

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikka
Lentokonetekniikka
Tomi Mononen

Opinnäytetyö

MD500-huoltokoulutushelikopteri tutkimus

Työn ohjaaja
Työn teettäjä

lehtori, diplomi-insinööri Leo Sutinen
Utin Jääkäriyrykmentti,
valvojana insinööri ylempi AMK Pasi Kaikonen

Tampere 12/2009

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka, Lentokonetekniikka

Tekijä	Mononen, Tomi
Työn nimi	MD500-huoltokoulutushelikopteri tutkimus
Sivumäärä	79
Valmistumisaika	12/2009
Työn ohjaaja	Leo Sutinen, lehtori, diplomi-insinööri
Työn teettäjä	Utin Jääkäriyrykmentti

Tiivistelmä

Suomen helikopteritoimialan lentotekninen koulutus on kasvanut koko 2000-luvun. Opetusvälineiden määrä ei ole kuitenkaan lisääntynyt samassa suhteessa. Nykyaikaisen oppimiskäsityksen mukaan oppilaat toimivat itse tiedonetsijöinä ja heidän vastuunsa oppimisesta on kasvanut. Siksi näihin haasteisiin ei voida vastata yksittäisillä havaintovälineillä.

Kun kaksi puolustusvoimien MD500-helikopteria poistui lentopalveluksesta, avautui mahdollisuus muuntaa ne huoltokoulutusvälineeksi, joka vastaisi nykyaikaisiin haasteisiin ja parantaisi oppilaitosten opetusvälinevajetta. Se tarjoaisi myös oppilaitoksille koulutuslujan, joka tukee oppilaan roolia tiedonetsijänä.

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin, mitä helikopteritekniistä opetusta antavat oppilaitokset edellyttävät huoltokoulutusvälineeltä sekä mitkä ovat projektiin käytettävissä olevat resurssit. Niiden perusteella laadittiin vaatimukset opetusvälineelle. Oppilaitokset arvioivat eri vaatimusten tärkeyden omista näkökulmistaan. Ottaen huomioon kaikki näkökulmat huoltokoulutusvälineestä laadittiin useita toteutusvaihtoehtoja.

Työn yleinen tarkoitus oli hankkia tietoa huoltokoulutusvälineen tarpeesta, käytettävissä olevista resursseista ja luoda niiden pohjalta ratkaisuvaihtoehtoja huoltokoulutusvälineen tuotekehityspäätöstä varten.

Avainsanat

helikopteri, MD500, huoltokoulutusväline

Sisällysluettelo

1	Johdanto	8
2	Tavoitteet ja rajaus	9
3	MD500-helikopteri.....	11
3.1	D- ja E-mallien erot.....	14
4	Huoltokoulutuslaitteet.....	15
5	MD500-huoltokoulutushelikopterin tuotekehitystoiminta.....	20
5.1	Projektin taustat.....	24
5.2	Projektin osapuolet.....	24
5.2.1	Kouvolan seudun ammattiopisto.....	24
5.2.2	Utin Jääkäriyrykmentti.....	25
5.2.3	Ilmavoimien Teknillinen Koulu.....	26
5.2.4	Lentotekniikkalaitos.....	26
5.3	Asiakastarve	27
5.4	Idea huoltokoulutushelikopterista	28
5.5	Tuotekehityspäätös.....	28
5.6	Esitutkimus.....	30
5.6.1	Vaatimusmäärittely	32
5.6.2	Kysely tarpeesta, laitteen vaatimuksista sekä resursseista.....	32
5.6.3	Asiakkaiden tavoitteet, tarpeet ja toiveet huoltokoulutushelikopterille....	34
5.6.4	Asiakkaiden yhdistetyt tavoitteet, tarpeet ja toiveet	38
5.6.5	Toiminnalliset vaatimukset kyselyn perusteella	39
5.7	Työkokous.....	44
5.7.1	Tarkennettu asiakastarve.....	44
5.7.2	Toiminnallisten vaatimusten tärkeyden arviointi.....	46
5.7.3	Rakenneperiaatteet	47
5.7.4	Lopulliset toiminnalliset vaatimukset	48
5.7.5	Riskikartoitus	52
6	Resurssit	54
6.1	Käytössä olevat resurssit.....	54
6.1.1	Havaintomateriaali ja muu PV:n poistunut tai poistuva lentokalusto.....	56
6.1.2	Pääoma	57
6.1.3	Vaurioituneet HH- helikopterit ja niiden osat.....	57

7	Toteutusvaihtoehdot.....	60
8	Kustannusarvio ja kannattavuusselvitys	62
9	Yhteenveto	65
	Lähteet.....	66
	Liitteet	69
	Liite 1.	69
	Liite 2.	72

Lyhenteet

3D	Three dimension, kolmiulotteinen
ADF	Automatic Direction Finder
EASA	European Aviation Safety Agency, Euroopan lentoturvallisuusvirasto
EPO	Engine Power Out
F/A-18	Hävittäjälentokone
F-35	Joint Strike Fighter, Viidennen sukupolven hävittäjälentokone
GNS 430	Avioiiniikkalaitte jossa on VOR/ILS, VHF ja GPS ominaisuudet
GPS	Global Positioning System
HH	Tyypitunnus puolustusvoimien MD 500 helikopterille
ILMAVTK	Ilmavoimien Teknillinen Koulu
ILS	Integrated Logistic Support, integroitu logistinen tuki
ILS	Instrumental Landing System, mittari laskeutumisen järjestelmä
KSAO	Kouvolan seudun ammattiopisto
LENTOTL	Lentotekniikkalaitos
LMS	Learning Management System, oppimisen hallintajärjestelmä
LOH	Light Observation Helicopter, kevyt tiedusteluhelikopteri
LTJU	Lentotekninen Logistinen Tietojärjestelmä Uusi
MD 500	Siviilityyppimerkintä kyseiselle helikopterille
MI-8	Venäläisvalmisteinen keskiraskas kuljetushelikopteri
mock up	Täysikokoinen malli jolla ei ole kaikkia lopullisen tuotteen ominaisuuksia
NH90	Yhteiseurooppalainen keskiraskas kuljetushelikopteri
NVG	Night Vision Goggle, Pimeänäkökiikari
PEMAAVILMOS	Pääesikunnan Maavoimien Ilmailuosasto
PV	Puolustusvoimat
RMI	Radio Magnetic Indicator
SAMT	Simulated Aircraft Maintenance Training, simuloitu lentokonehuoltokoulutus
SWOT	Strength, Weakness, Opportunities and Threats, vahvuudet, heikkoudet mahdollisuudet ja uhkat
TAMK	Tampereen ammattikorkeakoulu
TOT	Turbine Outlet Temperature, turbiinin ulostulo lämpötila

TQ	Torque, vääntö
UTJR	Utin Jääkäriyrykmentti
VHF	Very High Frequency
VOR	VHF Omnidirectional Ranging

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää puolustusvoimien lentopalveluksesta poistettujen MD500-helikoptereiden mahdollisuudet muunnettaessa ne huoltokoulutusvälineiksi.

Helikopterit ovat vaurioituneet lentoturmissa siten, että niitä ei ole taloudellisesti kannattavaa korjata lentokuntoisiksi. Vaurioituneet helikopterit on hylätty koulutuskäyttöön, mutta ne eivät sovellu sellaisinaan opetusvälineiksi. Useat oppilaitokset ovat kuitenkin kiinnostuneita käyttämään niitä omassa opetuksessaan. Helikoptereista ja niiden komponenteista ja laitteista voitaisiin valmistaa huoltokoulutusväline, joka parantaisi eri oppilaitosten opetuksen laatua kustannustehokkaasti.

Huoltokoulutusvälineen tuotekehityspäätös on tehty yhteisymmärryksessä oppilaitosten kanssa, eli asiakastarve on olemassa, mutta tarpeet ovat mahdollisesti keskenään erilaiset tai jopa ristikkäiset. Esiselvityksellä pyrittiin kartoittamaan oppilaitosten toiveet koulutusvälineen vaatimuksista sekä tuottamaan taustatietoa varsinaiseen tuotekehitysprosessiin. Työssä kartoitettiin myös eri toimijoiden projektiin käytössä olevat resurssit.

Työn rajaamiseksi on keskitytty lähinnä käsittelemään vain tietojen keräämistä konseptin suunnittelua varten. Tietojen perusteella voidaan myöhemmässä vaiheessa laatia koulutuslaitteen spesifikaatio, joka on kustannusten ja koulutustavoitteiden kannalta tarkoituksenmukaisin vaihtoehto. Huolellisella valmistelulla vähennetään valmistusvaiheessa tehtäviä kalliita ja monimutkaisia muutoksia mahdollisesti aloitettavaan valmistusprosessiin.

2 Tavoitteet ja rajaus

Tutkintotyön tavoitteena oli selvittää huoltokoulutushelikopterin toiminnalliset vaatimukset sekä rakenneperiaatteet eri oppilaitosten tarpeet huomioiden. Rakenneperiaatteilla tässä työssä tarkoitetaan helikoptereiden rankoon tehtävien leikkausten periaatteita ja laitteeseen tehtävät muutokset verrattuna lentokuntoiseen helikopteriin. Työssä pyrittiin myös selvittämään eri osapuolten käytössä olevat resurssit mahdollisesti aloitettavaan valmistusprosessiin.

Edellä mainittujen tavoitteiden pohjalta pyritään luomaan ratkaisuvaihtoehtoja huomioiden tarpeet ja resurssit. Työssä pohditaan myös eri vaihtoehtojen kannattavuutta resurssien ja oppimisen valossa. Eri konsepteista esitetään tarkoituksenmukaisinta vaihtoehtoa huoltokoulutuslaitteen valmistusprosessiin. Hankkeeseen liittyvät riskit pyritään myös tunnistamaan. Eli työn tarkoituksen voisi kiteyttää seuraavasti: Hankkia tietoa MD500-huoltokoulutushelikopterin tuotekehityspäätöstä varten.

Paula Koistinen ja Päivi Vuokila-Oikkonen pohtivat Aija Töytäri-Nyrhisen toimittamassa kirjassa Osaamisen muutosmatkalla uudenlaista käsitystä oppimisesta.

Aikaisemmin oppimista on pidetty oppilaan henkilökohtaisena prosessina sekä – Nykyaikaisen oppimiskäsityksen mukaan opettaja ja oppilas jakavat vastuun oppimisesta–. Oppimista tapahtuu yhdessä tietoa etsimällä, harjoittelemalla ja esittämällä, kuuntelemalla toisten työtä seuraamalla ja kysymyksiä esittämällä ja niihin vastauksia hakemalla.

(Töytäri-Nyrhinen 2008, 133.)

Toteutettuna hanke tarjoaa vaihtoehtoja perinteiselle luokkaopetukselle ja tukee oppilaan osallistumista oppimistapahtumaan vahvistaen oppilaan merkitystä oppimisprosessissa. Oppilaitoksilla ja opettajilla on mahdollisuus valita erilaisia menetelmiä kunkin ryhmän ja oppilaan opetuksessa. Laitteen käyttötarkoituksista osa on sellaisia, joiden oppiminen vaatii käytännön työtä ja harjoittelua konkreettisella laitteella. Osaa huoltohenkilöstön koulutuskokonaisuuksia leimaa ongelmakeskeisyys, tästä on esimerkkinä vianetsintäkoulutus.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena ei ole tehdä tieteellistä tutkimusta siitä, millainen on pedagogisesti ajateltuna paras ratkaisu huoltohenkilöstön koulutukseen, vaan hankkeella pyritään tarjoamaan oppilaitoksille ja opettajille koulutusalaista tai työkalua, jossa havaintomateriaali on oikeassa kontekstissa.

Tässä opinnäytetyössä MD500-huoltokoulutushelikopterin tuotekehitystoiminta on rajattu käsittelemään vain osaa sen esitutkimusvaiheesta. Tuotteella ei pyritä saavuttamaan taloudellista hyötyä, vaan parantamaan helikopterialan huoltohenkilöstön oppimismahdollisuuksia. Opinnäytteessä ei ole ollut käytössä markkinointi-, suunnittelu- tai valmistusalan ammattilaisia eikä projektille ole laadittu yrityksen johdon päätöstä tuotekehitystoiminnan aloittamisesta, joten käytössä ei myöskään ole sen mukaisia resursseja, mitä normaalisti yritysten tuotekehitysprojekteissa on. Yleisen esitutkimusvaiheen kaikkia osatoimintoja ei toteuteta vain sen vuoksi että ne kuuluisivat prosessiin. Prosessista on pyritty hyödyntämään ne vaiheet, jotka antavat lisäarvoa tämän huoltokoulutuslaitteen esitutkimukseen. Esimerkiksi tavoitespesifikaatio olisi kovin paljon samankaltainen kuin lentävän laitteen spesifikaatio, joten sitä ei tehdä esitutkimusvaiheessa. Konseptivaihtoehdot pyritään luomaan toiminnallisten vaatimusten pohjalta. Tarkempi kuvaus esitutkimuksen vaiheista ja toteutuksesta on luvussa viisi.

3 MD500-helikopteri

Helikopterityyppi MD500 on suunniteltu vastaamaan US ARMY:n tarpeita. Suomen Puolustusvoimien MD500-helikoptereiden tyyppitunnuksena käytetään kirjaimia HH.

US ARMY tarvitsi erittäin liikehtimiskykyisen kevyen tiedusteluhelikopterin Vietnamin sotaan. Helikopterityypin valitsemiseksi perustettiin LOH- ohjelma (Light Observation Helicopter). US ARMY:n kevyeksi tiedusteluhelikopteriksi valittiin Hughes 369. Myöhemmin Hughes Helicopter Inc. tarjosi tuohon helikopteriin perustuen myös siviiliversiota, joka on tyyppimerkinnältään H500.

(US centennial of flight commission, 2009).

Useiden yhtiökauppojen ja nimen vaihdosten jälkeen yhtiö on tänä päivänä MD Helicopters, Inc. Nyt helikopterin tyyppimerkintä on MD 500.

(Aerospace technology, 2009).

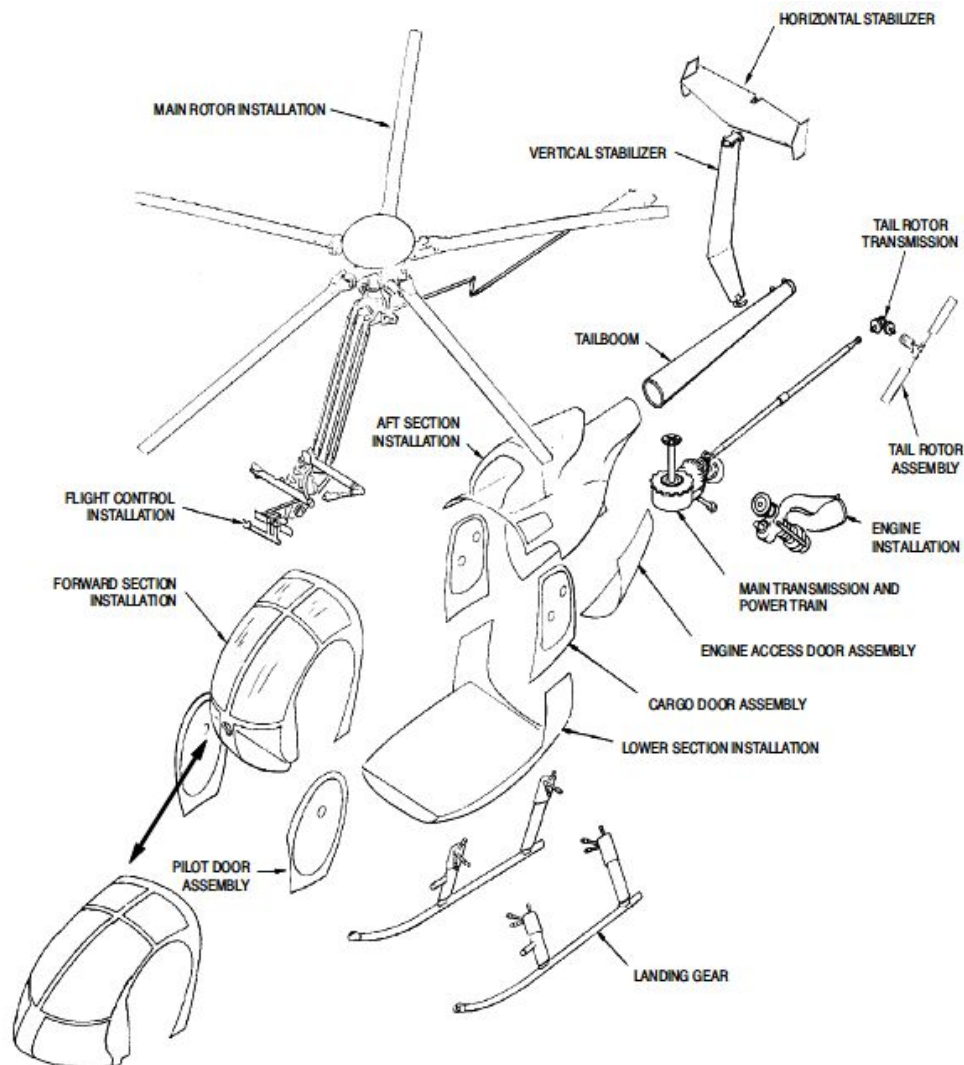
Hughes 369:sta ja MD500:sta on tehty lukuisia eri versioita ja malleja sotilas- ja siviili-markkinoille vastaamaan eri vaatimuksia. Niitä on käytössä ympäri maailmaa noin 3000 kappaletta.

(MD helicopters, 2009).

Lentolaiteet ovat turbiinimoottorisia helikoptereita, jotka on pääosiltaan valmistettu alumiinista. Pääroottori on viisilapainen ja täysin nivelöidyn tyyppinen. Puolustusvoimien helikoptereiden pyrstöroottorit ovat kaksilapaisia. Valmistaja tarjoaa myös nelilapista pyrstöroottoria sekä pyrstöroottoritonta NOTAR- järjestelmää. Moottorin tuottama voima välitetään pääroottorille käyttöakselin ja päävaihteiston välityksellä. Pyrstöroottori saa käyttövoimansa käyttöakselin ja pyrstövaihteiston kautta päävaihteistolta. Moottorin ja päävaihteiston väliin on sijoitettu vapaakytkin, joka mahdollistaa pääroottorin vapaan pyörimisen autorotaatiolaskussa. Runko on puolikuorirakennetta koostuen kolmesta osasta. Rungon pääosia ovat kaaret, maston tukirakenne, kaksi seinää ja keskisalko. Rungon etuosassa on ohjaamo ja matkustaja sekä rahtitila. Ohjaamossa on ohjaajan istuin ja yksi tai kaksi matkustajan istuinta. Vasemman puoleinen istuin on tavallisesti ohjaajan, paitsi oikeanpuoleisella ohjauksella varustetuissa helikoptereissa. Matkustaja sekä rahtitila on ohjaamon takana. Matkustamon istuin voidaan taittaa ylös tai poistaa rahdin kuljetuksen ajaksi. Rungon takaosassa on moottoritila sekä perärunko,

johon pyrstöpuomi kiinnittyy. Keskisalko jakaa kahtia ohjaamon ja matkustamon/rahtitilan lattian alla olevan ala-osan. Keskisaloon molemmilla puolilla on putkella yhdistetyt polttoainetankin puolikkaat. Helikopterin pyrstöpuomi on kuorirakenteinen. Pintalevy ja kaaret ovat alumiinia. Pyrstöpuomiin kiinnittyy sivu- ja korkeusvakaaja sekä pyrstövaihteisto. Pyrstöpuomin sisällä kulkee pyrstöroottorin käyttöakseli sekä pyrstöroottorin ohjaustanko. Kiinteät laskutelineet kiinnittyvät helikopterin runkoon 12 pisteestä. Muotosuojat peittävät laskutelineiden varret rungosta jalakseen. Rungon ja laskutelinevarren välissä sijaitsevat tyypitetyt laskutelinevaimentimet, jotka pehmentävät laskeutumista. Kuviossa 1. on esitetty MD500- helikopterin pääraKENNEOSAT

(MDHI MODEL HELICOPTERS MODELS 369D/E/FF – 500/600N
Basic Handbook of Maintenance Instructions 2003, 1-2).



Kuvio 1. MD500-päärakenneosat

Tällä helikopterityypin runkorakenteella ei ole peruskorjausjaksoa, joten sen ollessa kunnossa voidaan helikopterin elinkaarta jatkaa rajattomasti vaihtamalla siihen osia ja laitteita.

Alla on kuva MD500- helikopterista (kuvio2) sekä tärkeimmät tekniset tiedot:

- *miehistö 1 (+3 henkilöä)*
- *suurin nopeus 280 km/h*
- *tyypillinen matkanopeus 220 km/h*
- *suurin lentoonlähtöpaino 1361 kg*
- *suurin paino ulkopuolisen kuorman kanssa 1610 kg*
- *max lentokorkeus 4500 m*
- *pituus 9,54 m*
- *pääroottorin halkaisija 8,05 m*
- *kuorma: sisäpuolinen n. 350 kg, ulkopuolinen n. 600 kg*
- *teho 420 hv*
- *toiminta-aika 2 h*
- *toimintamatka n. 400 km*
- *polttoaineen kulutus: kerosiini 120 l/h.*

(Puolustusvoimat a, 2009.)



Kuvio 2 : MD500-helikopteri lennolla

3.1 D- ja E-mallien erot

E-mallisarjan suunnittelun lähtökohtana oli matkustajien mukavuuden lisääminen sekä mallin ulkonäön parantaminen. Suunnittelutyössä huomioitiin asiakkaiden toiveita. Muutoksilla pyrittiin jatkamaan jo 1960-luvun alussa muotonsa saaneen lentorangon markkinaikää. Uudessa mallissa säilytettiin perusratkaisut rungon sekä järjestelmien osalta samoina. Mallin tyyppihyväksyntä säilytettiin samana. Huolto-ohjeet sekä varaosakirjallisuus ovat molemmille malleille samat ja laitteista sekä varaosista n 90 % on samoja.

(Utin Jääkäriyrykmentti, 2008, 15)

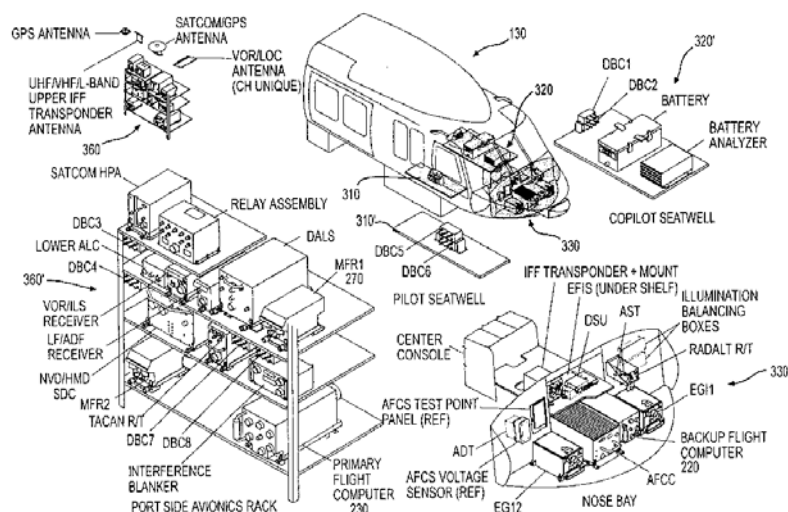
4 Huoltokoulutuslaitteet

Lentolaitteen huoltohenkilöstön opetus turvallisesti ja kustannustehokkaasti luo haasteita jos ei käytetä oikeaa lentolaitetta. Nykyisin pyritään siihen, että lentolaitetta ei tarvitse ottaa lentolinjalta huoltohenkilöstön koulutusta varten. Nykyaikaisella teknologialla voidaan suunnitella, kehittää ja valmistaa kustannustehokas ja moderni huoltokoulutuslaite. Se näyttää ja tuntuu lähes oikealta lentolaitteelta. Näin lentäviä koneita ei tarvitsisi käyttää koulutuksen sen toteutuksen ajaksi. Aikaisemmin käytetyt huoltokoulutuslaitteet olivat vain vähän parempia kuin niin sanotut penkki mock upit, eli täysikokoiset mallit, joilla ei ollut kaikkia lentävän koneen ominaisuuksia. Oppilaiden kelpoisuus täytyi sertifioida käyttämällä oikeaa lentolaitetta. Nykyaikaiset laitteet mahdollistavat huoltohenkilöstön koulutuksen täysin kelpuutetuksi, ilman että heidän tarvitsee edes koskea oikeaan lentolaitteeseen.

