

Matias Salo

**PC-pohjaisen lentosimulaattorin
käytettävyys peruslentokoulutuksen tukena**

Lento-oppilaiden näkemyksiä

Opinnäytetyö

Kevät 2010

Tekniikan yksikkö

Tietotekniikka

Sulautetut järjestelmät



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Tietotekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Sulautettujen järjestelmien suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Matias Salo

Työn nimi: PC-pohjaisen lentosimulaattorin käytettävyys peruslentokoulutuksen tukena: lento-oppilaiden näkemyksiä

Ohjaaja: Alpo Anttonen

Vuosi: 2010

Sivumäärä: 35

Liitteiden lukumäärä: 0

Tutkimuksen tarkoituksena oli hakea tietoa siitä, onko kaupallisilla PC-pohjaisilla laitteilla ja ohjelmistoilla toteutetulla lentosimulaattoriympäristöllä käyttöarvoa varsinaisen peruslentokoulutuksen tukijana. Tutkimus toteutettiin kvalitatiivisena tapaututkimuksena fenomenologisen tutkimusstrategian keinoin.

Tutkimus pyrkii vastaamaan kysymyksiin: millaisia näkemyksiä lento-oppilailla on kaupallisen PC-pohjaisen lentosimulaattorijärjestelmän käytettävyydestä peruslentokoulutuksen tukena, sekä onko kaupallisilla PC-pohjaisilla lentosimulointilaitteilla muodostettua simulaattoriympäristöä mahdollista käyttää peruslentokoulutuksen tukena lento-oppilaiden näkökulmasta.

Tutkimus toteutettiin rakentamalla kaupallisilla laitteilla toteutettu lentosimulaattoriympäristö. Simulaattoria testaamaan valittiin peruslentokoulutustaan suorittavia lento-oppilaita. Tutkittavat suorittivat ennalta suunnitellun ohjelman mukaisen koelennon ja heitä pyydettiin arvioimaan lennon aikana simulaattorin koulutuksellista käytettävyyttä todelliseen ympäristöön verrattuna. Tutkittavat haastateltiin koelennon jälkeen teemahaastattelun keinoin.

Tutkittavien kokemuksista nousi vahvimmin esiin simulaattorin soveltuvuus erityisesti ilmailun alkeitten ja perusteiden, kuten ilma-alueen ohjaus- sekä mittarilukutekniikan, opetteluun. Lisäksi simulaattorin käytettävyys peruslentokoulutuksen jatkuessa nähtiin tarkoituksenmukaisena kertauskoulutuksen osalta. Tärkeänä edellytyksenä simulaattorin käytettävyydelle nähtiin se, että simulaattoriharjoittelu vaatii tavoitteellisen ja kurinalaisen oppimisympäristön.

Asiasanat: Simulaattori, simulointi, lentokoneet, ilmailu

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology
Degree programme: Information Technology
Specialisation: Embedded Systems

Author: Matias Salo

Title of the thesis: PC-based flight simulator usability as a supporter in basic flight training: flight students' views

Supervisor: Alpo Anttonen

Year: 2010 Number of pages: 35 Number of appendices: 0

The purpose of this thesis was to find out if commercial PC-based equipment and software operated flight simulation environment has any use value as a supporter in basic pilot training. The research was conducted as a qualitative case study with phenomenological research strategy methods.

The study was conducted by building a flight simulator environment with commercial equipment. The flight students who were carrying out their basic flight training were selected to test the simulator. After flying a pre-planned test flight the candidates were asked to evaluate the educational usability of the simulator compared to a real environment. The subjects were interviewed after the test with the means of the theme interview.

The most important outcome that rose from the candidates' experiences was that the simulator usability was considered to be at its best in learning the basics of aviation, for example, the aircraft controlling and meter-reading techniques. In addition, the usability of the simulator in refresher training was seen valuable in advanced basic training. The subjects also emphasized that an important prerequisite for the usability of the simulator is that the simulation training requires a goal-oriented and disciplined learning environment.

Keywords: Simulator, simulation, airplanes, aviation

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYS

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

1 JOHDANTO	8
2 TIETOKONEPOHJAINEN LENTOSIMULOINTI PERUSLENTOKOULUTUKSEN TUKENA.....	10
2.1 Simuloinnin määritelmä.....	11
2.2 PC-pohjaiset kaupalliset lentosimulaattorilaitteistot ja -ohjelmistot	12
2.3 Peruslentokoulutus.....	14
2.4 Tutkimuksen simulaatioympäristö.....	14
3 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	16
3.1 Kvalitatiivinen tapaustutkimus	16
3.2 Koelennot.....	17
3.2.1 Laitteisto	19
3.2.2 Ohjelmisto	20
3.3 Teemahaastattelu.....	22
3.4 Aineiston analyysi.....	23
4 TULOKSET	24
4.1 Ohjainten käytettävyys.....	24
4.2 Visuaalin autenttisuus sekä head-tracking-laitteisto.....	25
4.3 Ohjainasettelu	26
4.4 Lento-ominaisuudet ja ohjattavuus	26
4.5 Simulaattori uuden oppimisessa ja kertauskoulutuksessa.....	27
4.6 Simulaattorin mahdolliset koulutukselliset haitat.....	28

4.7 Simulaattorin käytettävyys lentokoulutuksen tukena	29
4.8 Kehitysajatukset.....	30
4.9 Muuta	30
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	31
LÄHTEET	33

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

FAA	Federal Aviation Administration. Yhdysvaltain ilmailuviranomainen.
Head-Tracking	Termillä <i>Head-tracking</i> viitataan tässä tutkimuksessa laitteiston ja ohjelmiston muodostamaan kokonaisuuteen, mikä mahdollistaa ohjaajan / pelaajan pään asentotiedon välittämisen tietokoneeseen ja sitä kautta suoraan simulaattoriohjelmistoihin.
HOTAS	Hands On Throttle-And-Stick. Ilma-aluksen ohjaamoympäristö, missä ohjaimet on varustettu sellaisin tarvittavin säätimin ja kytkimin, jotta koneen perustoimintoja kyetään hallitsemaan poistamatta käsiä ohjaimilta.
ILS	Instrument Landing System. Ilmailun mittarilähestymisjärjestelmä.
IMC	Instrument Meteorological Conditions. Lentosääolosuhteet, missä lentotoiminta on perustettava mittareihin ja suunnistuslaitteistoon.
VMC	Visual Meteorological Conditions. Lentosääolosuhteet, missä lentotoiminta voidaan perustaa visuaaliseen havainnointiin.

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Valmet L-70 Vinka – tekniset tiedot ja suoritusarvot	15
Kuva 1. Valmet L-70 Vinka	15
Kuva 2. Saitek X52 Pro ja Saitek Rudder Pedals	20
Kuva 3. Valmet L-70 Vinkan ohjaamonäkymä Flight Simulator 2004:ssä.....	21

1 JOHDANTO

Lentäminen on ollut osa ihmisten elämää jo yli vuosisadan ja tekniikan kehittyminen on tuonut sen jatkuvasti lähemmäs tavallista ihmistä. Mikäli ilmojen valloitus ei ole jokaiselle innokkaalle harrastajalle ollut konkreettisesti mahdollista, on se nykyään kaikkien käsillä erilaisten pelipohjaisten simulaattoreiden muodossa. Tietotekniikan keinoin toteutettavat pelit ja simulaattorit ovat kehittyneet valtavan harppauksen viimeisten vuosikymmenten aikana. Nykyään kaupallisten viihdekäyttöön tarkoitettujen lentosimulaattorilaitteistojen ja ohjelmistojen ero vastaaviin ammattikäyttöön tarkoitettuihin on hyvin pieni.

Yksityislentäjän lupakirjaan tähtäävän koulutuksen lentotuntimäärät ovat melko niukat ja lentokoulutuksen viivästyessä taukoa koululentoihin saattaa muodostua useita viikkoja. Viivästys saattaa johtua aikataulullisista syistä tai usein myös epäsuosiollisesta lentosäästä. Oppilaat voivat koulutuksen ulkopuolella omatoimisesti syventyä alan kirjallisuuteen, lentosääntöihin sekä muihin ilmailuun liittyviin aihealueisiin, mutta itse käytännön harjoittelu on usein mahdollista vain oikealla ilma-alueella tai virallisella ammattikoulutuskäyttöön hyväksytyllä lentosimulaattorilla. Herääkin kysymys: voisiko nykypäivän PC-pohjaisilla simulaattoriohjelmilla ja kaupallisilla niin sanotuilla peliohjaimilla muodostaa senkaltaisen simulointiympäristön, jotta sillä harjoittelu edesauttaisi lentokoulutuksessa opittujen taitojen ylläpitämistä tai jopa kehittämistä?

