

Eesti Lennuakadeemia
TOIMETISED

Artiklite ja uurimistööde kogumik

Ülenurme 2012

©Eesti Lennuakadeemia 2012

Toimetaja Carmen Ruus

Trükk Paar OÜ

ISSN 2228-2459

EESSÕNA

Eesti Lennuakadeemia on riigi rakenduskõrgkool, mille on kooli peagi 20-aastase tegevuse jooksul lõpetanud ligi 500 spetsialisti. Selle aja jooksul on kaitstud lõpu-, diplomi- ja magistritöid, läbi viidud lennundusseminare ja teaduskonverentse, üliõpilaste uurimistööde konkursse, üksikprojektidena lahendatud lennunduse igapäevategevuse seisukohalt olulisi küsimusi.

Lennuakadeemia omapära seisneb selles, et suurt osa õppetööst viivad lisaks akadeemia korralistele õppejõududele lepingulisel alusel läbi lennundusettevõtetes ning erinevates kõrgkoolides töötavad vastava eriala kogenud spetsialistid. Sellega tagatakse koolituse püsiv kvaliteet ja vastavus rahvusvahelistele lennundusnõuetele, mis omakorda kindlustab akadeemia lõpetanutele arvestatava konkurentsivõime Eesti ja Euroopa tööturul.

Lennuakadeemia ja tema vilistlaste edukuse tagab nii tihe valdkonnasisene koostöö õppetegevuses kui ka selle jooksul arendatud koostöövõimekus hilisemaks eluks. Oma tegevuses ja suhetes huvigruppidega väärtustame:

- avatust – avatust koostööle, koostöövõimet ja usaldusväärsust, suutlikkust oma tegevusega valdkonnas sünergiat tekitada;
- julgust – julgust muutuda, astuda dialoogi, otsustada läbi kompetentsi;
- teotahet – et kokkulepitud töö saaks tehtud ja vajalikud eesmärgid saavutatud, et meil jätkuks initsiatiivi ja aktiivsust tehtava suhtes;
- pühendumust – et oleks kirge ettevõteta teostamiseks, süvenemist ja sihikindlust.

See kogumik annab põgusa ülevaate viimastel aastatel lennuakadeemias tehtud töödest. Need on valminud meie õppejõudude, ettevõtete töötajate ja üliõpilaste hea koostöö tulemusena. Siin võime ära tunda paljusid Eesti lennunduses teostatud projekte ja käimasolevaid uuendusi – töödest vaatavad vastu lahendused rahvusvaheliste suurprojektide rakendamiseks ja meie väikelennujaamade arendamiseks, koolitusmeetodite innovatsioon ja õhuruumi kasutamise seotud küsimused, äriprotsesside uuendused ja riikliku lennunduse arenguvajaduste toetamine. Publitseeritud tööd peaksid andma mõtteainet nii lennuakadeemia üliõpilastele ja õppejõududele, kolleegidele lennundusettevõtetest kui ka lennundushuvilistele.

Kogumik on kindlasti ka tunnustus tegijatele – selle koostajatele ja autoritele, kelle töö väärib laiema lugejaskonna ette toomist. Usun ja loodan, et meie akadeemia esimene taoline kogumik leiab piisavalt huvilisi ja me suudame selle väljaandmise kenaks traditsiooniks muuta.

Jaan Tamm

Eesti Lennuakadeemia rektor

SISUKORD

K-E. Unt Haridusest, intellektist, mitmekülgisusest	6
ÜLIÕPILASTE LÕPU- JA UURIMISTÖÖD	11
A – LENNULIIKLUSE JUHTIMINE	
A1 LENNULIIKLUSTEENINDUSE ERIALA	12
B. Luht (Saue) Tartu õhuruumi analüüs	15
T. Vunk Piiratud nähtavuse protseduurid Tallinna lennuväljal	28
A. Murel Tallinna piirkondliku lennujuhtimisüksuse õhuruumi planeerimine	33
Ü. Salumäe Lennujuhtide tasemetestide läbiviimise protseduurid Eesti lennujuhtimisüksustes	39
A3 SIDE- JA NAVIGATSIOONISÜSTEEMIDE KÄITAMISE ERIALA	47
K. Kivistik Tudengisatelliidi maajaama eelselektormoodul	49
K. Maidla Prognostiliste raadiosondide liikumisdiagrammide joonestamise automatiseerimine	53
N. Andresen Nõuded kõnesid edastavale internetivõrgule lennunduses	57
D. Škatova Tuulepargid ja nende mõju radaritele	62
A. Tšornenkaja Ringhäälingu mõju hindamine lennuk-maa raadiosidele ...	66
B – ÕHUSÕIDUKI JUHTIMINE	72
O. Alas Erineva kultuurilise taustaga meeskonnaliikmete koostöö lennuki kabiinis	75
T. Maran Eesti kaitseväge transpordilennukite vajadus	81
T. Talumäe CRJ 900 instrumentaalmaandumisprotseduuri väljatöötamine AS-s Estonian Air	86

T. Liblik Inimfaktor kopteriõnnetuste põhjusena	90
K. Lapimaa Olmeelektroniliste seadmete elektromagnetilise ühildatavuse probleemid lennuvahendi pardal	95
T. Välja ADS-B JA multilateraalsed seiresüsteemid	99
C – LENNUNDUSETTEVÕTTE KÄITAMINE	
C6 LENNUNDUSETTEVÕTTE JUHTIMISE ERIALA	103
M. Hansen IATA maaapealse ohutusauditi rakendamine AS-s Tallinn Airport GH	105
T. Maisuradze Ohutusjuhtimise süsteemi koostamine Copterline OÜ-le ..	110
K. Karu Kulude vähendamise võimalused AS-s Estonian Air seoses osalemisega saasteühikute kauplemise süsteemis	113
C7 ÕHUSÕIDUKI HOOLDUSE ERIALA	118
V. Ivanov Lennuki JODEL DR-1050 Ambassadeur tiiva aerodünaamiliste omaduste parendamine	121
S. Maripuu Autoklaavahju juhtimisseadme konstrueerimine	124
U. Puusepp Lycoming O-320 juhtimine FADEC-süsteemi abil	127
RAKENDUSUURINGUD	130
K. Kõrgesaar Lennujuhikandidaatide testimine Eesti Lennuakadeemias: miks ja kuidas?	131
C.Ruus, A. Aaver ICAO Language Proficiency Testing in Estonia – Five Years in Numbers	136

HARIDUSEST, INTELEKTIST, MITMEKÜLGSEST

KARL-EERIK UNT

ELA lennutehnilise koolituse osakonna koolitusjuht

Jälgides lähimineviku sündmusi siseriikliku hariduskorralduse reformiplaanides ja arengutes Eesti ettevõtetes (ennekõike lennundusettevõtetes), kerkib üllatavalt tihti esile hariduse sisu- ning kvaliteediküsimus. Kuna teema on niivõrd oluline ja kõikehõlmav, puudutades igal juhul kõiki osapooli – kõnetajat ja kõnetatavat, on temaatika aktuaalsus täiesti mõistetav, ning arusaadav on ka paljude huvi ning soov selles küsimuses sõna võtta ja kaasa rääkida.

Ma olen tihti kuulnud inimesi kaebamas, et pakutav haridus on kehv, ebapraktiline ja selle korraldus on irratsionaalne ja ebaefektiivne. Kasutatakse emotsioonidest kantud kriitikat, andes emotsionaalset laadi hinnanguid, mis on mõjutatud kritiseerija isiklikest probleemidest, kompleksidest, taustsüsteemist jne. Kui aga soovida probleemi objektiivseid põhjusi analüüsida, *tuleks emotsioonide vältimiseks vaadelda haridust ja selle toimet laiemalt, lähtudes haridust kandvast substantsist ehk intellektist ning paralleelselt sellega ka tegevusi määravast keskkonnast.*

Igasugune tegevus saab toimuda vaid mingis keskkonnas või isegi mitmes samaaegselt. Nendeks on nii füüsiline (tehislik, looduslik), kui vaimne (sotsiaalne, kultuuriline, virtuaalne) keskkond. Seega hariduse ja selle rolli mõistmisel, ka tõese, objektiivse teadmise ja lahendi leidmisel, on oluline lähtuda keskkonnast ning arvestada selle tingimustega. Ennekõike eristub füüsiline keskkond ja selle looduslik komponent ehk loodus, kui kõike määrav ning kehtestav. Loodusliku keskkonna eripäraks on diskreetne struktuur ja muutuv iseloom. Tänu sellele iseloomule esineb sel meile tajutavaid avaldusi, näiteks alati midagi suureneb, väheneb, ühtlustub, vahetub.

