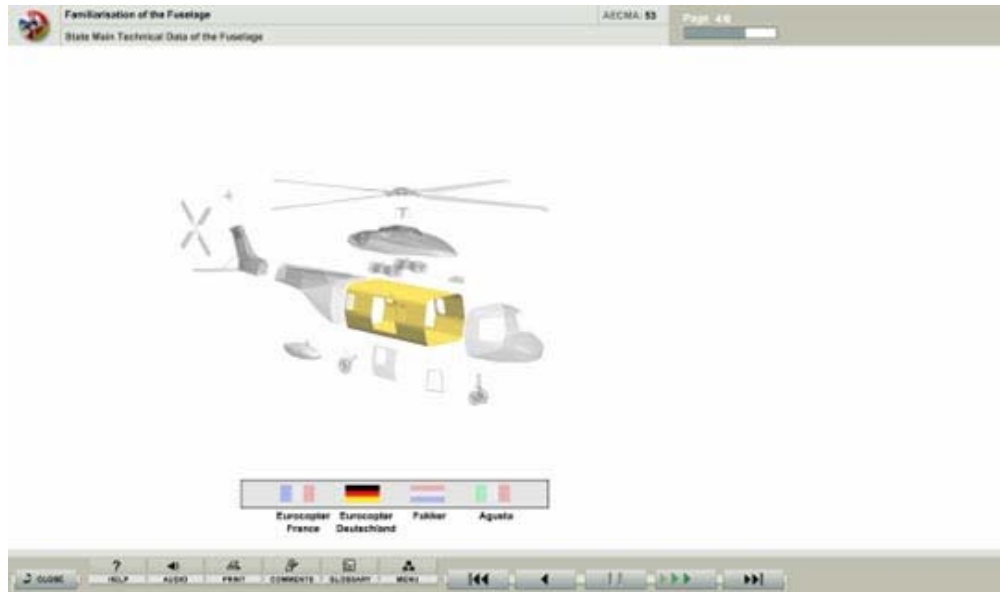
Tässä kappaleessa tullaan esittelemään yleisesti käytössä olevia tietokonepohjaisia koulutusjärjestelmiä joita käytetään ohjaajakoulutuksessa itse luokkaopetuksen ja lento-opetuksen lisäksi. Näillä järjestelmillä saadaan vapautettua lentolaitteet siihen tarkoitukseen, johon ne on tehty, lentämiseen.

#### **3.1 CBT (Computer Based Training)**

CBT:tä, toisinaan myös kutsuttu CAI:ksi (Computer Aided Instruction), käytetään teoriaopetuksen tukena. CBT on tietokoneella itsenäisesti tapahtuvaa opiskelua, jossa ohjelma opastaa, neuvoo ja vaatii oppilaalta tiettyjä asioita. Jokainen voi omaan tahtiin käydä saatua oppimateriaalia läpi. Ohjaajakoulutuksessa CBT:tä käytetään erityisesti järjestelmien toiminnan ja käytön opettamiseen. Ohjelma opettaa yksityiskohtaisesti, miten mikäkin toimii ja kuinka laitteita käytetään. Havainnollistamiseen käytetään usein kuvia, kaavioita, videoita ja ääntä.

CBT toimii ohjaajien tukena koulutuksen alusta asti kunnes, ohjaajat jäävät pois lentopalveluksesta. Ohjelman ääreen on aina helppo palata virkistämään muistia, jos ei ole täysin varma jostain yksityiskohdasta.

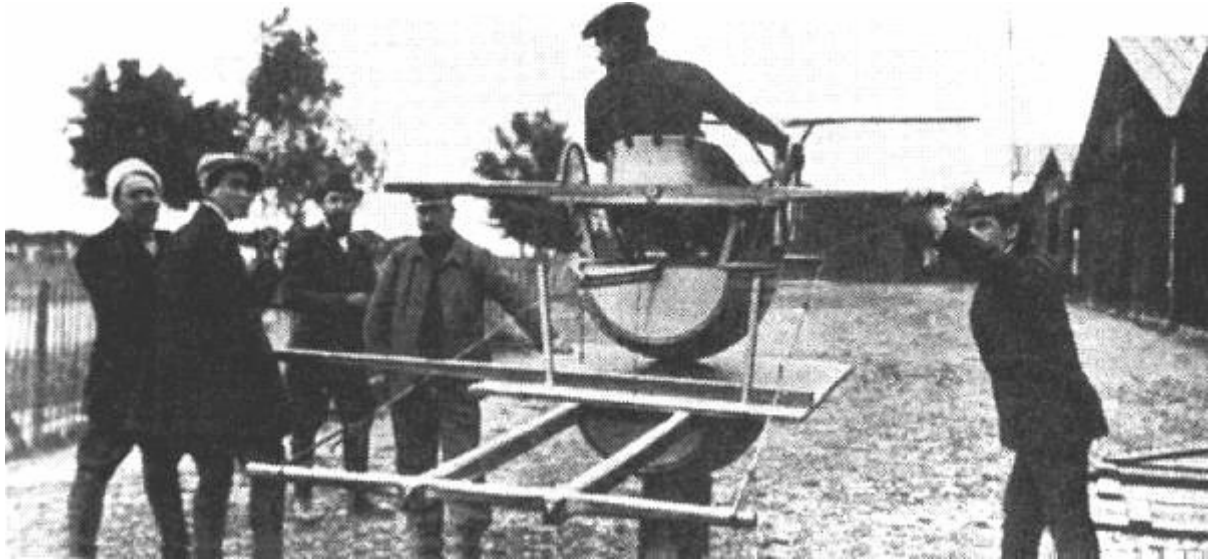
CBT auttaa myös vanhoja kokeneita ohjaajia siirtymään uusiin konetyyppeihin helposti. Kun lennettävää konetyyppiä modifioidaan, tulee koneeseen uusia järjestelmiä ja ominaisuuksia. CBT tulisi päivittää ennen koneita, jolloin lentävällä henkilöstöllä on mahdollisuus opetella ko. asiat hyvissä ajoin ennen modifioidulla koneella lentämistä.



Kuva 1 Kuvakaappaus NH90 CAI:sta /16/

## 3.2 Simulaattorit

Simulaattorilla pyritään luomaan autenttinen tuntu oppimiseen. Simulaattorilla pyritään jäljittelemään halutuilta osin aitoa laitetta. Jo lentämisen alkuaikoina osattiin hyödyntää simuloituja harjoituksia estämään lentäjiä kuolemasta ensilennoillaan. Kuvassa 2 on lentosimulaattori vuodelta 1910. Tässä on nähtävissä lentosimulaattoreiden alkupiste. Simulaattorit koostuvat nykypäivänä lähes poikkeuksetta tietokonesovelluksista, joihin on erinäisiä liityntöjä, joilla voidaan hallita simulaatiota ja simuloitavaa laitetta. Lentosimulaattorissa esim. tällainen liityntä on lentolaitteen hallintalaitteet. Yksinkertaisimmillaan hallintalaitteena toimivat tietokoneen normaalit hallintalaitteet, hiiri ja näppäimistö. Monimutkaisimmissa ratkaisuissa simulointi on viety niin pitkälle, että lentolaitteen ohjaamo on replikoitu täydellisesti kaikkine hallintalaitteineen ja näyttöineen.



**Kuva 2 Lentosimulaattori vuodelta 1910 /15/**

Lentosimulaattorit on nimensä mukaisesti tehty lentämisen simulointiin. Halvimmillaan lentosimulaattori on COTS-tuote (Commercial Off The Shelf) eli kaupallisesti saatavilla oleva tuote. Tästä hyvänä esimerkkinä on Microsoftin Flight Simulator, jonka saa kaupasta alle 100 € hintaan. Kalleimmillaan lentosimulaattori voi olla toiseen lentokoneeseen rakennettu replikoitu ohjaamo jostain muusta lentokoneesta. Esim. USAF:in (United States Air Force) Learjet- liikesuihkukoneeseen rakentama lentävä F-16 hävittäjäsimulaattori. On olemassa myös lentokoneen ruumaan rakennettuja simulaattoreita, joissa on oma visuaalinsa. Lentäjän simulaattorissa tekemät liikkeet välittyvät simulaattoria kuljettavan koneen ohjainjärjestelmään.

Lentosimulaattoreita käytetään moneen tarkoitukseen, joten niitä on myös räätälöitynä moneen tarkoitukseen.

FFS (Full Flight Simulator) on lentosimulaattori, jolla voidaan harjoitella kaikkia lentotiloja ja tehtäviä. FFS on pyritty tekemään hyvin autenttiseksi. Tähän on päästy usein pallon muotoisella visuaalilla, eli kuva heijastetaan lentäjän ympärillä olevalle pallon muotoiselle pinnalle, jolloin lentäjällä on mahdollisuus nähdä mahdollisimman aitona ympärillä olevat tekstuurit päätä kääntelemällä. Toisena toden tuntua merkittävästi lisäävänä elementtinä on hydraulisesti liikkuvalla alustalla tehty simulaattori (kuva 3). Alusta liikkuu lentäjän tekemien ohjausliikkeiden mukaisesti ja pyrkii näin luomaan illuusion oikeista lentotiloista. Liikealue ei tavallisesti ole montaa astetta, yleensä alle  $10^\circ$  kaikkien kolmen akselin suhteen. Tämä liikevara yhdistettynä simulaattorin visuaaliseen ympäristöön riittää antamaan kohtuullisen tuntuman simulaattorilentämiseen.



**Kuva 3 Thalesin Helikopteri Full Flight -simulaattori /12/**

Lentosimulaattoreista on olemassa kevyempiä versioita, lähinnä taktiseen harjoitteluun soveltuvia ratkaisuja. Nämä simulaattorit on varustettu neljällä tai vähemmällä tasomaisella visuaalikanavalla (kuva 4) tai jonkintasoisella kaareutuvalla tasonäytöllä. Myös etusektoria näyttävät puolipallot ovat käytössä. Nämä simulaattorit ovat liikkumattomia; niissä todentunutta liikehdintään saatetaan simuloida täristysjärjestelmällä. Näissä simulaattoreissa ei ole enää tarkoitus opetella peruslentämistä, vaan lentämiseen liittyviä menetelmiä ja taktista toimintaa.