Jotta PC-pohjaisen lentosimulaattorin käytettävyydestä saatiin näkemyksiä, laadittiin kaupallisista ns. keskitason laitteista toteutettu lentosimulaattoriympäristö. Simulaattorin laitteet valittiin siten, että sillä olisi ohjausteknisesti suoritettavissa kaikki tavalliset lentotoimintaan liittyvät toimet. Rakennetun PC-pohjaisen lentosimulaattorin koulutuksellisen käyttöarvon testaamiseen valittiin ryhmä lentokoulustaan suorittavia lento-oppilaita. Oppilaat olivat jo suorittaneet koulutuksessaan

tässä työssä tutkittavat osa-alueet, ja siksi oli oletettavaa, että heillä olisi tuore kokemusta näistä lentokoulutukseen liittyvistä tekijöistä.

Varsinaisena tutkimusongelmana on se, millaisia näkemyksiä lento-oppilaille on kaupallisen PC-pohjaisen lentosimulaattorijärjestelmän käytettävyydestä peruslentokoulutuksen tukena? Tutkimuksessa haetaan siis näkemyksiä siihen, onko näillä kaupallisilla PC-pohjaisilla lentosimulointilaitteilla muodostettua simulaattoriympäristöä mahdollista käyttää peruslentokoulutuksen tukena lento-oppilaiden näkökulmasta.

Tutkimuksessa pyrittiin saamaan esille kotikonstein toteutettavan lentosimuloinnin käyttöarvo niin näkö- kuin mittarilento-olosuhteissa tapahtuvan peruslentokoulutuksen täydentäjänä nimenomaan itse lento-oppilaiden näkemysten kautta. Aihetta tarkastellaan pääasiallisesti simulointilaitteiston ja visuaalin muodostaman rajapinnan käytettävyydestä oikeaan pienkoneeseen verrattuna. Lisäksi tutkimuksessa perehdytään ohjainten ohjaintunnon vastaavuuteen sekä ohjainten sijoittelun merkitykseen oikean pienkoneen ohjaamoympäristöön verrattuna. Tutkimuksessa haluttiin selvittää samalla myös niin sanotun head-tracking-laitteiston käytettävyys visuaalisen näkymän laajentajana.

2 TIETOKONEPOHJAINEN LENTOSIMULOINTI PERUSLENTOKOULUTUKSEN TUKENA

Kun Ed Link rakensi ensimmäisen lennonharjoittelulaitteensa vuonna 1929, käynnistyi samalla lentosimuloinnin aikakausi. Ensimmäinen laite oli vain puulaatikko joka reagoi ohjaussauvan liikkeisiin, silti sillä koulutettiin tuhansia lentäjiä toisen maailmansodan taisteluihin. (Garrison 1985, 1.) Simuloinnilla on pyritty määrittelemään tarkasti todellisia tilanteita yleensä silloin, kun todellisessa ympäristössä suoritettu toiminta on liian kallista, vaarallista tai kun se ei ole eettisesti hyväksyttävää (Spectrum tietokeskus 1979, 596). Luultavasti nämä tekijät asettivat myös osittain tarpeensa Linkin keksinnölle.

Yksi oleellisimmista tekijöistä simuloinnista puhuttaessa on siirtovaikutus eli transfer. Siirtovaikutus tarkoittaa sitä opittua taitoa, mikä on siirrettävissä simulaattoriympäristöstä todelliseen ympäristöön. Kun toiminta on samankaltaista psykologisten tekijöiden ja menetelmien suhteen, on siirtovaikutus tehokkaampaa. Simulaattoriympäristöstä taidon lisäksi todelliseen ympäristöön voivat siirtyä myös erilaiset menetelmät, itseluottamus, kiinnostukset sekä asenteet. Siirtovaikutus voi olla opittujen asioiden suhteen sekä negatiivista että positiivista. (Spectrum tietokeskus 1979, 2.) Simulaattorin vastaavuudesta puhuttaessa tarkoitetaan sillä joko järjestelmän fyysistä tai psykologista tarkkuutta. Esimerkiksi fyysistä vastaavuutta arvioidessa täytyy muistaa se, että simulaatio ei ole vain jäljitelmä koneesta, laitteesta tai tilanteesta, vaan että simulointi on erityisesti näiden laitteiden käyttöä. (Vartiainen 1985, 27.)

Lentosimuloinnissa on siis merkittävää se, miten tehokas siirtovaikutus simulaattorilla saavutetaan. Puhuttaessa lentosimulaattorin käytettävyydestä lentokoulutuksen tukena, on simulaattorilla saavutettu siirtovaikutus tällöin tutkimuksen avaintekijänä.

2.1 Simuloinnin määritelmä

Simulaatiolla voidaan katsoa yleisesti tarkoitettavan jäljitelmää jostakin biologisesta, fysiologisesta, psykologisesta, sosiaalisesta tai teknisestä järjestelmästä tai niiden osasta, yhdistelmästä tai vuorovaikutuksesta. Erilaiset pelisovellukset ovat selvästi yleisin simuloinnin kohde, mutta myös ympäristö- ja tekniset simulaattorit ovat laajalti käytössä. Simuloinnin tarkoituksena viihdeteollisuuden rinnalla on yleensä ennakoivien työtä koskevien sisäisten mallien kehittämistä itse varsinaisen työn ulkopuolella. Vartiaisen mukaan simulaattorista voidaan puhua silloin, kun jäljitelmän kohteena on laite tai tekninen järjestelmä, jota yksi tai useampi ihminen käyttää jonkin tavoitteen saavuttamiseksi. (Vartiainen 1985, 4-5.)

Simulaattoreiden käyttö antaa joitain huomattavia etuja todelliseen ympäristöön verrattuna. Edellytyksenä on luonnollisesti se, että simulaattorilla pystytään muodostamaan riittävän todellinen simulaatioympäristö, jotta opittu taito olisi siirrettävissä käytännöllisesti todellisuuteen.

Simulaation käytön syitä. Vartiaisen mukaan (1985, 5-8) tavoitteellisen simulaation käytön syitä ovat ainakin seuraavat kokonaisuudet:

- Opetus ja harjoitus – simulaatiolla pyritään luomaan mahdollisimman hyvä siirtovaikutus (transfer), jotta opittu taito olisi siirrettävissä todelliseen ympäristöön
- Suoritusarviointi – taitotason mittaaminen esimerkiksi hätätilanteissa
- Operaatioiden analyysi – esimerkiksi jonkin järjestelmän toiminnan simulointi ennen varsinaista käyttöönottoa, koska kaikkia ominaisuuksia ei välttämättä tunneta ennalta
- Tutkimus – simulaatio antaa mahdollisuuden suorittaa kontrolloitua tutkimusta
- Harjoituksen lyhentäminen – ajankäyttö on tehokkaampaa koska harjoituksen kannalta epäoleelliset asiat voidaan sivuttaa
- Kustannustehokkuus – korostuu etenkin lentosimuloinnissa

- Turvallisuus ja riskien minimointi – esimerkiksi ilmailun hätä- ja pakkotilannekoulutus.

Ilmailussa lentosimuloinnin tärkeimmiksi syiksi tutkimuksen tekijä näkee opetuksen ja harjoittelun lisäksi simuloinnin kustannustehokkuuden ja turvallisuuden. Kaupallisella puolella kustannusten minimointi on erittäin suuressa osassa ja sanotaankin, että lentosimuloinnin kustannukset ovat 10 % todellisen lentämisen kustannuksista (Vartiainen 1985, 7). Hätä- ja pakkotilannekoulutus on todellisessa ympäristössä hyvin rajallista ja siihen liittyy aina riskejä. Simulaattoreilla voidaan mallintaa turvallisesti kaikki vaaratilanteet ja harjoitella niiden edellyttämä toiminta. Niin siviili- kuin sotilasilmailussakin hätätoimenpiteitä kerrataan simulaattoriympäristössä säännöllisesti.