(Arinc, 2009).

Penkki mock upit ovat usein oikean lentolaitteen osista ja komponenteista kasattuja laitteita, joilla on osa oikean lentolaitteen ominaisuuksista sekä vianluomisominaisuuksia. Kuviossa 3 esitetään Black Hawk- helikopterin ohjaamo-osan pohjalle rakennettu avioniikkahuoltokouluslaitetta. Sillä harjoitetaan oppilaiden kongnitiivisia ja psykomotorisia taitoja.

(Saunders, Craig D, US Patent, 2003, 0).



Kuvio 3. Avioniikkahuoltokouluslaite

Virtuaalisia huoltokoulutuslaitteita on ainakin Distin valmistama huoltokoulutussimulaattori SAMT (Simulated Aircraft Maintenance Trainer) F/A-18 Hornetille. Se mahdollistaa koneeseen tutustumisen kolmiulotteisessa (3D) virtuaalimaailmassa. Simulaattorissa voi myös avata koneen luokkuja sekä suorittaa osien irrotus- ja asennustehtäviä. Ohjelmisto mahdollistaa myös vikojen luomisen lentolaitteen järjestelmiin, joita voidaan etsiä virtuaalimaailmassa. Tämän jälkeen voidaan suorittaa tarvittavat testaustöimenpiteet sekä todeta, onnistuiko vikakorjaus. 3D- maailmassa oppilaat voivat varustella koneen ulkoisilla kuormilla. Laitteistoon kuuluvat myös fyysinen ohjaamo ja opettajan työasema. Kuviossa 4 on kaapattu kuva 3D simulaatioista.



Kuvio 4. Kuva SAMT- simulaattorista
(Disti, 2009).

Samantyyppisiä huoltokoulutuslaitteita on kehitetty myös F35 Joint Strike Fighterin huoltohenkilöstön koulutukseen. Laitteisto koostuu kahdeksasta oppilaan työasemasta, fyysisestä ohjaamosta, keskirungosta ja heittoistuimesta. Lisäksi laitteistossa on elektroninen koulutusmedia, jota voidaan käyttää perinteiseen luokkaopetukseen tai jonka avulla oppilaat voivat opiskella itsenäisesti. Tiedot lentolaitteesta hankitaan koulutusmedialla, ja taidot opetellaan simulaattoreilla. Koulutusmedia on moduulipohjainen, jolloin se voidaan suunnata sille kohderyhmälle joka on kyseessä. Samaa mediaa käytetään myös ohjaajien koulutukseen. Työasemilla voidaan huoltaa ja korjata ilma-aluksen

järjestelmiä. Laitteisto mahdollistaa virtuaalimaailmassa järjestelmien, luukkujen, näyttöjen ja laitetiloihin tutustumisen tietokoneella. Sitä käytetään vianetsintä- ja huoltotöiden harjoitteluun. Diagnosointi ja korjaustoimenpiteet suoritetaan hiirellä ja kosketusnäytöllä, eli varsinaisia ohjaamon ja rungon laitteita ei fyysisesti vaihdeta. Laitteistoa voidaan käyttää tietoverkossa, jolloin voidaan harjoitella myös ryhmänä. Kuviossa 5 on esitelty F35-hävittäjälentokoneen huoltokoulutus simulaattori. (Jackson, Ratliff, Quillin, 2006).



Kuvio 5. F35 koulutuslaitteisto

Edellä kuvailtujen virtuaalisten huoltokoulutussimulaattoreiden edut tulevat esiin varsinkin kun ajatellaan järjestelmien tulevia käyttäjiä, jotka ovat nyt peruskoulussa. He ovat tottuneet oppimaan tietokoneiden avustuksella ja käyttävät rahaa paljon peleihin ja elävät myös virtuaalimaailmassa.

(Jackson, Ratliff, Quillin, 2006).

Martin Mc Allister on pohtinut Internet-artikkelissaan virtuaalisten huoltokoulutussimulaattoreiden yleisiä etuja, jotka hän on jakanut seuraavasti:

1. **Suurempi oppilaiden määrä.** *Järjestelmä on aina oppilaan käytössä. Oikean järjestelmän ei tarvitse olla käytössä, jotta voidaan toistaa jotakin huoltotyötä useita kertoja.*
2. **Pienemmät kustannukset.** *Oikeat laitteet vaativat suuremmat hankintakulut ja suuremman budjetin laitteiden pitämiseksi kunnossa. Ne vaativat enemmän huoltoa, varaosia ja niitä tarvitsee käyttää ajoittain.*
3. **Turvallisempi koulutusympäristö.** *Oppilaat eivät voi vahingoittaa laitteita ja voivat oppia työt suhteellisen harmittomassa ympäristössä, ilman riskiä heille itselleen.*
4. **Kyky luoda realistisia vikoja.** *Opettajat voivat luoda vikoja ja välittömästi resetoida järjestelmän seuraavaa tehtävää varten. Viat sisältävät diagnosointi toimenpiteet jotka olisi vaikea jäljitellä oikealla laitteella ilman että ei aiheutettaisi haittaa oikealla laiteelle.*
5. **Mahdollisuus avustaa opettajaa.** *Opettajat voivat seurata oppilaiden edistymistä kun he suorittavat toimenpiteitä sekä demonstroida monimutkaisia toimenpiteitä heidän PC tietokoneella. Tallentaa oppilaan suorituksen ja toistaa sen oppilaalle debriefauksessa kuin myös evaluoida ja tallentaa oppilaan edistymistä integroiduilla LMS:llä (Learning Management System).*
6. **Tiimityöskentelytilaisuudet.** *Useat huoltotyöt vaativat huoltohenkilöstön työskentelemisen yhdessä. Virtuaalinen huoltojärjestelmä sallii oppilaan yksittäisen työskentelemistä ja samanaikaisesti olla yhteydessä ryhmän muihin tietokoneisiin ja siten suorittaa ryhmäkoulutustehtäviä.*
7. **Useiden konfiguraatioiden tilanteet.** *Suurin osa uusista soittolaitteista suunnitellaan siten että ne voivat palvella eri konfiguraatiossa eri käyttötarkoituksessa. Virtuaalisella järjestelmällä voidaan käyttää useaa eri versiota samanaikaisesti. Uudet järjestelmät jotka ovat otettu nyt käyttöön, ovat käytössä 30 vuotta. Niiden elinkaaren aikana järjestelmiä täytyy modifioida ja päivittää laitteen kehittyessä. Käytämällä virtuaalista huoltokoulutus-simulaattoria opettaja voi nopeasti asettaa koulutussimulaation kyseiselle versiolle.*

(Mc Allister.)

Edellä mainitut edut koskevat virtuaalisia huoltokoulutuslaitteita, mutta useat niistä voidaan katsoa eduksi myös tällaisessa huoltokoulutuslaitteessa, joka on rakennettu oikeaan helikopteriin. Samankaltaisia etuja ovat.

1. **Suurempi oppilaiden määrä.** Järjestelmä on aina oppilaan käytössä. Oikean järjestelmän ei tarvitse olla käytössä, jotta voidaan toistaa jotakin huoltotyötä useita kertoja.
2. **Pienemmät kustannukset.** Lentopalveluksesta poissa oleva helikopteri huoltohenkilöstön koulutusta varten on usein pois ohjaajien koulutuksesta tai palvelulenkoilta. Lentopalveluksessa olevat helikopterit vaativat suuremman budjetin laitteiden pitämiseksi kunnossa. Ne vaativat enemmän huoltoa, varaosia ja niitä tarvitsee käyttää ajoittain. Huoltokoulutuslaitetta eivät koske samat lentokelpoisuusvaatimukset. Jos laitetta käytetään irrotus ja asennus tehtävien harjoitteluun, voidaan laitteet asentaa takaisin samoilla kiinnityselimillä ja tiivisteillä. Täyttö- ja tyhjennysharjoituksissa voidaan käyttää myös samoja nesteitä.
3. **Turvallisempi koulutusympäristö.** Oppilaat eivät voi vahingoittaa lentävää laitetta ja voivat oppia työt suhteellisen harmittomassa ympäristössä, ilman riskiä lentoturvallisuudelle.
4. **Kyky luoda realistisia vikoja.** Jos laitteessa on tällaisia ominaisuuksia opettajat voivat luoda vikoja ja välittömästi resetoida järjestelmän seuraavaa tehtävää varten. Vikojen diagnosointitoimenpiteet voidaan suorittaa oikealla laitteella ilman että aiheutetaan haittaa lentävälle laitteelle. Esimerkiksi liittimet hajoavat yleensä irrotuksen tai kiinnityksen yhteydessä. Huoltokoulutuslaitetta käytettäessä tämä haittapuoli ei aiheuta lentoturvallisuus riskiä.

5 MD500-huoltokoulutushelikopterin tuotekehitystoiminta

Tuotekehitystoiminta on usein asiakkaan tarpeista syntyvä prosessi: tarve jalostaa ideat uusiksi tuotteiksi tai tehdä jo olemassa olevalle tuotteelle parannuksia. Tuotekehityshankkeet ovat aina erilaisia, ja ne riippuvat yrityksen ominaispiirteistä. Yleisen kehitysprojektin vaihtoehtoja on useita, mutta tämän projektin voidaan katsoa kuuluvan niin sanottuun tuotemuunnelmat-kategoriaan. Kaikki hankkeet voidaan jakaa neljään eri toimintavaiheeseen. Ne ovat seuraavat:

1. käynnistäminen
2. luonnostelu
3. kehittäminen
4. viimeistely.

(Laaksonen, 2005, 18-19.)

Tuotekehitystoiminta voidaan jakaa myös esitutkimusvaiheeseen ja projektivaiheeseen. Nämä vaiheet sisältävät neljä edellä mainittua toimintavaihetta. Taulukossa 1 on esitetty tuotekehitystoiminnan vaiheet.

Taulukko 1. Tuotekehitystoiminnan vaiheet

Tuotekehitystoiminnan vaiheet			
= Käynnistämisen Esitutkimusvaihe	Asiakastarve	Päätös projektin käynnistämistä	Projektivaihe
	Idea	Luonnostelu	
	Päätös esitutkimuksesta	Suunnittelu (kehittely)	
	Esitutkimus	Viimeistely	

Tavallisesti esitutkimusvaihe johtaa konseptin syntymiseen ja varsinainen projektivaihe tuotteen tuotantoon. Tuotekehitysprojektit perustuvat yleensä yritysten johdon päätökseen (mission statement), jossa on määritelty tuotteen toiminnalliset perusperiaatteet sekä asetettu hankkeen markkinatavoitteet. Hankkeiden perusedellytyksenä on, että täytyy olla tarve ja ajatus tuotekehitysprojektin toteutusmahdollisuuksista. Toteuttamismahdollisuudet ja tarve yhdistettynä muodostavat idean, joka voi johtaa tuotekehitysprojektin käynnistämiseen.

(Laaksonen, 2005, 31).

Monimutkaisten järjestelmien tuotekehityksessä on yleistä, että käytetään systemaattisia suunnittelumenetelmiä. Näille menetelmille ovat yhteistä seuraavat perusajatukset:

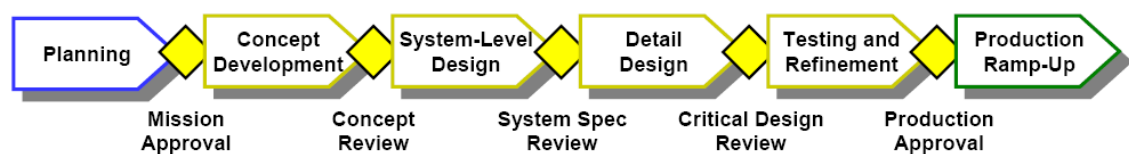
- ongelmien huolellinen analysointi
- monimutkaisten toimintojen jakaminen osatoimintoihin, joiden ratkaisut ideoidaan
- käytetään erityyppisiä ideointimenetelmiä
- osaratkaisut yhdistetään kokonaisratkaisuksi
- lopullisen ratkaisun valinta tapahtuu valittujen arvostelukriteerien avulla.

Järjestelmällisellä suunnittelulla pyritään vaikuttamaan ensisijaisesti tuotteen laatuominaisuuksiin ja kustannusrakenteeseen.

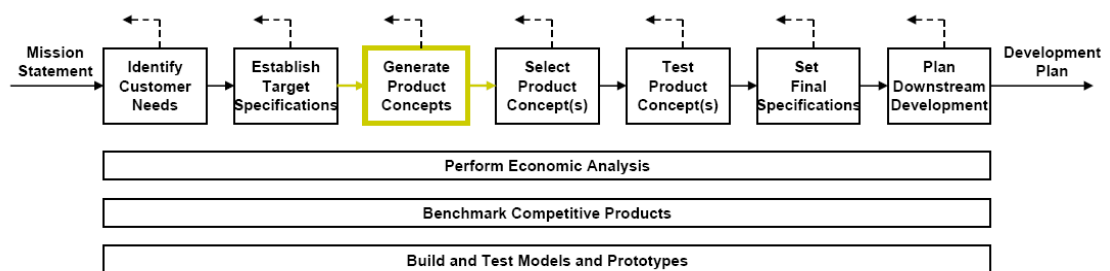
(Laaksonen, 2005, 17).

Ulrich ja Eppinger kuvaavat tuotekehitysprosessia seuraavasti kirjassaan Product design and development niin että se koostuu suunnitteluvaiheesta, konseptin kehittämisestä, systeemitasoisen suunnittelusta, yksityiskohtaisesta suunnittelusta, testauksesta ja parantelusta sekä tuotteen saattamisesta tuotantoon. Heidän prosessikuvaus eroaa hieman Laaksonen esittämistä vaiheista.

(Ulrich & Eppinger, 2008, 8-9).



Kuvio 7. Tuotekehitysprosessi (Roemer, 2006).



Kuvio 8. Concept Development (Roemer, 2006).

Konseptin kehittäminen sisältää Ulrich ja Eppingerin käsityksen mukaan seuraavat vaiheet: asiakastarpeiden tunnistaminen, tavoitespesifikaation vahvistaminen, tuotekonseptin luominen, tuotekonseptin valitseminen, tuotekonseptin testaus, lopullinen spesifikaatio sekä kehitysaikataulun ja suunnitelman luominen. (Ulrich & Eppinger, Product design and development, 2008, 16).

Tarkasteltaessa kyseessä olevaa hanketta edellä kuvattuun prosessiin verraten, huomataan että se käsittää vain osan vaiheesta konseptin kehittäminen (Concept Development). Pääpaino tällä selvityksellä on asiakastarpeiden tunnistaminen ja niiden muuntaminen tuotteen vaatimuksiksi.

Myös tämä hanke on syntynyt asiakastarpeesta. Usein asiakasta ei voida kuitenkaan käyttää prosessissa mukana, koska tuotekehitystoiminta on suojattua toimintaa. Niissä tapauksissa asiakastarvetietoisuus täytyy saada markkinoilta. (Laaksonen, 2005, 25).

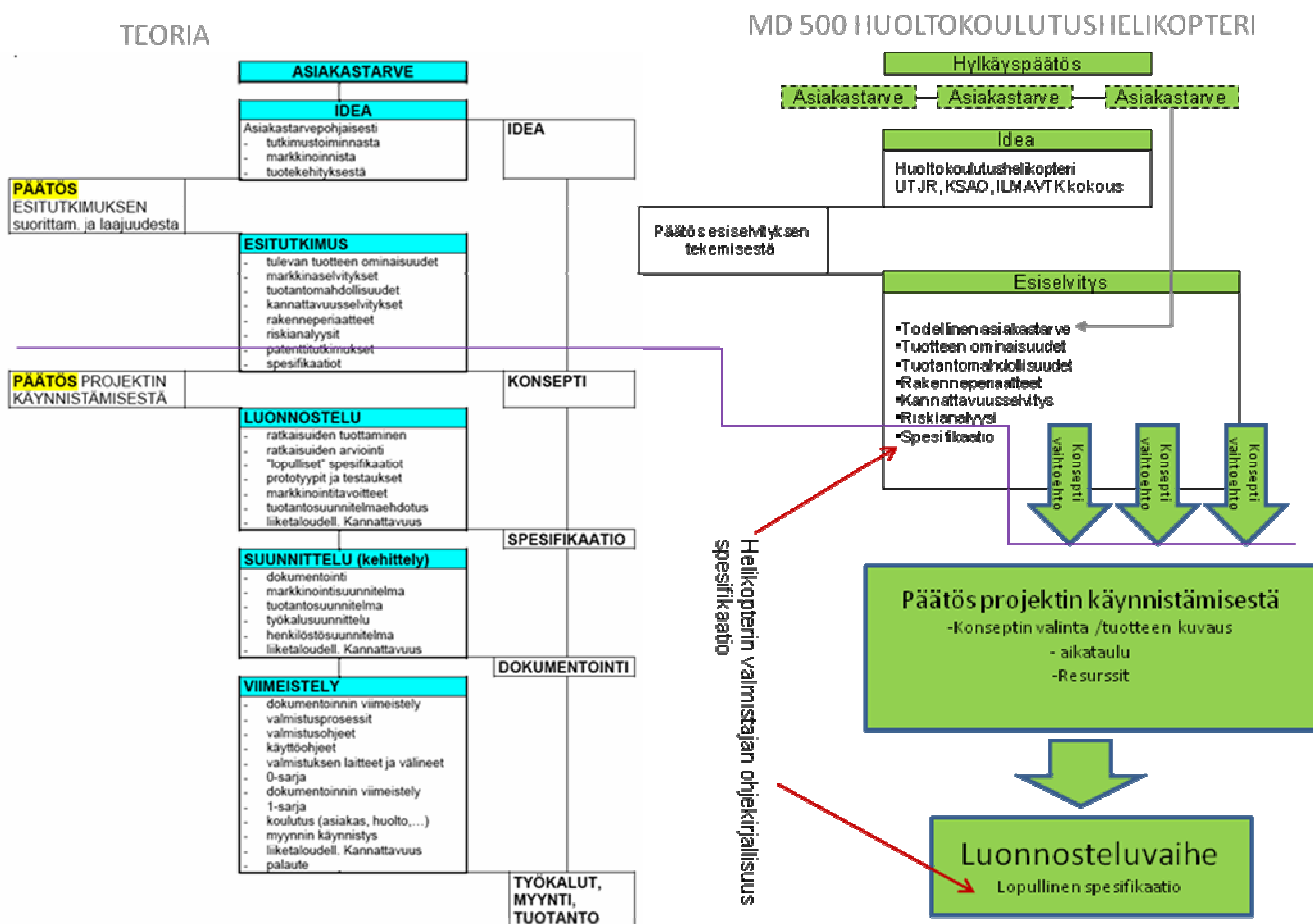
Tässä hankkeessa se oli kuitenkin mahdollista, koska asiakkaat ovat laitteiden omistajia tai yhteistyökumppaneita eikä tällä hankkeella pyritä saavuttamaan taloudellista hyötyä. Asiakkaan edustajat olivat mukana jo projektin ideavaiheessa ja he ovat myös ilmaisseet kiinnostuksensa osallistua fyysisen laitteen valmistukseen. Sen vuoksi asiakkaille lähetettiin kysely, jolla kartoitetaan heidän tarpeitaan ja toiveitaan laitteen ominaisuuksista sekä heidän resursseistaan.

Kuviossa 9, on vierekkäin Harri Laaksosen näkemys projektin vaiheista sekä tämän hankkeen esitutkimusvaihe ja sen toiminnot. Lisäksi siinä on pyritty hahmottamaan myös seuraavia vaiheita, jotka eivät kuulu tähän opinnäytteeseen. Violetti poikkiviiva kuvaa sitä tasoa, johon tällä selvityksellä pyritään. Tarkasteltaessa tätä projektia ja teoriaa voidaan todeta, että ne eroavat joiltakin osin toisistaan. MD500-huoltokoulutushelikopterin idea ei ole syntynyt tutkimustoiminnasta, markkinoinnista tai tuotekehityksestä. Idea on lähtöisin oppilaitoksista, joissa on ollut tarve parantaa koulutuksen laatua.

MD500-huoltokoulutushelikopterin asiakkaat ovat tunnettuja ja tiedetään myös, että niiden tarpeet eivät ole täysin samankaltaiset. Varsinaista markkinaselvitystä ei tehdä, vaan oppilaitokset vastaavat kyselyyn, jolla kartoitetaan asiakastarpeet sekä oppilaitos-

ten edustajat osallistuvat tuotteen vaatimusten määrittelyyn. Näin saadaan muodostettua yhteinen asiakastarve. Esitutkimusvaiheessa kuuluvaa tavoitespesifikaatiota ei laadita tässä selvityksessä. Se johtuu siitä, että suuri osa asiakkaiden tarpeista ja niistä muodostetuista toiminnallisissa vaatimuksista ovat samat kuin lentokuntoisella helikopterilla. Niiden laitteiden ja järjestelmien toiminta on jo spesifioitu. Jos tämä projekti etenee esitutkimusvaiheesta, tulevat ne vaatimukset, jotka poikkeavat lentävästä laitteesta, ideoida ja ratkaista luonnosteluvaiheessa ennen lopullista spesifikaatiota.

Tuotekehitystoiminta



Kuvio 9. Tuotekehitystoiminta teoriassa ja MD500-huoltokoulutushelikopteri hankkeessa.

5.1 Projektin taustat

Vuonna 1998 tuhoutui Utin lentokentällä autorotaatioharjoituksessa HH- 5. Helikopteri vaurioitui turmassa niin pahoin, että sitä ei kannattanut korjata. Vuonna 2007 puolestaan HH-8 tuhoutui lento-onnettomuudessa Anjalankoskella. Tutkintalautakunnan työn jälkeen alkoi keskustelu HH- 8:n jatkokäytöstä. Pääesikunnan maavoimien ilmailuosasto (PEMAAVILMOS) pyysi Lentotekniikkalaitosta (LENTOTL) selvittämään helikopterin korjauskustannukset ja aikataulun. Selvitykseen tuli myös sisällyttää kohta, jossa olisi tarkasteltu koneen modifiointia night vision goggle- versioksi (NVG) tai jonkun muun perusversion helikopterin modifioimista NVG käyttöön. Selvityksen kustannushaarukka oli varsin suuri, koska vaurioiden määrä ja laatu eivät olleet täysin selvillä ja osia ei ole valmiina, vaan ne tulisi valmistaa tälle projektia varten. Maavoimien materiaaliosasto antoi Lentotekniikkalaitokselle luvan käynnistää tarjouspyyntömenettelyn ja pyysi tarkkaa kustannusarviota ja aikataulua kyseiselle projektille. Lentotekniikkalaitos päätyi selvityksessä kokonaiskustannusarvioon jossa kustannukset olivat liian suuret sekä toimitusaika liian pitkä. Korjaus- ja modifikaatiokustannusten arvioinnin ja HH- kalustolle suunniteltujen lentotuntitavoitteiden perusteella Maavoimilla ei ollut tarvetta korjata HH-8 helikopteria. Samalla päätöksellä pyydettiin poistamaan vaurioituneiden helikoptereiden jäännökset ja laitteet mahdollisimman taloudellisella tavalla. (Puolustusvoimat f, 2007-2009).

Tämän jälkeen Lentotekniikkalaitos lähetti joukko-osastoille pyynnön, jolla selvitettiin tarpeet hylättävien koneiden ottamisesta koulutusmateriaaliksi.

5.2 Projektin osapuolet

Hankkeessa ovat mukana Kouvolan seudun ammattiopisto (KSAO), Ilmavoimien Teknillinen Koulu (ILMAVTK) sekä Utin Jääkärirykmentti (UTJR). Lisäksi projektissa on mukana ilmavoimien Lentotekniikkalaitos.

5.2.1 Kouvolan seudun ammattiopisto

Kouvolan seudun ammattiopisto sijaitsee Kouvolassa. Tekniikan ja liikenteen alalla opiskelee toisen asteen opinnoissa noin 50 oppilasta lentokoneasennuksen perustutkintoa. Opetuskoneet ovat oppilaitoksessa helikoptereita ja oppilaat suorittavat työharjoittelut pääsääntöisesti helikoptereiden parissa. Oppilaitos kuvailee esitteessään lentokoneasennuksen koulutusohjelmaa seuraavasti:

Opiskelet perustiedot ja -taidot tehdäkseksi ilma-alusten rakenteiden, järjestelmien ja laitteiden tarkastus-, huolto- ja korjaustöitä ohjeiden mukaan. Ammattiaineiden opiskelu on EASA(European Aviation Safety Agency) Part 66:n mukaista ja ilma-aluksen huolto-henkilöstön B1.3 ja B1.4 -lupakirjaan tähtäävää peruskoulutusta. Ammattiaineiden rinnalla opiskelet yhteisiä opintoja, jotka antavat jatko-opintokelpoisuuden. Lentämiseen liittyvät turvallisuusvaatimukset edellyttävät kaikilta ilmailualan ammattilaisilta tarkkuutta ja vastuuntuntoista asennetta työhön. Lentokoneasentajan on kyettävä itsenäiseen työskentelyyn sekä soveltamaan oppimaansa turvallisesti ja loogisesti. Suurin osa ilma-alusten huoltotöistä suoritetaan tiimityönä, joten lentokoneasentajalta edellytetään myös ryhmätyötaitoja. (Kouvolan seudun ammattiopisto, 2009.)