**Kuva 4 Suomen ilmavoimien F/A-18 Taktinen lentosimulaattori /20/**



Lisäksi on monia harrastekäyttöön tehtyjä kaupallisia tietokonesovelluksia, pelejä. Näistäkin on tarjolla suuri kirjo. On realistisia lentosimulaattoreita, jotka toimivat täysin oikean lentokoneen tavoin. Realistiset liikenne- ja yleisilmailusimulaattorit ovat suuressa suosiossa harrastelentäjien keskuudessa. Microsoft Flight Simulator X on viimeisin kaupallinen merkittävä simulaattorijulkaisu. Siinä on todella realistiset maisemat ja ohjaamomallinnus, kts. kuva 5. Ohjaamomallit eivät ole vain valokuvia ohjaamoista, vaan niissä on toiminnalliset kytkimet ja näytöt, joita voidaan käyttää hiiren tai muun osoitinlaitteen avulla suoraan tekstuurista.

Myös sotilaslentosimulaattorit ovat yleisiä. Niillä pääsee tekemään sellaisia liikkeitä ja asioita, jotka eivät ole tarkoituksenmukaisia muissa simulaattoreissa, saati sitten oikealla lentokoneella ilmassa.



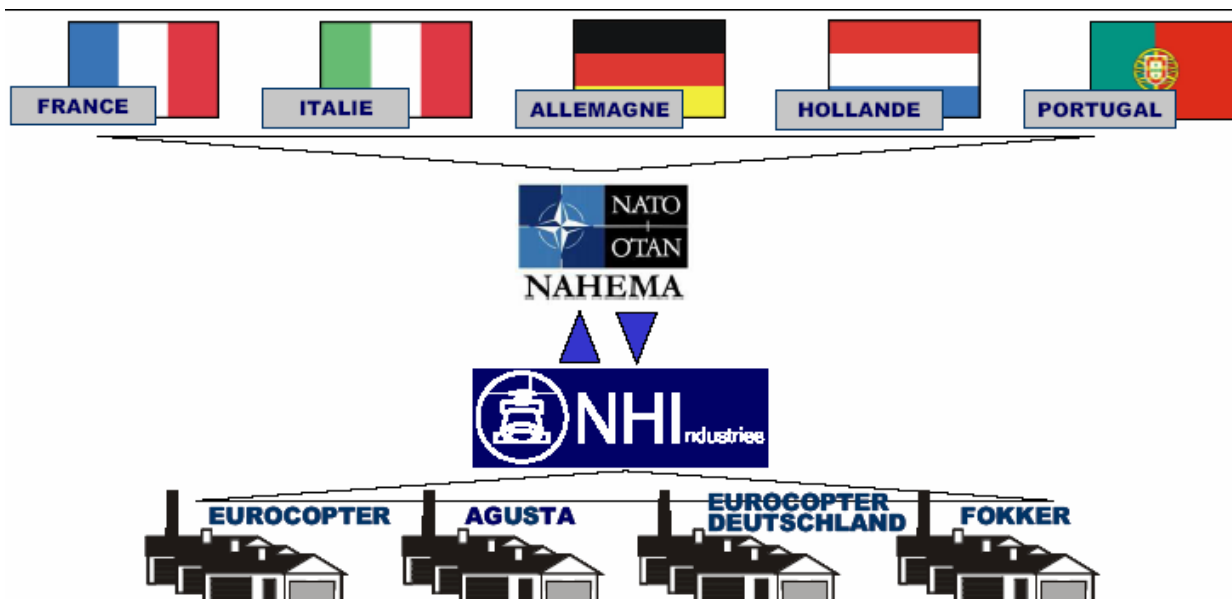
**Kuva 5 Kuvakaappaus MS Flight Simulator X -tietokonepelistä**

## 4 NH90:N HISTORIA /10/

Useiden eurooppalaisten NATO-maiden (the North Atlantic Treaty Organisation) puolustusvoimilla oli 1980-90-luvun vaihteessa tarve uudelle helikopterille. Tämän helikopterin tuli pystyä sekä meri- että taktisiin tehtäviin.

Teollisuuden taloudellisen sitoutumisen jälkeen Ranskan, Saksan, Italian ja Alankomaiden hallitukset allekirjoittivat MoU:n (Memorandum of Understanding) joulukuussa 1990 koneen täydestä kehittämisestä. Neljän osallistujan maan hallitukset perustivat NAHEMO:n (NATO Helicopter Management Organisation), joka käsittää ohjauskomitean ja NAHEMA:n (NATO Helicopter Management Agency). Nahema edustaa näitä neljää hallitusta ja ohjaa koko ohjelman toteutusta. Se on vastuussa NH90:n asejärjestelmän hyväksymisestä sekä pitää yhteyttä toimittajaan neuvottelujen, sijoittelun ja pääsopimuksien osalta.

Suunnittelusta ja kehityksestä vastuussa olevat neljä yritystä (AGUSTA, EUROCOPTER, EUROCOPTER DEUTSCHLAND ja FOKKER) allekirjoittivat yritysten välisen sopimuksen maaliskuussa 1992 ja perustivat yhteisesti riskinkantavan yrityksen NH Industries, varmistaakseen teollisen ohjelman hallinnon. Myöhemmin NAHEMA:an liittyi myös Portugal ilman teollista osuutta NHI:ssä.



Kuva 6 Nahema ja NHI /5 s.3/

## 5 NH90-TEKNIikka

NH90-helikopteria on kahta eri pääkonfiguraatiota: NFH (Naval Frigate Helicopter) laivastokäyttöön ja TTH (Tactical Transport Helicopter) kuljetuskäyttöön. Suomelle on tilattu 20 kappaletta TTH pääkonfiguraatiosta tehtyä TTT (Tactical Troop Transport Helicopter) helikopteria.



**Kuva 7 Suomen TTT-version sarjan ensimmäisen koneen KH-201 ensilennolla Ranskassa /10/**

NH90-helikopterissa on sähköinen ohjausjärjestelmä eli "fly-by-wire". Tämä nelinkertainen järjestelmä parantaa helikopterin liikehdintäkykyä ja vähentää painoa poisjäävien mekaanisten osien takia. Avioniikkajärjestelmä on Thalesin toimittama ja perustuu kaksinkertaiseen MIL-STD-1553B-digitaaliseen väylään. Viisi 8x8 tuuman värillistä monitoiminäyttöä hallitsee ohjaamon ilmettä (kuva 8). Helikopteri on varustettu Honeywell Primus 701A -säättökallalla /14/.



**Kuva 8 NH90:n ohjaamo /10/**

Avioniikkaan kuuluu osana kypäränäyttö ja -tähtäin, jossa on 40 asteen katselukulma. Samaa järjestelmää käytetään eräissä eurooppalaisissa taisteluhelikoptereissa. Kypäränäytöllä saadaan tärkeimmät lentotiedot lentäjän näkökenttään nähtäviksi riippumatta siitä, mihin hän katsoo. Näin lentäjälle vapautuu huomattavasti enemmän aikaa seurata maastoa ja keskittyä itse lentotehtävään. /14/

NH90 on suunniteltu toimimaan kaikilta mahdollisilta alustoilta, sekä kovilta ja hyviltä alustoilta että maaston aukeapaikoista. Suunnittelussa on otettu huomioon sotilaskuljetushelikopterin vaatimukset. /10/

EMI (Electromagnetic interference) ja EMC (Electromagnetic compatibility) eli elektromagneettisen häirintä ja elektromagneettinen yhteensopivuus on otettu erääksi suunnittelulähtökohdaksi. Komposiittirakenne antaa oivat mahdollisuudet EMI- ja EMC-asioissa, koska komposiittirakenteeseen on helppo lisätä rakenteen keskelle erilaisia metallisia kalvoja. /10/

Oleellista on kyetä nousemaan ja laskeutumaan yö- ja päiväaikaan sekä todella huonoissa sääolosuhteissa. NOE (Nap of the earth) eli maanpinnan läheisyydessä tapahtuva lentäminen ja eturintaman tuntumassa tapahtuva lentäminen ovat olleet tavoiteltuja ominaisuuksia. Alhaisiin huoltokustannuksiin ja laajaan saatavuuteen on pyritty toiminnan takaamiseksi.

#### OMINAISUUDET /11/

- Max lentoonlähtöpaino 10600 kg
- Nopeus 260 km/h
- Max nousunopeus 8,7 m/s
- Mitat: pituus 19,56 m, leveys 16,3 m, korkeus 5,44 m
- Kuorma: sisäpuolinen n. 2500 kg, ulkopuolinen n. 3000 kg
- Max jatkuva teho 1661 kW
- Toiminta-aika 4 h 35 min
- Toimintamatka n. 800 km
- Suurin polttoainekuorma 2000 kg
- Aseistus: 7.62 konekivääri MG 3 asennettuna oveen (2 kpl)
- Miehistö: hyväksytty mittarilentämiseen yhdellä ohjaajalla
- Valmistusmaa monikansallinen (Ranska, Saksa, Alankomaat, Italia)

#### MODERNIT AVIONIKKAJÄRJETELMÄT/11/

- Pimeänäkölasit, NVG (Night Vision Goggles)
- Infrapunakamera eteenpäin, FLIR (Forward Looking Infrared)
- Säättutka
- Digitaalinen karttatietokone, DMG (Digital Map Generator)
- Kypärään asennettu tähtäin ja näyttö, HMS/D (Helmet Mounted Sight and Display)

#### ELEKTRONISEN SODANKÄYNNIN JÄRJESTELMÄT/5 s.19/

- Tutkavaroitin, RWR (Radar Warning Receiver)
- Laservaroitin, LWR (Laser Warning Receiver)
- Ohjuslaukaisuvaroitin, MLD (Missile Launch Detector)
- Omasuojajärjestelmä
  - o Silpun heitin
  - o Soihdun heitin