2.2 PC-pohjaiset kaupalliset lentosimulaattorilaitteistot ja -ohjelmistot

PC-pohjaisilla kaupallisilla lentosimulaattorilaitteistoilla tarkoitetaan tässä tutkimuksessa markkinoilla olevia lentosimulointiin tarkoitettuja niin sanottuja peliohjaimia. Terminä *peliohjain* saattaa olla hieman harhaanjohtava, sillä valmistajasta ja laitteesta riippuen simulaattoriohjaimet voivat olla hyvin laadukkaita ja siten erittäin käyttökelpoisia myös muuhunkin kuin ns. pelikäyttöön. Tässä tutkimuksessa pyritään selvittämään nimenomaan testauskokeenpanossa käytettävien ja markkinoilla olevien sitä vastaavien ohjainten käytettävyyttä PC-pohjaisessa lentosimulaattorissa.

Lentosimulointiin tarkoitettujen peliohjainten valmistajia löytyy markkinoilta useita. Ohjaimia valmistavat mm. CH, Thrustmaster, Microsoft, Saitek ja Logitech. Hintataso vaihtelee laadun ja ohjainten ominaisuuksien mukaan. Viihdekäyttöön tarkoitettujen ohjaimien osalta kuluttaja päätyy usein pelkän ohjaussauvan hankkimiseen, mihin erilaisin kytkimin ja säätimin on integroitu toimintojen laajempi käyttömahdollisuus. Vaativampien käyttäjien tarpeisiin on tarjolla myös erillisiä laitteita tehon-

säädön ja polkimien osalta, jolloin syntyy konkreettinen kopio todellisen ympäristön ohjainten osalta. (Virta 2000, 57.)

Leen (2005, 53) mukaan lentokoneen hallinta jaetaan kolmeen tasoon: manuaaliseen, puoli-automaattiseen sekä automaattiseen. Tässä tapauksessa käsitellään koneen manuaalista hallintamenetelmää. Manuaalisella hallinnalla tarkoitetaan lentolaitteen lentotilojen muuttamista esimerkiksi ilmanopeuden, korkeuden tai nousu- ja vajoamisnopeuden säätelystä suoraan lentäjän ohjaustoimenpiteiden välittömällä vaikutuksella. Ohjaaja vaikuttaa koneen lentotiloihin joko primääri- tai sekundaariohjainten välityksellä. Primääriohjaimet koostuvat ohjaussauvasta (stick) tai -ratista (yoke), tehonsäätimestä (throttle) sekä polkimista (pedals). Ohjaussauva toimii siiveke- ja korkeusperäsinohjauksessa, polkimet sivuperäsinohjauksessa sekä tehonsäädin välineenä moottorin tehonkäytössä. Sekundaariohjaimiin lukeutuvat ainakin laskusiivekkeiden ohjauskytkin sekä muut siiven nostovoimatekijöihin vaikuttavat säätimet. Lisäksi lentotilojen vakauttamiseen käytettävät säätimet kuten korkeus- ja sivuperäsintrimmit luetaan sekundaariohjaimiin.

PC-käyttöön tarkoitettuja lentosimulaattoriohjelmistoja on markkinoilla useita. Peliohjelmistot jakautuvat pääpiirteittäin kahteen kategoriaan siten, että toisen muodostavat ns. sotapelit ja toisen siviili-ilmailua simuloivat ohjelmistot. Tutkija kokemusten perusteella siviili-ilmailuun tarkoitetut ohjelmistot luovat käytännöllisemmän ympäristön ilmailun harjoitteluun ja perusteiden opetteluun. Tunnetuimpia siviili-ilmailuun tarkoitettuja simulaattoreita ovat Microsoftin Flight Simulator -ohjelmistoperhe, sekä Laminar Researchin X-Plane-ohjelmistot. X-Planen uusimmat versiot edustavat simulaattoriohjelmistojen tämänhetkistä kärkeä ja ohjelmisto onkin Yhdysvaltojen FAA:n (Federal Aviation Administration) sertifioima, jolloin sitä voidaan käyttää myös ammattilentäjien koulutuksessa. (FAA-certified X-Plane, [viitattu 3.3.2010].)

2.3 Peruslentokoulutus

Peruslentokoulutuksella tässä tutkimuksessa viitataan yksityislentäjän lupakirjaan PPL(A) (private pilot licence, aeroplane) sekä mittarilentokelpuutukseen IR(A) (instrument rating, aeroplane) tähtäävään käytännön lentokoulutukseen. Tutkimuksessa käsitellään nimenomaan yksimoottorisia mäntämoottorikäyttöisiä maa-lentokoneita. Joissain asiayhteyksissä yksityislentäjän lupakirjaan tähtäävää koulutusta puhutellaan myös alkeislentokoulutukseksi.

Yksityislentäjän lupakirjaan tähtäävä koulutus sisältää alkeet ja perusteet näkölento-olosuhteissa tapahtuvasta lentotoiminnasta. Lupakirjaa myönnettäessä on oppilaan tunnettava yleisilmailuun liittyvät teoreettiset perusteet sekä osattava toimia pienkoneella itsenäisesti, turvallisesti ja lentosääntöjen mukaisesti. Mittarilentokoulutuksen tavoitteena on saavuttaa valmius toimia näkölento-olosuhteita huonommissa sääolosuhteissa sekä kyetä toimimaan mittarilentosääntöjen mukaisesti. (Ohjaamomiehistö lupakirjat JAR-FCL 2003.)

2.4 Tutkimuksen simulaatioympäristö

Tutkimuksessa käytettävällä simulaattoriympäristöllä oli tarkoitus simuloida tavalliseen yleisilmailukoneeseen verrattavaa ilmavoimissa käytössä olevaa alkeiskoulutuskonetta Valmet L-70 Vinkaa. Vinka valittiin siksi, koska kaikilla koehenkilöillä oli valmiiksi kokemusta kyseisestä konetyypistä.

Vinka (Kuva 1,) on toiminut Suomen Ilmavoimien alkeiskoulutuskoneena vuodesta 1980 lähtien. Se on kolmepaikkainen yksimoottorinen nelisynterinen mäntämoottorikone. Vinka on varustettu kiinteällä laskutelineellä ja se on täysin mittarilentokelpoinen kone. Vinkat on aikanaan valmistettu Suomessa Valmetin toimesta. Taulukossa 1, on esitetty Vinkan tekniset tiedot ja suoritusarvot. (Vinka - Teknisiä tietoja, [viitattu 24.2.2010].)

Taulukko 1. Valmet L-70 Vinka – tekniset tiedot ja suoritusarvot

Tekniset tiedot	
Voimalaite	200hv Lycoming AEIO-360-A1B6
Kärkiväli	9,36 m
Pituus	7,50 m
Korkeus	2,80 m
Tyhjäpaino	n. 800 kg
Suurin lentopaino	1250 kg
Suoritusarvot	
Pisin toimintamatka	840 km (nopeudella 145 km/h)
Suurin nopeus	230 – 240 km/h (merenpinnan tasalla)
Matkanopeus 75 % teholla	215 km/h
Paras nousunopeus merenpinnan tasalla	n. 5 m/s (kaksipaikkaisena) n. 4m/s (täydellä kuormalla)
Lakikorkeus	n. 5000 m, suurimmalla lentomassalla n. 3500 m



Kuva 1. Valmet L-70 Vinka. (Valmet L-70 Vinka.)

3 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tutkimus toteutettiin pääpiirteittäin siten, että tutkimukseen valitut tutkittavat suorittivat koelennon pc-pohjaisella lentosimulaattorilla. Tutkimusongelmaa pyrittiin tämän jälkeen selittämään tutkittavien koelennosta hankittujen kokemusten perusteella. Tutkimuksen tieto kerättiin haastattelemalla sekä observoimalla tutkittavia henkilöitä. Observointi toteutettiin heidän suorittaessaan lentosimulaattorin koelentoa. Tutkittavia kehoitettiin kiinnittämään huomiota lentosimulaattorin ominaisuuksiin ja käytettävyyteen eri ominaisuuksien osalta siten, miltä osin se olisi käytettävissä mahdollisessa koulutustarkoituksessa. Observoinnissa kiinnitettiin huomiota koehenkilöiden reaktioihin ja itse koelennon aikana esiin tulleisiin huomioihin.