5.2.2 Utin Jääkärirykmentti

Utin Jääkärirykmentti on puolustusvoimien erikoisjoukko-osasto, joka sijaitsee Kouvolassa Utin lentokentän läheisyydessä. Rykmenttiin kuuluu Esikunta, Helikopteripataljoona, Erikoisjääkäripataljoona ja Tukikomppania. Sen henkilöstömäärä on noin 500, josta henkilökuntaa on noin 300 ja varusmiehiä noin 200.

(Puolustusvoimat d, 2009).

Rykmentissä opetetaan esimerkiksi puolustusvoimien helikopteriohjaajille ja lentotekniselle henkilöstölle helikopteritoiminnan erikoispiirteet ja helikopterikaluston tekniset yksityiskohdat ja käyttöperiaatteet. Tämän helikopterialan koulutuksen toteuttaa Helikopteripataljoona. Pataljoonan helikopterikalustoon kuuluu tällä hetkellä seitsemän MD500-helikopteria, kaksi venäläisvalmisteista MI-8- helikopteria ja kuusi huippumodernia NH90- kuljetushelikopteria. Suomi on tilannut 20 kappaletta NH90- kuljetushelikoptereita. Ohjaajien helikopterilentokoulutus aloitetaan MD500-helikopterilla.

(Vuolle, PPT- esitys, 2008).

Ennen lentokoulutuksen aloittamista helikopterin ominaisuudet, järjestelmien toimintatavat sekä rakenneperiaatteet opiskellaan ohjaajien tyyppiteoriakurssilla, joka on osa lentokoulutusohjelmaa.

(Puolustusvoimat g, 2009).

Lentoteknisen henkilöstön koulutusta Helikopteripataljoonassa toteutetaan useilla eri kursseilla. MD500-helikopterin osalta tällaisia kursseja ovat varusmiesapumekaanikkojen joukko-osasto kauden koulutukseen kuuluva rajoitettu käyttöhuoltokurssi. Henkilökunta opiskelee MD500-helikopterin käyttöhuoltotöihin käyttöhuoltokursilla sekä huoltotoiminnan erikoispiirteisiin HH tyyppikurssi kahdella.
(Puolustusvoimat h, 2009).

Utin Jääkärirykmentin lentoteknisistä varusmiehistä kaksi kolmasosaa on Kouvolan seudun ammattiopiston oppilaita, jotka suorittavat varusmiespalveluksen ja oppilaitoksen työharjoittelun samanaikaisesti. Helikopteripataljoonan päätehtävä ei ole koulutus vaan se on puolustusvoimien operatiivinen joukko. Sillä ei ole virallista oppilaitoksen asemaa Suomen lentoteknisten koulutusorganisaatioiden kentässä. Helikopteripataljoonalla on kuitenkin puolustusvoimien helikopterikaluston tyyppikoulutusvastuu ja vuosittain Helikopteripataljoonassa järjestetään kymmeniä opetustilaisuuksia liittyen lentoteknisen henkilöstön koulutukseen.
(Haastattelu Autere 9.11.2009).

Tässä opinnäytetyössä Helikopteripataljoonaa käsitellään oppilaitoksena.

5.2.3 Ilmavoimien Teknillinen Koulu

Ilmavoimien Teknillinen Koulu on oppilasmäärältään Suomen suurin ilmailualan oppilaitos. Se sijaitsee Jämsän kaupungissa Hallin taajamassa. Lentoteknillisen koulutuksen toteuttaa kurssiosasto, jossa vuositason opetusta kertyy runsaat 17 000 koulutuspäivää. Koulutusta saavat useat eri toimijat, jotka muodostuvat puolustusvoimien ja rajavartiolaitoksen lentoteknillisestä henkilöstöstä varusmiehistä upseereihin saakka.
(Puolustusvoimat c, 2009).

Ilmavoimien Teknisen Koulun antamia koulutuslajeja ovat esimerkiksi perus-, tyyppi-, lentokoneasejärjestelmä sekä järjestelmäkoulutusta. Yhtenä osa-alueena eri ammattiryhmien koulutusta ovat helikopteritekniikan perusopinnot.
(Pietarinen, 2009)

5.2.4 Lentotekniikkalaitos

Lentotekniikkalaitos tuottaa puolustusvoimien lentokoneiden, helikoptereiden ja miehittämättömien ilma-alusten käytön, ylläpidon ja kehittämisen edellyttämät palvelut koko niiden elinkaaren ajan. Tämä edellyttää koko toiminnan kattavan integroidun logistisen tuen (ILS) jatkuvaa kehity-

tämistä. Integroitu logistiikka on järjestelmähuollon vaatimien raaka-aineiden, varaosien, materiaalien, pääoman, tietovirtojen, palveluiden ja järjestelmien hallinnan suunnittelua, toteutusta ja ohjausta. Lentotekniikkalaitos ylläpitää edellytykset teknillisesti lentokelpoisten, lentoturvallisten ja toimintavalmiiden sotilasilma-alusten käyttöön koko valtakunnassa ja kaikissa valmiustiloissa.

(Puolustusvoimat b, 2009.)

Lentotekniikkalaitos on puolustusvoimien ilma-alusten ja niiden laitteiden omistaja.

5.3 Asiakastarve

Helikopterialan lentotekninen koulutus on kasvanut koko 2000-luvun niin siviili- kuin sotilasoppilaitoksissakin. Joidenkin oppilaitosten ongelmana on kuitenkin ollut opetusvälineiden rajallinen määrä ja laatu. Lentolaitteet ovat usein monimutkaisia ja usein myös kalliita. Niiden hankkiminen pelkästään koulutuskäyttöön on harvoin mahdollista valtionrahoitteisessa organisaatiossa. Oikean lentolaitteen ottaminen lentolinjalta ja sen käyttäminen koulutukseen ei aina ole mahdollista tai kovin kannattavaa. Kuitenkin havaintovälineiden käyttö lentoteknisessä opetuksessa on usein tarpeellista. Alkusysäyksen projektille antoi mahdollisuus saada käyttöön vaurioituneet helikopterit sekä Lentotekniikkalaitoksen järjestämä kysely eri toimijoille.

Tarve ja toteuttamismahdollisuudet synnyttivät idean, jossa osista rakennettaisiin kokonainen huoltokoulutushelikopteri. Toimisiko se parempana vaihtoehtona aikaisemmalle toimintatavalle, jossa osia käytettäisiin vain yksittäisinä havaintovälineitä vaurioituneista lentolaitteista? Idea syntyi oppilaitoksissa ja jalostui, kun oppilaitoksien edustajat kokoontuivat kesällä 2009.

Vaurioituneiden helikopterien oikeanlaisella jatkokäytöllä voitaisiin paikata joidenkin oppilaitosten havaintomateriaalivajetta ja tehostaa toisten oppilaitosten koulutuksen läpivientiä ja laatua. Pohdittaessa parasta ratkaisua on toivottavaa, että koulutuskäytössä olevan lentolaitteen ominaisuudet tulisi olla samat kuin lentävässä helikopterissa, ja niiden lisäksi siinä tulisi olla useita ominaisuuksia, jotka tukevat oppimista. Silloin voitaisiin käyttää helikopterin valmistuksessa käytettyä spesifikaatiota ja korjausohjeita, jolla helikopterista saataisiin lentävän helikopterin kaltainen ja parantaisiin oppimista

tukevilla ominaisuuksilla. Näin varmasti saavutettaisiin oppimisen kannalta parempia tuloksia, mutta se tuskin on mahdollista kaikkien huoltokoulutushelikopterin järjestelmien osalta, projektin budjetti sekä muiden resurssien rajallisuuden takia. Tämän opetusvälineen kehitystyössä tulevat korostumaan oppimista tukevat ominaisuudet ja tehokas sekä taloudellinen resurssien käyttö.

Käyttämällä mielikuvituksellista ja rohkeaa tuotekehitysprosessia voidaan tuottaa sellaisia ideoita, joilla saavutetaan sellaista laatua tai kustannustehokkuutta, joka voisi jäädä huomaamatta ilman systemaattista suunnittelua. Usein tuotekehitysprosessit ovat ajallisesti pitkiä, ja niiden huolellinen dokumentointi on tärkeää, että hankittu tieto ei katoa henkilöiden vaihtuessa. Systemaattinen suunnittelu tarjoaa myös loogisen tavan prosessin vaiheiden dokumentointiin. Edellä mainittujen etujen vuoksi esiselvityksessä pyritään noudattamaan yleisiä tuotekehitysprosessin vaiheita.

5.4 Idea huoltokoulutushelikopterista

Ilmavoimien Teknillisen Koulun, Kouvolan seudun ammattiopiston ja Utin Jääkärirykmentin edustajat kokoontuivat Utissa kesällä 2009 ja pohtivat helikoptereiden jatkokäyttöä. Tilaisuuden jälkeen Utin Jääkärirykmentti teki seuraavan esityksen:

Utin Jääkärirykmentti esittää, että vuonna 2007 lento-onnettomuudessa vaurioitunut HH-8 hylättäisiin opetus - ja koulutusmateriaaliksi. HH-8 ranko laitteineen soveltuu hyvin helikopterikoulutuksen perusopetuksen ja tyyppikoulutuksen opetusvälineeksi. Opetusvälineen valmistelu on tarkoitus toteuttaa yhteistyössä Kouvolan ammattiopiston (KSAO), UTJR:n sekä ILMAVTK:n kesken. Rangon valmistelemisesta opetusvälineeksi teetetään esiselvitystyö yhteistyössä Tampereen ammattikorkeakoulun kanssa. Selvitystyö tavoitteena on mallintaa rankoon tehtävät leikkaukset ja siinä olevien järjestelmien toiminnalliset vaatimukset eri oppilaitosten tarpeet huomioiden. Päärunkona käytetään HH-8 rankoa, jota täydennetään mahdollisesti aiemmin tuhoutuneen HH-5:n rangosta saatavilla osilla. Selvitystyö valmistuu 31.12.2009 mennessä.

(Puolustusvoimat f, 2009.)

5.5 Tuotekehityspäätös

Tässä hankkeessa ei tehty varsinaista tuotekehityspäätöstä tai yrityksen johdon mission statementiä. Edellisessä kappaleessa oleva Utin Jääkärirykmentin esitys toimi myös

tämän projektin tuotekehityspäätöksensä ja oppilaitoksille lähetettävän kyselyn oli tarkoitus tuottaa tiedot käyttäjistä. Tuotekehityspäätökset voivat sisältää seuraavanlaisia kohteita:

- *tuotteiden ja valikoimien kehittäminen*
- *tuotteen elinkaaren pituus*
- *tuotteen suoritus- ja muut ominaisuudet*
- *tuotantoteknologia*
- *raaka-aineet ja komponentit*
- *alihankinta.*

(Laaksonen, 2005, 18.)

Alla olevassa taulukossa on vertailtu tuotekehityspäätöksen teoriaa MD 500 huoltokoulutushelikopterin tuotekehityspäätökseen.

Taulukko 2. Tuotekehityspäätös

Tuotekehityspäätös	
Teoria	MD500-huoltokoulutushelikopteri
Tuotteiden ja valikoimien kehittäminen	Helikopterikoulutuksen perusopetuksen ja tyyppikoulutuksen opetusväline
Tuotteen elinkaaren pituus	MD500-helikopterilla ei ole määriteltyä elinkaarta, joten kyseisen laitteen elinkaari on riippuvainen kuinka kauan MD500-helikoptereita on lentopalveluksessa sotilas ja siviili-ilmailussa
Tuotteen suoritus- ja muut ominaisuudet	Käsitellään esiselvityksessä, tarkka kuvaus jos projekti edistyy tuotantoon
Tuotantoteknologia	Käsitellään esiselvityksessä, tarkka kuvaus jos projekti edistyy tuotantoon
Raaka-aineet ja komponentit	HH-5 ja HH-8 Rungot ja laitteet. Tarvittaessa alumiinia ja kiinnityskappaleita rungon korjaamiseksi
Alihankinta	Käsitellään esiselvityksessä, kyselyssä tiedusteltiin eri osapuolten mahdollisuuksista osallistua laitteen valmistukseen jos sellainen päätetään valmistaa

Tuotekehityspäätöksessä on kohtia, jotka tarvitsevat lisäselvitystä ennen varsinaisen huoltokoulutusvälineen valmistamista. Tuotteen ominaisuuksia, tuotantoteknologiaa ja alihankintaa pyritään kartoittamaan tässä esiselvityksessä. Jos tuote etenee valmistusprosessiin, on nämä päätöksen kohdat sisällytettävä päätökseen projektin käynnistämisestä.

5.6 Esitutkimus

Usein yrityksellä on paljon tuoteideoita, joista vain parhaat ylittävät ideakynnyksen. Esitutkimuksen suorittaminen on suhteessa halpaa jos niitä verrataan kokonaisen tuotekehitysprojehtin kustannuksiin. Lisäksi esitutkimukseen vaatima aika on huomattavasti lyhyempi kuin koko projektiin käytettävä aika. Noiden etujen vuoksi yritykset tekevät esitutkimuksia paljon jos niitä verrataan niihin projekteihin, jotka päätyvät uusiksi tai parannetuiksi tuotteiksi.

(Laaksonen, 2005, 33–34).

Laaksosen mukaan esitutkimuksen tavoitteena on:

- *tuotekonseptin selvittäminen*
- ***tuotteen (alustavan) spesifikaation ja tuotesuunnitelman laadinta***
- *riskien kartoitus tai vähentäminen*
- *tuotantomahdollisuuksien selvittäminen*
- ***liiketoimintaedellytysten kartoittaminen***
- *uutuustutkimuksen (teollisoikeudet) suorittaminen.*

Tuotekehitysprosessin esitutkimusvaiheen tärkein lopputulos on tuotteen määrittely eli tuotespesifikaatio ja tuotesuunnitelma”.

(Laaksonen, 2005, 33).

Yritysten tekemien esitutkimusten periaatteellinen vastuujako on esitetty seuraavassa taulukossa. Taulukko 3 on laadittu Harri Laaksosen opintomateriaalin pohjalta.

Taulukko 3. Periaatteellinen vastuujako esitutkimuksessa

Markkinointi	T&K	Tuotanto	Taloushallinto ja yrityksen johto
Asiakastarpeet	Tekniset mahdollisuudet	Koneet	Tuotteen ja projektin kannattavuus
Liiketoimintakuvio, tuotteiden menekki eri markkina-alueilla	Kriittisten kohtien selvitys	Työkalut	Liiketoiminnalliset edellytykset resurssien ja rahoituksen suhteen
Kilpailutilanne	Erlaiset konseptit	Investointitarpeet	Toteuttamisvaihtoehdot resurssien ja rahoituksen suhteen
Mihin tasoon markkinahinta asettuu	Ehdottaa ratkaisukonsepteja	Uudelleen järjestelyt	
	Muotoilijan ratkaisut	Resurssien käyttö	

(Laaksonen, 2005, 34).

Puolustusvoimien ydinosaamiseen ei kuulu huoltokoulutusvälineiden suunnittelu tai valmistus. Mahdollisuus parantaa ohjaajien ja lentoteknisen koulutuksen laatua, läpivientiä sekä käyttää lentäviä helikoptereita niille suunniteltuun käyttötarkoitukseen, johti siihen, että vaurioituneiden helikopterien jatkokäytöstä käynnistettiin esiselvitys. Esiselvitys voidaan rinnastaa esitutkimukseen. Alla on mukaelma (taulukko 4) Laaksonen esittämästä esitutkimuksen vastuujaoista, jossa on esitetty ne vaiheet joita käsitellään MD500 huoltokoulutushelikopterin esiselvityksessä.

Taulukko 4. Esitutkimuksen tavoitteet

MD500-huoltokoulutushelikopterin esiselvityksen kohteet			
Asiakastarpeet	Tekniset mahdollisuudet		Tuotteen ja projektin kannattavuus
	Kriittisten kohtien selvitys		
	Erlaiset konseptit		Toteuttamisvaihtoehdot resurssien ja rahoituksen suhteen
	Ehdottaa ratkaisukonsepteja		
		Resurssi(t)en käyttö	

MD500-huoltokoulutushelikopterin opinnäytetyöhön liittyvän tuotekehitysprosessin esitutkimusvaiheen tärkein lopputulos on toiminnalliset vaatimukset. Tässä opinnäytetyössä ei laadittu alustavaa spesifikaatiota tai tuotesuunnitelmaa. Tuotekehitysprosessin seuraavassa vaiheessa eli luonnostelussa sellaiset tulisi laatia.

5.6.1 Vaatimusmäärittely

Huoltokoulutushelikopterihankkeelle voidaan todeta olevan asiakastarve. Millaiset ovat eri osapuolten tarpeet? Millaiset ne ovat yhdistettyinä? Uuden tai muuttuvan laitteen vaatimuksia selvittäessä voidaan ne selvittää usealla eri tavalla. Tällaisia tapoja ovat esimerkiksi haastattelut ja markkinakyselyt. Tässä hankkeessa pyritään selvittämään asiakkaiden todelliset tarpeet, joten kyselyt suunnataan niille asiakkaille, joiden tiedetään olevan laitteen tulevia käyttäjiä.

Huoltokoulutushelikopterin vaatimusmäärittelyllä pyrittiin selvittämään laitteen toiminnalliset vaatimukset ja rakenneperiaatteet. Vaatimusmäärittely oli tässä tapauksessa kaksiosainen prosessi. Niiden määrittelemiseksi oppilaitoksille lähetettiin kysely, jolla kartoitetaan tarpeet ja toiveet tälle koulutuslaitteelle. Kyselyn tuloksista tehtiin kooste, jolla pyrittiin selvittämään eri osapuolten todelliset asiakastarpeet. Tämän jälkeen oppilaitosten edustajat kutsuttiin kokoukseen, jossa selvitettiin vaatimusten hierarkia sekä luotiin kyselyn tulosten pohjalta toiminnalliset vaatimukset MD500-huoltokoulutushelikopterille. Ne vaatimukset toimivat tuotteen alustavana spesifikaationa. Kokouksessa tehtiin myös riskikartoitus sekä selvitettiin tuotantomahdollisuudet. Kokouksen jälkeen esiselvityksessä on pohdittu erilaisia konsepteja huoltokoulutushelikopterin toteuttamisvaihtoehtoista.

5.6.2 Kysely tarpeesta, laitteen vaatimuksista sekä resursseista

Tähän hankkeeseen liittyvällä kyselylomakkeella ei ollut tarkoitus kerätä aineistoa tieteelliseen tutkimukseen, vaan määrittää käyttäjien toiveet laiteelle sekä kartoittaa käyttäjäjoukko, koulutustapahtumat ja oppilaitosten tarve lukumääräisesti sekä ajallisesti. Osalla kysymyksistä pyrittiin myös kartoittamaan resurssit, jotka oppilaitokset voisivat antaa käyttöön huoltokoulutuslaitteen valmistamiseksi.

Kyselyä suoritettaessa on kuitenkin otettava huomioon useita eri seikkoja. Millainen on vastaajajoukko? Mitä kyselyllä on tarkoitus saavuttaa? Millaisella menetelmällä kysely suoritetaan? Käytetäänkö haastattelua vai kyselylomaketta? Jakautuuko kysely useaan eri kertaan, vai riittääkö yksi?

Kun on valittu menetelmä, on pohdittava kuinka kyselylomake laaditaan. Millainen on lomakkeen laajuus ja ulkoasu? Lomakkeen tulisi herättää luottamusta sekä ottaa huomi-

oon vastaajien ominaisuudet. Mikä olisi sopiva lomakkeen kokonaisrakenne ja miten sen sisällöstä saadaan looginen? Mikä on kysymyksenasettelun tarkkuustaso? Voinko käyttää avoimia kysymyksiä? Tarvitsevatko kysymykset vastausohjeet? Mikä on kysymysten rakenne? Jos kyselyssä on valmiit vastausvaihtoehdot, mitä niissä on huomioitava? Kuinka otan huomioon tutkimuseettiset näkökohdat?

(Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto, 2004).

Kyselylomakkeen laadinnassa pyrittiin ottamaan huomioon edellä mainitut kysymykset. Yksittäisten kysymyksien asettelussa noudateltiin Yhteiskuntatieteellisen tietoarkiston Kvantitatiivisten menetelmien tietovarannon kyselylomakkeiden laatiminen verkko-oppimismateriaalin periaatteita.

Kysymysten tarkkuustasoon liittyvistä kysymyksistä yksi tavanomaisin koskee sitä, laaditaanko kysymykseen valmiit vastausvaihtoehdot (strukturoitu kysymys) vai riittääkö avoin kysymys. Täysin avoimia kysymyksiä on suositeltavaa sisällyttää lomakkeeseen harkiten ainoastaan silloin kun niiden käyttöön on painava syy. Postikyselyjen kaikki vastaajat eivät vastaa niihin ja vastaustavatkin vaihtelevat paljon, eikä vastauksista saatu informaatio aina täytä tutkijan odotuksia. Mutta jos vastaajajoukko tiedetään aktiiviseksi ja helposti myös kirjallisesti kantaa ottavaksi, avointen kysymysten käyttö voi olla hyvinkin perusteltua. Esitutkimusvaiheessa avoimia kysymyksiä kannattaa käyttää aihepiirin eri ulottuvuuksien kartoittamiseksi.

(Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto, 2004.)

Lentolaitteiden järjestelmät ja niiden komponentit on dokumentoitu hyvin. Tiedetään millainen laitteen todellinen ja mahdollinen rakenne ovat. Rakennepuut ovat dokumentoitu tietojärjestelmään, joten niiden pohjalta olisi voitu helposti koostaa kysely oppilaitoksille, jossa pyydetään: ”valitkaa toimivat järjestelmät”. Siihen ei kuitenkaan tässä esiselvityksessä päädytty. Asiakkaiden todelliset koulutustarpeet toivottiin saatavan paremmin esille käyttämällä joissakin kysymyksissä avovastauksia. Sen lisäksi tällä pyrittiin estämään ne toiveet, jotka syntyvät yksinkertaisesti vain siksi, että ne ovat tarjolla. Oppilaitosten edustuksessa tiedettiin olevan sellaisia henkilöitä, jotka ovat työskennelleet tai työskentelevät MD500-helikopterin huoltotehtävissä. Heidän tiedettiin myös olevan opettajia ja heidän laitetuntemus tiedettiin olevan riittävä. Selvityksen teki-

jän ei katsottu tarpeelliseksi suorittaa erillisiä haastattelukäyntejä vaan ne voitaisiin suorittaa tarvittaessa kokouksen yhteydessä. Lisäksi vastaajajoukko tunnetaan aktiivisena vastaajina sekä heidän motivaatio kyseistä hanketta kohtaan on suuri.

Näiden argumenttien pohjalta tässä hankkeessa tarpeiden, toiveiden ja resurssien kar-toittamiseksi on valittu postikysely. Kyselylomakkeessa on käytetty kahden tyyppisiä kysymysrakenteita: Kysymykset, joissa on valmiit vastausvaihtoehdot ja kysymyksiä jossa on avovastaus.