## 5.1 Tactical Transport Helicopter

NH90 TTH-versio on tarkoitettu lähinnä jalkaväkitaistelijoiden taktiseen kuljettamiseen. Jopa 21 sotilasta voidaan kuljettaa kerralla. Toinen päätehtävä on materiaalin kuljetus. Painolastia voidaan ottaa noin 4000 kg. Search and Rescue (SAR) on eräs tärkeistä rooleista, jota kuljetushelikopterilla voidaan suorittaa. /10/

Toissijaisina tehtävinä voidaan pitää sairaankuljetusta, erikoisoperaatioita, helikopteriin sijoitettua lentokykyistä johtokeskusta, laskuvarjohyppäämistä sekä VIP- eli erittäin tärkeiden henkilöiden kuljetusta. /10/

Erikoisjoukkoja voidaan laskea NH90 TTH-helikopterista maahan helikopterin maata koskematta kahdella eri tavalla:

- Rapellingiksi kutsutussa tavassa helikopterista laskeudutaan kiinteää köyttä pitkin valjaiden ja köysijarrujen avulla
- Fast Ropingiksi kutsutussa tavassa laskeudutaan helikopterista paksumpaa köyttä pitkin jarruttaen vain laskeutujan omilla käsillä ja jaloilla. Tämä on nopeampi, mutta myös vaarallisempi tapa laskeutua./21/



**Kuva 9 Merijalkaväen sotilaita laskeutuu fast roping- tavalla CH-46E Sea Knight helikopterista /21/**

## **5.2 Naval Frigate Helicopter /14/**

NFH:n päätehtävät ovat Anti-Submarine Warfare (ASW) eli sukellusveneiden vastainen sodankäynti ja Anti-Surface Ship Warfare (AsuW) pinta-alustenvastainen sodankäynti.

ASW-roolissa voidaan laskea mereen kaikuluotauspoijuja ja tunnistaa sukellusvene. Tämä mahdollistaa havaittujen vedenalaisten laitteiden seurannan ja torpedoinnin. Suurempien alueiden nopeaan seulontaan on kehitetty vaijerilla laskettava kaikuluotain joka voidaan laskea veteen, todeta tilanne, nostaa ylös ja siirtyä seuraavaan kohtaan toistamaan operaatio.

AsuW-roolissa NFH-helikopteri kykenee havaitsemaan, seuraamaan, luokittelemaan ja tunnistamaan sekä hyökkäämään vihamielisiä pinta-aluksia kohtaan.



Toissijaisia tehtäviä ovat ilmatorjunta Anti-Air Warfare (AAW), Vertical Replenishment (VERTREP) eli tavaroiden kuljetus laivalle tai laivalta, pelastustoiminta eli Search and Rescue (SAR), joukkojen kuljetus ja miinojen pudottaminen.

NFH:n ja TTH:n miehistössä on merkittävä ero. Lentäjien lisäksi on NFH:ssa Tacco (the tactical coordinator responsible for mission management) taktinen koordinoija ja Senso (sensor systems operator) sensorijärjestelmäoperaattori.



**Kuva 10 NH90 NFH laivan kannelle laskeutuneena /10/**

## 6 KOULUTUSJÄRJESTELYT

Tässä kappaleessa käydään läpi NH90 koulutusjärjestelyjä hankkijamaiden kesken. Eri mailla on erilaisia vaatimuksia ja toteutustapoja. Toisilla koulutus on ostettu osana helikopterikauppaa, toiset kouluttavat itse.

### 6.1 Nykyiset

NH90-tuotanto on alkanut, ja asiakkaat odottavat innolla ensimmäisiä koptereita lentopalvelukseen. Lentäjät ovat valmiina lentämään uutta lentolaitetta. Seuraavaksi esitellään, miten Suomi ja muut maat ovat hoitaneet ensimmäisten lentäjien koulutuksen, vaikka uusia helikoptereita ei juuri ole ollut käytettävissä.

#### 6.1.1 Suomessa

Ensimmäiset NH90-helikopterilentäjät saivat peruskoulutuksen siviililentokoulussa. Tätä seurasi helikopterikoulutus Utissa helikopteripataljoonassa. Aluksi opeteltiin helikopterilentämistä McDonnell Douglas MD500-harjoitushelikopterilla. Kun helikopterilentäminen oli edennyt tarpeeksi pitkälle, oli aika siirtyä kahden ohjaajan helikopteriin, joka tässä vaiheessa vielä oli vanha neuvostoliittolainen Mi-8. Osa lentäjistä kävi Defence Helicopter Flying Schoolissa Englannissa. Englannista haettiin oppia suurvallan toimintatavoista ja kuljetushelikopterin taktisesta lentämisestä. /2 s.48/

Nyt koulutus tapahtuu varusmiespalveluksen kautta Ilmavoimien Ilmasotakoulussa Tikkakoskella. Tikkakoskella lentokoulutuksen järjestää Patria Training -liiketoiminta. Kalustona peruskoulutuksen aikana on Valmet Vinka L-70. Peruskoulutuksen jälkeen seuraa helikopterilennonopetus, joka tapahtuu MD500-kalustolla. Tästä eteenpäin jatkokoulutus annetaan NH90-kalustolla. Ennen NH90-vaihetta opetellaan yönäkölaseilla (NVG) lentäminen ja ohjaajien välistä työskentelyä ohjaamossa. /2 s.50/

NH90 koulutuksen tärkeä vaihe on Computer Aided Instruction (CAI) eli opettajajohtoinen tietokoneavusteinen opiskelu, joka on tietokonepohjainen perehtymisväline. PTT eli Part Task Trainerilla jatketaan harjoittelua simuloitussa ohjaamoympäristössä. /2 s.50/

### **6.1.2 Muissa maissa**

Muissa NH90-hankkijamaissa on tällä hetkellä hyvin Suomen kaltainen tilanne. Ranskassa koulutusta antaa EC, ja näille kursseille osallistuu kaikkien hankkijamaiden miehistöä. Lentoharjoittelua ei millään mailla ole käytännössä ollenkaan. /13/

## **6.2 Suunnitellut**

NHI:llä on tarkoituksena tarjota kokonaisvaltaista koulutusratkaisua, joka sisältäisi kaiken koulutuksen NHI:n jotenkin hallinnoimana. CAI tulisi helikopteritoimittajalta EC:lta. PTT:n toimittaa EC. CAI ja PTT ovat koulutuskäytössä Eurocopter trainingillä ja PTT ainakin suomella. Lennonharjoituslaitteiden hankinta on sen sijaan jäänyt pahasti jälkeen, eikä laitetta ole saatu määriteltyä. Monet maat ovatkin lähteneet tai harkinneet lähtevänsä hankkimaan näitä laitteita omin voimin.

Näköpiirissä on vain kahdenlaisia lentoharjoituslaitteita, joita NH90-maat saattaisivat hankkia. FFS ja kevyempi harjoittelulaite, joka täyttää JAR-Std-2(H) ja JAR-Std-3(H) vaatimukset. Volker Gollnick kertoo teoksessaan, että kevyempi laite täyttäisi sekä tyyppikohtaisen JAR-Std-2(H) ja geneerisen JAR-Std-3(H) -harjoittelulaitteen määritteet. Hän toteaa myös että suunnistusharjoituslaitteella saatavat lentotunnit olisivat päteviä, tulee II ja III tason FNPT-laitteen olla tyyppikohtainen. /1 s.48-4/

Laitteita siis tulisi koulutuksessa olemaan vain kahta tyyppiä, kevyempi laite navigointi- ja taktiseen harjoitteluun ja FFS kokonaisvaltaiseen harjoitteluun.

### 6.2.1 Suomen ja Ruotsin yhtenevät tarpeet

Suomen Puolustusvoimat ja Ruotsin Puolustusvoimien FMV(Försvarets materielverk) aikovat jättää yhteisen tarjouspyynnön taktisesta lentosimulaattorista vuonna 2007. Suomella ja Ruotsilla tulee olemaan yhteinen tarjouspyyntö, mutta hankinnan tulee kumpikin maa tekemään erikseen. /5/

Ranskan puolustusministeriö on esittänyt tietokyselyn (Demande d'information) 7.12.2006 koulutuslaitteista. Medium Range Training Device (MRTD) on osana Ranskan pyyntöä, kevyempänä harjoittelulaitteena. MRTD:n määrittely saattaa vastata suurilta osin Suomen ja Ruotsin tulevassa tarjouspyynnössä määrittelemää taktista simulaattoria. Koska hankkijamaita on ainakin tässä vaiheessa jo kolme, on todennäköistä että markkinoilla tulee olemaan useita simulaattoritarjoajia ja myöhemmässä vaiheessa toimittajia. /3/

Useampi hankkijamaa helpottaa asiakkaan roolia hankinnassa, ainakin rahallisesti kehityskulujen jakautuessa useammalle maksajalle. Asiakkaalla on monta vaihtoehtoa ja tarjoajaa joiden kanssa voidaan räätälöidä sopiva simulaattori ja valita se, joka parhaiten sopii tarpeisiin.

Tarkoituksena on hankkia sekä Suomelle että Ruotsille vähintään yksi kappale näitä harjoitteluvälineitä jo olemassa olevien rinnalle. Näillä simulaattoreilla voidaan harjoitella taktista lentämistä ja lentotehtäviä sekä -menetelmiä. Varsinaisen FFS:n korvaajaksi näistä ei ole itse lentämisen harjoittelussa. FFS tunteja on simulaattorin toimittamisen jälkeenkin ostettava tietty määrä vuosittain ulkomaisilta toimittajilta. FFS tunteja tarvitaan esim. hätätoimenpiteiden harjoitteluun, koska ne ovat liian riskialttiita oikealla helikopterilla suoritettaviksi.

FFS:n hankkiminen 20 helikopterin maahan on liian kallista, ja käyttöaste jäisi ainakin omalla lentäjäkunnalla pieneksi. Vähäiset FFS-tunnit on syytä hankkia ulkopuolisilta toimittajilta.