3.1 Kvalitatiivinen tapaustutkimus

Tutkimus toteutettiin kvalitatiivisena tapaustutkimuksena fenomenologisen tutkimusstrategian keinoin. Fenomenologisessa tutkimusstrategiassa ajatuksena on joko pyrkiä tarkkailemaan tutkijan omien kokemusten ja ymmärryksen muodostumista tutkittavasta ilmiöstä tai keskittyä tarkastelemaan muiden ihmisten kokemusta ja ymmärryksen muodostumista heidän kokemustensa kautta. Fenomenologisen tutkimuksen perusajatuksena on tutkijan avoimuus, tutkimuskohdetta on lähestyttävä ilman ennakko-oletuksia, määritelmiä tai teoreettista viitekehystä. Tutkijan ennalta määrätyt oletukset saattaisivat ohjata tutkimusta niiden suuntaan. Fenomenologista tutkimusstrategiaa leimaa nimenomaan pohdiskeleva ote. (Fenomenologinen tutkimus, [viitattu 16.2.2010].)

Laadullista tutkimusta laatiessa ei voida siis väheksyä tutkijan omien näkemysten vaikutusta tutkimuksen kulkuun ja tulosten tarkasteluun. Creswellin (2007, 15-18) mukaan onkin tutkijan tultava tietoiseksi omista taustatekijöistään sekä kokemuksestaan ja pyrittävä avaamaan lukijalle oma asemansa tutkimuksessa. Tämän

vuoksi tutkijan oma lentokoulutustausta sekä valmiit näkemykset simulaattoriympäristöstä tulee huomioida tutkimusta tehdessä, sekä pyrittävä tuomaan ne lukijalle esiin. Tutkimuksen olettamuksena on se, että koeympäristöstä välittyvä keino-todellisuus näyttäytyy tutkittaville yhteisen hahmottamistavan sijaan subjektiivisena kokemuksena. Tällöin koehenkilöiden erilaiset tulkinnat heidän kokemuksistaan tarjoavat tutkittavan ilmiön ymmärtämiseksi huomattavasti laajemman kirjon erilaisia näkemyksiä.

Tutkimuksen tavoitteena ei ole tuottaa suoraan yleistettävää tietoa PC-pohjaisesta lentosimuloinnista, vaan pyrkiä linkittämään tutkittavien kokemukset yksilötasoa laajempaan kokonaisuuteen. Tutkijan mielestä näin voidaan tuoda tutkimuksessa esille jotain oleellista tutkittavasta ilmiöstä.

3.2 Koelennot

Koelennot simulaattorilla suoritettiin valmiin lentosuunnitelman mukaisesti. Suunnitelma piti sisällään peruslentämistä niin näkölento- (VMC) kuin mittarilento-olosuhteissakin (IMC). Molemmissa lento-olosuhteissa koehenkilö kokeili myös head-tracking-laitteiston käytettävyyttä ja toimivuutta kyseisissä ympäristöissä.

VMC (visual meteorological conditions) -olosuhteissa tapahtuva lentotoiminta tarkoittaa toimimista näkölento-olosuhteissa. VMC-olosuhteet määrittyvät pilvietäisyyden, näkyvyyden ja pilvikorkeuden mukaan. Näkölento-olosuhteissa ohjaaja kykenee ulkoisten merkkien perusteella päättelemään ilma-aluksen lentotilan sekä paikantamaan sijaintinsa. Lentäminen perustuu siis nimenomaan visuaaliseen havainnointiin. IMC (instrument meteorological conditions) -olosuhteissa lentäminen suoritetaan ilma-aluksen mittareiden ja suunnistuslaitteiden avulla. Tällöin näkyvyys, etäisyys pilveen tai pilvikorkeus ovat liian pienet, jotta ohjaaja kykenisi hallitsemaan konetta turvallisesti ulkoisten merkkien perusteella. (IMC/VMC - FAA, [viitattu 26.2.2010].)

Simulaattorilla suoritettavat koelennot koostuivat seuraavista osista:

1. Tutustuminen laitteistoon
 - a. Koehenkilö tutustuu vapaasti laitteistoon

2. Lentäminen näkölento-olosuhteissa (VMC)
 - a. Lentoonlähtö
 - b. Suora nousu
 - c. Nousukaarto
 - d. Suora vaakalento
 - e. Vaakakaarrot 45 asteen kallistuksella
 - f. Vaakakaarrot 60 asteen kallistuksella
 - g. Lentäminen head-tracking-laitteiston avulla
 - h. Laskukierros ja lasku

3. Lentäminen mittarilento-olosuhteissa (IMC)
 - a. Lentoonlähtö
 - b. Nousukaarto määräkorkeuteen ja -suuntaan
 - c. Suora vaakalento
 - d. Mittarikaarto 15 asteen kallistuksella
 - e. Mittarikaarto 30 asteen kallistuksella
 - f. Liukukaarto määräkorkeuteen ja -suuntaan
 - g. Lentäminen head-tracking-laitteiston avulla
 - h. Sovellettu mittarilähestyminen

Simulaattorin sääolosuhteet näkölennossa vastasivat päiväolosuhteita, missä mitään merkitseviä sääilmiöitä ei ollut. Mittarilento-olosuhteisiin siirryttäessä simulaatioympäristön sääolosuhteita muutettiin. Tällöin pilvikorkeus maanpinnasta oli ainoastaan 100 metriä ja näkyvyyttä yksi kilometri. Sovellettu mittarilähestyminen suoritettiin siten, että ilma-alus siirrettiin maantieteellisesti kiitotien pitkälle loppuosalle, mistä oli mahdollisuus liittyä ILS:n liuku- ja suuntasäteisiin. ILS (Instrument Landing System) on ilmailun mittarilähestymisjärjestelmä. Järjestelmä lähettää jatkuvasti lähestyvälle ilma-alukselle tarkkaa kiitotien suuntatietoa sekä tietoa optimaalisesta liukupolusta. Menetelmän avulla lentokoneet voivat suorittaa turvallisen lähestymisen ilman aikaisia näköhavaintoja kiitotiestä. (Charles Wood, The Instrumental Landing System. [Viitattu 7.4.2010].)

3.2.1 Laitteisto

Laitteisto valittiin siten, että se kykenisi vastaamaan ohjaustekniikan kannalta mahdollisimman hyvin todellisen ympäristön vaatimuksiin. Laitteiden tuli olla kaikkien kuluttajien saatavilla sekä tavallisessa PC-ympäristössä toimivia. Lisäksi laitteiden hintatason sekä laadun tuli olla keskitasoisia muihin vastaaviin laitteisiin verrattuna. Ohjainlaitteiden tuli olla myös enemmän vapaa-ajan käyttöön tarkoitettuja, kuin varsinaiseen ammattikäyttöön suunniteltuja.

Testialusta koottiin tavallisen työpisteen äärelle siten, että tehonsäädin sekä ohjaussauva sijoitettiin pöytätasolle ja polkimet lattialle käytännöllisen etäisyyden päähän. Näyttölaite sijoitettiin myös pöytätasolle ja säädettiin optimaaliselle korkeudelle kunkin koehenkilön osalta. Äänentoisto toteutettiin tavallisella stereoparilla.

Peruslentämisen kannalta oleelliset korkeus- ja sivuperäsintrimmit ohjelmoitiin toimimaan tehonsäätimessä olevista liukusäätimistä. Lisäksi laskusiivekkeiden käyttökytkintä simuloitiin ohjaussauvassa olevalla kytkimellä. Muita Vinkan ohjauksessa olevia kytkimiä tai säätövipuja ei ollut joko oleellista tai käytännöllistä simuloida ohjauslaitteissa olevilla kytkimillä.