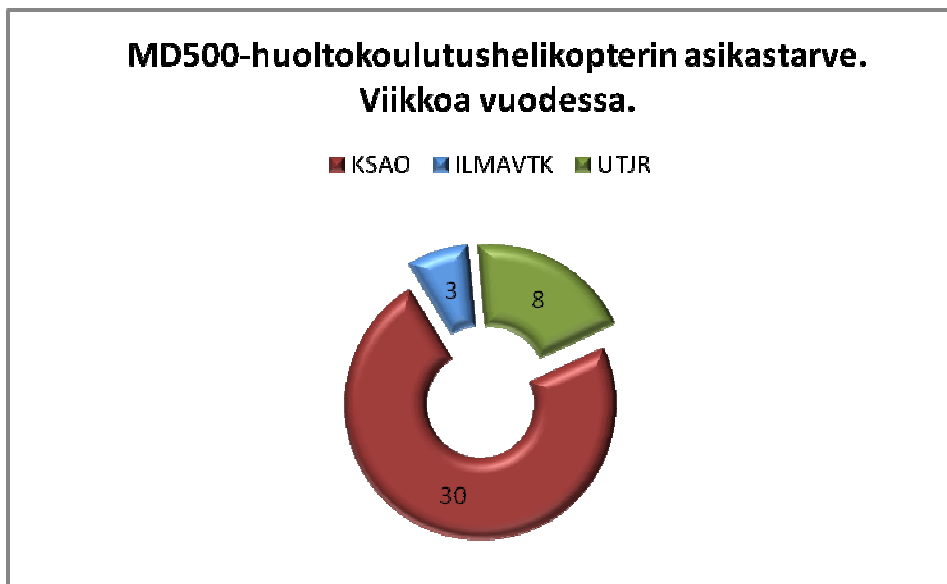
Kysely testattiin usealla eri henkilöllä ennen sen lähettämistä oppilaitoksiin. Testijoukko muodostui Helikopteripataljoonan lentoteknisistä opettajista sekä yhdestä henkilöstä jolla ei ole lentoteknistä koulutusta. Testausprosessin jälkeen työn valvoja hyväksyi kyselylomakkeen ja se lähetettiin vastaajilla. MD500-huoltokoulutushelikopterin kyselylomake saatteineen sekä vastausohjeineen on liitteenä 1.

Kyselyn tulokset esitetään tämän selvityksen kahdessa kohdassa. Tämän luvun alla on käsitelty ne kysymykset, jotka käsittelevät asiakkaiden toiveita ja tarpeita. Luvussa kuusi esitetään niiden kysymysten vastausten koosteet, jotka kohdistuvat resursseihin.

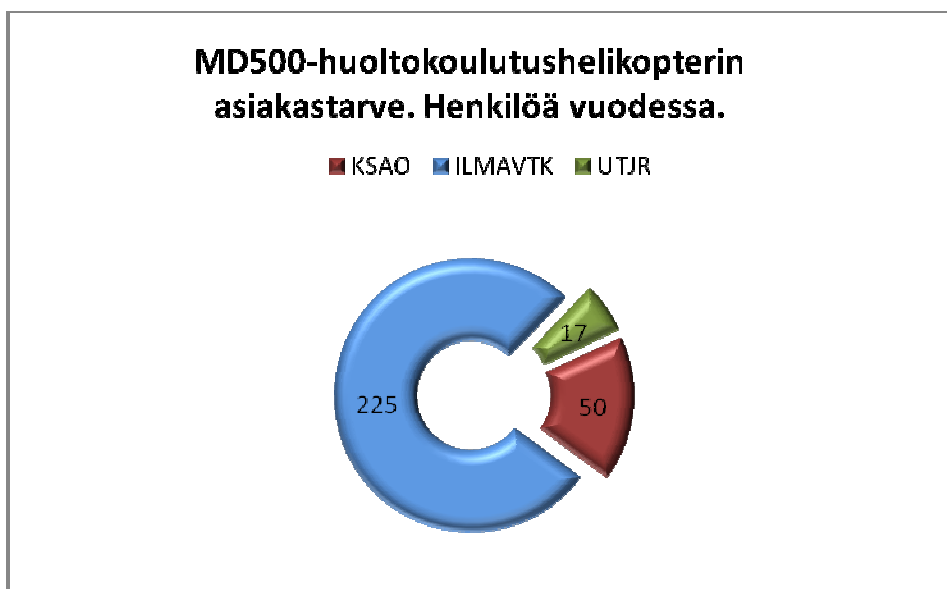
5.6.3 Asiakkaiden tavoitteet, tarpeet ja toiveet huoltokoulutushelikopterille

Oppilaitokset olivat muodostaneet yhteiset näkökannat omassa laitoksessa ja kaikki osapuolet vastasivat kyselyyn yhdellä lomakkeella. Tässä kappaleessa on vastausten perusteella laaditut koonnokset niihin kysymyksiin, joilla selvitettiin tuotteen tarvetta ja toiveita laitteen ominaisuuksista.

Kyselytutkimuksen mukaan MD500-huoltokoulutushelikopterilla on vuodessa 292 käyttäjää ja tarve koulutuslaitteelle on 41 viikkona vuodessa. Oppilaitosten asiakastarpeet poikkeavat toisistaan huomattavasti ajallisen tarpeen ja asiakasmäärien suhteen. Suurin käyttäjä olisi Ilmavoimien Teknillinen Koulu, kun asia tarkastellaan oppilaiden lukumäärän suhteen. Ajallisesti suurin tarve on Kouvolan seudun ammattiopisto. Alla olevissa kuvioissa esitetty on eri oppilaitosten tarve käyttöviikkoina vuodessa (kuvio 10) ja käyttäjämäärä vuositasolla (kuvio 11). Asiakkaiden tarvetta on tarkennettava kouksessa.



Kuvio 10. Oppilaitosten tarve käyttöviikkoina vuodessa



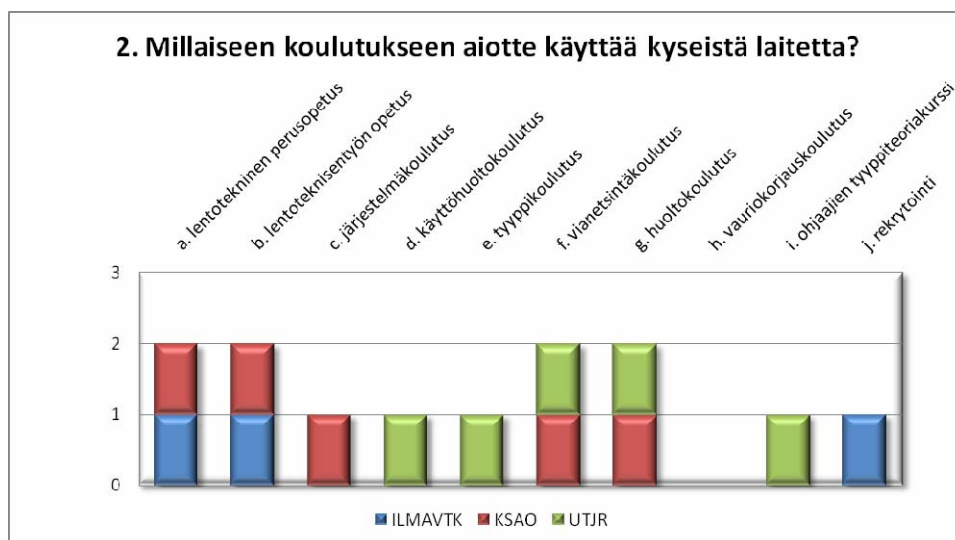
Kuvio 11. Oppilaitosten tarve henkilöä vuodessa

Oppilaitosten tarve eroaa joiltakin osin toisistaan, kun tarvetta tarkastellaan kuinka oppilaitokset aikovat käyttää kyseistä laitetta. Ilmavoimien Teknillisen Koulun ja Kouvolan seudun ammattiopiston tarpeet yhdistyvät lentoteknisen perusopetuksen osalta sekä työn opetuksen suhteen. Utin Jääkäriyrykmentin ja Kouvolan seudun ammattiopiston tarpeet ovat samankaltaiset vianetsintä- ja huoltokoulutuksen osalta. Yksittäisiä tarpeita on kaikilla toimijoilla. Ne ovat seuraavat:

- Utin Jääkäriyrykmentti
 - käyttöhuoltokoulutus
 - tyypikoulutus
 - ohjaajien tyypiteoriakurssi

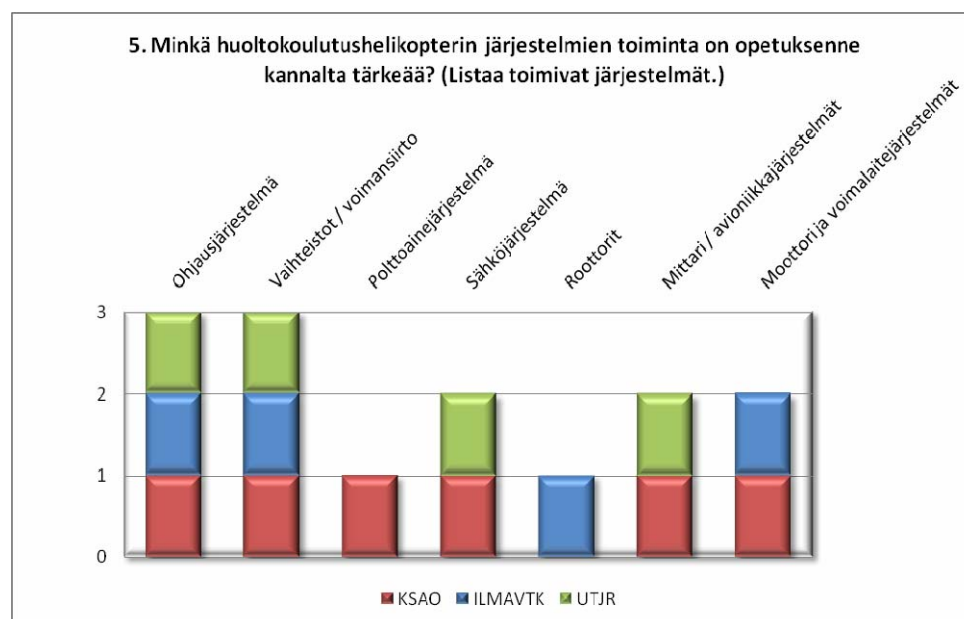
- Kouvolan seudun ammatinopisto
 - järjestelmäkoulutus
- Ilmavoimien Teknillisen Koulu
 - rekrytointi.

Vauriokorjauskoulutukseen ei katsottu olevan tarvetta tämän laitteen osalta kenellekään toimijalla. Alla kuviossa 12 on esitetty suunnitellut käyttötarkoitukset.



Kuvio 12. Käyttötarkoitukset.

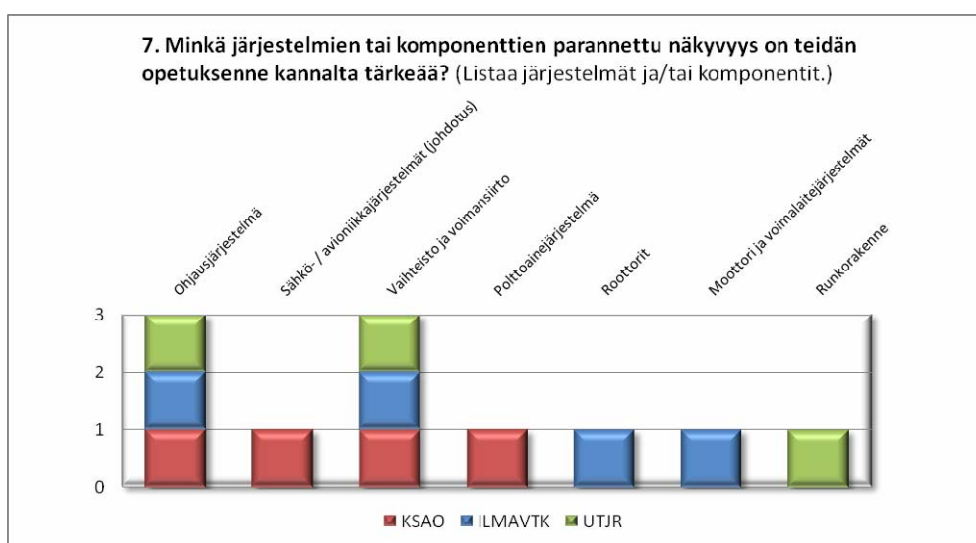
Kyselylomakkeen kysymys 5:n avovastauksista on koottu ne toimivat järjestelmät joiden oppilaitokset toivoivat huotokoulutuslaitteessa toimivan. Ne ovat esitetty kuviossa 13.



Kuvio 13. Toimivat järjestelmät.

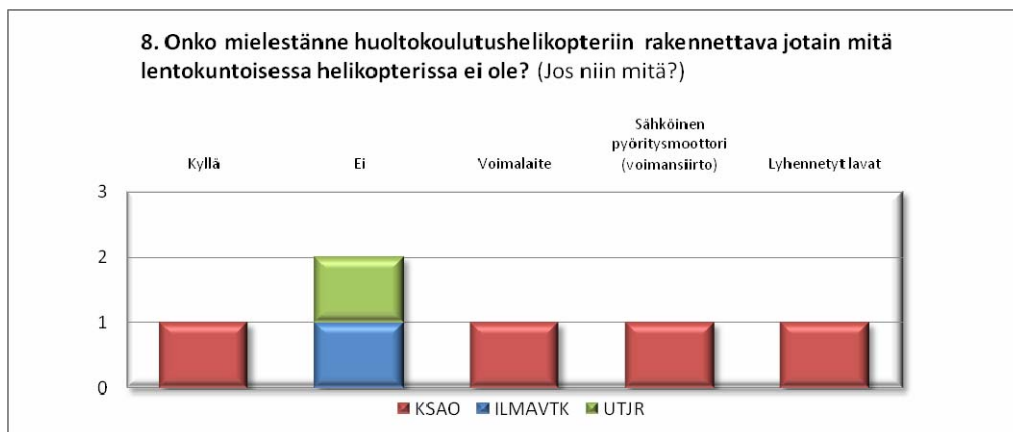
Oppimista tukevia ominaisuuksia kyselyssä pyrittiin selvittämään kolmella seuraavalla kysymyksellä. Kyselylomakkeen kysymyksessä seitsemän kartoitettiin oppilaitosten tarpeita nähdä koneen rakenteita ja komponentteja paremmin kuin lentokäytössä olevassa helikopterissa. Kysymyksellä pyritään selvittämään myös tuotekehityspäätöksessä ollutta tavoitetta, jonka tavoitteena on saada selville rankoon tehtävät leikkaukset oppilaitosten tarpeet huomioiden. Parannettu näkyvyys voidaan kysymysten vastausten perusteella jakaa kahteen luokkaan yhdistettyjen tarpeiden perusteella. Ne ovat esitetty kuviossa 14. Tarpeet tärkeysjärjestyksessä ovat seuraavat:

1. ohjausjärjestelmä, vaihteistot ja voimansiirto
2. sähkö-, avioniikka- ja polttoainejärjestelmä, roottorit, runko sekä moottori ja voimalaitejärjestelmät.



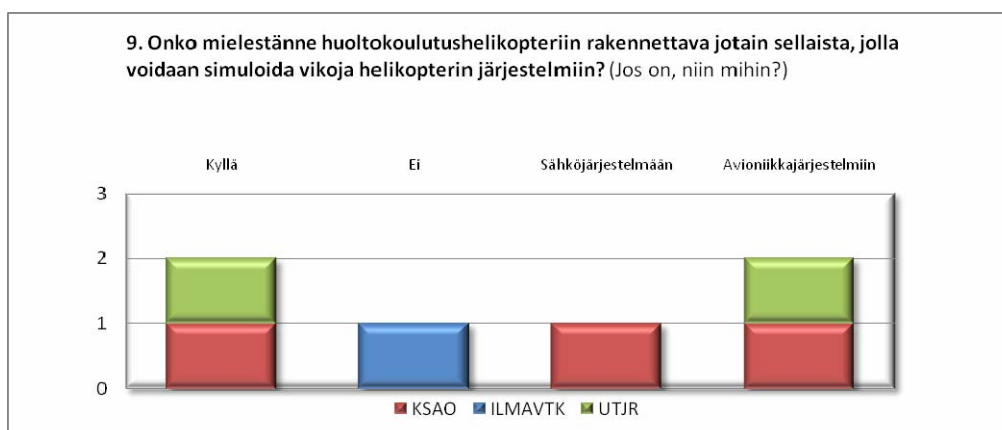
Kuvio 14. Leikkausten tarve.

Kysymys kahdeksan selvitti täytyykö MD500-huoltokoulutushelikopteriin rakentaa jotakin lisää, mikä poikkeaa lentävästä helikopterista. Kuvio 15 käsittelee näitä ominaisuuksia. Ilmavoimien Teknillinen Koulu ja Utin Jääkäriyrykmentti ei katsoe sitä tarpeelliseksi. Kouvolan ammattiopistolla oli tarpeita lisätä laitteeseen uusia ominaisuuksia. Nämä ominaisuudet tarvitsevat tarkennuksia kokouksessa, jotta ne voidaan muuntaa ne toiminnallisiksi vaatimuksiksi.



Kuvio 15. Uudet ominaisuudet

Kouvolan seudun ammattiopisto katsoi tarpeelliseksi simulioda vikoja sähkö- ja avioniikkajärjestelmiin. Utin Jääkäriyrykmentti katsoi tarpeelliseksi tehdä simulaatioita avioniikkajärjestelmiin. Vikojen simuloimiseen liittyvät tarpeet ovat esitetty kuviossa 16. Myös tähän kysymykseen tarvitsee tarkennuksia, jotta ne voidaan muuntaa toiminnallisiksi vaatimuksiksi.



Kuvio 16. Tarve simuloida vikoja

5.6.4 Asiakkaiden yhdistetyt tavoitteet, tarpeet ja toiveet

Kysely tuotti tuotekehitysprosessiin tietoa asiakkaiden tavoitteista, tarpeista ja toiveista. Jotkut tarpeet tarvitsevat tarkennuksia ja ne tehtiin kyselyn jälkeen olleessa kokouksessa. Kun kaikki asiakkaiden tarpeet olivat tunnistettu, voitiin niiden perusteella laatia toiminnalliset vaatimukset ja konseptit. Lisäksi tunnistetut tavoitteet, tarpeet ja toiveet ovat hyödyksi luonnosteluvaiheessa, kun ratkaisuja tuotetaan ja valitaan sopivimmat ratkaisuperiaatteet mahdollisesti valmistettavalle tuotteelle. Luonnosteluvaihe ei kuulu tähän esitutkimukseen.

Taulukossa 5 on lueteltu yhdistetyt asiakkaiden tavoitteet, tarpeet ja toiveet. Niiden hierarkkinen järjestys on muodostettu sen perusteella, kuinka monta kertaa niitä on toivottu tai esitetty kyselylomakkeiden vastauksissa. Se ei ole lopullinen tärkeysjärjestys, vaan järjestys muodostettiin toiminnallisten vaatimuksien perusteella. Joitakin vaatimuksia ei ole vielä käsitelty. Näitä vaatimuksia ovat esimerkiksi turvallisuuteen liittyvät vaatimukset. Mahdollisimman moni vaatimus pyrittiin tunnistamaan ennen asiakkaiden taapamista.

Taulukko 5. Yhdistetty asiakkaiden tavoite-, tarve- ja toiveluettelo

Yhdistetty asiakkaiden tavoite-, tarve- ja toiveluettelo		Hierarkia
1.	Siinä tulisi olla toimiva ohjausjärjestelmä	3
2.	Siinä tulisi olla toimivat vaihteistot ja voimansiirto	3
3.	Ohjausjärjestelmän osat ja komponentit pitäisi olla näkyvissä	3
4.	Vaihteiston ja voimansiirron osat ja komponentit pitäisi olla näkyvissä	3
5.	Laitetta täytyy voida käyttää lentoteknisessä perusopetuksessa	2
6.	Laitetta täytyy voida käyttää lentoteknisyyden opetuksessa	2
7.	Laitetta täytyy voida käyttää vianetsintäkoulutuksessa	2
8.	Laitetta täytyy voida käyttää huoltokoulutuksessa	2
9.	Siinä tulisi olla toimiva sähköjärjestelmä	2
10.	Siinä tulisi olla toimivat mittaristot ja avioniikkajärjestelmät	2
11.	Siinä tulisi olla toimiva moottori ja sen järjestelmät	2
12.	Vikoja pitää pystyä simuloimaan avioniikkajärjestelmiin	2
13.	Laitetta täytyy voida käyttää järjestelmäkoulutuksessa	1
14.	Laitetta täytyy voida käyttää käyttöhuoltokoulutuksessa	1
15.	Laitetta täytyy voida käyttää tyypikoulutuksessa	1
16.	Laitetta täytyy voida käyttää ohjaajien tyypiteoriaopetukseen	1
17.	Laitetta täytyy voida käyttää rekrytointiin	1
18.	Siinä tulisi olla toimiva polttoainejärjestelmä	1
19.	Siinä tulisi olla toimivat roottorit	1
20.	Sähkö- ja avioniikkajärjestelmät johdotus, osat ja komponentit pitäisi olla näkyvissä	1
21.	Polttoainejärjestelmän osat ja komponentit pitäisi olla näkyvissä	1
22.	Roottorit pitäisi olla näkyvissä	1
23.	Moottori- ja voimalaitejärjestelmän osat ja komponentit pitäisi olla näkyvissä	1
24.	Runkorakenteen osat ja komponentit pitäisi olla näkyvissä	1
25.	Laitteessa pitää olla voimalaite	1
26.	Laitteessa pitää olla sähköinen pyörimismoottori voimansiirtojärjestelmään	1
27.	Laitteessa pitää olla lyhennetyt lavat	1
28.	Vikoja pitää pystyä simuloimaan sähköjärjestelmään	1

5.6.5 Toiminnalliset vaatimukset kyselyn perusteella

Asiakkaiden tarpeet muunnettiin toiminnallisiksi vaatimuksiksi. Vaatimuksia muodostettaessa ne muokattiin siten, että niistä selviää mitä laitteen tulee tehdä, sen sijaan että mitä laitteessa on oltava.

(Laaksonen, 2005, 36)

Oppilaitosten tavoitteet ja koulutustyyppi ovat tarpeettomia muodostettaessa toiminnallisia vaatimuksia, koska oppilaitokset ovat pohtineet laitteen käytettävyyttä omiin koulutuskokonaisuuksiin ja ilmaisseet tarpeet sekä toiveet sen mukaisesti. Tavoitteita ja koulutustyyppiä ei tulkita tässä yhteydessä, mutta ne tuottavat tarpeellista tietoa luonnosteluvaiheeseen sekä valmistusprosessiin.

Asiakkaiden 28 toiveesta, tarpeesta ja tavoitteesta jää tämän jälkeen jäljelle 20 kohtaa, jotka ovat muunnettava vaatimuksiksi. Vaatimuksia muodostui kyselyn perusteella noin 100 kappaletta. Määrä ei kuitenkaan ole vielä lopullinen, sillä kokous tuotti lisää vaatimuksia tälle laitteelle. Vaatimuslistaan on lisätty myös niin sanottuja latenteja eli tiedostamattomia vaatimuksia. Kaikki vaatimukset ovat järjestetty sen mukaan kuinka usein tarve tai toive, johon vaatimus perustuu, on esiintynyt kyselylomakkeiden vastauksissa. Kyselyn perusteella laaditut vaatimukset ovat taulukossa 6.

Numerointi on säilytetty alkuperäisten tarpeiden mukaisina kaikissa vaatimustaulukoissa kohtaan 28 asti ja sen jälkeen tulevat kohdat ovat numeroitu 29 eteenpäin. Näin voidaan jäljittää tarvittaessa se tarve, josta vaatimus on peräisin. Huomioitavaa on että välistä puuttuu numeroita, johtuen siitä että alkuperäisessä tarveluettelossa oli mukana tarpeita, joita ei tarvita toiminnallisten vaatimusten määrittelyssä. Vaatimukset on numeroitu käyttäen alanumeroita esimerkiksi 11,1.

Alustavassa vaatimuslistassa suuri osa tämän laitteen vaatimuksista on seuraavan tyyliä: 1,1 ”Pituusohjausjärjestelmän tulee toimia”, sillä on tarkoitettu, että pituusohjausjärjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa. Lopullisessa vaatimuslistassa vaatimukset ovat kirjoitettu kuten jäljempänä. Järjestelmien toimintaperiaatteet ja komponentit ovat määritetty helikopterin valmistajan ohjekirjallisuudessa. Näin vältetään tuplamäärittelyä ja jos laite päätetään valmistaa. Kokoonpano voidaan suorittaa valmistajan ohjeilla ja periaatteilla.

Sen sijaan vaatimus 9,1 ”Sähköjärjestelmään tulee olla mahdollista syöttää 24V DC” on määritetty väljemmin. Eikä siten, että ”Sähköjärjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa”. On erittäin todennäköistä, että tässä laitteessa ei tule olemaan toimivaa voimalaitetta, jolloin sähköjärjestelmä ei voi itsenäisesti tuottaa helikopterin

tarvitsemaa sähkövirtaa. Kohdan 9,1 tyyliin muodostettu vaatimus ei sido ratkaisuperiaatetta haettaessa ideoijan käsiä, vaan ratkaisu voidaan toteuttaa usealla eri tavalla.