### 6.2.2 Yksityisrahoitteinen ratkaisu

NHIndustries valitsi koulutuslaitteiden toimittajaksi tammikuussa 2004 CAE-Thales konsortion. Tämän konsortion koulutuslaitteiden toimittaminen ja määrittäminen on ollut hankalaa, koska sen tekniseen määrittelyyn osallistuu suuri joukko ostajamaita. Samasta syystä prosessi on pitkittynyt huomattavan pitkäksi. Tämä on aiheuttanut hermoilua ostajamaiden keskuudessa, koska tarve koulutuslaitteille on nyt, ja tätä vauhtia toimitukset menevät pitkälle ensi vuosikymmenelle.

Saksa ensimmäisenä maana hylkäsi NHI:n ohjelman ja päätyi omaan ratkaisuun. Tammikuussa 2005 Saksa solmi 488 M€ sopimuksen Helicopter Flight Training Services (HFTS) -konsortion kanssa neljästä FFS-laitteesta. HFTS konsortioon kuuluvat CAE, Eurocopter Deutschland GmbH, Rheinmetall Defence Electronics ja Thales. Jokainen yhtiö omistaa 25 % konsortiosta. Saksalle toimitetaan laitteet vuoden 2008 alkupuolella, ja koulutus pääsee alkamaan näillä koulutuslaitteilla jo vuoden 2008 kesällä. Koulutus jatkuu aina vuoteen 2022 PFI-sopimuksena (Private Financial Initiative) eli yksityisrahoitteisena hankkeena. Samaan aikaan kun Saksalla on jo käytössä uudet koulutuslaitteet, ei muilla mailla ole vielä mitään. /22/

Ruotsi mainitsee esitiedotteessaan etsivänsä yksityisrahoitteista ratkaisua/5/. Tällainen ratkaisumalli on yksi vaihtoehto myös Ranskalle ja Suomelle. Todennäköisesti Saksa tulee olemaan merkittävä FFS-tuntien myyjä, ainoana FFS-laitteen rakennuksesta tilauksen tehneenä maana. Todennäköisesti päädytään Suomen, Ruotsin ja Ranskan kaltaisiin taktisiin simulaattoreihin ja itse FFS-tunnit ostetaan Saksasta. Ruotsilla ei ole halua eikä tarvetta rakentaa omaa FFS-laitetta vaan tunnit tullaan ostamaan Flight Training Services GmbH (HFTS) -yhtiöltä Saksasta./5/

## 7 KOULUTUSVÄLINEET

Koulutusvälineistö tulee koostumaan pääpiirteittäin seuraavista osista: Part Task Trainer, Computer Aided Instruction, Computer Based Training, taktinen lentosimulaattori ja Full Flight simulator. Osa tuotteista on jo valmiina, osasta on vasta alustavia hahmotelmia olemassa.

### 7.1 Nykyiset koulutusvälineet

Koulutusvälinehankinnat ovat meneillään, ja markkinoilla on vain muutamia valmiita ratkaisuja tarjolla. Lähinnä kevyimmät harjoitteluvälineet eli Part Task Trainer (PTT) ja CAI ovat jo helikopterivalmistajan toimesta kaupan, raskaammat koulutuslaitteet ovat vasta hankintavaiheessa.

#### 7.1.1 Part Task Trainer

Part Task Trainer (PTT) on interaktiivinen avioniikkasimulaattori, jolla voidaan perehdyttää henkilöstöä avioniikan toimintaan ja ohjaamotöihin. PTT pyörii kahdella kaupallisella PC-tietokoneella, jotka tuottavat kuvaa neljälle näytölle (Kuva 11). Tämä simulaattori on Eurocopterin, helikopterin päävalmistajan, omaa tuotantoa. PTT:tä käytetään Ranskassa, Saksassa, Italiassa ja Suomessa. Simulaattoria käyttävät lentäjät omissa yksiköissään kotimaassaan. PTT:n avulla he voivat opetella helikopterin päätoimintoja ja järjestelmiä. Vaikka myös hallintalaitteita voidaan käyttää hiirellä ja saada helikopteri lentämään, ei tätä voida käyttää itse lentämisen harjoitteluun. Autopilotilla lentäminen kyllä onnistuu, ja nähdään, kuinka helikopterin järjestelmät tällöin toimii. Kuvassa 11 on Suomen PTT:n näyttölaitteet, joissa simuloitua kuvaa helikopterin ohjaamosta./13/



**Kuva 11 Kuva Suomen Armeijan PTT:stä /2 s.50/**

PTT:n etu on sen edullisuudessa. Koska monet menetelmät vaativat moottoreiden käyttämistä, ei kannata opetella niitä menetelmiä oikealla helikopterilla, koska käyvä moottori kuluttaa polttoainetta. Lisäksi jotkin menetelmät ovat harjoiteltavissa vain lennon aikana, ja silloin pitää jo tietää mitä tekee, eli menetelmät harjoitellaan ensin maassa PTT:llä. Lentäessä kun on aina se riski, että tekee jotain väärin tai ei keskity itse lentämiseen, jolloin voi vaurioittaa tai tuhota kalliin helikopterin ja lentäjät. /13/

PTT:ssä on normaalitoimintojen lisäksi simuloitu erinäisiä epänormaaleja tilanteita. Näiden simuloinnilla voidaan opettaa lentäjälle, miten kussakin tilanteessa pitää toimia.

### **7.1.2 NH90 EC-CAI**

Eurocopter on kehittänyt oman NH90 CAI:n. Sitä käytetään Eurocopter trainingin koulutusohjelmassa. Ranskan RFI:stä (Request for Information) CAI on yhtenä kohtana. On oletettavaa, että ainoastaan helikopterivalmistajalla on kyky tehdä kattava CAI käytävissä olevan tietotaidon takia. Kilpailijoiden on hankala lähteä kehittämään tätä vastaavaa järjestelmää lähtötietojen kohtuullisen suuren myyntihinnan vuoksi. /13/

Eurocopter on vahvoilla CAI:n toimittajakilpailussa jo valmiin tuotteensa kanssa. Muilla ei ole muuta tarjottavaa kuin pitkiä toimitusaikoja ja CAI:n tarve, kuten kaiken muunkin harjoittelulaitteiston tarve on nyt.

## 7.2 Suunnitellut

Suunnitteilla on kevyiden harjoitusvälineiden lisäksi raskaampia mekaanisia laitteita. Lentosimulaattoreille on tällä hetkellä kahdenlaista tarvetta. Tarvitaan FFS ja kevyempi lentoharjoittelulaite. Molemmat laitteet on määritelty kattavasti Ranskan tietokyselyssä.

Tämä tiedustelu ei kuitenkaan määritä tulevia harjoituslaitteita, ne ovat vain Ranskan toiveet kyseisistä laitteista. Liitteessä 2 on nähtävillä Ranskan tiedustelupyynnön englanninkielinen osio, josta selviää heidän toiveensa.

### 7.2.1 Full Flight Simulator

FFS:ssä tulisi olemaan helikopterin ohjaamon täydellinen kopio, sen mukaan kumman helikopterin simulaattori on kyseessä. Ohjaamon tulisi sijaita suljetun kupolin sisällä, joka on asennettu hydraulisten toimilaitteiden päälle. Näin laite tulisi olemaan liikkuva ja liikkeen tulisi jäljitellä tarkasti simulaattorin lentotiloja. /5 s.6/

Erityisesti simulaattorissa tulisi olla projektiójärjestelmä, joka sisältää kankaan, jolle maisema projisoidaan. /5 s.6/

Opettajan työaseman, Instructor Operating Station (IOS), pitäisi olla FFS:n yhteydessä. Se mahdollistaa opettajan valvoa harjoitusta IOS:ilta. Opettajalla on mahdollisuus muuttaa maisemaa ja tehtävää kesken tehtävän työasemaltaan. /5 s.6/

### 7.2.2 Medium Range Training Device

MRTD (Medium Range Training Device) on harjoittelulaite, jolla on tarkoitus harjoitella taktisia menetelmiä ja asioita ohjaamoympäristössä. Tässä harjoittelulaitteessa tulisi olla tehtävänvalmisteluominaisuudet. /5 s.7/

MRTD eroaa ulkoisilta ominaisuuksiltaan FFS:sta ainoastaan visuaalin ja liikejärjestelmän osalta. Visuaali on rajoittuneempi katselualaltaan ja liikejärjestelmää ei ole.

Työn aikana pohdittiin MRTD:n tai vastaavan kevyemmän taktisen harjoittelulaitteen ominaisuuksia ja mahdollisia toteutustapoja. Tämä osio on eriytetty liitteeksi 5.



## 8 ASIAKKAAN TARPEISTA TEHTY SELVITYS

### 8.1 Työn tavoite

Tässä työssä lähtökohtana oli antaa Patria Systemsille pohjatietoa, jotta se pystyisi olemaan hankinnoissa mukana, kun Suomelle ja muille NH90-kuljetushelikopterin hankkineille maille aletaan luoda koulutusjärjestelmiä. Itse toimin Patria Systems -liiketoiminnassa Life Cycle Support -tuotelinjan alla Training Systems -tuoteryhmässä. Training Systemsin tavoitteisiin kuuluu osallistua tietokonepohjaisten koulutusjärjestelmien ylläpitoon ja kehitykseen. Mielestäni tämä työ on antanut Patrialle hyvää pohjatietoa ja avartanut helikoptereiden koulutusjärjestelmien maailmaa. Liikkuvasiipiset lentolaitteet ovat koulutuksellisesta näkökulmasta Patrialle uusi aluevaltaus, ja tämän alueen päänavauksessa on tällä työllä oma merkityksensä.

### 8.2 Työn kulku

Työ alkoi hiljalleen vuoden 2006 joulukuussa aiheen valinnalla. Aiheen selvittyä alkoi työ perusteista. Ensimmäiseksi piti tutustua itselleni aiemmin tuntemattomaan lentolaitteeseen NH90. Helikopterin valmistajan internetsivuilta pääsi hyvin alkuun, ja lehtiartikkelit aiheesta auttoivat myös tässä työssä.