Laitteistokokoonpanon tekniset tiedot:

PC: Acer TravelMate 7520G

- suoritin: AMD Turion 64 x2 Mobile Technology TL-58 (1.9 GHz, 2x 512 KB L2 cache)
- näytönohjain: ATI Mobility Radeon HD 2400 XT
- muisti: 2 GB DDR2

Näyttö: 22" Samsung SyncMaster 225BW

Ohjaimet: Saitek X52 Pro, Saitek Rudder Pedals (Kuva 2.)



Kuva 2. Saitek X52 Pro ja Saitek Rudder Pedals. (SimHQ 2010.)

Head-tracking-laitteisto. Head-tracking-laitteisto mahdollistaa lentosimulaattoris-
sa lentäjän näköalueen säätelemisen ohjaajan omien todellisten pään liikkeiden
avulla. Näkökentän keskipiste on tällöin helposti suunnattavissa juuri sinne, mihin
katse kulloinkin on tarpeellisinta kääntää. Laitteisto koostuu lähettimestä ja vas-
taanottimesta. Lähettimenä toimivat infrapunavalodiodit ja vastaanottimena tavalli-
nen web-kamera. Vastaanotin havaitsee ohjaajan päähän kiinnitettävän lähettimen
asennon, jolloin tarkoitukseen räätälöity ohjelmisto välittää asentotiedon simulaat-
toriohjelmistolle. (Free-track, [viitattu 19.3.2010].)

3.2.2 Ohjelmisto

Varsinaisena lentosimulointiohjelmistona testialustassa toimii Microsoftin Flight
Simulator -tuoteperheen yhdeksäs versio eli Flight Simulator 2004: A Century of
Flight. Ensimmäinen Flight Simulator julkaistiin jo vuonna 1982 ja Microsoftin kehi-
tystyö on jatkunut aina 2009 vuoteen saakka. Flight Simulator 2004 pitää sisällään
yli 24000 erilaista lentokenttää ympäri maailman ja se varustettiin täysin uudenlai-
sella sääjärjestelmällä joka mahdollisti mm. kolmiulotteiset pilvet sekä erilaiset sa-
teet. (Flight Simulator 2004 Review, 2003). Tätä lentosimulaattoriohjelmistoa pide-

tään edelleen yhtenä parhaista kaupallisista lentosimulaattoreista, koska se on kevyempi kuin uudempi versionsa Flight Simulator X, mutta ei jää silti visuaalisesti siitä juuri jälkeen. Flight Simulator 2004:n valinta testikokoonpanoon johtui oleellisesti sen huomattavasti pienemmistä järjestelmävaatimuksista uudempaan versioonsa nähden. Testauskokoonpanon tietokoneen käyttöjärjestelmänä käytettiin Microsoftin Windows Vistaa.

Flight Simulator -ohjelmistojen yksi merkittävistä eduista on se, että sen käyttäjät pystyvät itse laatimaan erilaisia ilma-alueita sekä lisäämään tekstuuriin kuvantarkkoja maisemia ja rakennuksia. Tuhannet harrastajat ovat laatineet ohjelmistoon lukuisia erilaisia konetyyppejä, jotka ovat ladattavissa verkosta eri sivustoilta. Tässä kyseisessä tutkimuksessa käytetään Mikko Maliniemen, Kari Virtasen, Jukka Siirilän ja Aaron Swindlen laatimaa tarkkaa mallinnusta Vinkasta. (Denby 2003.) Kuvassa 3 on esitetty Vinkan ohjaamonäkymä Microsoftin lentosimulaattorissa.



Kuva 3. Valmet L-70 Vinkan ohjaamonäkymä Flight Simulator 2004:ssä.

3.3 Teemahaastattelu

Haastattelut suoritettiin välittömästi varsinaisen koelennon jälkeen haastattelemalta tutkimukseen osallistuneita henkilöitä, jolloin heillä oli tuore kuva simulaattorista. Haastatteluissa pyrittiin saamaan esille tutkimusongelman kannalta oleellisia asioita koehenkilöille simulaattoriympäristöstä muodostuneista kokemuksista ja mielipiteistä. Haastattelun teemoiksi valittiin tutkimusongelman näkökulmasta seuraavat kokonaisuudet:

1. Ohjainten käytettävyys
2. Visuaalin autenttisuus sekä head-tracking laitteisto
3. Ohjainasettelu
4. Lento-ominaisuudet ja ohjattavuus
5. Simulaattori uuden oppimisessa ja kertauskoulutuksessa
6. Simulaattorin mahdolliset koulutukselliset haitat
7. Simulaattorin käytettävyys lentokoulutuksen tukena
8. Kehitysajatukset
9. Muuta

Teemahaastattelun ajatuksena on se, että haastattelu ei etene tarkkojen, yksityiskohtaisten ja valmiiksi muotoiltujen kysymysten avulla, vaan väljemmin kohdentuen tiettyihin ennalta määriteltyihin teemoihin. Teemahaastatteluissa pyritään ottamaan huomioon ihmisten tulkinnat sekä erilaiset merkityksenannot eri tekijöille. Teemahaastattelu onkin ikään kuin keskustelunomainen tilanne, missä ennalta määritellyt teemat keskustellaan läpi. Teemojen käsittelyjärjestyksellä ei ole niinkään väliä, eikä sillä, missä laajuudessa kukin teema käsitellään kunkin haastateltavan kanssa. Teemahaastattelun sisältöä on helppo ryhtyä analysoimaan esimerkiksi teemoittain, mutta aineistoa voidaan analysoida myös kvantitatiivisesti tai kvantitatiivisuutta ja kvalitatiivisuutta yhdistellen. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)

Tutkimuksessa toimi yhteensä neljä koehenkilöä. Koehenkilöinä toimivat pääasiallisesti Puolustusvoimissa lentokoulusta saaneet lento-oppilaat. Tutkittavien lentokoulutustausta on hyvin samankaltainen heidän saatuaan peruslentokoulutustaan ilmavoimien Vinka-kalustolla. Lentokokemusta heille on kertynyt 80–100 lentotuntia. Koehenkilöt valittiin juuri sen vuoksi, että he ovat äskettäin suorittaneet tässä tutkimuksessa tarkasteltavan osan peruslentokoulutuksesta. Sen vuoksi oli oletettavaa, että kyseiset henkilöt pystyvät kriittisesti refleктоimaan arvokasta tietoa järjestelmän käytettävyydestä kokemustensa kautta. Haastatteluissa kiinnostus kohdentui niin positiivisiin kuin negatiivisiin näkemyksiin käytettävyyden osalta.

3.4 Aineiston analyysi

Aineistoa analysoitiin tekemällä huomioita haastatteluissa keskeisistä esille nousseista kiinnostavista asioista. Ennen haastatteluja tehty tutkimusilmion teemoittelu auttoi jäsentämään esille nousseita tekijöitä. Tutkittavien kokemuksista sekä tutkijan tekemistä huomioista koottiin yhteenveto kunkin teeman mukaisesti. Alustavan aineiston analyysin jälkeen tuloksia ryhdyttiin vertailemaan tutkittavien kokemien erilaisuuksien ja samankaltaisuuksien avulla. Esille nousseiden tekijöiden avulla materiaalista löytyi useita selkeitä yhtäläisyyksiä kunkin teeman osalta.

Mäkelän (1990, 56) mukaan pelkästään erilaisuuksien etsintä kannattaa jo senkin takia, että sen jälkeen samankaltaisuus on rikkaammin jäsentynyttä. Tutkimuksen kannalta oli myös positiivista se, että esille nousseista asioista löytyi erilaisia näkemyksiä. Mikäli tietoa kerätessä esiintyy riittävästi hajontaa, voidaan tiedonantajien määrää pitää silloin riittävänä. (Roto 1999.)

4 TULOKSET

Tutkimuksessa esiin nousseet tulokset avautuivat teemojen yhteneväisyyksien ja erilaisuuksien analysoinnilla. Kunkin teeman osalta koettujen yhteneväisyyksien esille tuominen antaakin mielestäni oleellista tietoa tutkittavasta ilmiöstä käsiteltävän aihepiirin osalta. Tuloksiin on lisätty myös muutamia tutkittavien suoria lainauksia, koska ne kiteyttivät mielestäni ilmiön kuvauksia hyvin.