Osa vaatimuksista on määriteltävä asiakkaiden kanssa yhdessä, kuten vaatimus 10. ”Laitteessa tulee olla toimiva mittaristo ja avioniikkajärjestelmät”. Tässä helikopteri-tyypissä on monia avioniikkajärjestelmiä ja mittareita. Resurssikartoituksen yhteydessä on ilmennyt, että kaikki laitteet, jotka ovat olleet HH-8 helikopterissa turman aikana, ei ole käytettävissä. Eli ne vaatimukset tarvitsevat lisäselvitystä.

Projektin oletuksena on että tämä laite pyritään valmistamaan hylätyillä osilla. Avioniikka on melko kallista, joten uusien tai käytettyjen osien hankkimista pyritään välttämään. Se voi olla mahdollista, jos jollakin on osoittaa siihen resursseja, mutta kyselyn perusteella ei sellaista ole nähtävissä.

(Kaikonen, 2009)

Taulukon 6 toiminnalliset vaatimukset kyselyn perusteella käytiin kokouksessa läpi sekä hankittiin avoimiin vastauksiin tarkennukset. Kokouksen jälkeen oppilaitokset arvioivat ominaisuuksien tärkeyden heidän koulutuskokonaisuuksiin liittyen. Tämän jälkeen laadittiin lista lopullisista toiminnallisista vaatimuksista joka palautettiin tuotekehitysprosessiin. Se mahdollistaa konseptivaihtoehtojen pohtimisen.

Taulukko 6. Toiminnalliset vaatimukset kyselyn perusteella

Toiminnalliset vaatimukset kyselyn perusteella		
Nro	Toiminnallinen vaatimus	Esiintymistiheys kyselyssä
1.	Ohjausjärjestelmän tulee toimia	3
1,1	Pituusohjausjärjestelmän tulee toimia	3
1,1,1	Pituusohjausjärjestelmän trimmin tulee toimia	3
1,2	Poikittaisohjausjärjestelmän tulee toimia	3
1,2,1	Poikittaisohjausjärjestelmän trimmin tulee toimia	3
1,3	Nousuohjausjärjestelmän tulee toimia	3
1,4	Suuntaohjausjärjestelmän tulee toimia	3
2.	Vaihteistojen ja voimansiirron tulee toimia	3
2,1	Päävaihteiston tulee toimia	3
2,2	Pyrstövaihteiston tulee toimia	3
2,3	Vapaakytkimen tulee toimia	3
2,4	Pyrstövaihteiston käyttöakselin tulee toimia	3
2,5	Pyrstövaihteiston käyttöakselin vaimentimen tulee toimia	3
2,6	Roottorijarrun tulee toimia	3
2,7	Pääkäyttöakselin tulee toimia	3
3.	Ohjausjärjestelmän osat ja komponentit tulee näkyä	3
3,1	Suuntaislukon tulee näkyä ilman osien irroitusta	3

3,2	Pituus ja poikittaistrimmien tulee näkyä ilman osien irroitusta	3
3,3	Pituus-, poikittais-, suunta- ja nousuohjauksen kulmavivut tulee näkyä ilman osien irroitus- tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	3
3,4	Pituus-, poikittais-, suunta- ja nousuohjauksen työntötangot tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	3
3,5	Työturbiinin hienosäätötrimmimoottori tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	3
3,6	Työturbiinin kierrosten kompensointimekanismit tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	3
3,7	Nousuvivun kitkalaitteen mekanismit tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	3
3,8	Nousuvivun kevytslaitteen mekanismit tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	3
3,9	Nousuvipujen yhdysputki tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	3
4.	Vaihteiston sekä voimansiirron osat ja komponentit tulee olla näkyä	3
4,1	Vapaakytkimen tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	3
4,2	Päävaihteiston tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	3
4,3	Pääkäyttöakselin tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	3
4,4	Prystövaihteiston käyttöakselin tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	3
4,5	Prystövaihteiston käyttöakselin vaimentimen tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	3
4,6	Päävaihteiston öljynjäähdytyspuhaltimen tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	3
9.	Sähköjärjestelmän tulee toimia	2
9,1	Sähköjärjestelmään tulee olla mahdollista syöttää 24V DC	2
9,2	Sähköjärjestelmää täytyy voida ladata	2
9,3	Jänniteensäätimen tulee toimia	2
9,4	Päävirta- ja takavirtareleiden tulee toimia	2
9,5	Ylijännitereleen tulee toimia	2
9,6	Jännitemittarin tulee toimia	2
9,7	Ampeerimittarin tulee toimia	2
9,8	Muuttajan tulee toimia	2
10.	Laitteessa tulee olla toimiva mittaristo ja avioniikkajärjestelmät	2
10,1	Tarkennetaan kokouksessa	2
11.	Moottorin ja sen järjestelmien tulee toimia	2
11,1	Moottorin tulee toimia	2
11,2	Sytytysjärjestelmän tulee toimia	2
11,3	Polttoaineen syöttö ja säätöjärjestelmän tulee toimia	2
11,3,1	Ahdinturbiinin säätimien tulee toimia	2
11,3,2	Työturbiinin säätimien tulee toimia	2
11,3,4	Polttoaineen paineen tuotto ja suodatus tulee toimia	2
11,4	Työturbiinin lämpötilan mittaus ja osoituksen tulee toimia	2
11,5	Pakokaasujen poiston tulee toimia	2
12.	Avioniikkajärjestelmiin tulee voida simuloida vikoja	2
12,1	Tarkennetaan kokouksessa	2
18.	Rungon polttoainejärjestelmän tulee toimia	1
18,1	Säiliön tulee toimia	1
18,2	Huuhotusjärjestelmän tulee toimia	1
18,3	Polttoaineen hätäsulun tulee toimia	1
18,4	Säiliö/käynnistyspumpun tulee toimia	1
18,5	Jäänestosuodattimen ja sen indikoinnin tulee toimia	1
19.	Pää- ja prystöroottorien tulee toimia	1
19,1	Pääroottorin tulee toimia	1
19,2	Pääroottorin pyörivä ohjauslevyn tulee toimia	1
19,3	Pääroottorin staattisen ohjauslevyn tulee toimia	1
19,4	Sekoittajan tulee toimia	1
19,5	Pääroottorin navan nivelöinnin tulee toimia	1
19,6	Prystöroottorin tulee toimia	1

19,7	Pyrstöroottorin ohjauslevyjen tulee toimia	1
19,8	Pyrstöroottorin napakokonaisuuden tulee toimia	1
20.	Sähkö- ja avioniikkajärjestelmät johdotus, osat ja komponentit tulee olla näkyvissä	1
20,1	Tarkennetaan kokouksessa	1
21.	Polttoainejärjestelmän osat ja komponentit pitäisi olla näkyvissä	1
21,1	Säiliön tulee olla näkyvissä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	1
21,2	Huohotusjärjestelmän tulee olla näkyvissä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	1
21,3	Polttoaineen hätäsulun tulee olla näkyvissä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	1
21,4	Säiliö/käynnistuspumpun tulee olla näkyvissä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	1
21,5	Jäänestosuodattimen tulee olla näkyvissä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	1
22.	Roottorien tulee näkyä	1
22,1	Pääroottorin tulee olla näkyvissä ilman osien irroitusta (Näky luontaisesti)	1
22,2	Pääroottorin pyörivä tulee olla näkyvissä ilman osien irroitusta (Näky luontaisesti)	1
22,3	Pääroottorin staattisen tulee olla näkyvissä ilman osien irroitusta (Näky luontaisesti)	1
22,4	Sekoittajan tulee olla näkyvissä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	1
22,5	Pääroottorin navan nivelöinnin tulee olla näkyvissä ilman osien irroitusta (Näky luontaisesti)	1
22,6	Pyrstöroottorin tulee olla näkyvissä ilman osien irroitusta (Näky luontaisesti)	1
22,7	Pyrstöroottorin ohjauslevyjen tulee olla näkyvissä ilman osien irroitusta (Näky luontaisesti)	1
22,8	Pyrstöroottorin napakokonaisuuden tulee olla näkyvissä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	1
23.	Moottori- ja voimalaitejärjestelmän osat ja komponentit tulee olla näkyvissä	1
23,1	Moottori- ja voimalaitejärjestelmän osat ja komponentit tulee olla näkyvissä myös yläpuolelta ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	1
24.	Rungon rakenneperiaatteet tulee olla näkyvissä	1
24,1	Toisen pääkaaren rakenneperiaate tulee olla näkyvissä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	1
24,2	Keskisalon rakenneperiaate tulee olla näkyvissä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	1
24,3	Mastontukirakenteen rakenneperiaate tulee olla näkyvissä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	1
24,4	Jonkun rungon apukaaren rakenneperiaate tulee olla näkyvissä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	1
24,5	Jonkun rungon pituusjäykisteen rakenneperiaate tulee olla näkyvissä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	1
25.	Laitteessa tulee olla voimalaite	1
25,1	Laitteessa tulee olla voimalaite joka ei toimi, mutta sen osat ovat olemassa	1
25,2	Laitteessa tulee olla voimalaitejärjestelmät jotka ei toimi, mutta sen osat ovat olemassa	1
26.	Voimansiirtojärjestelmää tulee voida pyörittää ulkoisella voimanlähteellä	1
27.	Pääroottorin lavat tulee olla lyhyemmät	1
27,1	Tarkennetaan kokouksessa	1
28.	Vikoja pitää pystyä simuloimaan sähköjärjestelmään	1
28,1	Tarkennetaan kokouksessa	1
29.	Laite ei saa aiheuttaa vaaraa sen käyttäjille tai ympäristölle	0
29,1	Laitetta tulee voida käyttää lentokone huolto- ja säilytystiloissa (kipinointi)	0
28,1	Pyörivät osat eivät saa aiheuttaa takertumis- tai kiilaantumisvaaraa asiakkaiden ollessa huoltokoulutuslaitteen sisällä	0
30.	Laiteetta on voitava siirtää henkilövoimin lyhyitä matkoja	0
31.	Laiteetta on voitava siirtää perävaunulla maanteitä pitkin	0

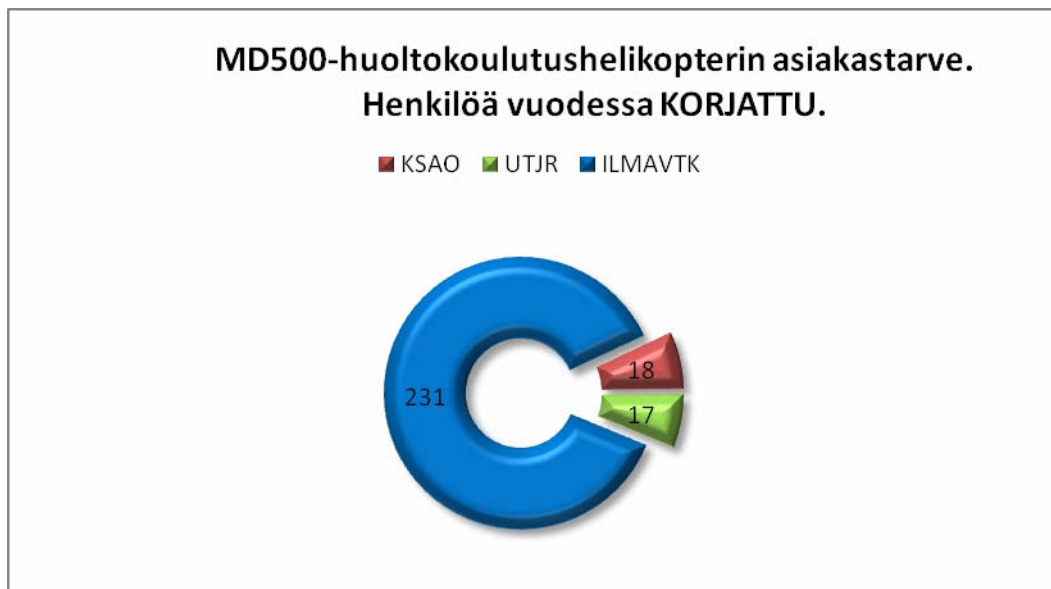
5.7 Työkokous

Työkokous järjestettiin Utin Jääkäriyrykmentissä 10.11.2009. Kokouksen tavoitteena oli tarkentaa alustavat toiminnalliset vaatimukset sekä luoda puutuvat vaatimukset. Niiden pohjalta oppilaitokset saivat tehtäväksi määritellä omat tärkeysjärjestyksensä toiminnallisille vaatimuksille. Tavoitteena oli myös ideoida rakenneperiaatteita ja tarkentaa eri osapuolten resursseja sekä pyrkiä tunnistamaan hankkeeseen liittyvät riskitekijät. Tilaisuudessa käsiteltiin myös käytössä olevia laitteita ja komponentteja

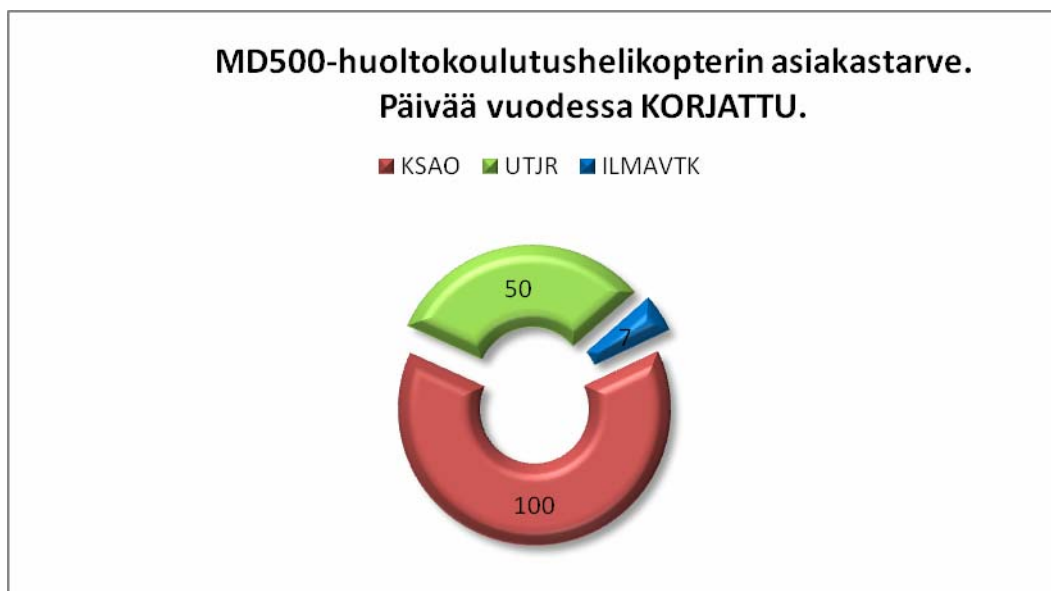
Toiminnalliset vaatimukset saivat lopullisen sanamuotonsa, mutta joitakin vaatimuksia ei luotu, johtuen puutteellisista tiedosta liittyen käytettävissä olevaan laitteistoon. Nämä vaatimukset liittyivät vikojen simuloimiseen. Laitteiden käytettävyys liittyy Lentotekniikkalaitoksen kartoitukseen siitä mitkä laitteista ovat käytettävissä vaihtolaitteena muihin HH- helikoptereihin. Kartoituksessa on huomioitava useita eri muuttujia, kuten laitetilanne, vikatiheys sekä peruskorjauksen kustannukset verrattuna uuden laitteen hankintakustannuksiin. Kartoituksen tekemiseen on työlästä ja sen aikataulu ei ole sidoksissa tämän hankkeen toteutukseen. Eli tähän esiselvitykseen ei ole käytössä lopullista päätöstä siihen, mitkä laitteista hylätään HH-8 rungon myötä ja mitkä peruskorjataan.

5.7.1 Tarkennettu asiakastarve

Käyttäjien määrää ja ajallista asiakastarvetta täytyi tarkentaa kokouksessa. Kokouksessa pyydettiin oppilaitoksia arvioimaan koulutuspäiviä vuodessa ja sitä henkilömäärää, jotka työskentelisi koneella tai sen läheisyydessä samanaikaisesti. Korjatut asiakastarpeet ovat esitetty kuvioissa 17 ja 18. Kun yhdistetään ajallinen tarve ja oppilasmäärä koulutustapahtumittain tuottavat ne noin 2300 henkilökoulutuspäivän tarpeen vuodessa tälle huoltokoulutuslaitteella. Henkilökoulutuspäivien tarve on esitetty taulukossa 7.



Kuvio 17. Oppilaitosten tarve henkilöä vuodessa



Kuvio 18. Oppilaitosten tarve päivää vuodessa

Taulukko 7. Tarve henkilökoulutuspäiville vuodessa

Tarve MD500-huoltokoulutushelikopterin henkilökoulutuspäiville vuodessa					
Oppilaitos/Koulutusryhmä	Oppilasta	Päivää	Tilaisuus vuodessa	Yhteensä/koulutusryhmä	Yhteensä/oppilaitos
KSAO					
Ammattikouluoppilaat	18	100	1	1800	1800
ILMAVTK					
Varusmiehet	108	1	2	216	341
Henkilökunta	25	5	1	125	
UTJR					
Varusmiehet	3	10	2	60	170
Henkilökunta (Tekn) TPK1	3	10	1	30	
Henkilökunta (Tekn) TPK2	4	10	1	40	
Ohjaajat	4	10	1	40	
Tarve yhteensä/vuodessa					2311

Lukemat ovat oppilaitosten ilmoittamia päiviä siitä, kuinka monena päivänä ja kuinka monta oppilasta käyttäisi laitetta vuositasolla. Sitä ei voida verrata oppilaitosten opetussuunnitelmiin.

5.7.2 Toiminnallisten vaatimusten tärkeyden arviointi

Tuotteelle on vaatimuksia kolmelta eri oppilaitokselta. Selvityksen tekijä lisäsi listaan myös tiedostamattomia vaatimuksia. Eri vaatimukset voivat olla samankaltaisia tai jopa toisensa kumoavia, jotkut voivat olla tärkeämpiä kuin toiset. Nyt kun ”kaikki” vaatimukset on tunnistettu, voidaan niiden välinen tärkeysjärjestys selvittää. Se voidaan tehdä esimerkiksi kyselyllä, kuten tässäkin esitutkimuksessa.

5.7.2.1 Tärkeyskysely

Kokouksen jälkeen oppilaitosten edustajilla jaettiin arviointiasteikko, vastausohjeet ja sekä toiminnalliset vaatimukset, joiden pohjalta oppilaitokset muodostavat omat näkökannat. Vastausten perusteella vaatimuksille muodostettiin niiden välinen tärkeysjärjestys. Alla on tässä hankkeessa käytettävä tärkeyskyselyn arviointiasteikko:

1. *Ominaisuus epähaluttava. En haluaisi tuotteeseen tällaista ominaisuutta.*
2. *Ominaisuus ei ole tärkeä, mutta sen oleminen tuotteessa ei haittaa minua.*
3. *Ominaisuus olisi mukava olla olemassa, mutta se ei ole pakollinen.*
4. *Ominaisuus on erittäin haluttava, mutta harkitsisin tuotetta myös ilman sitä.*
5. *Ominaisuus on kriittinen. En voisi harkita edes tuotetta ilman sitä.*

(Ulrich & Eppinger, 2008, 67)

5.7.3 Rakenneperiaatteet

Rakenneperiaatteet viittaavat tässä laitteessa sellaisiin ominaisuuksiin, jotka parannetaan laitteiden näkymistä. Millainen on tuotteen karkea muoto ja mitä komponentteja laitteessa on. Kokouksessa luonnosteltiin karkeita hahmotelmia yhdessä oppilaitosten edustajien kanssa, mitkä olisivat laitteen karkeat rakenneperiaatteet. HH-8:n rungon vauriot pyrittiin huomioimaan periaatteita suunnitellessa.

Laitteiden parannettuun näkyvyyteen pyrkiviä tapoja voivat esimerkiksi olla rankoon tehtävät leikkaukset, muotosuojien valmistaminen läpinäkyvästä materiaalista tai muotosuojan kiinnitysmekanismien muuttaminen sellaiseksi, että sen irrottaminen on helppoa. Osien ja komponenttien näkyvyyttä parantavat toiminnalliset vaatimukset on muotoiltu siten, että ne voidaan ratkaista usealla tavalla eivätkä vaadi välttämättä leikkausta. Niillä pyritään tuomaan esiin sellaisia ominaisuuksia tai komponentteja, jotka ovat lentokuntoisessa helikopterissa piilossa. Laitteen käytettävyys opetuksessa paranee eikä komponenttien näyttäminen vaadi pitkäkestoisia purku- ja kasaustöitä.

Leikkausten tekeminen runkoon vaatii tietämystä kuinka helikopteri on rakennettu ja mitkä ovat sen lujuus ominaisuudet. Leikkauksia ei voi tehdä joka kohtaan ilman, että laitteen lujuus kärsii. Huoltokoulutuslaite ei ole lentävä laite, joten sen lujuusvaatimukset eivät ole samanlaiset kuin oikealla helikopterilla. Laitteeseen kohdistuu kuitenkin useita kuormia. Leikkauksia tehtäessä ne ovat huomioitava. Tällaisia kuormia ovat esimerkiksi:

- staattinen kuormitus
- laitteen käyttäjien muodostama kuorma
- laitteelle kohdistuvat kuormat maantiekuljetuksesta
- laitteen siirtämisestä siirtopyörillä johtuvat kuormitukset.

Lopullisista toiminnallisista vaatimuksista selviää ne vaatimukset, joita oppilaitoksilla on parannetun näkyvyyden suhteen. Jos tämä tuotekehitysprosessi etenee valmistusvaiheeseen, voidaan niiden pohjalta luonnosteluvaiheessa valita, mikä on sopivin ratkaisuperiaate yksittäisten vaatimusten toteuttamiseksi. Leikkauksia suunniteltaessa on huomioitava myös turvallisuuteen liittyvät vaatimukset. Varsinkin pyörivien osien esillä olo on huomioitava ratkaisuja haettaessa.

5.7.4 Lopulliset toiminnalliset vaatimukset

Lopullisia toiminnallisia vaatimuksia muodostui 121 kappaletta. Oppilaitosten omat tärkeysjärjestykset ovat yhdistetty siten, että vaatimukselle annetut pisteet ovat laskettu yhteen. Ilmavoimien Tekniseltä Koululta tuli kaksi eri vastausta tärkeyskyselyyn ja muista oppilaitoksista yksi. Tärkeyden arvioimiseksi on vaatimuksille asetettu pisterajat ja niiden perusteella ne voidaan jakaa eri luokkiin tärkeyden mukaan. Vaatimuksen suurin mahdollinen pistemäärä on 20 ja pienin pistemäärä 4 pistettä, olettaen että kaikki ovat vastanneet sen kyseisen vaatimuksen kohdalle. Oppilaitoksilta saatiin vastaus kaikkiin vaatimuksiin, joten niitä voi pitää tässä suhteessa vertailukelpoisina. Luokkien pisterajat ja kuvaukset ovat seuraavat:

1. **Epähaluttavat.** En haluaisi tuotteeseen tällaista ominaisuutta.
2. **Ei tärkeitä**, mutta sen oleminen tuotteessa ei haittaa minua.
3. **Mukava olla olemassa**, mutta se ei ole pakollinen.
4. **Erittäin haluttava**, mutta harkitsisin tuotetta myös ilman sitä.
5. **Kriittinen.** En voisi harkita edes tuotetta ilman sitä.

5-4
9-6
14-10
18-15
20-19

Kuvio 19. Vaatimusten tärkeysjärjestysasteikko.

Vaatimusten luokkajaolla pyrittiin luomaan kuva vaatimusten tärkeydestä konseptien tekemistä varten. Ne ovat jaettu viiteen luokkaan niiden saamien pisteiden perusteella. Kuviossa 17 on esitetty luokkien värikoodit. Kyselyn perusteella tuotteelle on useita kriittisiä vaatimuksia mutta ei yhtään epähaluttavaa vaatimusta. Taulukossa 8 on esitetty toiminnalliset vaatimukset sekä niiden pistemäärät.

Taulukko 8. Toiminnalliset vaatimukset ja yhteenlaskettu tärkeys.