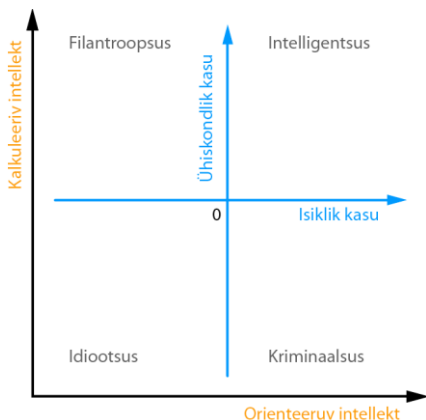
Kuna loodus, kui füüsiline keskkond, millest on sõltuv ka vaimne keskkond, on pidevas muutumises, siis ei saa inimene jääda selles olukorras staatiliselt rahulolevaks. Vastasel korral võivad tulemused ja tagajärjed selle isiku perspektiivis hukatuslikuks osutuda. Näiteks tõusu ajal rannale truuks jääva inimese saatus võib omada sootuks traagilisi tagajärgi.

Seega me ei ole pidevalt endaga või olukorraga rahul. Võiks mõelda, et me ei ole rahul sellega, et olukord muutub ja meie ei muutu sellega koos. See rahutus avaldub meis intellekti kaudu. Kui intellekti ei oleks, ei saaks me ka tunda rahutust. Intellektita ei oleks meil teadmist oma eksistentsist ega ka kohanemise vajadusest. Aga miks me laseme intellektil enda eest otsustada, mida peab tegema ja mis on meile hea? Miks ei osutu heaks sageli see, mida me tunneme olevat hea, vaid

hoopis see, mida me teame hea olevat? Küsimuse illustreerimiseks võib mõelda magusa või rasvase toidu söömisele ja selle mõjule.

Lahendi leidmiseks peame iseendas, oma intellektis, *eristama seda, mis „tunneb“ ja seda, mis „teab“*. Sellest paarist esimene on meile loomumane ja kaasasündinud, mida võime nimetada orienteeruvaks intellektiks, ning teine omandatav, mida nimetame kalkuleerivaks intellektiks. Kalkuleeriv intellekt teab, mida teha ja orienteeruv peab teadma, kellel peaks olema hea. Võime seda dihhotoomiat mõttes kontrollida: „Kas hingame õhku sellepärast, et me lihtsalt peame või sellepärast, et transportida väliskeskkonnast pärinev molekulaarne hapnik organismi rakkude mitokondritesse“? Vastates „lihtsalt peame“ kõneleb meis orienteeruv intellekt, mis üritab meie heaolu säilitada. Teine vastuse võimalus aga eeldab pisut laiemaid teadmisi anatoomiast ja keemiast, mis eeldab kalkuleeriva intellekti olemasolu ja selle rakendamist.

Kui proovida intellekti osadeks lahutamise mõtet kujutada mõne mudeli abil ning arvestada meie tegevuse määratust keskkonnategurite läbi, peaksime loodavas mudelis eelpool toodud teooria kohaselt selgelt eristama ühiskondlikud ja isiklikud ambitsioonid ning intellekti mõlemad komponendid (joonis 1).



Joonis 1. Intellekti suhestumine ühiskonnaga

Nagu öeldud, on *orieenteruv intellekt* meile loomumane, tagades ellujäämise ning *arvestades vaid seda, mida ta tunneb hea olevat*. Vaadeldes sellist olukorda puhtal kujul, kus tugevalt arenenud orieenteruv intellekt lähtub teadmisest, et temal peaks hea olema, satub igavesse konflikti ühiskondliku korraldusega. Nimetame sellist käitumist ühiskonnas kriminaalseks. Me kardame kriminaale, sest teame, et nad ei ole huvitatud teiste olemasolust või ei arvesta teiste vajadustega.

Kalkuleeriv intellekt on aga ühiskonnaga paralleelne. Võime selle maksimaalväärtuseks lugeda ühiskonna teadmiste kogusummat. Kalkuleeriv intellekt peab teadma, mida teha ja tegema seda, mida me soovime teha vankumatult õigesti. Vaadeldes ka sellist olukorda äärmuslikul kujul, tekitab see olukord meile hirmu. Me teame, et kalkuleeriv intellekt ei tunne, et meil endal peaks ka hea olema, kui ta töötab ja rehkendab. Ilmneb, et mida enam meil on omandatud teadmisi ja haridust, seda enam me laseme kalkuleerival intellektil oma tegevuste üle otsustada. See eksisteeriv vastandlik kaksipidisus, tunda hirmu ja anduda, toob välja ilmnunud probleemi sisu, mis seisneb selles, et me mitte ei karda kalkuleeriva intellekti ülemvõimu, vaid teadlikkuse ehk orienteeruva intellekti puudumist. Seega puhas kalkuleeriv intellekt on vaid meie enese seisukohalt hukatuslik. Ühiskonna kui indiviidile vastanduva terviku arvamus on siin vastupidine, sest kalkuleeriva intellekti tugev domineerimine suurendab selle potentsiaali, taandades üksikisiku väljavaateid muutustega kohanemiseks.

Intellekti mõõt ei ole seega üks ega teine komponent, vaid nende mõlema koosmõju. See, mida me üldjuhul nimetame harituseks, pidades silmas intellekti, ei ole sugugi õpitud teadmised, vaid ühend mitmest elemendist.

Tulles tagasi päris algusesse, kaebuste ja emotsioonide juurde väidan, et enne nende seisukohtade võtmist ja haridussüsteemi süüdistamist on oluline mõelda:

Kas rahulolematust ja emotsioone põhjustavas olukorras üldse on tegemist kalkuleeriva (omandatava) intellekti olemasolu või mitteolemasoluga? See küsimus on aktuaalne nii kritiseeritava kui kritiseerija variandis.

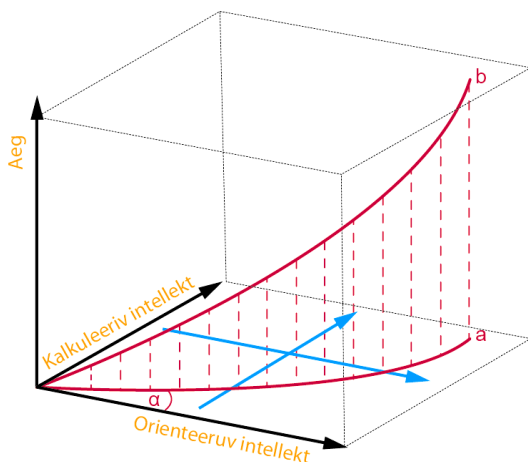
Kuhu ülaltoodud intellekti suhestumise graafikul kogu situatsioon paigutub?

Kui tegevuse eesmärgid, ükskõik kummas variandis, on vaid isiklikust huvist kantud või selle tulemusena saavad kahju nii ühiskond kui üksikindiviid, siis tähendab, et kalkuleeriv intellekt puudub osaliselt või lausa täielikult. Tulemusena esineb käitumises hälbeid, mida me võime nimetada kriminaalsuseks või teises variandis idiotsuseks. Põhjuste otsimisel jõuaksime kirjeldatud mudelis deduktiivselt taaskord haridussüsteemi puudujääkide juurde. Enne aga, kui asuda kokkuvõtvalt kriitiliste lausete formuleerimise juurde, tuleks mõelda, kes sellest kriitikast kasu saab.

Tehes oletuse, et kritiseerija siiski positsioneerub kalkuleeriva intellekti dominantsuse sektoritesse, ehk siis filantroopsuse ja intelligentsuse aladele graafikul, siis sellisel juhul peab olema määravaks väärtuseks püüe ühiskondlikule kasule. Isiklikku kasu, mis on meile loomumane ning eelduse põhjal meis juba üldjuhul ülekaalus, võime hariduse olulisuse käsitluses teisejärguliseks jätta.

Nagu eelpool mainitud, on igasugune tegevus käsitletav vaid mingi taustsüsteemi suhtes, seega ka haridus omandab eesmärgi ja funktsiooni vaid läbi väliskeskkonna (ennekõike kultuurilise, sotsiaalse) konteksti, mistõttu on haridust otstarbekas mõtestada ainult läbi ühiskondlike huvide prisma.

Vaadeldes inimese vaimset arengut käsitletava mudeli raamides, võime kujutada seda progresseeruva joonena (joon a joonisel 2). Mida väiksem on tõusunurk α seda sobimatumaks kujunevad kodanikud ühiskonna eeldustest lähtuvalt. Tuues mudelisse lisamuutujana veel ka ajatelje (lineaarne komponent), võime oletada, et vaimse arengu joon kujuneb eksponentsiaalseks sõltuvuseks joonisel (joonis 2). Tegelikuses ei pruugi see oma kujult kindlasti niivõrd lihtne olla, kuid mõistetavuse eesmärgil võime seda ehk antud käsitluses selliselt kujutada. Joone kasv ja viimase ajas intensiivistumine on tingitud taustsüsteemi ehk ühiskondliku arvamuse mõjust üksikindiviidile ja eelpool loodud eeldusest, et mida enam meil on kalkuleerivat intellekti, seda enam me seda kasutame.