4.1 Ohjainten käytettävyys

Ohjainten käytettävyyden osalta olin pääasiassa kiinnostunut peliohjainten ohjaintunnosta sekä yleisestä toimivuudesta. Koehenkilöt saivat pääsääntöisesti tuntea melko nopeasti laitteisiin ja koneen hallinta vakiintui jo muutamassa minuutissa. Kaikkien koehenkilöiden kokemuksissa nousi esiin se, että ohjaussauvan ohjaintunto ei vastannut oikean pienkoneen sauvan ohjaintuntoa. Simulaattorin ohjaussauvaa kuvailtiin esimerkiksi löysemmäksi sekä liikeradan nähtiin olevan erilainen. Todellisessa ohjaussauvalla varustetussa pienkoneympäristössä kuten Vin-kassa, sauva nousee ohjaamon lattian läpi ja tällöin ohjaussauvassa on varsi, nivelöinnin ollessa huomattavasti alempana kuin PC-ohjaimessa. Tämä aiheuttaa sen, että sekä sauvan ja sitä kautta myös käden liikerata ovat erilaiset. Käden liikettä säätelevät lihakset eivät tällöin ole samat näissä ympäristöissä.

Simulaattorin tehonsäätimen käytettävyyden kaikki koehenkilöt kokivat hyväksi. Kaasuvivun liikerata ja tuntuma vastasivat heidän kokemuksiaan todellisesta ympäristöstä hyvin. Tehonsäätimen potentiometriin linkitetty korkeusperäsintrimmin säädettävyys koettiin haastavaksi. Tutkittavat kokivat trimmisäätimen olevan liian herkkä koneen lentotilan tarkkaan vakauttamiseen.

Sivuperäsinohjaukseen tarkoitetut polkimet jakoivat koehenkilöiden mielipiteitä. Pääosin polkimet koettiin käytettävyydeltään hyväksi maatoiminnassa, kuten rullauksessa ja lähtökiidossa, mutta ilmassa ne eivät kuitenkaan olleet tutkittavien mielestä realistiset. Tämä aihe nousi paremmin esiin keskusteltuamme lento-ominaisuuksista ja ohjattavuudesta.

4.2 Visuaalin autenttisuus sekä head-tracking-laitteisto

Flight Simulator 2004:n grafiikka sai koehenkilöiltä kiitosta. VMC-ympäristössä tunnistettiin maastosta jopa tuttuja paikkoja ja teitä. Yleisesti visuaaliin oltiin tyytyväisiä ja koehenkilöiden kokemuksista oli selvästi kuultavissa se, että se koettiin tietyiltä osin riittäväksi peruslentokoulutuksen tarpeisiin. Perusteluina tähän esitettiin ainakin se, että koneen lentotilojen vaihtelut olivat helposti pääteltävissä ulkoa. Lisäksi etenkin alkeislentokoulutuksessa usein käytetty käsite *vaakalentomerkki*, oli koehenkilöiden mielestä helposti havaittavissa ulkoisista merkeistä. Vaakalentomerkkin avulla on ulkoisista merkeistä havaittavissa lentotila, missä ilma-alus on vaakalennossa.

Head-tracking laitteistoa testattiin sekä näkö- että mittarilento-olosuhteissa erikseen. Näkölento-olosuhteissa tutkittavat kokivat laitteiston esimerkiksi erilaisten vilkaisujen kannalta käyttökelpoiseksi.

”Se on hyvä esimerkiksi laskukierroksessa kun pitää tarkistaa siivekkeet ja oma sijainti kiitotiehen nähden..” – Koehenkilö 3.

Laitteisto aiheutti tutkittaville sen, että pää oli pidettävä tarkasti paikallaan jotta katseen keskipiste liikkui näytöllä mahdollisimman rauhallisesti. Yksi koehenkilö koki sen häiritsevänä tekijänä, mutta muut olivat sitä mieltä, että se pakotti keskittymään myös itse lentämiseen enemmän. Koehenkilöiden tottuessa laitteistoon, koettiin sen tuoma lisäarvo VMC-lentämiseen kasvavan. IMC-olosuhteissa kaikki neljä koehenkilöä olivat yhtä mieltä siitä, että head-tracking-laitteisto haittasi oleel-

lisesti sekä itse simulaattorin lentämistä, että mittareiden tarkkailua. Tämän nähtiin johtuvan siitä, että katseen keskipisteen paikallaan pitäminen oli lähes mahdotonta ja tällöin katseen kohdentaminen mittaristoon vaikeutui merkittävästi. Tutkittavien mukaan mittarilennessä ei ole juurikaan tarvetta suunnata katsettaan pois etusektorista. Tutkittavat olivat sitä mieltä, että laitteiston hyödyt tulivat ilmi nimenomaan näkölento-olosuhteissa toimittaessa.

4.3 Ohjainasettelu

Kuten ohjainten käytettävyyden osalta nousi jo esiin, ohjainasettelussa keskustelua herätti myös ohjaussauvan sijoittelu. Kaikki koehenkilöt olivat sitä mieltä, että ohjaussauva olisi saatava sijoittelultaan samalle paikalle kuin todellisessa ympäristössä. Sauvan pöytätasolle sijoittaminen aiheutti sen, että ohjaajan käsi oli erilaisessa asennossa ja tämä koehenkilöiden mukaan muutti lentoasentoa oleellisesti todelliseen ympäristöön verrattuna.

”Sauvan pitäis kyllä ehdottomasti olla jalkojen välissä niinkun oikeastikin, siinä sais käden tuettua tuohon jalkaan..” – Koehenkilö 2.

Tehonsäätimen sijainti oli myös tutkittavien mielestä hieman haastava, mutta sen ei nähty kuitenkaan vaikuttavan oleellisesti simulaattorin hallintaan. Polkimien sijoittelu koettiin hyväksi, eikä säätötarvetta koehenkilöiden mukaan löytynyt.

4.4 Lento-ominaisuudet ja ohjattavuus

Simulaatioympäristön pienkoneen käyttäytyminen koettiin pääpiirteittäin realistiseksi tavallisen peruslentämisen osalta. Lento-ominaisuudet ja ohjaustekniikka antoivat koehenkilöiden mukaan suhteellisen todellisen kuvan yleisilmailukoneen käyttäytymisestä. Ohjattavuus koettiin kuitenkin liian herkkänä siten, että kone reagoi välillä liiankin nopeasti suhteellisen maltilliseen ohjaussauvan liikkeeseen.

”Ohjaus on osittain liian herkkä, mutta sekin nyt on tottumiskysymys. Se on varmasti paljon myös ohjainten kalibroinnista kiinni. Tavalliset lainalaisuudet on joka tapauksessa ihan samat..” – Koehenkilö 4.

”Simulaattorilla lennettäessä on ehkä parempi opetella paremminkin liian herkällä ohjauksella kuin liian tunnottomalla..” – Koehenkilö 2.

Simuloidun Vinkan kaarto- ja kallistusmittarissa sivuluisua osoittavan kuulan käyttäytyminen todelliseen koneeseen verrattuna oli koehenkilöiden mielestä merkittävästi liioiteltua. Koneen sivuluisua kompensoidaan sivuperäsinohjauksella, joten polkimien käytön tarve koettiin suuremmaksi kuin se todellisuudessa on. Simulaattorin ja oikean koneen taipumus ajautua sivuluisuun nähtiinkin olevan erilainen.

4.5 Simulaattori uuden oppimisessa ja kertauskoulutuksessa

Simulaattorin käytettävyyden vahvuudet uuden oppimiseen koettiin VMC-olosuhteissa olevan nimenomaan lentokoulutuksen alussa. Näkölento-olosuhteissa vaadittavaa mittarilukutaitoa olisi tutkittavien mielestä hyödyllistä ja käytännöllistä harjoitella tämänkaltaisella järjestelmällä. Lisäksi koehenkilöt näkivät simulaattorin antavan kokemattomalle oppilaalle visuaalisen kuvan siitä, miten horisontti ja ympäröivä maailma käyttäytyvät lentotilojen vaihdellessa suhteessa lentäjään. Tätä kautta nähtiin myös ulkoisten merkkien käytön opetteluun olevan mahdollista. Yksi koehenkilö oli kuitenkin sitä mieltä, että aivan lentokoulutuksen alussa koulutuksen tulisi tapahtua todellisessa ympäristössä, jotta oppilas ei omaksuisi vääriä toimintatapoja. VMC-olosuhteissa tapahtuvaa jo aikaisemmin opittujen taitojen kertaamista ei nähty tarpeelliseksi harjoitella simulaattoriympäristössä.