Toiminnalliset vaatimukset		
Nro	Toiminnallinen vaatimus	Pisteet tärkeys-kyselyn perusteella
1.	Ohjausjärjestelmän tulee toimia	
1,1	Pituusohjausjärjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	20
1,2	Pituusohjausjärjestelmän trimmin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	18
1,3	Suuntaislukon tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	18
1,4	Poikittaisohjausjärjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	20
1,5	Poikittaisohjausjärjestelmän trimmin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	18
1,6	Nousuohjausjärjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	20
1,7	Suuntaohjausjärjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	20
2.	Vaihteistojen ja voimansiirron tulee toimia	
2,1	Päävaihteiston tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19

2,2	Päävaihteiston öljyjärjestelmän tulee toimia (puhallin), kuten lentokuntoisessa helikopterissa	15
2,3	Pyrstövaihteiston tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
2,4	Vapaakytkimen tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	17
2,5	Pyrstövaihteiston käyttöakselin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	17
2,6	Pyrstövaihteiston käyttöakselin vaimentimen tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	17
2,7	Roottorijarrun tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	13
2,8	Pääkäyttöakselin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	18
3.	Ohjausjärjestelmän osat ja komponentit tulee näkyä	
3,1	Suuntaislukon tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
3,2	Pituus ja poikittaistrimmien tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
3,3	Pituus-, poikittais-, suunta- ja nousuohjauksen kulmavivut tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	18
3,4	Pituus-, poikittais-, suunta- ja nousuohjauksen työntötangot tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	18
3,5	Työturbiinin hienosäätotrimmimoottori tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	15
3,6	Työturbiinin kierrosten kompensointimekanismit tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	15
3,7	Nousuvivun kitkalaitteen mekanismit tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
3,8	Nousuvivun kevytslaitteen mekanismit tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
3,9	Nousuvivun kevytslaitteen mekanismit eivät saa aiheuttaa vaaraa käyttäjälle tai laitteelle	20
3,10	Nousuvipujen yhdysputki tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	19
4.	Vaihteiston sekä voimansiirron osat ja komponentit tulee olla näkyä	
4,1	Vapaakytkimen tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	17
4,2	Päävaihteiston tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	18
4,3	Pääkäyttöakselin tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	18
4,4	Pyrstövaihteiston käyttöakselin tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	17
4,5	Pyrstövaihteiston käyttöakselin vaimentimen tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	18
4,6	Päävaihteiston öljynjäähdytyspuhaltimen tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
9.	Sähköjärjestelmän tulee toimia	
9,1	Sähköjärjestelmä on sähköistettävissä 24V DC	17
9,3	Sähköjärjestelmä sisältää jännitteensäätimen, jännitteensäädön ei tarvitse toimia	13
9,4	Päävirta- ja takavirtareleiden tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	13
9,5	Ylijännitereleen tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	14
9,6	Jännitemittarin osoittaa virtalähteen jännitteen	16
9,7	Ampeerimittarin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa (ei lataus)	14
9,8	Muuttajan tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	14
10.	Mittaristo ja avioniikkajärjestelmät tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	
10,1	N1 kierroslukugeneraattori tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	11
10,1	N2 kierroslukugeneraattori tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	11
10,1	NR kierroslukugeneraattori tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	11
10,1	N1 mittarin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	11
10,1	Polttoainemittarin tulee näyttää anturille asetettua arvoa ja alhainen PA määrän valo toimii	15
10,1	Öljynpainemittarin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	14
10,1	Kellon tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	13
10,1	Öljynlämpömittarin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	13
10,1	N2/NR- mittarin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	13
10,2	TOT- mittarin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	14
10,3	TQ- mittarin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	14

10,4	EPO- järjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	14
10,5	Varoitusvalojen tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	17
10,6	Radiokorkeusmittarin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	12
10,7	Kaarto- ja kallistusmittarin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	15
10,8	Keinohorisonin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	14
10,9	Varakompassin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	13
10,10	RMI:n/suuntajärjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	14
10,11	VOR/ILS- järjestelmien tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	13
10,12	ADF:n tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	12
10,13	Markerjärjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	13
10,14	Yhteysvälineet tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	11
10,15	Intercom tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	13
10,16	Warning Tone Generatorin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	13
10,17	Transponderin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	10
10,18	Pitostaattiset järjestelmät tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	15
10,19	GPS- järjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	9
11.	Moottorin ja sen järjestelmien tulee olla paikallaan (ei tarvitse olla käyvä moottori)	
11,1	Sytytysjärjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	13
11,2	Ahdinturbiinin säätimien tulee toimia ohjaimia liikuttaessa (Ei PA säätötoimia)	18
11,3	Moottorin ohjausjärjestelmän (rungon osuus) tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
11,4	Moottorin ohjausjärjestelmän (rungon osuus) tulee toimia	18
11,5	Työturbiinin säätimien tulee toimia ohjaimia liikuttaessa (Ei PA säätötoimia)	18
11,6	Polttoaineen paineen tuotto ja suodatus komponentit tulee olla paikallaan	17
11,7	Työturbiinin lämpötilanmittauksen ja osoituksen tulee toimia	15
11,8	Moottorin jäähdytysilmajärjestelmän komponentit tulee olla paikallaan	17
11,9	Moottorin öljyjärjestelmän komponentit tulee olla paikallaan	17
11,1	Pakokaasujen poisto toimii, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	15
12.	Avioniikkajärjestelmiin tulee voida simuloida vikoja. Tarkennetaan kun konsepti on valmis ja resurssit ovat tiedossa.	12
18.	Rungon polttoainejärjestelmän tulee toimia	
18,1	Säiliön tulee olla paikallaan	16
18,2	Huotusjärjestelmän tulee olla paikallaan	15
18,3	Polttoaineen hätäsulun tulee toimia	14
18,4	Säiliö/käynnistyspumpun tulee olla paikallaan	15
18,5	Jäänestosuodattimen tulee olla paikallaan	18
18,6	Jäänestosuodatin ja sen tukkeumailmaisin sekä testaus tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	14
19.	Pää- ja pyrstöroottorien tulee toimia	
19,1	Pääroottorin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,2	Pääroottorin pyörivä ohjauslevyn tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,3	Pääroottorin staattisen ohjauslevyn tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,4	Sekoittajan tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,5	Pääroottorin navan nivelöinnin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,6	Pyrstöroottorin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,7	Pyrstöroottorin ohjauslevyjen tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,8	Pyrstöroottorin napakokonaisuuden tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
20.	Sähkö- ja avioniikkajärjestelmät johdotus, osat ja komponentit tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	10
21.	Polttoainejärjestelmän osat ja komponentit tulee näkyä	
21,1	Säiliön tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	13
21,2	Huotusjärjestelmän tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	15
21,3	Polttoaineen hätäsulun tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	15
21,4	Säiliö/käynnistyspumpun tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa	14

	helposti	
21,5	Jäänestosuodattimen tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	18
22.	Roottorien tulee näkyä	
22,1	Sekoittajan tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	19
22,2	Pyrstöroottorin sträppipakka tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
23.	Moottori- ja voimalaitejärjestelmän osat ja komponentit tulee olla näkyvissä	
23,1	Moottori- ja voimalaitejärjestelmän osat ja komponentit tulee näkyä myös yläpuolelta ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	17
24.	Rungon rakenneperiaatteet tulee olla näkyvissä	
24,1	Toisen pääkaaren rakenneperiaate tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	17
24,2	Keskisalun rakenneperiaate tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	17
24,3	Mastontukirakenteen rakenneperiaate tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	15
24,4	Jonkun rungon apukaaren rakenneperiaate tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
24,5	PA säällön suoja tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	14
24,6	Jonkun rungon pituusjäykisteen rakenneperiaate tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
26.	Voimansiirtojärjestelmää tulee voida pyörittää ulkoisella voimanlähteellä	15
27.	Pääroottorin maksimi halkaisija n 2m	15
27,1	Varustus sisältää kokonaisen pääroottorin lavan	16
28.	Vikoja pitää pystyä simuloimaan sähköjärjestelmään. Tarkennetaan kun konsepti on valmis ja resurssit ovat tiedossa.	13
29.	Laite ei saa aiheuttaa normaalista poikkeavaa vaaraa sen käyttäjille tai ympäristölle	19
29,1	Laitetta tulee voida käyttää lentokone huolto- ja säilytystiloissa (kipinöinti)	20
29,2	Laite sisältää käyttö- ja turvallisuusohjeet	18
30.	Laiteetta on voitava siirtää henkilövoimin lyhyitä matkoja	19
31.	Laiteetta on voitava siirtää perävaunulla maanteitä pitkin	20
32.	Laitteen rakenneratkaisut kestävät maantiekuljetuksen jousitetulla kuljetusalustalla	20
33.	Laitetilat on suojattavissa maantiekuljetuksen ajaksi	20
34.	Laitteen varustus sisältää tarvittavat siirtovälineet	18
35.	Laitteen varustus sisältää tarvittavat sidontavälineet	17
36.	Pääroottorin navan toiminnot ovat nähtävissä ilman tikapuita	16
37.	Joustinvalmentimien tulee toimia	17

5.7.5 Riskikartoitus

Kokouksessa 10.11.2009 oppilaitokset pohtivat millaisia riskejä tähän hankkeeseen liittyy. Niiden kartoittamiseksi käytettiin SWOT- analyysia. (Strength, Weakness, Opportunities and Threats). Seppo Hoffrén kertoo kirjassaan Perustettavan yrityksen liiketoimintasuunnitelman laatiminen SWOT- analyysin käytöstä seuraavaa:

Yrityksen toimintaympäristö ja tulevaisuus tarjoavat mahdollisuuksia, mutta toisaalta ne muodostavat myös uhkatekijöitä. On huomattava, että sama asia saattaa olla toisaalta vahvuus, toisaalta heikkous, toisaalta mahdollisuus, toisaalta uhka. SWOT- analyysi on erittäin yleinen ja käytökelpoinen tapa arvioida yrityshanketta kokonaisuutena, mutta sen käyttöä rajoittaa todellisten vahvuuksien ja heikkouksien liian heikko tunteminen ja tiedostaminen. Sama pätee myös mahdollisuuksien ja uhkatekijöiden arviointiin ja tunnistamiseen. Usein myös syyt ja seuraukset sekoittuvat keskenään.

(Hoffrén, 2002, 35)

Hoffrénin viitekehys analyysille on yrityksen liiketoimintasuunnitelman laatimiseen. Menetelmänä kyseinen analyysi soveltuu myös tuotekehityshankkeen riskien pohtimiseen. Kuviossa 20 on kokouksessa laadittu analyysi.

	Vahvuudet	Heikkoudet
Projektin Sisäiset tekijät	<ul style="list-style-type: none"> •ammattitaito •kaikilla sama tarve •kuljetusalusta •leikkaukset •parantaa opetuksen laatua • HH-8 hyvä alusta •vikasimulointi •raha. 	<ul style="list-style-type: none"> •ei yhteistä käyttöprofiilia •laitepuutteet •henkilöstöresurssit •raha •arvokkaat laitteet.
	Mahdollisuudet	Uhkatekijät
Projektin Ulkopuoliset ja tulevaisuudessa tapahtuvat tekijät	<ul style="list-style-type: none"> •rekrytointi •oppimista parantavat ominaisuudet •ulkoistaminen •verkostoituminen •poistuva PV:n muu lentokalusto. 	<ul style="list-style-type: none"> •kuljetusalusta •väärä toimintakulttuuri •toiminnan ulkoistaminen.

Kuvio 20. Hankkeen SWOT- analyysi

Vahvuudeksi koettiin yhteinen tarve ja vahva ammattitaito, jota eri oppilaitoksilla on käytössä. Valmistuessaan laite parantaa oppimisen laatua paremman käytettävyyden ja leikkausten johdosta. Laite tukee myös uudenlaista oppimiskäsitystä ja varsinkin viikasimulaatiot antavat koulutusalueen ongelmakeskeiseen oppimiseen. Vahvuutena koettiin myös HH-8 helikopterin kohtuullisen hyvä kunto vaurioituneeksi koneeksi sekä Utin Jääkäriyrykmentin kuljetusalusta, jolla kuljetetaan HH- helikoptereita. Vahvuudeksi koettiin myös taloudelliset resurssit, joita on edes vähän, jotta osan vaatimuksista voisi toteuttaa.

Projektin sisäiseksi **heikkouksiksi** koettiin käyttöprofiilien erilaisuus sekä rajalliset henkilöstöresurssit, ammattitaitoinen henkilöstö tekee heidän päätehtävää ja heitä on haasteellinen sitouttaa hankkeen toteuttamiseen. Muutamien kalliiden laitteiden puuttuminen heikentää joidenkin järjestelmien toiminnan ja heikkoutena nähtiin myös taloudelliset resurssit, joita ei ole tarpeeksi jotta kalliit komponentit voitaisiin hankkia.

Mahdollisuuksia katsottiin olevan oppimista parantavat ominaisuudet sekä laitteen käyttö rekrytointitilaisuuksissa. Tulevaisuudessa mahdollisesti tapahtuva HH- toiminnan ulkoistaminen nähtiin myös hankkeelle mahdollisuutena, sekä hankkeen myötä tapahtuva verkostoituminen koettiin positiivisena asiana. Puolustusvoimien muun poistuvan lentokaluston myötä mahdollisuudet kasvavat saada puuttuvia laitteita tähän hankkeeseen.

Uhkatekijäksi koettiin kuljetusalueen sitoutuminen laitteen kuljetuksiin, jolloin se on pois sille suunnitellusta käyttötarkoituksesta, myös HH- toiminnan ulkoistaminen voi olla uhka tämän hankkeen toteutumiselle. Uhkaksi koettiin myös väärän toimintakulttuurin oppiminen. Oikeasta helikopterista tehdyllä huoltokoulutuslaitteella on myös haittapuolia jos sitä vertaillaan oikeaan helikopteriin. Uhkana koettiin, että oppilaat saattavat omaksua vääränlaisen toimintakulttuurin, kun työskennellään samoilla osilla ja nesteillä. Koulutusvälineestä voi puuttua laitteita ja osia tai niiden muutostaso saattaa olla alhaisempi kuin lentopalveluksessa olevan helikopterin. Haittapuoleksi katsottiin myös se, että huoltokoulutuslaitetta ei modifioida konekaluston kehittyessä.

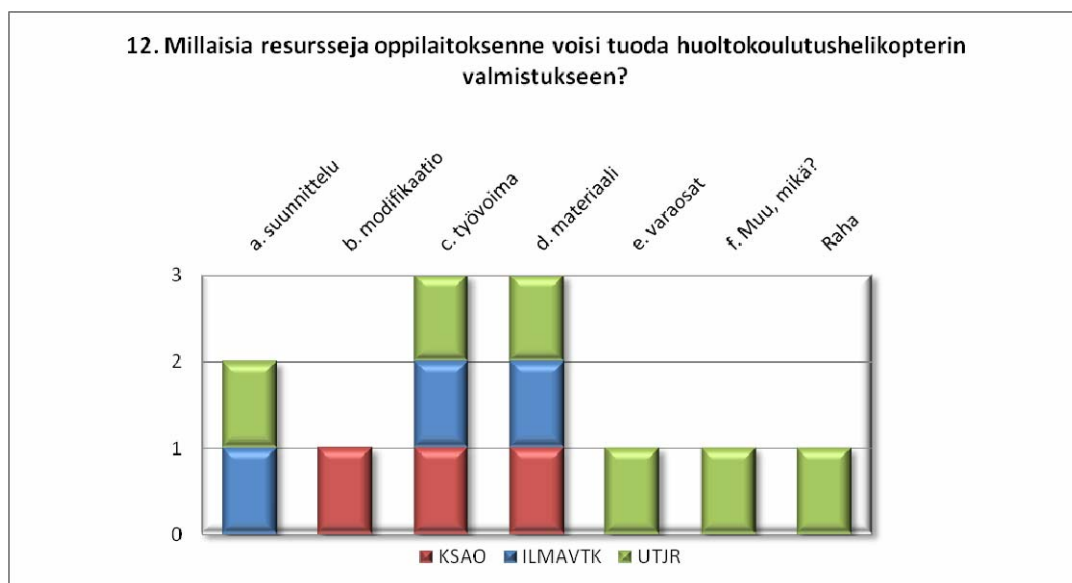
6 Resurssit

Esitutkimuksen yleisiin tavoitteisiin kuuluu liiketoimintaedellytysten kartoittaminen ja toteuttamisvaihtoehtojen pohtiminen resurssien valossa. Tämän hankkeen resurssien voidaan katsoa koostuvan seuraavista osaresurseista:

- osaaminen
- työvoima
- pääoma
- vaurioituneet HH- helikopterit ja niiden osat
- muu havaintomateriaali
- muut raaka-aineet
- muu puolustusvoimien poistunut tai poistuva lentokalusto.

6.1 Käytössä olevat resurssit

Postikyselyllä pyrittiin kartoittamaan myös oppilaitosten resursseja, joita oppilaitokset voisivat antaa tämän huoltokoulutuslaitteen mahdolliseen valmistusprosessiin. Kaikki oppilaitokset ilmoittivat, että he voisivat antaa resursseja käyttöön, jos laite valmistetaan. Kyselyn perusteella ne jakoutuivat seuraavasti (Kuvio 21). Työvoimaa ja materiaalia saataisiin projektin käyttöön kaikilta oppilaitoksilta. Suunnittelua tarjosivat Ilma-voimien Teknillinen Koulu ja Utin Jääkärirykmentti. Kouvolan seudun ammattiopisto ilmoitti että he voisivat suorittaa modifiointeja tähän laiteeseen.

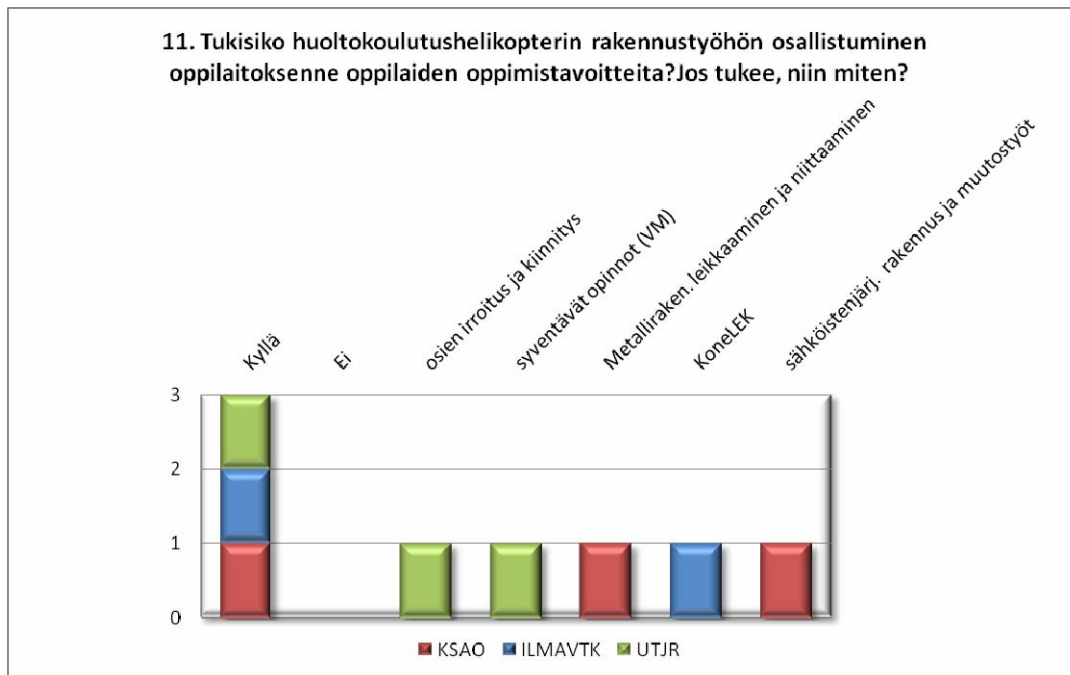


Kuvio 21. Oppilaitosten ilmoittamat resurssit

Oppilaitoksissa toteutettavan hankkeen tulisi tukea oppilaitosten päätehtävää, eli oppimista ja opetusta. Kyselyssä kartoitettiin tätä aspektia yhdellä kysymyksellä. Kaikki oppilaitokset kokivat hankkeeseen osallistumisen tukevan eri koulutusryhmien oppimistavoitteita. Utin Jääkäriyrykmentti koki että varusmiesapumekaanikkojen syventävien opintojen tavoitteet ja laitteen kokoonpanotöiden tukevan toisiaan. Kouvolan seudun ammattiopiston oppilaiden rakennustöihin osallistuminen tukisi oppilaiden metallirakenteiden leikkaus- sekä niittausharjoituksia. Oppilaiden osallistumien sähköisten järjestelmien rakennus- ja muutostöihin koettiin sellaisena kohteena, joka tukisi myös heidän oppimistavoitteitaan. KSAO oli tarkentanut tätä kohtaa kyselylomakkeeseen ja ilmoittivat myös reunaehdoja rakennustöiden toteutukselle. Alla on lainaus KSAO:n vastauksesta.

Oppimistavoitteiden saavuttamisen kannalta kaikenlainen rakentaminen voidaan liittää opetukseen, huomioiden seuraavaa; projektien tulee olla melko pieniä ja selkeästi rajattuja, työpaikkana on mieluiten kouluympäristö, tehtävät olisivat mielellään opiskelijoiden opinnäytetöitä.

Ilmavoimien Teknillinen Koulun osallistuminen projektiin, tukisi heidän oppilaitoksessa opiskelevien oppilaiden tavoitteita. Lomakkeen perusteella ei selvinnyt kuinka ja mikä koulutuskokonaisuus soveltuisi tähän hankkeeseen. Kokouksessa saatiin tarkennukset tähän kysymykseen. Koulutusryhmä olisi joka kolmas vuosi järjestettävä konealan erikoiskurssi (kone LEK). Kurssin tavoitteet ovat sellaiset, että oppilaiden osallistuminen hankkeeseen tukisi heidän oppimista. Kuviossa 22 on esitetty oppilaitosten näkemykset rakennustöiden soveltumisesta oppilaiden koulutusohjelmiin.



Kuvio 22. Rakennustyö ja oppimistavoitteet

6.1.1 Havaintomateriaali ja muu PV:n poistunut tai poistuva lentokalusto

Osa HH- helikopterin avioniikkalaitteista ja muista komponenteista ovat samaa tyyppiä kuin muissa puolustusvoimien käytössä olevissa lentolaitteissa. Niitä laitteita, jotka eivät ole käytettävissä HH-8 hylkäämisen myötä, voi olla mahdollista saada käyttöön muita kanavia pitkin.

Kokouksessa keskusteltiin myös kuinka laitteeseen saataisiin havaintomoottori. Yksi ehdotus oli että Ilmavoimien Teknisellä Koululla oleva vaurioitunut Redigon voimalaite asennettaisiin tähän huoltokoulutuslaitteeseen. Moottori on samaa tyyppiä kuin HH helikopterissa. Kyseinen havaintomoottori soveltuisi pienin muutoksin tähän laitteeseen. Se eroaa apulaitevaihteiston ja apulaitteiden osalta HH:n moottorista. HH kaluston moottorin apulaitteita on hiljattain uusittu, joten ehkä myös niitä olisi käytettävissä.

(Kalliomäki, 2009)

HH helikoptereille on tehty mittava ohjaamomodifikaatio 2000- luvun alkupuolella, sen yhteydessä HH helikoptereiden ohjaamolaitteistoa yhtenäistettiin NVG- ja perusversioiden välillä. Modifikaatiossa uusittiin osa ohjaamon laitteista sekä esimerkiksi HH-8:sta ohjaamon ikkunat. Joten on mahdollista, että modifikaatiossa poistetut laitteet ja osat olisivat myös käytössä tähän hankkeeseen.

Hankkeen tiedossa on ne laitteet tai komponentit jotka ovat tuhoutuneet lentoturmissa korjauskelvottomaksi. Puuttuvien laitteiden saaminen hankkeen käyttöön edellyttää kuitenkin päätöksen niistä laitteista, joita ei hylätä HH-8:n yhteydessä. Silloin voidaan verata hyljättyjä laitteita MD500-huoltokoulutushelikopterin tarpeisiin ja saadaan tietoon ne laitteet jotka puuttuvat tästä hankkeesta. Silloin on esimerkiksi mahdollista hakea Lentotekniikkalaitoksen tietokannoista sopivia laitteita hankeen toteuttamiseksi.

Tällaisia laitteita voivat olla kuntoluokaltaan sellaiset laitteet, joita ei voi asentaa lentäviin koneisiin, mutta niitä ei ole vielä hylätty tai peruskorjattu. Jos sopivia laitteita on käytettävissä, niin millaisin menettelyin ne saataisiin tähän hankkeeseen, on erillisen selvitystyön aihe. Tämä esiselvitys tukee tuota prosessia, sillä voidaan osoittaa tarve tällaisille laitteille.