Joonis 2. Inimese vaimne areng intellekti ja ühiskonna suhestumise modelis

Siit võime teha oletuse, et ühiskonnas eksisteerib väga suur hulk omakasule orienteeritud elementi (paraku ka häälekandjatena ja kritiseerijatena), kelle allutamiseks ühiskond rakendab kehtestatud haridussüsteemi.

Kuna ühiskondliku huviga paralleelseks osutuv kalkuleeriv intellekt on oma absoluutväärtuselt ühiskonna teadmiste kogusumma, peaks sellest lähtuvalt olema haridussüsteem sarnaselt kõrge ja mitmekesine. Seetõttu ühiskonna huviks ei ole mitte üks või teine üksikteadmine, aga laiem teadmiste hulk. See ei saaks olla

kuidagi teisiti, kuna vastasel juhul kaotaks süsteem kohanemisvõime – eelkõige väliskeskkonna muutustele.

Paraku satub ühiskond seeläbi pidevasse kohanemise, siirde, ülemineku situatsiooni, kuna väliskeskkond (loodus) on pidevas muutumises.

Arvestades seda eeldust võib väita, et tagamaks toimetulekut järjepidevate muudatuste seljatamisel, peab meie **haridussüsteem** olema **mitmekesine**, orienteeritud vastavalt laiapõhjalisuse printsiibile – *printsiibile, kus õpet ei viida läbi ühe või kahe haridusasutuse, õppekava, ainekava või teemakäsitluse läbi*. Kirjeldatud eesmärgi saavutamiseks peaks eksisteerima **lai spekter õppeasutusi**, mille õppeainekäsitus sisaldaks **nii erialaspetsiifikaga seonduvaid** vajalikke elemente, **kui üldisi erialadeüleseid teemasid**. Selline lähenemine võimaldaks õpetada analoogseid õppeaineid erinevates õppeasutustes ühtsetel alustel, ent erinevate vaatenurkade alt lähenedes. Selliselt suureneks ühiskonna liikmete teadmistase dispersselt, lihtsustades üliõpilaste siiret ühest koolist teise, ühelt erialalt teisele, suurendades ühiskonna liikmete kohanemisvõimet, arendades kalkuleerivat intellekti üksikindiviidis nii nagu ühiskonnale seda tervikuna vaja on.

Oktoober 2012

ÜLIÕPILASTE LÕPU-JA UURIMISTÖÖD

A – LENNULIIKLUSE JUHTIMINE

A1 LENNULIIKLUSTEENINDUSE ERIALA

SAATEKS

Lennuliiklusteeninduse valdkonna arengut mõjutavad olulisemad tegurid on lennuliikluse kasv, ühise lennunduskeskkonna loomine Euroopas ning sellest tulenev järjest laialdasem ühtsete standardite kasutuselevõtt. Lennuliikluse kasvuga toimetulemiseks peavad teenuseosutajad arendama õhuruumi korraldust, võtma kasutusele efektiivsemaid lennujuhtimisprotseduure, mis põhinevad uutel tehnilistel lahendustel. Euroopa ühise lennunduskeskkonna ehk Euroopa Liidu *Single European Sky* (SES) initsiatiivi üks nurgakive on õhuruumi liigse fragmenteerituse vähendamine. Eesmärgi saavutamiseks osalevad ettevõtted regionaalsetes koostööprojektides.

Lennuakadeemia lennuliiklusteeninduse koolitusosakond panustab ettevõtete pingutustesse simulaatorkeskonna arendamisega, konsultatsioonidega ja koolitustega, kus töötajad õpivad kasutama kavandatud protseduure ja uusi süsteeme.

2010. a paigaldati lennujuhtimise simulaatorisse koostöös Lennuliiklusteeninduse AS-ga (LLT AS), simulaatori tootjaga UFA Inc. ning tarkvarafirmaga AviBit Data Processing GmbH elektrooniline lennuandmete töötlemise süsteem (DIFLIS). See lennuakadeemia simulaatori arendus võimaldas enne uue süsteemi juurutamist ettevõttes läbi viia kõigi lähilennujuhtide koolituse ning edaspidistel täienduskoolitustel DIFLIS-e kasutamise. Aastal 2012 jätkus koostöö samade osapooltega. Simulaatorisse paigaldati maaseiresüsteemi tarkvara ACEMAX ning meteoinfo ja rajatulede juhtimise süsteem INFOMAX. Nüüdseks on lähilennujuhtimise simulaatoris kasutatavad lennujuhtimissüsteemid identsed Tallinna lähilennujuhtimisüksuses kasutatavatega.

2012. aastal alustasime projektiga, mille eesmärgiks on radarlennujuhtimise simulaatori funktsionaalsuste arendamine vastavaks ettevõttes kasutusel oleva lennujuhtimissüsteemiga. Projekti tegevustena konsulteerivad osakonna töötajad simulaatori tarkvara tootjafirma UFA Inc. töötajaid tehniliste nõuete osas.

Lennujuhtimise simulaatori laiaulatuslikuks kasutamiseks oleme arendanud välja võimekuse luua simulaatorkeskondi vastavalt tellijate vajadustele. Hiljuti on valminud Eesti regionaallennuväljade simulaatorkeskonnad koos 3-D visuaalse andmebaasiga. Tänu sellele võimekusele saavad väikelelennuväljade lennujuhid ja informaatorid nüüdsest läbida regulaarseid täienduskoolitusi nõutud tasemele. Loodud on ka Ämari lennuvälja 3-D keskkond, mis leidis viimati kasutust 2012. a mais, kui testiti lennujuhtimise koostööprotseduure LLT AS-ga.

Lennujuhtimise protseduuride valdkonnas oleme sõlminud koostöölepingu, mille kohaselt pakume LLT AS-le Tartu lennuvälja GNSS-põhiste protseduuride

arendustegevuse raames konsultatsiooniteenust. Meie ülesandeks on teha ettepanekuid standardsete IFR-väljumisprotseduuride (SID-de) loomiseks ning koostada kavandi projekt Tartu lennuvälja kohalike lennujuhtimisprotseduuride (sh hajutusprotseduuride) täiendamiseks. Uute lennujuhtimisprotseduuride kasutuselevõtule eelnevad koolitused on võimalik korraldada lennuakadeemia simulaatoris.

Euroopa ühtsete standardite rakendamise toetamiseks peame oluliseks rahvusvahelistes töörühmades osalemist. Alates 2010. aastast osaleme Eurocontroli lennujuhikandidaatide valikutestide (FEAST) kasutajate töögrupis. Tunnustatud FEAST-i kasutajana saame valida sobivaid õppurikandidaate ühtsetel, teaduslikult tõestatud alustel.

Oleme kokkuleppel LLT AS-ga nende esindajaks Eurocontroli *ATM Training Team (ATT)* töörühmas. Selles töörühmas oleme alles alustamas ning tulemusi ette näidata veel ei ole. ATT eesmärgiks on osalemine lennujuhtide koolitusele kehtestatavate standardite loomises.

Kogumikus esindatud lõputööde teemad on ajendatud vajadusest arendada Eesti õhuruumi korraldust, lennuliikluse korraldamise protseduure, personali kvalifikatsiooni tagamise meetodeid. Parimaid lõputöid ühendab asjaolu, et autoritel oli juba töö koostamise ajal erialane töökogemus lennuliiklusteenindust pakkuvas ettevõttes.

Tööde tulemuste rakendamine aitab kaasa lennuliiklusteeninduse efektiivsuse ja ohutuse tagamisele.

Esitatud lõputööde lühiülevaadete lõppu on lisatud informatsioon tulemuste rakendumisest aastaks 2012.

Anu Vare

Lennuliiklusteeninduse koolitusosakonna koolitusjuht

TARTU ÕHURUUMI ANALÜÜS

BRITT LUHT (SAUE)

Juhendaja Kristel Reemi, konsultandid Tarmo Pihlak ja
Leho Roots (MSc)

Märksõnad: õhuruumi kujundamine, lähenemisala, Tartu lennuväli

Sissejuhatus

Tartu Lennujaam on rahvusvaheline lennujaam, mille põhiülesandeks on läbi aegade olnud õppelendude teenindamine. Aastal 2009 on plaanis rekonstrueerida reisijaterminal ning varustada see rahvusvaheliste lendude teenindamiseks vajalike seadmetega. 2009. aasta jooksul on kavas paigaldada ka täppislähenemissüsteem ILS ja kõrgintensiivsus- ning PAPI-tuled (*Precision Approach Path Indicator*).