Mahdollisen simuloitavan laitteen tultua tutuksi jollain tasolla oli aika siirtyä koulutuslaitteiden maailmaan. Tutustuminen alkoi CAI- ja PTT-maailmasta. Lähinnä siksi, että nämä tuotteet olivat jo valmiina NH90-helikopteriin ja niistä löytyi hyvin lähdetietoa.

Tammikuussa 2007 pääsin tutustumaan helikopteripataljoonaan Utissa ja kuulemaan loppukäyttäjän tarpeita taktisesta lentosimulaattorista.

Tietokoneilla toimivien harjoitusvälineiden tultua tutuksi oli aika pureutua varsinaisen työn tavoitteen mukaisiin tuotteisiin, FFS:ään ja MRTD:hen. Näiden laitteiden tutkiminen oli verrattain hankalaa, koska kyseisiä laitteita ei ole olemassa. Apuna käytettiin saatavilla olevia tietokyselyjä, tarjouspyyntöjä ja lehtiartikkeleita. FFS oli näistä sinänsä helpompi, koska sellaisesta oli tehty jo tilaus saksalaisten toimesta. Toimitus näille saksalaisten tilaamille laitteille tosin on vasta vuonna 2008, ja dokumentaatiota niiden teknisistä ominaisuuksista ei ole saatavilla. Ranskan tietokysely valottaa kaikkien harjoittelulaitteiden

vaatimuksia hieman. Tämä dokumentti määrittää, millaiset ovat ranskalaisten toiveet kyseisistä laitteista.

Kun loppukäyttäjien tarpeet oli saatu selvitettyä, sillä tasolla mikä oli mahdollista ilman RFP:tä, oli aika siirtyä tutkimaan, miten tällaisia laitteita voitaisiin toteuttaa. Tähän työhön on liitetty luottamukselliset LIITTEET 1 ja 5, jotka sisältävät simulaattorin rakenteen ja teknisten ratkaisujen vertailua ainoastaan MRTD-laitteen osalta.

## 9 SAAVUTETUT TULOKSET

Työn tavoitteiden saavuttamiseksi tietoa kerättiin lukuisista muistakin lähteistä kuin lähdeluettelossa on ilmaistu. Näitä lähteitä ei kuitenkaan voida julkaista, eikä niitä ole käytetty varsinaisen raportin kirjoittamisen lähteinä. Työllä saatiin laajennettua Patrian ymmärrystä helikoptereiden koulutusjärjestelmistä. Mahdollisuudet toteuttaa lentoharjoituslaite, yksin tai yhdessä muiden alan toimijoiden kanssa, kartoitettiin yleisellä tasolla.

Työ saavutti tavoitteensa hyvin. Työn aikana saatiin hyvin esille loppukäyttäjien tarpeet kohtuullisen tarkasti. Mahdolliset tekniset ratkaisutkin kartoitettiin ja kohtuullisella tarkkuudella saatiin kuva siitä, millainen lentoharjoituslaite saattaisi vastata asiakkaan tarpeita.

Työtä aloittaessa minulla oli usko siihen että työn aikana julkaistaisiin Suomen ja Ruotsin RFP. Tätä ei kuitenkaan työn aikana saatu julkaistua. Mikäli se olisi ollut käytettävissä, olisi Suomen puolustusvoimien tarpeet saatu selville huomattavasti paremmin.

Työ täytti myös omat tarpeeni tutkintotyöstä. Halusin sopivan haastavan työn, ja tämä työ antoi haasteita riittämiin, lähinnä tiedon saannin vaikeuden takia ja erilaisten teknisten ratkaisuiden luomien mahdollisuuksien takia.

## LÄHTEET

### Painetut lähteet

1. Gollnick, Volker. Training Systems for Advanced Rotorcraft-The Role of the Helicopter Manufacturer, National Aerospace Laboratory NLR. Amsterdam 2002.
2. ILMAILU-lehti 12/2006, Suomen Ilmailuliitto
3. République Française, Ministère de la Défense, Demande D'information 7.12.2006
4. JAR FCL-2 ohjaamomiehistön lupakirjat (helikopterit) 1.9.2003
5. FMV, notice, Training for Swedish NH90 Crews. 14.2.2007
6. Helikopter-lehti 1/2006, Swedish Armed Forces

### Painamattomat lähteet

7. Jämsen, Kimmo, tuoteryhmäpäällikkö. Keskustelut 2006–2007. Patria Oyj. Jämsä.
8. Hakavuori, Tuure, markkinointijohtaja. Keskustelut 2006–2007. Patria Oyj. Jämsä.

### Sähköiset lähteet

9. Patria Oyj. [www-sivu]. [viitattu 24.1.2007] Saatavissa:  
<http://www.patria.fi/index2.htm>
10. NHIndustries. [www-sivu]. [viitattu 24.1.2007] Saatavissa:  
<http://www.nhindustries.com/index.php>
11. Utin Jääkäriyrykmentti. [www-sivu]. [viitattu 1.2.2007] Saatavissa:  
<http://www.mil.fi/maavoimat/joukot/utjr/index.dsp>
12. Thales Services, Training & Simulation. [www-sivu]. [viitattu 28.2.2007]  
Saatavissa: [http://www.thales-is.com/services/services\\_training.html](http://www.thales-is.com/services/services_training.html)
13. Eurocopter, Services, Training. [www-sivu]. [viitattu 28.2.2007] Saatavissa:  
<http://www.eurocopter.com/jrotor/67/nh90-training.html>

14. The website for the defence industries - airforce. [www-sivu]. [viitattu 28.2.2007]  
Saatavissa: <http://www.airforce-technology.com/projects/nh90/>
15. Nettiartikkeli, [www-sivu]. [viitattu 1.3.2007]  
<http://lwn.net/2000/features/flightgear.php3>
16. Nettiartikkeli, X-pulse [www-sivu]. [viitattu 1.3.2007] <http://www.x-pulse.de/referenzen/eurocopter.php>
17. Point of existence, tietokonepeli [www-sivu]. [viitattu 20.3.2007] Saatavissa:  
<http://www.pointofexistence.com/>
18. Frasca, [www-sivu]. [viitattu 21.3.2007] Saatavissa: <http://www.frasca.com/>
19. Antycip, [www-sivu]. [viitattu 2.4.2007] Saatavissa:  
[www.antycip.com/fr/images\\_db/vp\\_marine\\_overview\\_v1\\_2\\_2\\_SIMU\\_UK.pdf](http://www.antycip.com/fr/images_db/vp_marine_overview_v1_2_2_SIMU_UK.pdf)
20. Suomen Ilmavoimat, [www-sivu]. [viitattu 2.4.2007] Saatavissa:  
<http://www.ilmavoimat.fi/>
21. Wikipedia, fast roping [www-sivu]. [viitattu 3.4.2007] Saatavissa:  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Fast-roping>
22. TSJOnline.com [www-sivu]. [viitattu 11.4.2007] Saatavissa:  
<http://www.tsjonline.com/story.php?F=609628>
23. Advanced Rotocraft Technology [www-sivu]. [viitattu 4.5.2007] Saatavissa:  
<http://www.flightlab.com/>

## **LIITTEET**

1. Tyypillinen työpaketijako simulaattoreissa (luottamuksellinen)
2. Englanninkielinen osa Ranskan puolustusministeriön koulutusväline määrittelystä NH90 kuljetushelikopterille.
3. Helikopterisimulaattoreiden tekniset määrittelyt JAR-STD 1H:sta
4. Helikopterilentoharjoittelulaitteiden tekniset määrittelyt JAR-STD 2H:sta
5. NH90 Harjoituslaitteen määrittely (luottamuksellinen)

## 6 DESCRIPTION DES FONCTIONNALITES EN LANGUE ANGLAISE

### 6.1 FFS

- The FFS shall be a JAR FSTD H FS Level C (in option level D)
- The FFS shall replicate the real helicopter, including all its systems and sub-systems, in terms of behaviour, functionality's, accuracy's, limitations and failure characteristics.
- The simulator shall be designed to present accurate simulation of all conditions, normal and abnormal, pertinent to operational and training procedures, including emergency manoeuvres and procedures. All simulator system data, sensor data and databases shall be fully integrated and correlated.
- The FFS is controlled and monitored by an instructor, who can be positioned outside the simulator or onboard behind the crew.
- The cockpit equipment (and simulation of external formation lights) shall be NVG compatible in so far as the helicopter is NVG compatible.
- The FFS shall be designed on a modular basis to enable the simulation computer, instructor operator station, external vision system and motion system to be used.
- The operation sequences and relevant system responses shall make a realistic impression.

The cockpit shall have the right dimensions, the flight controls shall simulate realistic control pressure and the man/machine interface shall have realistic appearance and shall simulate a credible tactical experience.

- A realistic combat scenario shall be simulated with a wide enough variety of different scenario elements drawn from own and hostile forces (air, surface/ground and subsurface)

and showing interaction with on-board self-defence systems and weapons.

The system shall have a replay capacity (including RCT for FMFS NFH) for debriefing purposes.

Shall be simulated:

- The Helicopter Flight Loop, General Vehicle System and Core Systems
- The propulsion / engine system
- The behaviour of the hydraulic system
- The fuel management effects
- The communication and navigation equipments
- The navigation systems

The simulator shall be equipped with a **common** module consisting of the following elements:

- Simulation Control Software
- Simulation HW,
- Meteorological Environment Simulation
- OTW and Sensor Visual System,
- a Motion system with 6 degrees of freedom,
- a Vibration System,
- a Control Loading System,
- a Sound Simulation System,
- a Data Recording System,
- an Instructor Operator Station and Briefing/Debriefing Facility.

The simulator shall be equipped with a **specific** module consisting of the following elements:

FFS TTH :

- The TTH mission systems
- The TTH sensors and tactical modules (in option OWS)

FFS NFH :

- The NFH mission systems
- The NFH sensors and tactical modules taking into account environmental conditions (optronic, electromagnetic, radio-transmission and acoustic (active and passive))

## 6.2 RCT

A full replica of the N1 variant of the NFH console with all functionality's to achieve TACCO and SENSO training objectives and tasks. It can be operated standalone or coupled to the FFS.