6.1.2 Pääoma

Hakkeeseen liittyvässä kokouksessa keskusteltiin oppilaitosten mahdollisuuksista kohdentaa tähän hankkeeseen rahallisia resursseja. Oppilaitoksien yhteinen kanta tähän oli seuraava: Riippuen esiselvityksestä jatketaanko hanketta ja millaisella konseptilla. Kun ne asiat ovat tiedossa, voisi oppilaitoksilla olla mahdollisuus budjetoida tuleville vuosille pieniä summia hankkeeseen. Yhteen laskettu taloudellinen pääoma tähän hankkeeseen voisi olla joitakin tuhansia euroja.

6.1.3 Vaurioituneet HH- helikopterit ja niiden osat

HH-8:n helikopterin vauriot ovat verrattain pienet, joten sen runko soveltuu tällaisen laitteen valmistukseen. Runko on pääosin muodossaan ja sen merkitykselliset vauriot rajoittuvat oikeaan laskutelineeseen ja laskutelineiden kiinnitysmekanismeihin sekä oikean etuistuimen tukirakenteisiin. Pyrstöpuomi ja pyrstöroottorin käyttöakseli ovat vaurioituneet niin pahoin, että niitä ei voida asentaa laiteeseen ilman korjausta. Myös pääroottorin napa ja lavat sekä korkeusvakaaja ovat vaurioituneet korjauskelvottomiksi.

HH-5 helikopterista projektiin voidaan käyttää sen pääroottorin napa joka on jo havaintomateriaalina Utin Jääkärirykmentissä sekä oikean laskutelineen osia. Lisäksi rungosta voidaan mahdollisesti irrottaa rakenneosia HH-8:n rungon korjaukseen. Korjauksien laajuus ja tarve riippuvat siitä millaisia leikkauksia laitteeseen tullaan tekemään. Helikopterista voidaan käyttää useita sekundaarisia osia laitteen kokoonpanoon. Kuviossa 23 on esitetty HH-5:n runko ja sen vauriot.



Kuvio 23. HH-5 edestä ja takaa

Kuviossa 24 on esitetty HH-8:n rungosta. Rungosta on irrotettu suuri osa helikopterin komponenteista tutkinnan yhteydessä, joten kaikki vauriot eivät selviä kuvasta.



Kuvio 24. HH-8 sivusta

Työkokouksessa käsiteltiin HH-8:n laitteita, jotka hylättäisiin sen rungon mukana. Kuten luvussa 5.7 on kerrottu, on niiden kartoittaminen ole haasteellinen prosessi. Siitä johtuen nyt ei voida sanoa varmuudella, mitä laitteita on tämän hankkeen käytössä. Nimikkeitä HH:n rakennepuussa on noin 115 kappaletta. (Puolustusvoimat e, 2009)

HH-8:n hylättäviä laitteita on pohdittu yhdessä Lentotekniikkalaitoksen helikopteritoimiston ja Helikopteripataljoonan HH- tyyppitarkastajan kanssa. Keskustelut eivät ole johtaneet vielä hylkäyspäätökseen. Niiden keskustelujen pohjalta voidaan kuitenkin arvioida ne HH-8:n laitteet, joita ei ole käytettävissä tähän hankkeeseen riippumatta tulevasta hylkäyspäätöksestä. Arvio voidaan tehdä laitteen korkean hinnan perusteella tai johtuen sen tuhoutumisesta turman tai tutkinnan aikana. Alla on taulukko näistä laitteista. Keskusteluissa on tullut myös esille ratkaisuvaihtoehtoja siitä, kuinka puuttuvat tai korvaavat laitteet saataisiin tähän hankkeeseen. Taulukossa 9 on esitetty joillekin puutteille myös ratkaisuvaihtoehtoja.

Taulukko 9. Puuttuvat laitteet mahdolliset ratkaisut

MD500-huoltokoulutushelikopterin puuttuvat laitteet ja mahdollisuudet niiden korvaamiseksi			
PUUTE	LENTOTL/ Muut PV:n lentolaitteet	Korjaus	Havaintomateriaali
Pääroottorin lavat	1 lapasarja, jossa tunnit täysi	X	UTJR:ssä joitakin "tynkälappoja"
Pääroottorin napakonaisuus	X	X	HH-5 navasta tehty opetusväline
Moottori ja sen laitteet	X	X	ILMAVTK:n havaintomoottori
Oikea ohjaamon ylä- ja alaikkunat	HH 7 tai 8 katedraali-ikkunat jotka jäi modista	X	X
Pyrstöpuomi	X	KSAO tai ILMAVTK Havaintomat. laatu	X
Pyrstöroottorin käyttöakseli	X	KSAO tai ILMAVTK Havaintomat. laatu	X
Poikittaistrimmi	LentoTL:llä hylättyjä?	X	Joitakin kappaleita
Keinohorisontti	?	X	?
Suuntahyrrä	?	X	?
Oikea laskuteline	X	X	HH-5 laskuteline
GNS 430 (VOR/ILS, V/UHF, VHF2 ja GPS)	?	X	X
Radiovalintataulu	?	X	X

Selite: X = ratkaisu ei ole mahdollinen. ? = Ei ratkaisua.

7 Toteutusvaihtoehdot

Esitutkimusvaiheen tärkein lopputulos on tuotteen määrittely. Aikaisemmin oli rajattu tämän hankkeen osalta, ettei alustavaa spesifikaatiota laadita tässä esitutkimuksessa, johtuen sen samankaltaisuudesta lentävän laitteen spesifikaation kanssa. Konseptivaihtoehtoja on muodostettu viisi ja on myös se mahdollisuus, ettei hanketta jatketa.

Laitteet voidaan hylätä ja varastoida tai ne käytetään yksittäisinä havaintomateriaaleina. Toinen vaihtoehto on että laitteet hylätään ja hävitetään.

Huoltokoulutushelikopterin konseptivaihtoehtoja laadittiin tärkeyskyselyn tulosten perusteella. Alla on kuvaukset eri konseptivaihtoehtoista vaihtoehtojen mukaiset toiminnalliset vaatimukset ovat esitetty liitteessä 2.

Konsepti 1.

Konsepti 1. koostuu kriittisten ominaisuuksien perusteella lajitelluista toiminnallisista vaatimuksista. Ne ominaisuudet ovat sellaisia joita ilman tuotetta ei kannata edes valmistaa. Laitteessa tulisi tämän konseptin mukaan olla toimivat roottorit ja ohjausjärjestelmät pää- sekä pyrstöroottorille. Helikopterin voimansiirtojärjestelmän pääkomponentit olisivat asenneltuina helikopteriin. Laitteessa on otettu huomioon turvallisuuteen liittyvät vaatimukset sekä koneen siirron- ja kuljetuksen mahdollistavat ominaisuudet. Korjauksia helikopteri vaatii pyrstöpuomin ja laskutelineen osalta. Vaatimuksista ei selviä haittaako rungon lommot ja halkeamat asiakkaita, mutta kyselyn mukaan niitä ei tarvitse korjata. Ohjausjärjestelmän osien parannettu näkyvyys pääroottorin navan juurella ja ohjaamon istuinten välissä toteutetaan poistamalla muutama muotolevy.

Konsepti 2.

Konsepti 2. koostuu niistä pirteistä, jotka ovat konseptissa 1. ja erittäin haluttavien ominaisuuksien perusteella lajitelluista toiminnallisista vaatimuksista. Tällaisia ominaisuuksia ovat: Täydellisesti toimivat pääroottorin ohjausjärjestelmät trimmeineen ja kevyyslaitteineen. Rungon polttoainejärjestelmän komponentit on paikallaan sekä laitteeseen voidaan kytkeä sähkö ja osa sen perusmittareista toimii. Laitteessa olisi pitotstaattiset mittarit sekä kaarto- ja kallistusmittari. Voimansiirtojärjestelmä toimii lähes täydellisesti ja voima välittyisi päävaihteistolta pää- ja pyrstöroottorille. Laitteessa olisi havainto-

moottori ja sen apulaitteet. Moottorin ohjausjärjestelmistä liikkeet välittyisivät moottorin säätimille. Osa polttoainejärjestelmän ominaisuuksista toimii. Ohjausjärjestelmiin, runkoon, polttoainejärjestelmään, moottoriin ja voimansiirtoon liittyvät parannettuun näkyvyyteen liittyvät vaatimukset olisivat toteutettu. Laitetta on modifioitu laskutelineiden osalta niin että pääroottorille näkee maasta ilman tikapuita sekä pääroottorin suurin halkaisija on noin kaksi metriä. Laitteen varustus sisältää siirto- ja sidontavälineet sekä kokonaisen pääroottorin lavan. Laitteeseen on laadittu käyttö- ja turvallisuus ohjeet. Korjauksia helikopteri vaatisi konsepti 1. lisäksi pyrstöroottorin käyttöakselin kunnostamisen.

Konsepti 3A.

Konsepti 3A kostuu kaikista muista toiminnallisista vaatimuksista paitsi GPS- järjestelmään liittyvästä vaatimuksesta. Tässä konseptissa on lähes täydellinen ohjaamo laitteineen. Laitteeseen voidaan simuloida vikoja avoiniikka- ja sähköjärjestelmiin.

Konsepti 3B.

Konsepti 3B on kuten 3A, mutta siinä on toimiva GPS- järjestelmä ja laitteisto on yhteinen HH-8 rakennepuun kanssa. Konseptilla on samat rajoitukset kuin 3A:lla ja tämä vaatii laitehankintoja.

Konsepti 4.

Tämä konseptin perusajatus on, että vaatimukset palautetaan tuotekehitysprosessin ja ideoidaan uudestaan kun laitetilanne on selvinnyt. Konsepti voi olla yhdistelmä edellisten konseptien vaatimuksista tai kokonaan uusilla vaatimuksilla toteutettava hanke.

8 Kustannusarvio ja kannattavuus selvitys

Hankkeen budjetiksi arvioitu muutama tuhat euroa riittäisi todennäköisesti hankkeen valmistuksesta johtuviin matkakustannuksiin ja pieniin hankintoihin. Hankintoja voivat olla esimerkiksi materiaaleja joita tarvitaan rungon korjaukseen. Materiaalihankintoja voivat vaatia myös kohteet joilla pyritään muilla tavoin parantamaan komponenttien näkyvyyttä. Näihin kohteisiin on myös todennäköisesti käytettävissä muusta havaintomateriaalista tai puolustusvoimien muusta hylätystä lentokalustosta käytettävissä pika-kiinnikkeitä ja muita kiinnityskappaleita.

Hankkeen kannattavuutta on vaikea mitata. Sitä ei voida arvioida millään konkreettisella arvolla, joka olisi mitattavissa. Voidaan vain arvioida pohjautuen nykyaikaisiin oppimiskäsityksiin, kuinka se parantaisi oppimista, sekä tukisi oppilaiden roolia tiedonhankijana ja oivaltajana. Kuitenkaan yksin koulutus alusta tai laite ei paranna oppimista. Oppilaitosten tavoitteissa, opetussuunnitelmissa ja menetelmissä täytyy tapahtua muutoksia, jotta laitteen ominaisuudet tulisivat parhaiten esille. Laitteen kannattavuutta arvioitaessa voidaan kuitenkin todeta, mitä enemmän laitteessa on ominaisuuksia, sitä enemmän kannattavuus oppimisen näkökulmasta parantuu. Jos laitteeseen on mahdollista simuloida vikoja, tukee se paremmin ongelmakeskeistä oppimista. Helikopterin laitteiden määrän ja ominaisuuksien voidaan katsoa korreloivan sen käytettävyyteen. Jos ohjaamon laitteisto on täydellinen, voidaan sitä käyttää harjoitusvälineenä kelpuutuksiin johtavassa ohjaajien ja lentoteknisen henkilöstön tyyppiopetuksen harjoituksissa. Laitteen valmistaminen parantaa Suomen helikopterialan opetuksen laatua, kuinka paljon, se riippuu laitteen ominaisuuksista ja koulutuksen toteutuksesta.

Konsepti 1. on halpa ja nopea toteuttaa. Sen kustannukset koostuisivat matkakuluista, kulutustarvikkeista ja alumiinista. Vaihtoehto on toteutuskelpoinen. Laite soveltuisi ainoastaan lentoteknisen työn opetukseen ja perusopetukseen. Käyttäjät ILMAVTK ja KSAO

Konsepti 2. vaatii tuotekehitysprosessin jatkamista, ratkaisuvaihtoehtojen laatimista, ratkaisuperiaatteiden laatimista sekä niiden valintaa ja toteuttamista. Ratkaisu on halpa ja on toteutettavissa jos HH-8:n perusmittarit hylätään ja havaintomoottori on käytettä-

vissä tähän hankkeeseen. Ratkaisu on toteutettavissa käytössä arvella rahallisilla resursseilla, mutta on ajallisesti pidempi kuin konsepti 1. Laite palvelisi kaikkia käyttäjiä ja kaikkia koulutuskokonaisuuksia, mutta ei sovi rekrytointiin.

Konsepti 3A vaatii myös tuotekehitysprosessin jatkamista sekä ratkaisuvaihtoehtojen ja ratkaisuperiaatteiden laatimista sekä niiden valintaa ja toteuttamista. Ratkaisuja ei voida hakea kun ei ole tiedossa millaisia laitteita olisi käytettävissä. Vaihtoehdon kustannukset ovat todennäköisesti korkeammat kuin konsepti 2:n, niitä ei voi arvioida tarkasti ilman hylkäyspäätöstä. Ratkaisut voidaan toteuttaa joillakin muilla laitteilla kuin HH-8 rakennepuussa olleilla laitteilla. 3A konsepti perustuu siihen, että laitteita ei tarvitse hankkia vaan ne saadaan jostakin. Tämä vaihtoehto on ajallisesti huomattavasti pidempi kuin vaihtoehdot 1 ja 2, johtuen vikasimulointiominaisuuksista, toimivien järjestelmien määrästä sekä niiden muutostöistä. Laite palvelisi kaikkia käyttäjiä ja kaikkia koulutuskokonaisuuksia paremmin kuin konsepti 2. ja sopii rekrytointiin.

Konsepti 3B vaatii myös tuotekehitysprosessin jatkamista sekä ratkaisuvaihtoehtojen ja ratkaisuperiaatteiden laatimista sekä niiden valintaa ja toteuttamista. Ratkaisuja ei voida hakea, kun ei ole tiedossa millaisia laitteita olisi käytettävissä. Vaihtoehdon kustannukset ovat todennäköisesti korkeammat kuin konsepti 3A:n, niitä ei voi arvioida tarkasti ilman hylkäyspäätöstä. Vikasimulaatiot voidaan ideoida vasta kun käytettävät komponentit ovat tiedossa.

3B vaatii ainakin GNS- laitteen hankkimisen sen apulaitteineen ja asennusaluksineen. Niiden kustannukset ovat noin 8000 - 11 000€ plus hankintamenettelystä johtuvat kustannukset.

(Lafayette Avionics, Inc. 2009)

Tämä konsepti on ajallisesti huomattavasti pidempi kuin vaihtoehdot 1 ja 2 johtuen vikasimulointiominaisuuksista sekä toimivien järjestelmien määrästä, mutta lyhyempi kuin 3A, koska se ei vaadi verkoston muutostöitä. Laite palvelisi parhaiten kaikkia käyttäjiä ja kaikkia koulutuskokonaisuuksia ja sopii rekrytointiin.

Konseptin 4. kannattavuutta, kustannuksia tai aikaa ei voida arvioida.

Kaikissa konsepteissa on puutteita verrattuna lentävään helikopteriin, joten niiden huomioiminen koulutuksen toteuttamisessa korostuu, jos tällainen laite päätetään valmistaa ja käyttää koulutuksessa. Tämänkaltaisella puutteellisella laitteella koulutus ei voi johtaa kelpuutukseen, vaan sertifiointi täytyy tehdä lentopalveluksessa olevilla helikoptereilla.

9 Yhteenveto

Tämän työn tarkoitus oli selvittää puolustusvoimien lentopalveluksesta poistettujen MD500-helikoptereiden eri mahdollisuudet muunnettaessa ne huoltokoulutusvälineiksi. Haastetta lähestyttiin hankkimalla teoriatietoa huoltokoulutusvälineiden rakenteista ja yleisistä tavoitteista sekä käyttöperiaatteista. Aihetta lähestyttiin myös pedagogisesta näkökulmasta perehtyen nykyaikaiseen oppimiskäsitykseen. Teoriatieto hankittiin kirjallisuustutkimuksella, jolla muodostettiin kuva tällaisten laitteiden käyttöperiaatteista. Koulutusvälineen mahdollistuksien selvittämiseksi täytyi muodostaa kokonaiskuva laitteen käyttäjistä, ja kokonaisen viitekehyksen muodostaminen vaati myös hankkeeseen käytettävien resurssien kartoituksen. Viitekehyksen selvittämiseksi tarkat asiakastarpeet ja eri osapuolten käytössä olevat resurssit kartoitettiin postikyselyllä ja niitä tarkennettiin työkokouksessa. Postikyselyn perusteella selvisi, että laitteen tulisi palvella useita eri käyttötarkoituksia usealla eri tasolla. Kyselyn perusteella huoltokoulutusväline tul-taisiin valmistamaan rajallisilla resursseilla. Selvityksen tekemiseksi valittiin luova tuotekehitysprosessi. Näin voitiin varmistaa, että resurssit kohdentuisivat oikeaan kohteeseen.

Tämän laitteen tuotekehitysprosessi tuotti tarkat tiedot asiakkaan tarpeista ja käyttäjäkunnasta. Niiden perusteella laadittiin MD500-huoltokoulutushelikopterille sen toiminnalliset vaatimukset. Vaatimuksista voitiin muodostaa laitteen kokonaiskuva. Sen perusteella todettiin, että resurssit eivät mahdollista kaikkien vaatimuksien toteuttamista. Vaatimuksien keskinäinen tärkeysjärjestys selvitettiin toisella kyselyllä. Kyselyn perusteella saatiin selville, kuinka tärkeänä ominaisuutena oppilaitokset pitivät kutakin toiminnallista vaatimusta. Vaatimuksia ja resursseja verrattiin, tulosten pohjalta luotiin viisi konseptivaihtoehtoa.

Konseptivaihtoehdoista konsepti 3A on tehokkain, kun pohditaan kustannuksia verrattuna oppimiseen. Sen haasteena on suuri selvitys- ja käytännön työn määrä. Parhaat oppimistulokset saavutettaisiin konseptilla 3B. Sen toteuttaminen vaatii kuitenkin lisäresurssien kohdentamisen tälle hankkeelle. Esitän jatkotutkimuskohteeksi tuotekehitysprosessin seuraava vaihetta eli luonnostelua, sillä varsinaiseen valmistusprosessin voidaan edetä vasta kun toiminnallisille vaatimuksille on valittu ratkaisuperiaatteet ja luotu lopullinen spesifikaatio. Konseptivaihtoehtojen pohjalta voidaan laatia tuotekehityspäätös. Näin siis voidaan todeta, että työssä päästiin sille asetettuun tavoitteeseen.

Lähteet

Painetut lähteet

Hoffrén, Seppo 2002. Perustettavan yrityksen liiketoimintasuunnitelman laatiminen. Helsinki: Edita.

MD helicopters. MODEL HELICOPTERS MODELS 369D/E/FF – 500/600N
Basic Handbook of Maintenance Instructions (CSP–HMI–2)

Sanders, Graig D. 2003. US patent US 6,572,376 B1. New York.

Töytäri-Nyrhinen, Aija 2008. Osaamisen muutosmatkalla. Helsinki: Edita.

Ulrich, Karl T & Eppinger, Steven D. 2008 Product Design and Development
Singapore: Mc Graw-Hill.

Sähköiset lähteet

Aerospace technology. [www-sivu]. [viitattu 16.11.2009] Saatavissa:
http://www.aerospace-technology.com/projects/md_500e/

Arinc. [www-sivu]. [viitattu 10.11.2009]. Saatavissa:
http://www.arinc.com/products/training/maint_training_devices.html

Disti. [www-sivu]. [viitattu 16.11.2009]. Saatavissa:
http://www.simulation.com/Services/success_stories/pdfs/SuccessStory_2008_F18MaintTrainer_withborder.pdf

Jackson, Gilda. Ratliff, Henry. Quillin, Jeff 2006 Marine Corps Gazette. [online]. [viitattu 16.11.2009]. <http://www.mca-marines.org/GAZETTE/06jackson.asp>

Kouvolan-seudun ammattiopisto [www-sivu]. [viitattu 9.9.2009]. Saatavissa:
<http://www.ksao.fi/koulutustarjonta/?koulutus=23>

Yhteiskuntatieteellinen tietokirjasto 2004. Verkko-oppimismateriaali [online]. [viitattu 16.11.2009]

<http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kyselylomake/laatiminen.html>

Laaksonen. Harri 2005. Tuotekehitysopin oppimateriaali. Tampere.

Lafayette Avionics, Inc. Tuotekuvasto [online]. [viitattu 17.11.2009]

<http://www.avionics-laf.com/avionicsm.htm>

Martin Mc Allister. Verkkojulkaisu [online]. [viitattu 16.11.2009].

http://www.streetdirectory.com/travel_guide/135294/technology/operational_benefits_of_virtual_maintenance_training_systems.html

Massachusetts Institute of Technology. Verkko-oppimismateriaali [online]. [viitattu 16.11.2009] <http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Sloan-School-of-Management/15-783JSpring-2006/LectureNotes/index.htm>

MD Helicopters inc. [www-sivu]. [viitattu 16.11.2009] Saatavissa:

<http://www.mdhelicopters.com/v2/company.php>

Puolustusvoimat a. [www-sivu]. [viitattu 9.10.2009] Saatavissa:

<http://www.mil.fi/maavoimat/kalustoesittely/>

Puolustusvoimat b. [www-sivu]. [viitattu 8.11.2009] Saatavissa:

<http://www.ilmavoimat.fi/index.php?id=137>

Puolustusvoimat c. [www-sivu]. [viitattu 8.11.2009] Saatavissa:

<http://www.ilmavoimat.fi/index.php?id=751>

Puolustusvoimat d. [www-sivu]. [viitattu 8.11.2009] Saatavissa:

<http://www.mil.fi/maavoimat/joukot/utjr>

Puolustusvoimat e. [Lentotekninen Logistinen Tietojärjestelmä Uusi]. [viitattu 24.3.2009]

Puolustusvoimat f. [Puolustusvoimien asiakirjahallintajärjestelmä]. [viitattu 16.11.2009

] Saatavissa: asiakirjat CE2312, ME10391,CE16245,ME42454,CF6402 ja MF19993

Puolustusvoimat g. [Puolustusvoimien asiakirjahallintajärjestelmä]. [viitattu 16.11.2009

] Saatavissa: Utin Jääkärirykmentin normiohje AD4127 14.2.2007

Puolustusvoimat h. [Puolustusvoimien asiakirjahallintajärjestelmä]. [viitattu 16.11.2009

] Saatavissa: Maavoimien esikunta, HH-1 lentokoulutusohjelma 1.9.2009

US centennial of flight commission. [www-sivu]. [viitattu 16.11.2009] Saatavissa:
<http://www.centennialofflight.gov/essay/Aerospace/Hughes/Aero44.htm>

Utin Jääkäriyrykmentti. HH tyyppikurssi 1, PPT- esitys, 29.5.2008.

Vuolle, Anssi. Helikopteripataljoona. Pataljoonan esittely, PPT- esitys, 27.11.2008.

Haastattelut

Autere, Mika 2009. Utin Jääkäriyrykmentti, yliluutnantti. Haastattelu 9.11.2009. Kouvola.

Kalliomäki, Seppo 2009. Utin Jääkäriyrykmentti, yliluutnantti. Haastattelu 10.11.2009. Kouvola.

Kaikonen, Pasi 2009. Utin Jääkäriyrykmentti, insinööri ylempi AMK. Haastattelu 29.10.2009. Kouvola.

Pietarinen, Aki 2009. Ilmavoimien Teknillinen koulu, luutnantti. Sähköpostihaastattelu 30.10.2009. Tulostettu 19.11.2009.

Liitteet

Liite 1.

MD500 Huoltokoulutushelikopteri

Kysely

14.12.2009

1(3)

UtJR esitys MF19993

Hyvä vastaanottaja

Opiskelen Tampereen ammattikorkeakoulussa kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelmassa suuntautumisenä lentokonetekniikka. Teen tutkintotyönä MD500-huoltokoulutushelikopterin esiselvitystyön Utin Jääkärirykmentille. Työskentelen rykmentissä Helikopteripataljoonan esikunnan teknisessä toimistossa.