Lõputöö eesmärk on analüüsida hetkel kehtivat Tartu õhuruumi struktuuri, leida vastused küsimustele, kas õhuruum vastab nõuetele, et teenindada rahvusvahelisi lende ning millised on põhilised õhuruumi miinused pilootide ja lennujuhtimise seisukohast. Lisaks selgitatakse välja, kas ja kui suurel määral mõjutab ilmastik, paigaldatavate navigatsiooniseadmete korral, lennuvälja kasutamist ning tehakse ettepanek õhuruumi reorganiseerimiseks.

Selles lõputöös tehtud arvutused põhinevad suurel määral seadmete plaanitaval asukohtadel. Tulemuste saamiseks on kasutatud programmi PANDA (*Procedures for Air Navigation Service Design Analysis*). Töö käigus on muu hulgas kasutatud allikatena nii rahvusvahelisi Eurocontroli dokumente, Eesti AIP-i (*Aeronautical Information Publication*), kui Lennureegleid ja lennundusalaseid õpikuid.

Esimeses peatükis kirjeldab autor lähemalt Tartu Lennujaama ajalugu, eesmärgid ning tähtsust varasemas lennunduses. Samuti hetkeolukorda ja lähiaastate arengukava.

Teises peatükis tutvustatakse õhuruumi korraldust üldiselt. Millised on Eestis kehtestatud õhuruumiklassid, millistest väiksematest lennujaamadest ja lennuväljadest ta koosneb, mis on nende alade täpsed piirid ning kõrgused. Ka on üldisemalt kirjeldatud instrumentaallennureegleid Eesti õhuruumis, lennuliiklusteeninduse osutamisel liiklusvoo suunamiseks ette nähtud marsruutide ehk ATS-marsruutide olemust ning järgimise kohustust. Autor kirjeldab sisse- ja väljalennupunktide tähtsust õhuruumis ning toob lühidalt välja ka lendusid puudutava statistika Eesti õhuruumis.

Kolmandas peatükis on kirjeldatud täpsemalt Tartu õhuruumi, sealhulgas nii lähenemis- kui lähiala. Välja on toodud ka lennujuhtimises kasutatav hajutus ning õhuruumi kõige olulisem puudus – lähenemisala suurus lateraalsuunas.

Neljandas peatükis kirjeldab lõputöö koostaja lähemalt hetkel Tartu lennuväljal oleva NDB-lähenemissüsteemi (*non-directional radio beacon*), paigaldatava ILS-i ja DME (*distance measuring equipment*) tööpõhimõtteid ning selgitab välja, millised on nende seadmete lähenemismiinimumid. Nende tulemuste põhjal selgitatakse Tartu meteoroloogia vaatluspäevikute abil välja, kas ja kui palju mõjutab ilmastik lennujaama kasutamist.

Lõputöö kõige olulisemas, viiendas peatükis on toodud autori ettepanekud Tartu õhuruumi korralduse muutmiseks. Lisaks on uuritud ATIS-e (*Automatic Terminal Information Service*) paigaldamise võimalikkust Tartu lennuväljale.

Kindlasti tahab autor tänada härra Oleg Letbergi, kelle abita poleks see lõputöö valminud. Samuti tahab autor tänada oma juhendajat Kristel Reemit, konsultante Leho Rootsut ja Tarmo Pihlakut ning Tartu Lennujaama direktorit härra Rein Marki sellele lõputööle kulutatud energia ja aja eest.

Uurimistöö tulemus

Lõputöö koostamise käigus viidi läbi küsitlus lennujuhtide ja pilootide seas, et selgitada välja rahulolu kehtiva õhuruumi korraldusega Tartu lähenemisalas.

Arvutati välja Tartu lennuvälja rajale 26 paigaldatava ILS-süsteemi kursimajaka ja glissaadimajaka asukoha koordinaadid. Koordinaatide välja arutamiseks kasutati Eurocontroli programmi *Data Quality Tool Set Calculation Report*.

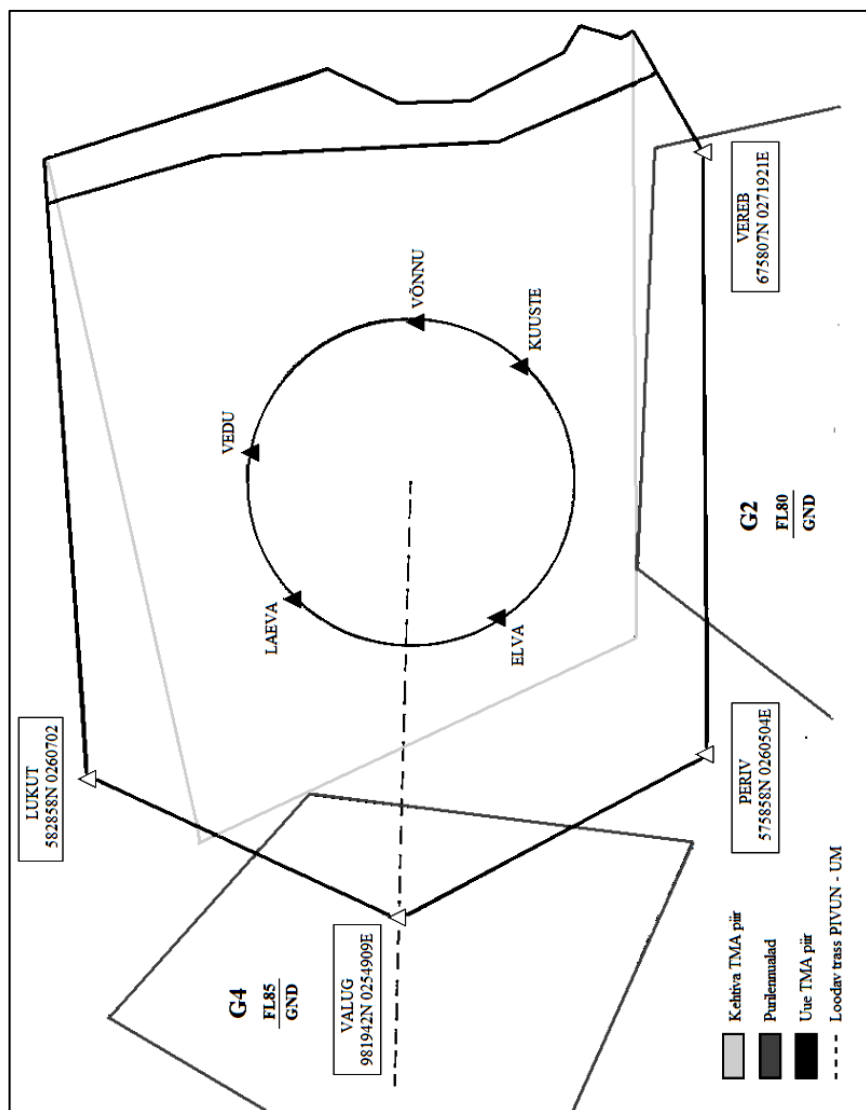
Kasutades lennuliiklusteeninduse protseduuride kujundamise programmi PANDA (*Procedures for Air Navigation Service Design Analysis*) arvutati välja rajale 26 paigaldatava ILS-süsteemi kasutusmiinimumid ning rajale 08 paigaldatava NDB kasutusmiinimumid.

Meteoroloogiliste andmete analüüs näitas, et 2008. aasta ilmale sarnaste olude ja Tartusse lähitulevikus paigaldatavate seadmetega tekiks 16,7% päevadest aastas lähenemisel probleeme pilvede alampiiri tõttu. Tähelepanu on pööratud pilvede kõrgusele ning hulgal (arvestatud on vaid juhul, kui pilvede hulk katab vähemalt poole taevast), tuule suunale (milline rada antud suuna juures kasutusel) ja tugevusele. Statistika põhineb Tartu Meteoroloogiateenistuse 2008. aasta vaatluspäevikutel.

Lähtudes eelnevatest arvutustest, lennujuhtide ning pilootide küsitlusest ja käsiraamatu *Eurocontrol Manual For Airspace Planning, European Air Traffic Management* (2003) nõuetest, on tehtud ettepanekud ATIS-süsteemi kasutusele võtmiseks, koostöölepingute sõlmimiseks õhuruumi kasutajatega ning lähenemisala ümberkujundamiseks. Seejuures arvutatakse välja kasulik sisse- ja väljalennupunktide kaugus alglähenemistähisest, nii et saabuv õhusõiduk ei vajaks kõrguse kaotamiseks ja kogumiseks lisaprotseduure. Selgitatakse välja uute lähenemisala punktide asukoht ning koordinaadid. Leitakse nendele punktidele rahvusvahelistele nõuetele vastavad nimed andmebaasis 5LNC. Lisaks uuritakse, millisteks sektoriteks peaks olema lähenemisala jaotatud, et minimaalsed sektorikõrgused piiraksid võimalikult vähe lähenevaid õhusõidukeid. Selle põhjal tehakse ettepanek uueks sektorialseks jaotuseks. Viiendas peatükis uuritakse ka hetkel kehtiva ootetsooni kõrguse vastavust nõuetele, ning kas ootetsooni kõrgus 1400 ft tagab piisava ohutuse ka kiiruskategooriasse C kuuluvatele õhusõidukitele.