The NFH RCT shall replicate the SENSO console of the real helicopter, including all its systems and sub-systems, in terms of behaviour, functionality's, accuracy's, limitations and failure characteristics. There is no need of accurate representativity for the cabin; only the lighting shall represent day and night conditions. The simulator shall be designed to present accurate simulation of all conditions, normal and abnormal, taking into account environmental conditions (optronic, electromagnetic, radio-transmission and acoustic (active and passive)), pertinent to operational and training procedures, including emergency manoeuvres and procedures. All simulator system data, sensor data and databases shall be fully integrated and correlated.

## 6.3 MRTD

The MRTD shall be a JAR FSTD H FNPT Level III (in option FTD level 3) with all the capabilities of the FFS, the motion system with 6 degrees of freedom excepted.



The field of view could be limited at least to 180°Hx60°V (210°Hx80°V in option)

#### **6.4 Data Package**

The Data Helicopter Package must include:

- NH90 Full Flight Loop
- NH90 Flight Mechanics
- Flight Control System (FCS)
- Primary Flight Control System (PFCS)
- Automatic Flight Control System (AFCS)
- Engine
- Transmission
- General Vehicle Systems
- Electrical System
- Landing gear, Brakes, Steering
- Hydraulic control
- Fuel Management
- Ice Protection System
- Environmental Control System
- Lighting system
- Windscreen Wipers & De-icing
- Hoist Control System
- Optional equipment Control System (rear ramp, parachuting, floatation, )
- Core System TTH/NFH
- Control and Display System (CDS)
- Navigation System (NAS)
- Plant Management System (PMS)
- Communication and Identification System (CIS)
- Helicopter HW
- Helicopter 3D graphical Models

##### **Mission System TTH**

- Tactical Control System (TCS)
- Mission Data Insertion Device (cartridge)

##### **Mission System NFH**

- Tactical Control System (TCS)
- Mission Data Insertion Device (cartridge)

##### **TTH Sensor Modules:**

- Helmet Mounted Sight Display (HMS/D)
- Head Tracking System
- NVG/Image Intensifier System
- Forward Looking Infrared (FLIR)
- Obstacle Warning System (OWS)
- Digital Map Generator (DMG)
- Weather Radar (WXR)
- EW Radar Warning Receiver and chaffs and flares
- Data Link System (Link16)
- Fault and System Schematic Plug-in Modules

**NFH Sensor Modules:**

- NVG/Image Intensifier System
- Tactical FLIR
- Naval Radar/IFF Interrogator
- Electronic Warfare system (ESM and chaffs and flares)
- Sonics (active and passive): Dipping Sonar and Sonobuoys system
- Sonic Recorder
- Data Link System (Link11)
- A specific set of Fault and System Schematic Plug-in Modules

**TTH Tactical Modules:**

- Tactical Environment (Scenario) Control
- Electronic Warfare System (EWS):
  - Radar Warning Receiver (RWR)
  - Laser Warning Receiver (LWR)
  - Missile Launch Detector (MLD)
  - Counter Measures
    - Chaff
    - Flares
- Gun
- Heavy Stores
- A specific set of Fault and System Schematic Plug-in Modules

**NFH Tactical Modules:**

- Tactical Environment (Scenario) Control
- Stores Management System (SMS)
  - Light Stores
  - ESUS
  - Smokes

- Heavy stores
  - external fuel tank
  - Missile Marte
  - Torpedo MU90
- Fault and System Schematic Plug-in Modules

## 6.5 VMT

VMT shall be able to:

- Simulate malfunctions and maintenance actions of the different systems including the use of the NH90 Maintenance and Diagnostic System (MDS).
- Data transfer to the Ground Logistic Information Management System (GLIMS) by means of a data cartridge to process the maintenance data.
- Use the NH90 Interactive Electronic Technical Publications (IETP), including wiring and schematic diagrams.
- Perform additional troubleshooting not covered by MDS.
- Carry out necessary virtual repairs and / or removals using the necessary AGE.
- Carry out functional tests.
- Amend and update the faults / malfunctions database.
- Generate, store, recall and use predefined maintenance training scenarios.

As an option, the Virtual Maintenance Trainer shall be integrated in a specific cockpit mock-up.

## 6.6 Training Rigs

Technicians shall be able to perform and practice, on training rigs, technical operations that require technical skills and knowledge in security and safety without using the real helicopter. Component replacement and servicing (hands-on) will supported by training on dedicated rigs.

A high level of fidelity to the helicopter is required in order to validate the training.

The 5 following sections are defined:

- section 1: forward section
- section 2: lower central section
- section 3: rear section (rear ramp and tail boom)
- section 4: tail rotor section
- section 5: upper central section

Additionally, functionalities have been defined (electrical, hydraulic...) in order to perform representative maintenance operations (safety aspect).

## 7 GLOSSAIRE

- DGAC : Direction Générale de l'Aviation Civile
- DI : Demande d'information
- FFS : Full Flight Simulator
- FMFS : Full Mission Flight Simulator
- IOS : Instructor Operating Station
- JAR : Joint Aviation Requirements
- JAR FSTD H : Joint Aviation Requirements Flight Simulation Training Devices
- LRU : Line Replaceable Unit
- MRTD : Medium Range Training Device
- NAHEMA : Nato Helicopter Management Agency
- NFH : Nato Frigate Helicopter
- PTT : Part Task Trainer
- RCT : Rear Cabin Trainer
- SENSO : Sensor operator
- TACCO : Tactical Coordinator
- TR : Training Rig
- TTH : Tactical Transport Helicopter
- VMT : Virtual Maintenance Trainer

## SECTION 1

## JAR-STD 1H

## SUBPART B – GENERAL

JAR-STD 1H.005(e) (continued)

**JAR-STD 1H.005 Terminology**  
(See AMC-STD 1H.005)

Because of the technical complexity of Synthetic Training Device (STD) qualification, it is essential that standard terminology is used throughout. The following principle terms and abbreviations shall be used in order to comply with JAR-STD. Further terms and abbreviations are contained in AMC STD 1H.005.

(a) *Synthetic Training Device (STD)* A training device which is either a Flight Simulator (FS), a Flight Training Device (FTD) or a Flight & Navigation Procedures Trainer (FNPT).

(b) *Flight Simulator (FS)* A full size replica of a specific type or make, model and series helicopter flight deck/cockpit, including the assemblage of all equipment and computer programmes necessary to represent the helicopter in ground and flight operations, a visual system providing an out of the flight deck/cockpit view, and a force cueing motion system. It is in compliance with the minimum standards for Flight Simulator qualification.

(c) *Flight Training Device (FTD)*. A full size replica of a specific helicopter type's instruments, equipment, panels, and controls in an open flight deck/cockpit area or an enclosed helicopter cockpit/flight deck, including the assemblage of equipment and computer programmes necessary to represent the helicopter in ground and flight conditions to the extent of the systems installed in the device. It does not require a force cueing motion or visual system. It is in compliance with the minimum standards for a specific FTD Level of Qualification.

(d) *Flight and Navigation Procedures Trainer - (FNPT)*. A training device which represents the flight deck/cockpit environment including the assemblage of equipment and computer programmes necessary to represent a helicopter in flight conditions to the extent that the systems appear to function as in a helicopter. It is in compliance with the minimum standards for a specific FNPT Level of Qualification.

(e) *Synthetic Training Device User Approval (STD User Approval)*. The extent to which an STD of a specified Qualification Level may be used by persons, organisations or enterprises as approved by the Authority. It takes account of helicopter to STD differences and the operating and training ability of the organisation.

(f) *Synthetic Training Device Operator (STD Operator)*. That person, organisation or enterprise directly responsible to the Authority for requesting and maintaining the qualification of a particular STD.

(g) *Synthetic Training Device User (STD User)*. The person, organisation or enterprise requesting training, testing and checking credits through the use of an STD.

(h) *Synthetic Training Device Qualification (STD Qualification)*. The level of technical ability of an STD as defined in the compliance document.

(i) *Qualification Test Guide (QTG)*. A document designed to demonstrate that the performance and handling qualities of an STD agree within prescribed limits with those of the helicopter and that all applicable regulatory requirements have been met. The QTG includes both the helicopter and STD data used to support the validation.

**JAR-STD 1H.010 Implementation**

JAR-STD Part 1H will be implemented on 1 April 2001 whereupon national arrangements, procedures and Qualification Certificates shall fully comply with JAR-STD 1H criteria.

## SECTION 1

## JAR-STD 1H

Appendix 1 to JAR-STD 1H.030 (continued)

**Table 1 - Minimum Flight Simulator requirements for qualifying JAA Level A, B, C and D Simulators**

Qualification Level	General Technical Requirements	Credits (Reserved until classification by JAR-OPS and JAR-FCL)
<b>LEVEL A</b>	<p>(See also IEM STD 1H.030).</p> <p>The lowest level of simulator technical complexity.</p> <p>An enclosed full-scale replica of the helicopter cockpit/flight deck with representative pilots seats, including simulation of all systems, instruments, navigational equipment, communications and caution and warning systems.</p> <p>An Instructor's station with seat shall be provided and at least one additional seat for inspectors/observers.</p> <p>Static control forces and displacement characteristics shall correspond to that of the replicated helicopter and they shall reflect the helicopter under the same static flight conditions.</p> <p>Representative/generic aerodynamic data tailored to the specific helicopter type with fidelity sufficient to meet the Objective Tests may be used. Functions and Subjective Tests are allowed. Generic Ground Effect and ground handling models are permitted.</p> <p>Motion, visual and sound systems sufficient to support the training, testing and checking credits sought are required.</p> <p>A motion system having a minimum of three degrees of freedom (pitch, roll, and heave) to accomplish the required training tasks shall be provided.</p> <p>The visual system shall provide at least 45 degrees horizontal and 30 degrees vertical field of view per pilot. A night/dusk scene is acceptable.</p> <p>The response to control inputs shall not be greater than 150 milliseconds more than that experienced on the helicopter.</p>	Suitable for: Reserved
<b>LEVEL B</b>	<p>As for Level A plus:</p> <p>Validation Flight Test Data shall be used as the basis for flight and performance and systems characteristics. Additionally ground handling and aerodynamics programming to include ground effect reaction and handling characteristics shall be derived from validation Flight Test Data.</p> <p>A reduced six-axis motion performance envelope is acceptable.</p> <p>The visual system shall provide at least 75 degrees horizontal and 40 degrees vertical field of view per pilot.</p>	<b>As for Level A plus:</b> Reserved
<b>LEVEL C</b>	<p>The second highest Level of simulator performance.</p> <p>As for Level B plus:</p> <p>A Daylight/Dusk/Night Visual system is required with a continuous field of view per pilot of not less than 150 degrees horizontal and 40 degrees vertical.</p> <p>The sound simulation shall include the sounds of precipitation and significant helicopter noises perceptible to the pilot and shall be able to reproduce the sounds of a crash landing.</p> <p>The response to control inputs shall not be greater than 100 milliseconds more than that experienced on the helicopter.</p> <p>Turbulence and other atmospheric models shall be provided to support the training, testing and checking credit sought.</p>	<b>As for Level B plus:</b> Reserved
<b>LEVEL D</b>	<p>The highest Level of simulator performance.</p> <p>As for Level C plus:</p> <p>A full Daylight/Dusk/Night visual system is required with a continuous field of view per pilot of not less than 180 degrees horizontal and 60 degrees vertical and there shall be complete fidelity of sounds and motion buffets.</p>	<b>As for Level C plus:</b> Reserved