IMC-olosuhteissa simulaattorin käytettävyyys uuden opettelussa nähtiin myös mittarilukutekniikan harjoittelun osalta hyväksi. Se mikä tällaisen simulaattorin käytettävyyys olisi erilaisten mittarilähestymisten osalta, herätti paljon ajatuksia. Suurimpana heikkoutena nousi esiin kokonaan puuttuva radioliikenne sekä radioiden, suun-

nistuslaitteiden ja kytkinten konkreettinen puute. Se, että simulaattorin käyttöliittymä kattaa lentolaitteen tavalliset hallintalaitteet, ei nähty riittävän siihen, että mittarilähestymisiä pystyisi tämänkaltaisella simulaattorilla harjoittelemaan täysipainoisesti. Osa oli kuitenkin sitä mieltä, että mittarilähestymisten toimenpiteitä olisi hyvä palauttaa simulaattorilla mieleen pitemmän tauon jälkeen.

Yksi tutkittava nosti esiin myös sen, että tällainen järjestelmä olisi käyttökelpoinen yksittäisten asioiden harjoitteluun, mikäli oppilaalla olisi esimerkiksi ongelmia tiettyjen taitojen oppimisessa.

4.6 Simulaattorin mahdolliset koulutukselliset haitat

Tutkittavien mukaan haittapuolena simulaattoriharjoittelussa saattaisi olla se, että harjoitteluun ei suhtauduttaisi sen vaatimalla vakavuudella, jolloin koulutuksellinen hyöty kärsii. Lisäksi nousi esiin se, että tavoitteellinen harjoittelu vaatii selkeät toimintatavat ja tavoitteet kullekin harjoituskerralle.

Lisäksi konkreettisten painikkeiden ja kytkinten puuttuminen käyttöliittymästä poistaa koehenkilöiden mukaan merkittävän osan simulaattorin käytettävyydestä. Ilma-aluksessa erilaisiin tilanteisiin liittyviä lukuisia toimenpiteitä ei pystytä tällöin harjoittelemaan käytännössä. Esimerkiksi radioiden ja suunnistuslaitteiden hallinta Flight Simulator 2004:ssä on mahdollista, mutta se on suoritettava hiirtä käyttämällä. Tämä toimintatapa ei vastaa todellisuutta ja on muutenkin käytännössä hankala toteuttaa. Kuten myös aikaisemmin todettua, kokivat koehenkilöt kokonaisvaltaisen ympäristön olevan puutteellinen radioliikenteen osalta. Radioliikenne muiden ilma-alusten sekä maa-asemien kanssa vaihtelee tilanteesta riippuen, mutta muodostaa kuitenkin osan lentäjään kohdistuvista vaatimuksista lennon aikana. Ohjelmiston oman, simuloitun radioliikenteen ei nähty myöskään vastaavan harjoittelun tarpeita käytännöllisesti.

Väärinoppimisen osalta herätti keskustelua se, että mikäli simulaattorilla harjoiteltaisiin huomattavan paljon, saattaisi esimerkiksi ohjaintunto ja käsitys koneen käyttäytymisestä vääristyä. Lisäksi erilaisten toimenpiteiden jäädessä pois simulaattoriympäristön puutteellisen käyttöliittymän vuoksi, saattaisi ne sitten mahdollisesti unohtua myös todellisessa ympäristössä.

4.7 Simulaattorin käytettävyys lentokoulutuksen tukena

Kuten aikaisemminkin nousi esille, PC-pohjaisen simulaattorin hyötyinä tutkittavat näkivät ainakin sen funktion sekä mittari- että näkölento-olosuhteissa ympäristöön tietynlaisena *totuttajana*. Järjestelmän koettiin olevan hyvä alusta nimenomaan koneen perusohjaamisen harjoitteluun. Hyöty mittariluvun harjoittelusta nousi myös jälleen esiin. Simulaattori oli koehenkilöiden mukaan erittäin käyttökelpoinen nimenomaan mittareiden ristiintarkkailun harjoitteluun erilaisissa lentotiloissa. VMC-olosuhteissa tapahtuvaa harjoittelua ei nähty antoisaksi enää lentokoulutuksen alun jälkeen, vaan perusteiden ollessa hallinnassa olisi koulutus toteutettava todellisessa ympäristössä. Yleisesti simulaattori nähtiin mittarilennon osalta käyttökelpoisemmaksi välineeksi lentokoulutuksen ohella. Kertaamiseen tähtäävän harjoittelun nähtiin mittarilennon osalta oleellisemmaksi toteuttaa myös peruslentokoulutuksen jatkuessa.

Säätilojen helppo muokkaus sekä esimerkiksi koneen sijainnin näppärä muuttaminen sai myös positiivista palautetta. Näkölento-olosuhteista huonoon säähän siirtyminen oli helposti toteutettavissa. Sijainnin muokattavuuden osalta etenkin mittarilähestymisiä harjoitellessa, koneen siirtäminen takaisin lähestymisen alkuun edellisen päätyttyä olisi helppoa.

Eräs koehenkilö oli sitä mieltä, että tämänkaltainen järjestelmä olisi käyttökelpoinen väline myös tulevaan koulutuslento-ohjelmaan tutustumiseen, jolloin lennon suorittamisesta jäisi mieleen selkeä kokonaiskuva ja todellisella lennolla koulutuksesta saisi luultavasti suuremman hyödyn irti.

4.8 Kehitysajatukset

Kehitysajatuksista nousi esiin kaksi hallitsevaa teemaa. Tärkeimpänä nähtiin ohjainten sijoittelun kehittäminen. Ohjaussauva olisi saatava tutkittavien mielestä vastaavalle paikalle kuin todellisessa ympäristössä. Sauvan erilaisesta sijoituspaikasta johtuen tutkittavat kokivat, että koneen hallinta oli haastavampaa kuin todellisessa ympäristössä. Heidän mukaansa sijoitteluun kuitenkin hiljalleen tottui.

Toisena merkittävänä kehitysteemana koettiin vipujen, kytkinten sekä radio- ja suunnistuslaitteiden konkreettinen puute. Lennoilla suoritettavat erilaiset toimenpiteet koostuvat näiden laitteiden, kytkinten ja vipujen käytöstä, ja niiden puuttuessa jää toimenpiteistä olennainen osa harjoittelematta. Koehenkilöt ehdottivat kehitysajatuksena esimerkiksi pelkästään konkreettisten kytkinten ja vipujen lisäämistä simulaattorin vaikka ne eivät edes olisi kytkettynä itse PC-järjestelmään. Näiden hallintalaitteiden läsnäolo kuitenkin edesauttaisi heidän mielestään toimenpiteiden harjoittelua ja muistamista.

Esiin nousi myös se, että mikäli harjoitteluun osallistuisi ohjaava henkilö, voisi hän simuloida muiden asemien kanssa käytävää radioliikennettä. Lisäksi nähtiin, että simulaattorilennolla olisi hyvä käyttää samoja varusteita, kuin oikeallakin lennolla.

4.9 Muuta

PC-pohjaisen lentosimulaattorin arvoa nähtiin nostavan sen saatavuus ja edullisuus. Sen nähtiin olevan järjestelmän ehdottomasti suurimpia etuja. Kustannukset verrattuna käyttöarvoon ja käytettävyyteen nähtiin olevan huomattavan alhaiset.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kokemuksista on johdettavissa kaksi selkeää kokonaisuutta simulaattorin käytettävyyden osalta. Tuloksista nousi selvästi esiin kokemukset tämänkaltaisen simulaattorin hyödyistä peruslentokoulutuksen alussa, pienkoneeseen tutustuttaessa ja perusteiden opettelussa. Toinen esille noussut kokonaisuus muodostui koehenkilöiden kokemuksista simulaattorin käytettävyydestä jo edistyneemmän lentoppilaan näkökulmasta. Taitojen karttuessa simulaattoriympäristöstä saadun hyödyn määrän koettiin laskevan ja järjestelmän käytettävyyden nähtiin olevan silloin pikemminkin kertauskoulutuksessa. Jotta nämä kaksi kokonaisuutta olisivat tavoitteellisia ja hyödyllisiä koulutuksellisesti, koettiin, että harjoittelun tulisi olla suunniteltua ja kurinalaista.