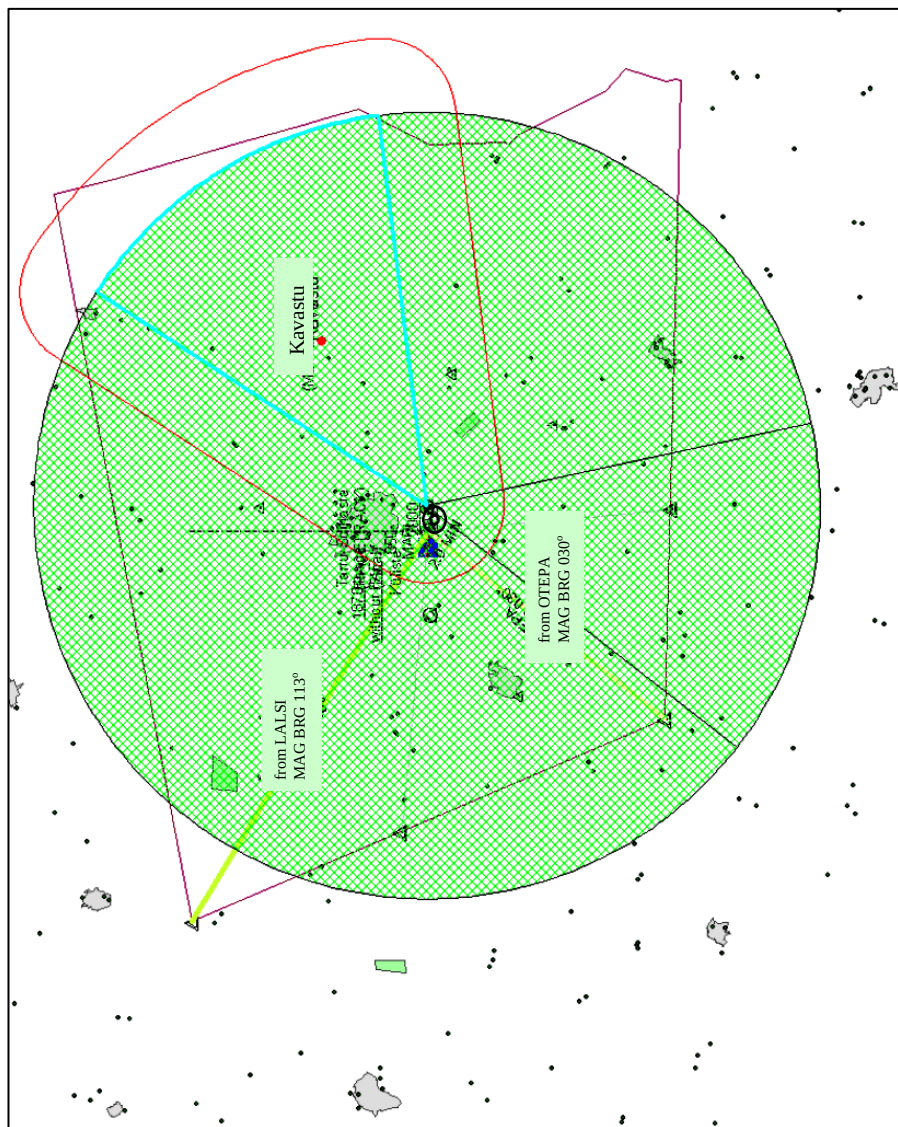
Autori ettepanekud õhuruumi korralduse muutmiseks sisaldavad:

- ❖ lähenemisala külgiiride asukohti, lähenemisala sisenemis- ja väljumispunktide asukohti ning nimetusi (Lisa 7);

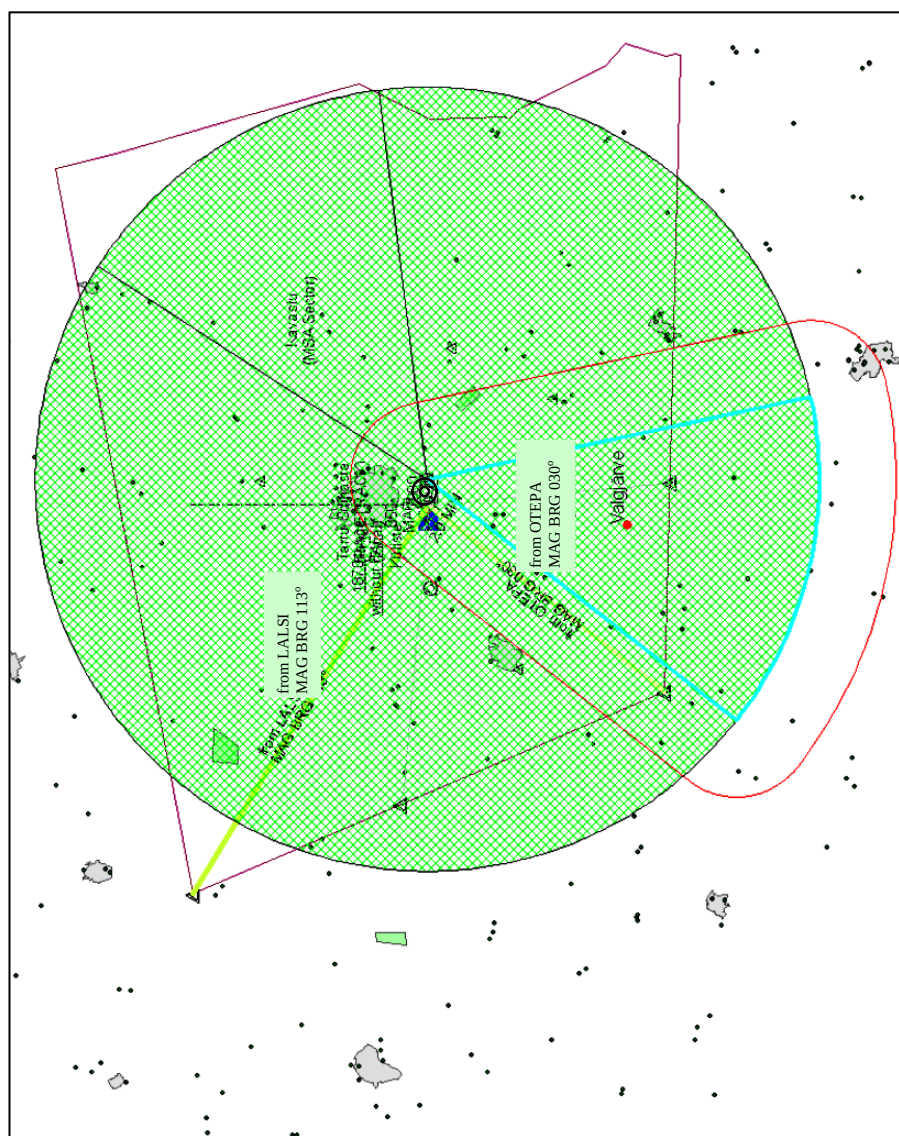


Lisa 7. Ettepanek Tartu lähenemisala suurendamiseks

- ❖ lähenemisektorite laiusi ja minimaalseid kõrgusi (Lisad 10–13);