## SECTION 1

## JAR-STD 2H

## SUBPART B - GENERAL

JAR-STD 2H.005 (continued)

**JAR-STD 2H.005 Terminology**

(See ACJ STD 2H.005)

Because of the technical complexity of STD qualification, it is essential that standard terminology is used throughout. The following principle terms and abbreviations shall be used in order to comply with JAR-STD.

(a) *Synthetic Training Device (STD)*. A training device which is either a Flight Simulator (FS), a Flight Training Device (FTD), a Flight & Navigation Procedures Trainer (FNPT) or a Basic Instrument Training Device (BITD).

(b) *Flight Simulator (FS)*. A full size replica of a specific type or make, model and series helicopter flight deck, including the assemblage of all equipment and computer programmes necessary to represent the helicopter in ground and flight operations, a visual system providing an out of the flight deck view, and a force cueing motion system. It is in compliance with the minimum standards for a specific FS Level of Qualification

(c) *Flight Training Device (FTD)*. A full size replica of a specific helicopter type's instruments, equipment, panels and controls in an open flight deck area or an enclosed helicopter flight deck, including the assemblage of equipment and computer software programmes necessary to represent the helicopter in ground and flight conditions to the extent of the systems installed in the device. It is in compliance with the minimum standards for a specific FTD Level of Qualification.

(d) *Flight and Navigation Procedures Trainer (FNPT)*. A training device which represents the flight deck/cockpit environment including the assemblage of equipment and computer programmes necessary to represent a helicopter in flight operations to the extent that the systems appear to function as in a helicopter. It is in compliance with the minimum standards for a specific FNPT Type of Qualification.

(e) *Basic Instrument Training Device (BITD)*. A ground based training device which represents the student pilot's station of a class of aeroplanes/group of helicopters. It may use screen based instrument panels and spring-loaded flight controls, providing a training platform for at least the procedural aspects of instrument flight.

(f) *Synthetic Training Device Approval (STD Approval)*. The extent to which an STD of a specified Qualification Level may be used by persons, organisations or enterprises as approved by the Authority. It takes account of helicopter to STD

differences and the operating and training ability of the organisation.

(g) *Synthetic Training Device Operator (STD Operator)*. That person, organisation or enterprise directly responsible to the Authority for requesting and maintaining the qualification of a particular STD.

(h) *Synthetic Training Device User (STD User)*. The person, organisation or enterprise requesting training, checking and testing credits through the use of an STD.

(i) *Synthetic Training Device Qualification (STD Qualification)*. The level of technical ability of an STD as defined in the compliance document.

(j) *Qualification Test Guide (QTG)*. A document designed to demonstrate that the performance and handling qualities of an STD agree within prescribed limits with those of the helicopter and that all applicable regulatory requirements have been met. The QTG includes both the helicopter and STD data used to support the validation.

**JAR-STD 2H.010 Implementation**

JAR-STD 2H will be implemented no later than 1 January 2004 where upon national arrangements, procedures and Qualification Certificates shall fully comply with JAR-STD 2H criteria.

INTENTIONALLY LEFT BLANK

Appendix 1 to JAR-STD 2H.030 (continued)

**Table 1 - Minimum FTD requirements for qualifying JAA FTD level 1**

Qualification Level	General Technical Requirements	Credits
1	<p>Type specific with at least one system fully represented to support the training task required.</p> <p>A cockpit/flight-deck, sufficiently closed off to exclude distractions.</p> <p>A full size panel of replicated system or systems with functional controls and switches.</p> <p>Lighting environment for panels and instruments sufficient for the operation being conducted.</p> <p>Flight-deck circuit breakers located as per the helicopter and functioning accurately for the system(s) represented.</p> <p>Aerodynamic and environment modelling sufficient to permit accurate systems operation and indication.</p> <p>Navigational data with corresponding approach facilities where replicated.</p> <p>Suitable seating arrangements for the instructor/examiner and Authority's inspector.</p> <p>Proper system(s) operation resulting from management by the flight crew independent from instructor control inputs.</p> <p>Instructor's controls to insert abnormal or emergency conditions into the helicopter systems.</p> <p>Independent freeze and reset facilities.</p> <p>Appropriate control forces and control travel.</p> <p>Appropriate flight deck sounds.</p>	<p>Could be considered suitable for:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selective system management credits (except for pilot manual control handling skills) as follows: <ul style="list-style-type: none"> <li>• part of an approved conversion/transition course,</li> <li>• recurrent training/checking.</li> </ul> </li> </ul>



## SECTION 1

## JAR-STD 2H

Appendix 1 to JAR-STD 2H.030 (continued)

Table 2 - Minimum FTD requirements for qualifying JAA FTD level 2

Qualification Level	General Technical Requirements	Credits
2	<p>As for level 1 with the following additions or amendments:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– All systems fully represented.</li> <li>– Lighting environment as per helicopter.</li> <li>– Representative / generic aerodynamic data tailored to the specific helicopter with the fidelity to meet the objective tests.</li> <li>– Adjustable crewmember seats.</li> <li>– Flight control characteristics representative of the helicopter.</li> <li>– A visual system (night/dusk and day) capable of providing a field-of-view of a minimum of 150 degrees horizontally from the middle eye point and 40 degrees vertically</li> <li>– A visual data base sufficient to support the training requirements</li> <li>– Significant flight deck sounds.</li> <li>– On board Instructor station with control of atmospheric conditions and freeze and reset.</li> </ul>	<p>Could be considered suitable for:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Type training, including systems management, initial and recurrent training,</li> <li>– Instrument training and IR revalidation/renewal</li> <li>– Recency</li> <li>– CRM Training, as part of approved course.</li> <li>– LOFT (Route and area familiarisation)</li> <li>– MCC training</li> </ul>

Table 3 - Minimum FTD requirements for qualifying JAA FTD level 3

Qualification Level	General Technical Requirements	Credits
3	<p>As for level 2 with the following additions or amendments:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Validation flight test data as the basis for objective testing of flight, performance and systems characteristics</li> <li>– Visual system (night/dusk/day) capable of providing a field of view of a minimum of 150 degrees horizontally from the middle eye point and 60 degrees vertically.</li> </ul>	<p>Could be considered suitable for:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Type training, testing and checking within an approved testing and checking programme.</li> </ul>

## JAR-STD 2H

## SECTION 1

Appendix 1 to JAR-STD 2H.030 (continued)

**Table 4 - Minimum FTD Level 2/3 requirements for MCC**

Level 2 and 3 FTD, meeting the following requirements, may seek accreditation for MCC training.

Device	General Technical Requirements	Credits
FTD Level 2/3 MCC	<p>For use in Multi-Crew Co-operation (MCC) training - as for Level 2 and 3 with the following additions or amendments:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Multi engine and multi pilot helicopter.</li> <li>2. Performance reserves, in case of an engine failure, to be in accordance with CAT . A criteria.</li> <li>3. Retractable landing gear (where available).</li> <li>4. Anti-icing or deicing systems (as appropriate).</li> <li>5. Fire detection / suppression system.</li> <li>6. Dual controls.</li> <li>7. Autopilot with upper modes.</li> <li>8. 2 VHF transceivers.</li> <li>9. 2 VHF NAV receivers (VOR, ILS, DME).</li> <li>10. 1 ADF receiver.</li> <li>11. 1 Marker receiver.</li> <li>12. 1 transponder.</li> <li>13. Global Positioning System (GPS), (where applicable).</li> <li>14. Weather radar (where applicable).</li> </ol> <p>The following indicators shall be located in the same positions on the instrument panels of both pilots:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Airspeed.</li> <li>2. Flight attitude.</li> <li>3. Altimeter and radio altimeter (if applicable)</li> <li>4. HSI.</li> <li>5. Vertical speed.</li> <li>6. ADF.</li> <li>7. VOR, ILS, DME.</li> <li>8. Marker indication (as appropriate).</li> <li>9. Stop watch (as appropriate).</li> </ol>	MCC Credits in accordance with the relevant JAR-FCL and JAR-OPS.

## SECTION 1

## JAR-STD 2H

## Appendix 2 to JAR-STD 2H.030

## 1. FTD standards

## 1.2 General

Tests and/or Statements of Compliance (SOC) shall demonstrate that the FTD standards below have been attained. These standards always refer to the type of helicopter being simulated.