MD500-huoltokoulutushelikopterin selvitystyö on puolustusvoimien lentopalveluksesta poistettujen helikoptereiden jatkokäytön esiselvitys. Helikopterit ovat vaurioituneet siten, että niitä ei ole taloudellisesti kannattavaa korjata lentokuntoisiksi. Lentoturmissa vaurioituneet helikopterit (HH-5 ja HH-8) on hylätty koulutuskäyttöön, mutta ne eivät sovellu tämän hetkessä kunnossa opetusvälineiksi. Useat oppilaitokset ovat kiinnostuneita käyttämään niitä omassa opetuksessaan.

Työn tarkoituksena on kartoittaa eri oppilaitosten vaatimukset opetusvälineelle sekä selvittää käytössä olevat resurssit. Kysely lähetetään Kouvolan seudun ammattiopistoon, Ilmavoimien Teknilliseen Kouluun sekä Utin Jääkärirykmenttiin. Lisäksi projektissa on mukana Ilmavoimien Lentotekniikkalaitos.

Vaatimusmäärittely on kaksiosainen prosessi. Tämä kysely on sen ensimmäinen osa ja toinen osa muodostuu työkokouksesta jossa eri toimijoiden vaatimuksista laaditaan spesifikaatio huoltokoulutuslaitteelle. Tällä kyselyllä kartoitetaan alustavasti oppilaitosten tarpeet, jotka kootaan yhteen ennen työkokousta. Kyselyn vastauslomakkeet jäävät vain selvityksen tekijälle ja niitä käytetään vain tähän selvitystyöhön. Yhteenvedossa ei mainita henkilöitä, vaan vaatimukset kootaan organisaatioittain.

Jakaisitteko kyselyn oppilaitokseenne niin usealle, kun katsotte sen olevan tarpeellista kokonaiskuvan muodostamiseksi tai vastatkaa yhdessä alla oleviin kysymyksiin. Tärkeää on, että riittävän laaja näkemys on edustettuna. Jokaisen vastaajan näkemys on tärkeä laadittaessa vaatimuksia tälle opetusvälineelle. **Toivoisin teidän täyttävän kyselyn sähköisesti.** Palauta kysely 16.10.2009 mennessä sähköpostiosoitteeseen tomi.mononen@mil.fi tai tulosta kysely vastauksineen ja lähetä se alla olevaan osoitteeseen:

Utin Jääkärirykmentti
Helikopteripataljoonan esikunta
Tomi Mononen
PL 5
45411 UTTI

Kiitokset yhteistyöstä.
Selvityksen tekijä

Tomi Mononen

Työn ohjaaja
Insinööri majuri

Pasi Kaikonen

1. Mikä on edustamanne organisaatio?			
a.	KSAO	<input type="checkbox"/>	
b.	ILMATK	<input type="checkbox"/>	
c.	UTJR	<input type="checkbox"/>	
d.	Jokin muu	<input type="checkbox"/>	

2. Millaiseen koulutukseen aiotte käyttää kyseistä laitetta? (Valitse yksi tai useampi vaihtoehto.)			
a.	lentotekninen perusopetus	<input type="checkbox"/>	
b.	lentoteknisentyön opetus	<input type="checkbox"/>	
c.	järjestelmäkoulutus	<input type="checkbox"/>	
d.	käyttöhuoltokoulutus	<input type="checkbox"/>	
e.	tyyppikoulutus	<input type="checkbox"/>	
f.	vianetsintäkoulutus	<input type="checkbox"/>	
g.	huoltokoulutus	<input type="checkbox"/>	
h.	vaurikorjauskoulutus	<input type="checkbox"/>	
i.	Muu, mikä?	<input type="checkbox"/>	

3. Mikä on laitetta käytävä kohderyhmä ja arvioitu henkilömäärä vuodessa? (Valitse yksi tai useampi vaihtoehto.)			
a.	ammattikouluoppilaat	<input type="checkbox"/>	_____
b.	asentajat	<input type="checkbox"/>	_____
c.	varusmiehet	<input type="checkbox"/>	_____
d.	henkilökunta (PV)	<input type="checkbox"/>	_____

4. Kuinka monta viikkoa vuodessa on arvioitu käyttötarpeenne huoltokoulutushelikopterille? Noin _____ viikkoa			
--	--	--	--

5. Minkä huoltokoulutushelikopterin järjestelmien toiminta on opetuksenne kannalta tärkeää? (Listaa toimivat järjestelmät.)			

6. Onko mielestänne laitteeseen tehtävä muutoksia, siten että järjestelmät tai komponentit näkyvät paremmin kuin lentokuntoisessa helikopterissa?			
Kyllä <input type="checkbox"/>		Ei <input type="checkbox"/>	

Jos vastasitte edelliseen kysymykseen **kyllä**, vastatkaa myös kysymykseen 6. Muuten siirry kysymykseen 8.

7. Minkä järjestelmien tai komponenttien parannettu näkyvyys on teidän opetuksenne kannalta tärkeää? (Listaa järjestelmät ja/tai komponentit.)

--

8. Onko mielestänne huoltokoulutushelikopteriin rakennettava jotain mitä lentokuntiossa helikopterissa ei ole?

Kyllä Ei

Jos on, niin mitä?

9. Onko mielestänne huoltokoulutushelikopteriin rakennettava jotain sellaista, jolla voidaan simuloida vikoja helikopterin järjestelmiin?

Kyllä Ei

Jos on, niin mitä?

10. Onko oppilaitoksellanne arvionne mukaan osittaa resursseja huoltokoulutushelikopterin rakentamiseen?

Kyllä Ei

Jos vastasitte edelliseen kysymykseen **kyllä**, vastatkaa myös kysymyksiin 11 ja 12. Muuten siirry kysymykseen 13.

11. Tukisiko huoltokoulutushelikopterin rakennustyöhön osallistuminen oppilaitoksenne oppilaiden oppimistavoitteita?

Kyllä Ei

Jos tukee, niin miten?

12. Millaisia resursseja oppilaitoksenne voisi tuoda huoltokoulutushelikopterin valmistukseen?

a.	suunnittelu	<input type="checkbox"/>
b.	modifikaatio	<input type="checkbox"/>
c.	työvoima	<input type="checkbox"/>
d.	materiaali	<input type="checkbox"/>
e.	varaosat	<input type="checkbox"/>
f.	Muu, mikä?	<input type="checkbox"/>

13. Mikä on asemanne organisaatiossa?

a.	opettaja	<input type="checkbox"/>
b.	opetuksen suunnittelija	<input type="checkbox"/>
c.	joku muu	<input type="checkbox"/>

Muistathan tallentaa. Nimeä täyttämäsi lomake esim. (*Kysely huoltokoulutushelikopterin vaatimuksista UTJR*). Kiitos vastauksista.

Liite 2.

Konsepti 1.		
Nro	Toiminnallinen vaatimus	Pisteet tärkeys- kyselyn perusteella
1.	Ohjausjärjestelmän tulee toimia	
1,1	Pituusohjausjärjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	20
1,4	Poikittaisohjausjärjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	20
1,6	Nousuohjausjärjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	20
1,7	Suuntaohjausjärjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	20
2.	Vaihteistojen ja voimansiirron tulee toimia	
2,1	Päävaihteiston tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
2,3	Pyrstövaihteiston tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
3.	Ohjausjärjestelmän osat ja komponentit tulee näkyä	
3,9	Nousuvivun kevyyslaitteen mekanismit eivät saa aiheuttaa vaaraa käyttäjälle tai laitteelle	20
3,10	Nousuvipujen yhdysputki tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	19
19.	Pää- ja pyrstöroottorien tulee toimia	
19,1	Pääroottorin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,2	Pääroottorin pyörivä ohjauslevyn tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,3	Pääroottorin staattisen ohjauslevyn tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,4	Sekoittajan tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,5	Pääroottorin navan nivelöinnin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,6	Pyrstöroottorin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,7	Pyrstöroottorin ohjauslevyjen tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,8	Pyrstöroottorin napakokonaisuuden tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
22.	Roottorien tulee näkyä	
22,1	Sekoittajan tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	19
24.	Rungon rakenneperiaatteet tulee olla näkyvissä	
29.	Laite ei saa aiheuttaa normaalista poikkeavaa vaaraa sen käyttäjille tai ympäristölle	19
29,1	Laitetta tulee voida käyttää lentokone huolto- ja säilytystiloissa (kipinöinti)	20
30.	Laiteetta on voitava siirtää henkilövoimin lyhyitä matkoja	19
31.	Laiteetta on voitava siirtää perävaunulla maanteitä pitkin	20
32.	Laitteen rakenneratkaisut kestävät maantiekuljetuksen jousitetulla kuljetusalustalla	20
33.	Laitetilat on suojattavissa maantiekuljetuksen ajaksi	20

Konsepti 2.		
Nro	Toiminnallinen vaatimus	Pisteet tärkeys- kyselyn perusteella
1.	Ohjausjärjestelmän tulee toimia	
1,1	Pituusohjausjärjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	20
1,4	Poikittaisohjausjärjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	20
1,6	Nousuohjausjärjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	20
1,7	Suuntaohjausjärjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	20
1,2	Pituusohjausjärjestelmän trimmin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	18
1,3	Suuntaislukon tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	18
1,5	Poikittaisohjausjärjestelmän trimmin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	18
2.	Vaihteistojen ja voimansiirron tulee toimia	
2,1	Päävaihteiston tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
2,3	Pyrstövaihteiston tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
2,2	Päävaihteiston öljyjärjestelmän tulee toimia (puhallin), kuten lentokuntoisessa helikopterissa	15
2,4	Vapaakytkimen tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	17
2,5	Pyrstövaihteiston käyttöakselin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	17
2,6	Pyrstövaihteiston käyttöakselin vaimentimen tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	17
2,8	Pääkäyttöakselin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	18
3.	Ohjausjärjestelmän osat ja komponentit tulee näkyä	
3,9	Nousuvivun kevyyslaitteen mekanismit eivät saa aiheuttaa vaaraa käyttäjälle tai laitteelle	20
3,10	Nousuvipujen yhdysputki tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	19
3,1	Suuntaislukon tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
3,2	Pituus ja poikittaistrimmien tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
3,3	Pituus-, poikittais-, suunta- ja nousuohjauksen kulmavivut tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	18
3,4	Pituus-, poikittais-, suunta- ja nousuohjauksen työntötangot tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	18
3,5	Työturbiinin hienosäätötrimmimoottori tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	15
3,6	Työturbiinin kierrosten kompensointimekanismit tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	15
3,7	Nousuvivun kitkalaitteen mekanismit tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
3,8	Nousuvivun kevyyslaitteen mekanismit tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
4.	Vaihteiston sekä voimansiirron osat ja komponentit tulee olla näkyä	
4,1	Vapaakytkimen tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	17
4,2	Päävaihteiston tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	18
4,3	Pääkäyttöakselin tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	18
4,4	Pyrstövaihteiston käyttöakselin tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	17
4,5	Pyrstövaihteiston käyttöakselin vaimentimen tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	18

4,6	Päävaihteiston öljynjäähdytyspuhalltimen tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
9.	Sähköjärjestelmän tulee toimia	
9,1	Sähköjärjestelmä on sähköistettävissä 24V DC	17
9,6	Jännitemittarin osoittaa virtalähteen jännitteen	16
10.	Mittaristo ja avioniikkajärjestelmät tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	
10,1	Polttoainemittarin tulee näyttää anturille asetettua arvoa ja alhainen PA määrän valo toimii	15
10,5	Varoitusvalojen tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	17
10,7	Kaarto- ja kallistusmittarin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	15
10,18	Pitotstaattiset järjestelmät tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	15
11.	Moottorin ja sen järjestelmien tulee olla paikallaan (ei tarvitse olla käyvä moottori)	
11,2	Ahdinturbiinin säätimien tulee toimia ohjaimia liikuttaessa (Ei PA säätötoimia)	18
11,3	Moottorin ohjausjärjestelmän (rungon osuus) tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
11,4	Moottorin ohjausjärjestelmän (rungon osuus) tulee toimia	18
11,5	Työturbiinin säätimien tulee toimia ohjaimia liikuttaessa (Ei PA säätötoimia)	18
11,6	Polttoaineen paineen tuotto ja suodatus komponentit tulee olla paikallaan	17
11,7	Työturbiinin lämpötilanmittauksen ja osoituksen tulee toimia	15
11,8	Moottorin jäähdytysilmajärjestelmän komponentit tulee olla paikallaan	17
11,9	Moottorin öljyjärjestelmän komponentit tulee olla paikallaan	17
11,1	Pakokaasujen poisto toimii, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	15
18.	Rungon polttoainejärjestelmän tulee toimia	
18,1	Säilön tulee olla paikallaan	16
18,2	Huohotusjärjestelmän tulee olla paikallaan	15
18,4	Säliö/käynnistyspumpun tulee olla paikallaan	15
18,5	Jäänestosuodattimen tulee olla paikallaan	18
19.	Pää- ja pyrstöroottorien tulee toimia	
19,1	Pääroottorin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,2	Pääroottorin pyörivä ohjauslevyn tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,3	Pääroottorin staattisen ohjauslevyn tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,4	Sekoittajan tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,5	Pääroottorin navan nivelöinnin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,6	Pyrstöroottorin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,7	Pyrstöroottorin ohjauslevyjen tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,8	Pyrstöroottorin napakokonaisuuden tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
21.	Polttoainejärjestelmän osat ja komponentit tulee näkyä	
21,2	Huohotusjärjestelmän tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	15
21,3	Polttoaineen hätäsulun tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	15
21,5	Jäänestosuodattimen tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	18
22.	Roottorien tulee näkyä	
22,1	Sekoittajan tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	19
22,2	Pyrstöroottorin sträppipakka tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
23.	Moottori- ja voimalaitejärjestelmän osat ja komponentit tulee olla näkyvissä	
23,1	Moottori- ja voimalaitejärjestelmän osat ja komponentit tulee näkyä myös yläpuolelta ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	17
24.	Rungon rakenneperiaatteet tulee olla näkyvissä	

24,1	Toisen pääkaaren rakenneperiaate tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	17
24,2	Keskisalun rakenneperiaate tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	17
24,3	Mastontukirakenteen rakenneperiaate tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	15
24,4	Jonkun rungon apukaaren rakenneperiaate tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
24,6	Jonkun rungon pituusjäykisteen rakenneperiaate tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
26.	Voimansiirtojärjestelmää tulee voida pyörittää ulkoisella voimanlähteellä	15
27.	Pääroottorin maksimi halkaisija n 2m	15
27,1	Varustus sisältää kokonaisen pääroottorin lavan	16
29.	Laite ei saa aiheuttaa normaalista poikkeavaa vaaraa sen käyttäjille tai ympäristölle	19
29,1	Laitetta tulee voida käyttää lentokone huolto- ja säilytystiloissa (kipinointi)	20
29,2	Laite sisältää käyttö- ja turvallisuusohjeet	18
30.	Laiteetta on voitava siirtää henkilövoimin lyhyitä matkoja	19
31.	Laiteetta on voitava siirtää perävaunulla maanteitä pitkin	20
32.	Laitteen rakenneratkaisut kestävät maantiekuljetuksen jousitetulla kuljetusalustalla	20
33.	Laitetilat on suojattavissa maantiekuljetuksen ajaksi	20
34.	Laitteen varustus sisältää tarvittavat siirtovälineet	18
35.	Laitteen varustus sisältää tarvittavat sidontavälineet	17
36.	Pääroottorin navan toiminnot ovat nähtävissä ilman tikapuita	16
37.	Joustinvaimentimien tulee toimia	17

Konsepti 3A ja 3B		
Nro	Toiminnallinen vaatimus Konseptien vaatimukset eroavat vain vaatimuksen 10,19 osalta	Pisteet tärkeys- kyselyn perusteella
1.	Ohjausjärjestelmän tulee toimia	
1,1	Pituusohjausjärjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	20
1,4	Poikittaisohjausjärjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	20
1,6	Nousuohjausjärjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	20
1,7	Suuntaohjausjärjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	20
1,2	Pituusohjausjärjestelmän trimmin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	18
1,3	Suuntaislukon tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	18
1,5	Poikittaisohjausjärjestelmän trimmin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	18
2.	Vaihteistojen ja voimansiirron tulee toimia	
2,1	Päävaihteiston tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
2,3	Pyrstövaihteiston tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
2,2	Päävaihteiston öljyjärjestelmän tulee toimia (puhallin), kuten lentokuntoisessa helikopterissa	15
2,4	Vapaakytkimen tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	17
2,5	Pyrstövaihteiston käyttöakselin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	17
2,6	Pyrstövaihteiston käyttöakselin vaimentimen tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	17
2,8	Pääkäyttöakselin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	18
2,7	Roottorijarrun tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	13
3.	Ohjausjärjestelmän osat ja komponentit tulee näkyä	
3,9	Nousuvivun kevyyslaitteen mekanismit eivät saa aiheuttaa vaaraa käyttäjälle tai laitteelle	20
3,10	Nousuvipujen yhdysputki tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	19
3,1	Suuntaislukon tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
3,2	Pituus ja poikittaistrimmien tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
3,3	Pituus-, poikittais-, suunta- ja nousuohjauksen kulmavivut tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	18
3,4	Pituus-, poikittais-, suunta- ja nousuohjauksen työntötangot tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	18
3,5	Työturbiinin hienosääätötrimmimoottori tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	15
3,6	Työturbiinin kierrosten kompensointimekanismit tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	15
3,7	Nousuvivun kitkalaitteen mekanismit tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
3,8	Nousuvivun kevyyslaitteen mekanismit tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
4.	Vaihteiston sekä voimansiirron osat ja komponentit tulee olla näkyä	
4,1	Vapaakytkimen tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	17
4,2	Päävaihteiston tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	18
4,3	Pääkäyttöakselin tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	18
4,4	Pyrstövaihteiston käyttöakselin tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	17
4,5	Pyrstövaihteiston käyttöakselin vaimentimen tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	18

4,6	Päävaihteiston öljynjäähdytyspuhalltimen tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
9.	Sähköjärjestelmän tulee toimia	
9,1	Sähköjärjestelmä on sähköistettävissä 24V DC	17
9,6	Jännitemittarin osoittaa virtalähteen jännitteen	16
9,3	Sähköjärjestelmä sisältää jännitteensäätimen, jännitteensäädön ei tarvitse toimia	13
9,4	Päävirta- ja takavirtareleiden tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	13
9,5	Ylijännitereleen tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	14
9,7	Ampeerimittarin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa (ei lataus)	14
9,8	Muuttajan tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	14
10.	Mittaristo ja avioniikkajärjestelmät tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	
10,1	Polttoainemittarin tulee näyttää anturille asetettua arvoa ja alhainen PA määrän valo toimii	15
10,5	Varoitusvalojen tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	17
10,7	Kaarto- ja kallistusmittarin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	15
10,18	Pitotstaattiset järjestelmät tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	15
10,1	N1 kierroslukugeneraattori tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	11
10,1	N2 kierroslukugeneraattori tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	11
10,1	NR kierroslukugeneraattori tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	11
10,1	N1 mittarin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	11
10,1	Öljynpainemittarin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	14
10,1	Kellon tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	13
10,1	Öljynlämpömittarin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	13
10,1	N2/NR- mittarin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	13
10,2	TOT- mittarin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	14
10,3	TQ- mittarin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	14
10,4	EPO- järjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	14
10,6	Radiokorkeusmittarin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	12
10,8	Keinohorisonin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	14
10,9	Varakompassin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	13
10,10	RMI:n/suuntajärjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	14
10,11	VOR/ILS- järjestelmien tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	13
10,12	ADF:n tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	12
10,13	Markerjärjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	13
10,14	Yhteysvälineet tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	11
10,15	Intercom tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	13
10,16	Warning Tone Generatorin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	13
10,17	Transponderin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	10
10,19	GPS- järjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	9
11.	Moottorin ja sen järjestelmien tulee olla paikallaan (ei tarvitse olla käyvä moottori)	
11,2	Ahdinturbiinin säätimien tulee toimia ohjaimia liikuttaessa(Ei PA säätötoimia)	18
11,3	Moottorin ohjausjärjestelmän (rungon osuus) tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
11,4	Moottorin ohjausjärjestelmän (rungon osuus) tulee toimia	18
11,5	Työturbiinin säätimien tulee toimia ohjaimia liikuttaessa(Ei PA säätötoimia)	18
11,6	Polttoaineen paineen tuotto ja suodatus komponentit tulee olla paikallaan	17
11,7	Työturbiinin lämpötilanmittauksen ja osoituksen tulee toimia	15
11,8	Moottorin jäähdytysilmajärjestelmän komponentit tulee olla paikallaan	17

11,9	Moottorin öljyjärjestelmän komponentit tulee olla paikallaan	17
11,1	Pakokaasujen poisto toimii, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	15
11,1	Sytytysjärjestelmän tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	13
12.	Avioniikkajärjestelmiin tulee voida simuloida vikoja. Tarkennetaan kun konsepti on valmis ja resurssit ovat tiedossa.	12
18.	Rungon polttoainejärjestelmän tulee toimia	
18,1	Säiliön tulee olla paikallaan	16
18,2	Huuhotusjärjestelmän tulee olla paikallaan	15
18,4	Säiliö/käynnistyspumpun tulee olla paikallaan	15
18,5	Jäänestosuodattimen tulee olla paikallaan	18
18,3	Polttoaineen hätäsulun tulee toimia	14
18,6	Jäänestosuodatin ja sen tukkeumailmaisoin sekä testaus tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	14
19.	Pää- ja pyrstöroottorien tulee toimia	
19,1	Pääroottorin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,2	Pääroottorin pyörivä ohjauslevyn tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,3	Pääroottorin staattisen ohjauslevyn tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,4	Sekoittajan tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,5	Pääroottorin navan nivelöinnin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,6	Pyrstöroottorin tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,7	Pyrstöroottorin ohjauslevyjen tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
19,8	Pyrstöroottorin napakokonaisuuden tulee toimia, kuten lentokuntoisessa helikopterissa	19
20.	Sähkö- ja avioniikkajärjestelmät johdotus, osat ja komponentit tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	10
21.	Polttoainejärjestelmän osat ja komponentit tulee näkyä	
21,2	Huuhotusjärjestelmän tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	15
21,3	Polttoaineen hätäsulun tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	15
21,5	Jäänestosuodattimen tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	18
21,1	Säiliön tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	13
21,4	Säiliö/käynnistyspumpun tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	14
22.	Roottorien tulee näkyä	
22,1	Sekoittajan tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	19
22,2	Pyrstöroottorin sträppipakka tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
23.	Moottori- ja voimalaitejärjestelmän osat ja komponentit tulee olla näkyvissä	
23,1	Moottori- ja voimalaitejärjestelmän osat ja komponentit tulee näkyä myös yläpuolelta ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	17
24.	Rungon rakenneperiaatteet tulee olla näkyvissä	
24,1	Toisen pääkaaren rakenneperiaate tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	17
24,2	Keskisalalon rakenneperiaate tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	17
24,3	Mastontukirakenteen rakenneperiaate tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	15
24,4	Jonkun rungon apukaaren rakenneperiaate tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
24,6	Jonkun rungon pituusjäykisteen rakenneperiaate tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	16
24,5	PA säiliön suoja tulee näkyä ilman osien irroitusta tai peittävä osa on irroitettavissa helposti	14
26.	Voimansiirtojärjestelmää tulee voida pyörittää ulkoisella voimälähteellä	15

27.	Pääroottorin maksimi halkaisija n 2m	15
27,1	Varustus sisältää kokonaisen pääroottorin lavan	16
28.	Vikoja pitää pystyä simuloimaan sähköjärjestelmään. Tarkennetaan kun konsepti on valmis ja resurssit ovat tiedossa.	13
29.	Laite ei saa aiheuttaa normaalista poikkeavaa vaaraa sen käyttäjille tai ympäristölle	19
29,1	Laitetta tulee voida käyttää lentokone huolto- ja säilytystiloissa (kipinointi)	20
29,2	Laite sisältää käyttö- ja turvallisuusohjeet	18
30.	Laiteetta on voitava siirtää henkilövoimin lyhyitä matkoja	19
31.	Laiteetta on voitava siirtää perävaunulla maanteitä pitkin	20
32.	Laitteen rakenneratkaisut kestävät maantiekuljetuksen jousitetulla kuljetusalustalla	20
33.	Laitetilat on suojattavissa maantiekuljetuksen ajaksi	20
34.	Laitteen varustus sisältää tarvittavat siirtovälineet	18
35.	Laitteen varustus sisältää tarvittavat sidontavälineet	17
36.	Pääroottorin navan toiminnot ovat nähtävissä ilman tikapuita	16
37.	Joustinvaimentimien tulee toimia	17