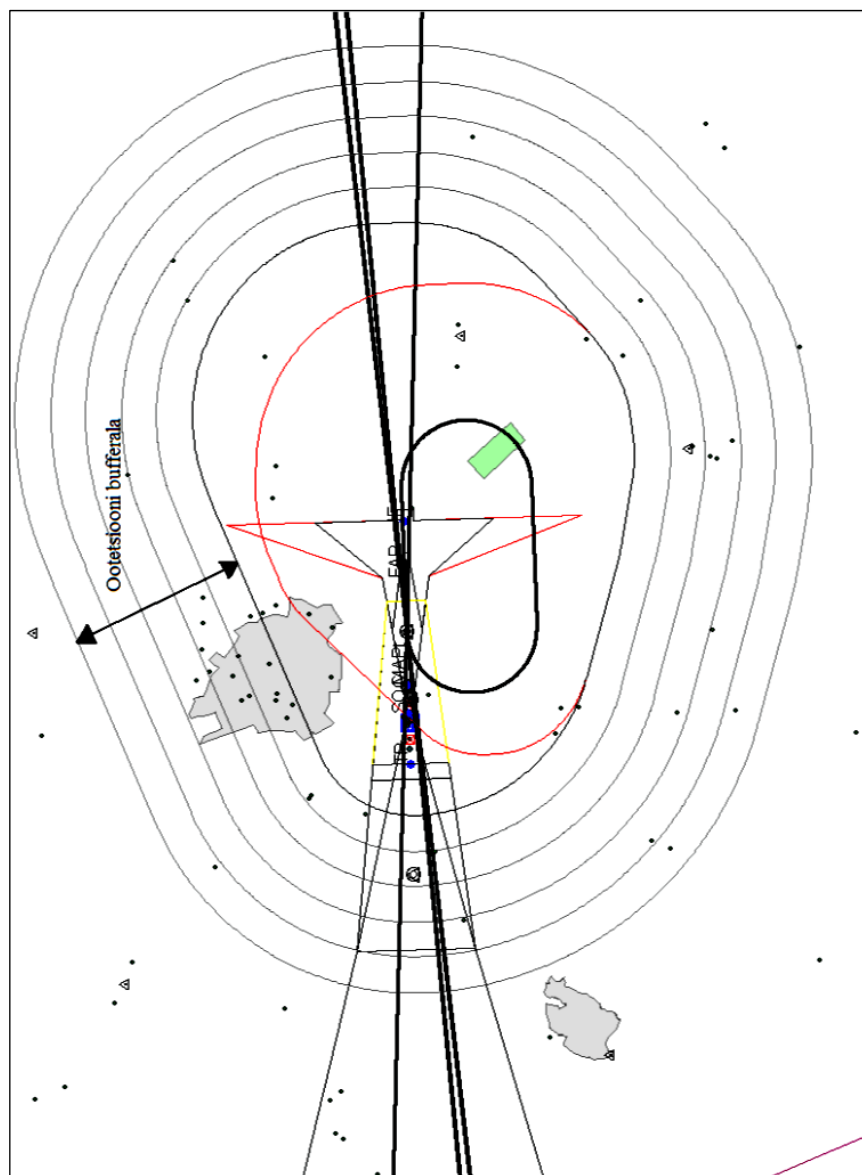


Lisa 10. Sektor 1 arvutamine

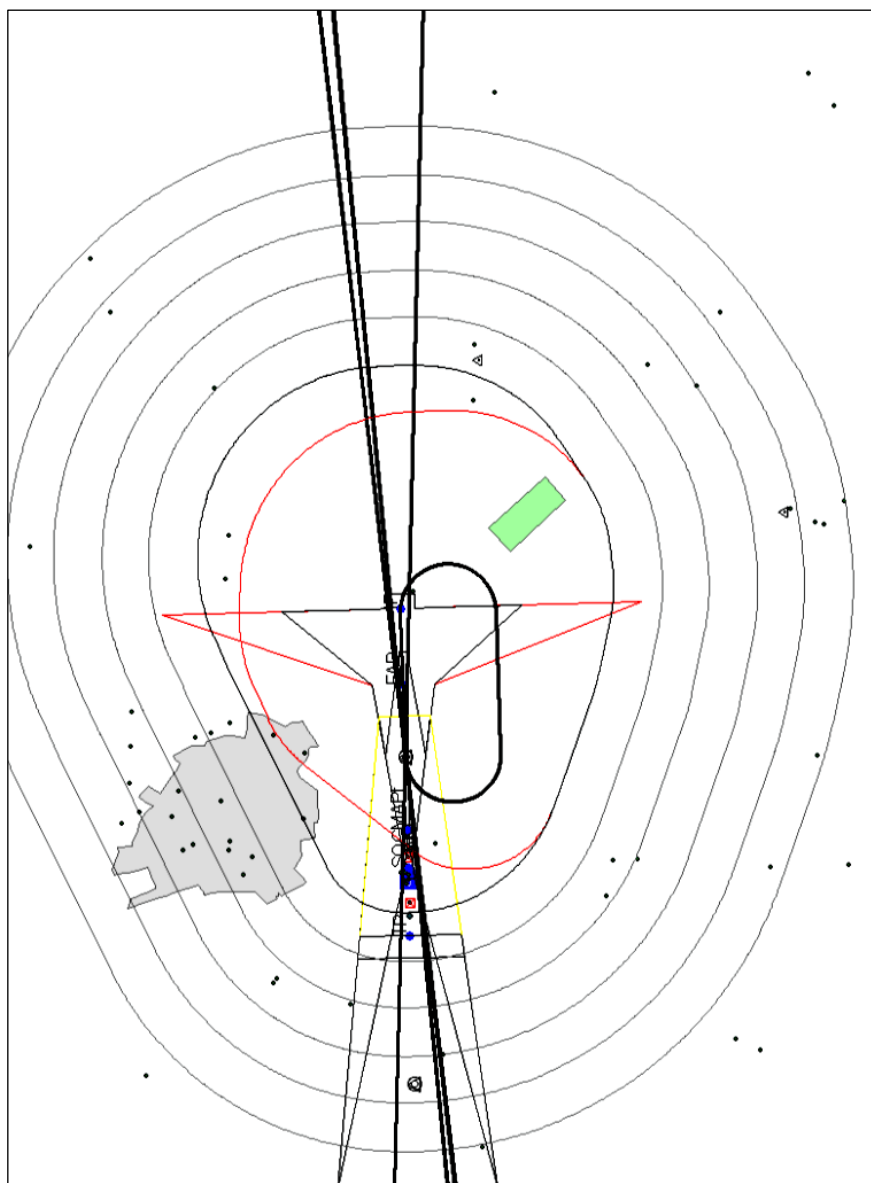


Lisa 12. Sektor 3 arvutamine

- ❖ ootetsooni miinimumkõrgust (Lisad 14, 15);



Lisa 14. Raja 26 ootetsoon C-kategooria õhusõidukitele



Lisa 15. Raja 26 ootetsoon A/B-kategooria õhusõidukitele

Kokkuvõte

Selle lõputöö eesmärgiks oli analüüsida hetkel kehtivat Tartu õhuruumi, selle kitsaskohti ning Tartu lennuväljal kasutatavaid navigatsiooniseadmeid.

Lõputöö käigus tegi autor mitmeid ettepanekuid õhuruumi struktuuri muutmiseks. Sealhulgas lähenemisala suurendamiseks, uute sisse- ja väljalennupunktide loomiseks ning sektorikõrguste muutmiseks. Uuriti ka, kui palju piirab ilmastik paigaldatavate navigatsiooniseadmete korral Tartu lennuvälja kasutamist.

Olemasolev Tartu lähenemisala on liiga väike, et tagada kahe instrumentaallendu sooritava õhusõiduki vahel pidev hajutus kontrollitud õhuruumis. Lisaks on uue struktuuri loomisel võetud arvesse maandumiseks läheneva õhusõiduki võimalust laskuda 5,2% nurgaga, ilma et kõrguse kaotamiseks oleks vaja sooritada lisaprotseduure. Koostatud lähenemisala suurenes lateraalselt nii põhja-, lõuna- kui läänesuunas keskmiselt kaheksa meremiili. Uus ala võimaldab pilootidel mugavamalt laskuda ohutule kõrgusele ning lennujuhtidele sujuvama liikluse planeerimise.

Hetke seisuga on Tartu lähenemisalal neli sisse- ja väljalennupunkti, millest mitte ükski ei asu kehtestatud ATS-marsruutidel. Selle lõputöö käigus loodi uued lähenemisalapunktid, viidi nad trassidele, määrati koordinaadid ning tähistati viietähelise nimekoodiga. Analüüsides 2008. aasta meteoroloogia vaatluspäevikuid selgus, et paigaldatavate navigatsiooniseadmete korral ning tulenevalt pilvisusest, tuule suunast ja tugevusest, mõjutab ilmastik Tartu lennuvälja kasutamist ligikaudu 16% päevadest aastas.

Eeltoodud kokkuvõtte alusel võib väita, et autor on täitnud töö alustamisel seatud eesmärgid ning loodab, et saadud tulemusi saab ära kasutada ka tulevikus Tartu õhuruumi reorganiseerimisel.

B. Luht (Saue). *Tartu õhuruumi analüüs:* lõputöö, juhendaja Kristel Reemi, konsultandid Tarmo Pihlak, Leho Roots, MSc. Eesti Lennuakadeemia, Tartu 2009.

Kasutatud kirjanduse nimekiri sisaldab 18 allikat.

SUMMARY

THE ANALYSIS OF TARTU AIRSPACE

Key words: airspace design, terminal area, Tartu airport

Tartu is an international airport in southern Estonia. During the early years its main purpose was to serve local flights, but later it has basically been a centre for flying training. In 2009 it is planned to reconstruct the terminal building and provide it with the equipment to serve international flights. Plans include the installation of precision approach system (ILS) for runway 26 and NDB equipment for runway 08.