FTD STANDARDS	FTD Level			COMPLIANCE
	1	2	3	
<p>a. A cockpit/flight deck, sufficiently closed off to exclude distractions.</p> <p>A full size panel of replicated system(s) with functional controls and switches. The use of electronically displayed images with physical overlay incorporating operable switches, knobs, buttons may be acceptable.</p>	✓	✓	✓	
<p>b. Lighting environment for panels and instruments shall be sufficient for the operation being conducted.</p> <p>Lighting environment shall be as per the helicopter.</p>	✓	✓	✓	
<p>c. Relevant flight deck circuit breakers shall be located as per the helicopter and shall function accurately when involved in operating procedures or malfunctions requiring or involving flight crew response.</p>	✓	✓	✓	
<p>d. Aerodynamic and environment modelling shall be sufficient to permit accurate systems operation and indication.</p> <p>Representative/generic aerodynamic data tailored to the specific helicopter with fidelity sufficient to meet the objective tests and sufficient to permit accurate system operation and indication.</p> <p>Validation flight test data shall be used as the basis for flight and performance and systems characteristics.</p> <p>Effect of aerodynamic changes for various combinations of airspeed and power normally encountered in flight, including the effect of change in helicopter attitude, side slip, altitude, temperature, initial mass, centre of gravity location, and configuration shall be provided.</p>	✓	✓	✓	Level 1 and 2 aerodynamic data can be representative/generic and need not necessarily be based on flight test data.
<p>e. Digital or analogue computing shall be sufficient to conduct complete operation of the device including its evaluation and testing.</p>	✓	✓	✓	Statement of Compliance required
<p>f. All relevant instrument indications involved in the simulation shall automatically respond to control input.</p>	✓	✓	✓	

## JAR-STD 2H

## SECTION 1

Appendix 2 to JAR-STD 2H.030 (continued)

FTD STANDARDS	FTD Level			COMPLIANCE
	1	2	3	
g. Where navigation equipment is replicated, navigational data with the corresponding approach facilities shall be provided. All navigation aids shall be usable within range without restriction. Navigational data shall be capable of being updated.	✓	✓	✓	
h. Crewmember seats shall afford the capability for the occupants to be able to achieve the design eye reference position.	✓	✓	✓	
i. In addition to the flight crewmember stations, suitable seating arrangements for the instructor/examiner and Authority's inspector shall be provided, which shall permit adequate view of crew members' panel(s).	✓	✓	✓	
j. Any system represented shall be fully operative to the extent that normal, abnormal and emergency operating procedures can be accomplished at the appropriate FTD level. Once activated, proper system operation shall result from system management by the flight crew and not require input from instructor controls.	✓	✓	✓	
k. Instructor's controls shall enable the STD operator to control all required system variables and insert abnormal or emergency conditions into the helicopter systems, as specified in the helicopter Flight Manual. Independent freeze and reset facilities shall be provided.  Instructor controls to vary atmospheric conditions shall be provided.	✓	✓	✓	
l. Representative control forces and control travel shall be provided.	✓	✓	✓	For FTD level 1 as appropriate for the system training required
m. Significant flight deck sounds shall be provided.	✓	✓	✓	For FTD level 1 as appropriate for the system training required
n. Ground handling and aerodynamic ground effects models should be provided to enable lift-off, hover, and touch down effects to be simulated and harmonised with the sound and visual system.		✓	✓	SOC
o. Relative response of the visual system and cockpit instruments should be coupled closely to provide integrated sensory cues. These systems should respond to abrupt pitch, roll, and yaw inputs at the pilot's position within the permissible delay.	✓	✓	✓	For Level 1 only instrument response is required.
p. A system allowing for timely continuous updating of FTD hardware and programming consistent with helicopter modifications.	✓	✓	✓	SOC

## SECTION 1

## JAR-STD 2H

Appendix 2 to JAR-STD 2H.030 (continued)

FTD STANDARDS	FTD Level			COMPLIANCE
	1	2	3	
q. The STD operator shall submit a Qualification Test Guide in a form and manner acceptable to the Authority. A recording system shall be provided that will enable the FTD performance to be compared with QTG criteria.	✓	✓	✓	
r. A means of quickly and effectively testing FTD programming and hardware	✓	✓	✓	Statement of compliance required
s. FTD computer capacity and accuracy resolution and dynamic response sufficient for the Qualification Level sought.	✓	✓	✓	Statement of compliance required

## 1.3 Visual system

FTD STANDARDS	FTD Level			COMPLIANCE
	1	2	3	
a. Visual system capable of meeting all the standards of this paragraph and the respective paragraphs of validation tests as well as functions and subjective tests as applicable to the Level of Qualification requested by the STD operator.		✓	✓	
b. Continuous minimum visual field of view of 150 degrees horizontal and 40 degrees vertical available to both pilots.  Continuous minimum visual field of view of 150 degrees horizontal and 60 degrees vertical available to both pilots.		✓	✓	A minimum of 75 degrees of horizontal field of view on either side of the zero degrees azimuth line relative to the helicopter fuselage is required.  A minimum of 75 degrees horizontal field of view on either side of the zero degree azimuth line relative to the helicopter fuselage is required.  This will allow an offset per side of the horizontal field of view if required for the training. Where training tasks, in accordance with JAR-FCL 2/JAR-OPS 3 subpart N, require extended fields of view beyond the 150 degrees x 60 degrees, then such extended fields of view should be provided.
c. A means of recording the visual response time for visual systems		✓	✓	

## JAR-STD 2H

## SECTION 1

Appendix 2 to JAR-STD 2H.030 (continued)

FTD STANDARDS	FTD Level			COMPLIANCE
	1	2	3	
<p>d. Verification of visual ground segment and visual scene content at a decision height on landing approach. The QTG shall contain appropriate calculations and a drawing showing the pertinent data used to establish the helicopter location and visual ground segment. Such data shall include, but are not limited to:</p> <p>(1) Aerodrome and runway used.</p> <p>(2) Glide slope transmitter location for the specified runway.</p> <p>(3) Position of the glide slope receiver antenna relative to the helicopter landing gear.</p> <p>(4) Approach and runway light intensity settings.</p> <p>(5) Helicopter attitude.</p> <p>The above parameters should be presented for the helicopter in the landing configuration and a landing gear height of 200ft (60m) above the touchdown zone. The visual ground segment and scene content should be determined for a runway visual range of 550m (1 805 ft).</p>		✓	✓	See the respective paragraph within the tables of validation tests as well as functions and subjective tests.
<p>e. Visual cues to assess rate of change of height and position during takeoff, low altitude/low airspeed manoeuvring, hover and landing.</p>		✓	✓	
<p>f. Test procedures to quickly confirm visual system color, RVR, focus, intensity, level horizon, and attitude as compared with the specified parameter.</p>		✓	✓	Statement of Compliance required. Tests required. See the respective paragraph within the tables of validation tests as well as functions and subjective tests.
<p>g. Night/Dusk/Day scene</p>		✓	✓	
<p>h. A minimum of 10 levels of occulting. This capability should be demonstrated by a visual model through each channel.</p>		✓	✓	Statement of Compliance required. Tests required. See the respective paragraph within the tables of validation tests as well as functions and subjective tests.
<p>i. Surface resolution will be demonstrated by a test pattern of objects shown to occupy a visual angle of 3 arc minutes in the visual scene from the pilot's eyepoint.</p>		✓	✓	Statement of compliance required to confirm that surface resolution has been measured at each pilot's eye position towards the middle of each channel. See the respective paragraph within the tables of validation tests as well as functions and subjective tests.

## SECTION 1

## JAR-STD 2H

Appendix 2 to JAR-STD 2H.030 (continued)

FTD STANDARDS	FTD Level			COMPLIANCE
	1	2	3	
j. Light point size not greater than 6 arc minutes measured in a test pattern consisting of a single row of light points, separated by black points, reduced in length until modulation is just discernable. A row of 30 lights will form a 4 degree angle or less.		✓	✓	This is equivalent to a light point resolution of 3 arc minutes.  See the respective paragraph within the tables of validation tests as well as functions and subjective tests.
k. A visual database sufficient to support the requirements, including  (i) Specific areas within the database needing higher resolution to support landings, take-offs and ground cushion exercises and training away from a heliport.  (ii) For cross-country flights sufficient scene details to allow for ground to map navigation over a sector length equal to 30 minutes at an average cruise speed.  (iii) For offshore airborne radar approaches (ARA), harmonised visual/radar representations of installations.  (iv) For training in the use of Night Vision Goggles (NVG) a visual display with the ability to represent various scenes with the required levels of ambient light/colour.  Detailed high resolution visual data bases as required to support advanced training, including at least:  - elevated heliports (including heli-decks), confined areas.		✓	✓	Generic database is acceptable.  Where applicable  Where applicable  Where applicable  Where applicable  Where applicable
l. The visual system should be capable of producing, as a minimum, the following effects:  (1) full colour presentations. Full colour texture should be used to enhance visual cue perception for illuminated landing surfaces.  (2) scene content comparable in detail with that produced by 6 000 polygons for daylight and 1 000 light points for night and dusk scenes for the entire visual system,  (3) 17 cd/m <sup>2</sup> (5 ft-Lamberts) of light measured at the pilot's eye position (Highlight Brightness),  (4) a display which is free of apparent quantization and other distracting visual effects.		✓	✓	Statement of Compliance required.  Test required  The ambient lighting should provide an even level of illumination which is not distracting to the pilot.  See the respective paragraph within the tables of validation tests and functions and subjective tests.

## JAR-STD 2H

## SECTION 1

Appendix 2 to JAR-STD 2H.030 (continued)

FTD STANDARDS	FTD Level			COMPLIANCE
	1	2	3	
m. Contrast Ratio. A raster drawn test pattern filling the entire visual scene (three or more channels) should consist of a central white square no larger than 10 degrees and no smaller than 5 degrees per channel.  Minimum test contrast ratio is 8:1.		✓	✓	Measurement should be made on the center of the white square and the adjacent dark area for each channel using a 1 degree spot photometer. The contrast ratio is the value of the white square divided by the value of the dark area.
n. Highlight Brightness Test.  The minimum highlight brightness is 5 ft-Lamberts.		✓	✓	Measure the brightness of the centre of a white square covering 10% of the surface of each channel using the 1 degree spot photometer.

1.4 Intentionally left blank

INTENTIONALLY LEFT BLANK