Alkeiskoulutus. Testattavat kokivat simulaattoriympäristön olevan hyödyllinen lentokoulutuksen tukena ennen kaikkea perusteiden opettelussa. Simulaattori oli heidän mielestään käyttökelpoinen väline ilmailuympäristöön totuttajana, missä perusteet ulkoisten merkkien havainnoinnista sekä mittareiden luvusta olisi mahdollista opetella. Lisäksi ilma-aluksen käyttäytyminen eri ohjaimia käytettäessä tulisi tutummaksi. Perusteiden harjoittelu sekä mittari- että näkölento-olosuhteissa nähtiin käytännölliseksi. Järjestelmä koettiin käyttöarvoltaan merkityksellisemmäksi mittarilentokoulutuksen osalta. Perusmittarilentämiseen kuuluva suuntien ja korkeuksien muuttaminen, sekä radiosuunnistuslaitteiden avulla tapahtuvaan navigoinnin perusteisiin tutustuminen koettiin olevan simulaattorilla hyvin harjoiteltavissa. Simulaattorin fyysisen vastaavuuden nähtiin olevan riittävä juuri näiden perusteiden harjoitteluun. Uuden oppimisessa simulaation onnistumisen keskeisin mittari on siirtovaikutus todelliseen tehtävään. (Vartiainen 1985, 40). Näkisin PC-pohjaisen lentosimulaattorin olevan uuden oppimisen osalta tehokkaimmillaan juuri tällä osa-alueella.

Kertauskoulutus. Peruslentokoulutuksen jatkuessa ja lentokokemuksen karttuessa nähtiin järjestelmän käytettävyyden tehokkaimpana ns. mieleenpalauttajana. Esimerkiksi lentokoulutuksessa esiintyvien mahdollisten taukojen jälkeen, tämänkaltaisen järjestelmän koettiin olevan käytännöllinen ja helppo tapa palauttaa mieleen jo aikaisemmin todellisessa ympäristössä opittuja taitoja. Peruslentokoulutuksen haasteellisempien osa-alueiden opetteluun esteenä nähtiin fyysisen ja psykologisen vastaavuuden osittainen riittämättömyys. (Vartiainen 1985, 25-31.)

Tutkittavat kokivat, että järjestelmällä olisi mahdollista palauttaa mieleen jo aikaisemmin opittuja taitoja esimerkiksi mittarilennon ja mittarilähestymisten osalta. Pidemmälle viety mittarilentokoulutus jäi kuitenkin testattavien mukaan vajavaksi fyysisesti puuttuvien tekijöiden vuoksi. Näitä olivat esimerkiksi puuttuvan radioliikenteen lisäksi järjestelmästä konkreettisesti uupuvat erilaiset kytkimet ja säätimet, sekä radio- ja navigointilaitteiden käytännöllinen hallintamahdollisuus. Vartiainen tukee tätä näkemystä, sillä hänen mukaansa simuloinnissa on tehokkaampaa opetella menettelytapoja kuin motorisia taitoja. Tähän peilaten menettelytapojen edellyttävien kytkinten ja säädinten puute on järjestelmälle selkeä heikkous. (Vartiainen 1985, 30.)

Kurinalaisuus. Vaatimuksena tavoitteelliselle harjoittelulle nähtiin se, että jokaiselle harjoituskerralle olisi oltava selkeä ohjelma, jotta harjoittelu olisi tuloksellista. Lisäksi koettiin, että mahdollinen valvoja tai opettaja lisäisi tilanteen psykologista vastaavuutta, eli sitä, missä määrin simulaatiotehtävien psykologiset vaatimukset vastaavat todellisen järjestelmän vaatimuksia. (McCluskey 1973, 19-36.) Alun perin kotikäyttöisen ja viihdekäyttöön tarkoitettujen simulaattoriympäristön uhkana on juuri se, että järjestelmän käyttö koulutustarkoituksessa ei olisi määrätietoista ja kurinalaista.

LÄHTEET

- Charles Wood, 2008. [WWW-dokumentti]. The Instrumental Landing System. [Viitattu 7.4.2010]. Saatavissa: <http://www.navfltsm.addr.com/ils.htm>
- Creswell, J. W. 2007. Qualitative inquiry & research design. Choosing Among Five Approaches. Lontoo: Sage Publications.
- Denby, J. 2003. [WWW-dokumentti]. Valmet L-70 Vinka review. [Viitattu 3.3.2010]. Saatavissa: <http://www.flightsim.com/main/review/vinka2.htm>
- FAA-certified X-Plane. 2010. [WWW-dokumentti]. X-Plane. [Viitattu 3.3.2010]. Saatavissa: http://x-plane.com/pg_certified.html.
- Fenomenologinen tutkimus. 2010. [WWW-dokumentti]. Kurssi- ja oppimismateriaalipione Koppa. [Viitattu 16.2.2010]. Saatavissa: <https://webapps.jyu.fi/koppa/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/fenomenologinen-tutkimus>
- Flight Simulator 2004 Review. 2003. [WWW-dokumentti]. Gamespot. [Viitattu 8.4.2010]. Saatavissa: <http://www.gamespot.com/pc/sim/microsoftflightsacof/review.html>
- Garrison, P. 1985. Flying Without Wings, A Flight Simulation Manual. Lontoo: Tab books Inc.

- IMC / VMC. 2010. [WWW-dokumentti]. Federal Aviation Administration Pilot / Controller Glossary (P/CG). [Viitattu 26.2.2010]. Saatavissa: http://www.faa.gov/air_traffic/publications/atpubs/PCG/INDEX.HTM
- JAR-FCL 1 Ohjaamomiehistön lupakirjat (Lentokoneet). Yhteiseurooppalaiset ilmailuvaatimukset. 2003. [pdf-julkaisu]. Ilmailulaitos, Lentoturvallisuushallinto. [Viitattu 24.2.2010]. Saatavissa: <http://www.civilaviationauthority.fi/files/lth/imtv-jar-m/jarfcl1a3osa2.pdf>
- Lee, A.T. 2005. Flight Simulation - Virtual Environments in Aviation. Burlington: Ashgate Publishing Company.
- McCluskey, M.R. 1973. Perspectives on simulation and miniaturization. Simulation & Games 4.
- Mäkelä, K. (Toim.) 1990. Kvalitatiivisen aineiston analyysi ja tulkinta. Helsinki: Painokaari Oy.
- Roto, H. 2010. [WWW-dokumentti]. Fenomenologisen psykologian analyysimenetelmä. [Viitattu 5.3.2010]. Saatavissa: <http://www.uta.fi/laitokset/hoito/wwwoppimateriaali/luku5j.html>
- Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. [WWW-dokumentti]. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. [Viitattu 5.3.2010]. Saatavissa: http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_3_2.html
- SimHQ - Saitek X52 Pro ja Saitek Rudder Pedals. [Kuva]. [Viitattu 3.3.2010]. Saatavissa: http://www.simhq.com/_technology2/images/technology_104a_001.jpg
- Spectrum tietokeskus. WSOY, Porvoo. Osa 8, 1979.

Teikari, V. & Vartiainen, M. (toim.) 1985. Simulaatio työtaidon kehittäjänä. Teknillinen korkeakoulu. Koneinsinööriosasto. Otaniemi.

Vinka – teknisiä tietoja. 2010. [WWW-dokumentti]. Ilmavoimat. [Viitattu 24.2.2010]. Saatavissa: <http://www.ilmavoimat.fi/index.php?id=194>

Valmet L-70 Vinka. [WWW-dokumentti]. Wikipedia. [Viitattu 3.3.2010]. Saatavissa: http://fi.wikipedia.org/wiki/Valmet_L-70_Vinka

Virta, T. 2000. Hyvä peliohjain sopii käteen. Micro-PC 17 / 2000.

What is Free-Track. 2010. [WWW-dokumentti]. Free-Track. [Viitattu 19.3.2010]. Saatavissa: <http://www.free-track.net/english/>