The purpose of this graduation thesis is to analyse the existing airspace of Tartu airport, to determine whether it agrees with the demands for serving international flights and identify the main difficulties for airspace users and air traffic services. Suggestions are made for reorganisation of the airspace.

In the first chapter the author gives an overview of the history of Tartu Airport, describing the air traffic during the first 30 years and the problems with the privatisation of the airport.

The second chapter is devoted to the airspace of Estonia in general. A short description of the airspace is given, including the lateral and vertical measurements. In addition to Tallinn airport the small airports and airfields of Estonia are described complete with airspace classification.

Information on instrument flight rules, on the importance of entry and exit points, ATS-routes and flight statistics is included.

In the third chapter the author describes the existing airspace of Tartu in more details – both the control zone and the terminal area. The separation used with the NDB system is described. The biggest problem with the airspace is its size.

The fourth chapter describes the navigation system already existing in Tartu and the ones which are planned to be installed during the year 2009. At the end of this section the author calculates, with the help of PANDA system, the approach minima for these systems. Using these values the author finds out how much the weather influences the use of Tartu airport. The fifth and the most important chapter of the graduation thesis is on the author's suggestions for the further development of Tartu airspace. It is suggested to enlarge the terminal area. The optimal size of the terminal area has been calculated so that the approaching or departing aircraft have enough time to descend or climb without extra manoeuvres being needed for losing or gaining altitude. The position and coordinates of the

new points are also calculated. The author names the new points based on international rules and database (5LNC). New minimum sector altitudes (MSA) are calculated so that the arriving traffic is less affected on their descent.

Tulemuste rakendamine

Tartus puudub ATIS ja lennujaamal ei ole plaanis selle arendamisega praegu ka tegeleda. Tartu lennuväljal on ILS paigaldatud suunale 26. Vastassuund on ilma majakateta. Tartu õhuruumi korralduse muutmise projekt kestab. Lõputöös tehtud ettepanekud selles osas rakendust ei leia, kuna lennuliiklusteeninduse teenuseosutaja on otsustanud luua Tartu lennuväljale GNSS-põhised saabumis- ja väljumisprotseduurid. Õhuruumi korraldus sõltub kasutatavatest protseduuridest. (A. Vare, ATSTO koolitusjuht.)

PIIRATUD NÄHTAVUSE PROTSEDUURID TALLINNA LENNUVÄLJAL

TAAVI VUNK

Juhendaja Anu Vare, konsultant Rene Lüll

Märksõnad: piiratud nähtavuse protseduurid, Tallinna lennuväli

Sissejuhatus

Lõputöö teemaks kujunes „Piiratud nähtavuse protseduurid Tallinna lennuväljal“, kuna töö autor on Lennuliiklusteeninduse AS-s töötanud lennujuhina peaaegu kolm aastat ja on Tallinna lennuväljal piiratud nähtavuse tingimustes toimuvaga otseselt kokku puutunud. Huvi uurida piiratud nähtavuse protseduure lähemalt tekkis autoril põhjusel, et oma töös lennujuhina on ta kokku puutunud mitmete probleemkohtadega, mis on siiaaani lahenduseta jäänud.

Teema aktuaalsus tuleneb praktilisest vajadusest vaadata üle Tallinna lennuväljal piiratud nähtavuse tingimustes tegutsemine. Hetkel kehtivad protseduurid on mõningate puudustega ning ühtlasi on Tallinna lennuväljal tegutsemine pilootide jaoks ebaselge, kuna puuduvad ametlikud piiratud nähtavuse protseduurid. Teema uurimise vajadus on oluline ka lähitulevikus Tallinna lennuväljale planeeritavate uuenduste seisukohalt.

Lõputöö tugineb peamiselt normide ja regulatsiooni analüüsil. Autor on uurinud rahvusvahelisi nõudeid, protseduure ja tehnilisi lahendusi piiratud nähtavuse tingimustes tegutsemisel ning analüüsinud hetkel kehtivaid nõudeid ja tegutsemist Tallinna lennuväljal.

Mõned arvamused ja väited põhinevad autori ning tema töökaaslaste ja pilootide otsesel isiklikul kogemusel. Põhiliselt on lõputöös uuritud piiratud nähtavuse tingimusi lennujuhtimise ja lennujaamateenistuste seisukohalt.

Lõputöö koosneb kolmest peatükist. Lõputöö koostamisel suuremaid ja ületamatuid probleeme ei tekkinud. Juhendamise ning asjakohaste soovitude eest soovib autor tänada oma juhendajat Anu Varet ning konsultanti Rene Lüllit.

Uurimistöö tulemused

Lõputöös on selgitatud nähtavusega seotud mõisteid ja kehtestatud nõudeid.

Et anda ettekujutus sellest, kui tihti esineb Tallinna lennuväljal piiratud nähtavuse tingimusi, on autor lennujaama meteoroloogiateenistuse statistika põhjal välja

toonud andmed nähtavuste ja RVR-de (*Runway Visual Range*) kohta aastatel 2007 ja 2008. Nähtavuse puhul olid kriteeriumiks päevad, mil nähtavus oli 2000 m või vähem. Seda põhjusel, et lennujuhtimistornist terminalini on umbes 2000 m, mistõttu sellise nähtavuse puhul ei ole üldjuhul kõik lennukid tornist enam visuaalselt jälgitavad. Selleks et tuvastada olukordi, kus LVP (*Low Visibility Procedures*) on nõutav, tõi autor välja päevad, mil RVR oli 550 m või alla selle.

Tabel 1. Piiratud nähtavus Tallinna lennuväljal

Aasta	2007	2008
Päevi aastas, kus nähtavus on 2000 m või vähem	78	73
Päevi aastas, kus RVR on 550 m või vähem	13	8

Allikas: Tallinna lennuvälja meteoroloogiateenistuse statistika 2007/2008

Autor toob teemakohastest juhenditest ja rahvusvahelistest eeskirjadest välja üldised nõuded ja protseduurid, mis kehtivad piiratud nähtavuse tingimustes. Üldised nõuded puudutavad raja ja ruleerimisteede struktuuri ja märgistust, lennuväljal asuvatest takistustest tulenevaid piiranguid, visuaalseid ja mitte-visuaalseid abivahendeid, varuvoolu allikaid, liiklusalatavalisust. Protседuurid on seotud maaliikluse juhtimisega, pääste- ja tuletõrjetöödega, personali treeningutega, maaradari kasutamisega, seadmete riketega, lennuliiklusteenindusega, rajanähtavuse teatamisega, õhusõidukite hajutamisega, piiratud nähtavuse protseduuride kehtestamise ja lõpetamisega.

Antakse ülevaade Helsinki–Vantaa lennuväljal kehtestatud nõuetest ja protseduuridest piiratud nähtavuse tingimustes.

Tallinna lennuväljal kehtivate piiratud nähtavuse protseduuride analüüsi tulemusena toob autor välja probleemid ning pakub neile lahendused.

Suurima probleemina näeb autor seda, et Tallinna lennuväljal puuduvad ametlikud, kõigile nõuetele vastavad ja AIP-is avaldatud piiratud nähtavuse protseduurid (LVP).

Tallinna lennuväljal ja lennuliiklusteeninduses sätestatud protseduuridel on mitmeid puudusi. Reeglid ja protseduurid on täpsemalt lahti kirjutamata ning seetõttu liiga jäigad. Näiteks leiab autor, et praegu on piiratud nähtavuse seisundite kohta liiga vähe kriteeriume. Hetkel hakkavad piirangud kehtima meteoroloogilise

nähtavuse langemisel 1000 meetrini või alla selle, ning rakenduvad tingimused ei erista, kas nähtavus on 1000 m või 150 m, sest piirangud ja vastutused on mõlemal juhul samad. Näiteks on LVP ajal lennujuhil keelatud anda õhusõidukitele ja sõidukitele lubasid liikumiseks manööverdusalal ristuvatel marsruutidel ja liikumiseks mööda sama ruleerimisteed, olgugi et piloodid suudaks märksa halvema nähtavusega kui 1000 m lennuväljal liigeldes kokkupõrkeid teiste õhusõidukite ja liiklejatega vältida. Sellisel juhul oleks lennujuhil vaja anda vaid liiklusinformatsiooni.

Autor soovitab välja töötada ametlikud ja nõuetele vastavad piiratud nähtavuse protseduurid (LVP) Tallinna lennuväljal. Sellega paraneks oluliselt ohutus operatsioonide teostamisel piiratud nähtavuse korral. Ühtlasi looks see pilootidele ja operaatoritele võimaluse opereerida halvemates ilmastikutingimustes kui see hetkel võimalik on.

Saavutamaks paremat efektiivsust ja ohutust halvenenud nähtavuse korral Tallinna lennuväljal, soovitab autor välja töötada ka uue korra üldiste piiratud nähtavuse tingimuste sätestamiseks. Need tingimused tuleks samuti ametlikult avaldada, et parandada operaatorite ja pilootide teadlikkust opereerimisel halvenenud nähtavuses.

Autori arvates esineb lennuväljal piiratud nähtavuse tingimustes mõningaid probleeme ka seoses liiklusalade turvalisusega. Nimelt ei ole hetkel kõik rajalesõitu võimaldavad kohad kaitstud stopp-tuledega. Väljumiseks ootejoonele ruleerimisel, maandumisel raja vabastamisel ning liiklemisel ruleerimisteele A, on ootejooned B1 ja C1 stopp-tuledega varustamata, mis võib halva nähtavuse korral põhjustada raja loata hõivamist.

Paljudki ILS-kriitiliste ja -tundlike aladega seotud probleemid saavad lahenduse praegu teostatava ILS 08 glissaadiantenni asukoha muutmisega lennurajast lõuna poole. Sellegipoolest jääb Tallinna lennuraja stripi-alamale veel mitmeid takistusi (lõunapoolne aed), mis on ohutusfaktoriks ILS-tundlikes alades ning mis tekitavad probleeme ka Tallinna lennuväljale lähitulevikus kavandatava CAT II lähenemissüsteemi loomisel.

Autori hinnangul tuleks ohutuse parandamiseks üle vaadata lennuvälja stopp-tulede ja ILS- tundlike ning -kriitiliste aladega seotud ohutusfaktorid ning teha vastavaid muudatusi.

Aastaks 2010 rajatakse Tallinna lennuväljale maapealse liikluse seiresüsteem, mis lisaks spetsiaalsele radarile sisaldab ka multilateratsiooni süsteemi ja automatiseeritud ohuhoiatusfunktsioone. Seiresüsteemi eesmärgiks on lennuvälja maaliikluse ohutuse tõstmine ja osutatava teenuse kvaliteedi parendamine. Autori

arvates on oluline, et seiresüsteemi rakendamist piiratud nähtavuse tingimustes alustatakse võimalikult kiiresti pärast süsteemi installeerimist. Töö vastavate protseduuride ettevalmistamiseks peaks algama enne, kui süsteem tööle rakendub. Ettepanekuna pakub autor välja uue maaseiresüsteemi ja piiratud nähtavuse protseduuride testimise simulaatoris. Simulatsiooni saaks lisaks lennuliiklusteenistusele kaasata ka lennuvälja personali, kellele selline koolitus samuti nõutav oleks. Eestis on taoliste harjutuste läbiviimise valmidusega simulaator olemas Eesti Lennuakadeemias.

Kokkuvõte

Lõputöö eesmärgiks oli ettepanekute ja lahenduste esitamine piiratud nähtavusega seotud puuduste ja probleemide lahendamiseks Tallinna lennuväljal. Selle lõputööga on jõutud sissejuhatuses püstitatud eesmärgini. Kõik probleemid ning nende võimalikud lahendused on välja toodud lõputöö kolmandas peatükis. Käesoleva lõputöö käigus teostatud analüüsi ning selle tulemusi on võimalik kasutada Tallinna lennuvälja halvenenud nähtavusega seotud protseduuride uuendamisel ja uute protseduuride loomisel.

T. Vunk. *Piiratud nähtavuse protseduurid Tallinna lennuväljal: lõputöö, juhendaja Anu Vare, konsultant Rene Lüll. Eesti Lennuakadeemia, Tartu 2009.*

Kasutatud kirjanduse nimekiri sisaldab 16 allikat.

SUMMARY

LOW VISIBILITY PROCEDURES AT TALLINN AIRPORT

Key words: low visibility procedures (LVP), Tallinn airport

The purpose of this graduation thesis is to analyze current operations at Tallinn airport in low visibility conditions, detect problem areas and find solutions. This paper has been divided into three chapters.

In the first part of the research the author gives a brief theoretical overview of low visibility conditions, procedures and basis for all-weather operations in Europe. He also describes the safety assessment to be undertaken prior to the initial implementation of LVP. It contains an overview of the requirements for LVP (visual and non-visual aids) and highlights the most important elements. LVP refers to specific procedures applied at an aerodrome to support precision approach CAT II/III operations as well as the departure operations in RVR conditions less than a value of 550 m.

The second part of the research gives a general overview of Tallinn airport and analyzes the current procedures during low visibility conditions. It also contains Tallinn's visibility statistics and brings out the solution to low visibility conditions applied at Helsinki-Vantaa airport as an example.

The third part of the research contains problem areas and solutions to problems related to low visibility conditions at Tallinn airport. The main problem has been the absence of official LVP at Tallinn airport and imperfection of the valid procedures. The author's suggestion to solve this situation is to elaborate and develop official LVPs for Tallinn airport, which would improve safety and make low visibility operations clearer to pilots and operators. To achieve better efficiency and safety at Tallinn airport, the author also suggests to improve general LVPs and to publicize them. It became clear that some improvements concerning airport stop-bars, ILS sensitive and critical areas are necessary. The author also recommends implementing the surface movement surveillance system during low visibility conditions as soon as possible and proposes to use simulator exercises for testing that.

In conclusion, the author finds that it might be useful to further develop the present paper and create the procedures for low visibility conditions at Tallinn airport.

This graduation thesis is largely based on the analysis of ICAO documentation. A number of opinions and arguments have been drawn on the author and his co-workers' immediate personal experience, as the author is currently working as an air traffic controller at Tallinn aerodrome.

Tulemuste rakendumine

- 1) Tänapäevaks on Tallinna lennuvälja jaoks välja töötatud ja avaldatud LVTO (*low visibility take-off*) ehk piiratud nähtavuse stardiprotseduurid. See on üks osa kogu LVP- protseduuridest. Jätkuvalt ei ole aga olemas LVP- protseduure kogu mahus. LVTO kehtestatakse õhusõiduki meeskonna soovil, kui RVR on väiksem kui 550 m, kuid suurem kui 150 m. Protседuurid töötati välja ja testiti koostöös Tallinna Lennujaama ja LLT AS-i protseduuride grupiga.
- 2) Tänapäevaks on täpsustatud AIP-is ja Lennuliiklusteeninduse AS-i lennujuhtimise käsiraamatus ka üldised nähtavuse tingimused.
- 3) Stopp-tulede ja ILS-tundlike ning -kriitiliste alade osas ei ole tehtud olulisi muudatusi.
- 4) Maaseiresüsteemi rakendatakse piiratud nähtavuse tingimustes ning selle tarbeks on Lennuliiklusteeninduse AS-i lennujuhtimise käsiraamatus kirjeldatud üldised põhimõtted. (*A. Vare, ATSTO koolitusjuht*)

TALLINNA PIIRKONDLIKU LENNUJUHTIMISÜKSUSE ÕHURUUMI PLANEERIMINE

ALEKSANDRA MUREL
Juhendaja Üllar Salumäe

Märksõnad: Tallinna Lennufopiirkond, õhuruumi sektoriseerimine

Sissejuhatus

Alates viimasest sektoriseerimisest on olulisel määral muudetud Tallinna lennufopiirkonna trasside võrgustikku, liikluse kasv on olnud pidevas kasvutempos ning potentsiaalsete konfliktide tõenäosus on samuti kasvanud. Sektorite koormuse näitajad on tippliiklusega päevadel jõudnud kriitilise väärtuseni. Piirkondliku lennujuhtimisüksuse õhuruumi planeering on praegu eriti aktuaalne, kuna selle struktuur on vananenud. See vajab restruktureerimist, et läbilaskevõime ei langeks liiga madalale lennujuhtide ülekoormatuse tõttu.

Töö esimeses osas annab autor lühiülevaate Tallinna lennufopiirkonna arengust alates 1992. aastast kuni tänapäevani. Koos lennuliikluse kasvuga on tihedamaks muutunud trasside võrgustik.

Töö teises osas annab autor ülevaate praegu kehtivate Tallinna piirkondliku lennujuhtimisüksuse sektorite moodustamise protsessist: millised olid variandid, kuidas tehti valik ja millise tulemuseni jõuti. Lisaks on aastate 2007 ja 2008 suveperioodide andmete põhjal esitatud sektorite liikluskooormuse analüüs. Just nimetatud ajavahemikul oli lennuliikluse tihedus eriti kõrge.

Töö kolmandas osas annab autor ülevaate tänapäeva meetoditest õhuruumi planeerimiseks ning võrdleb neid. Autor leiab Eesti õhuruumi iseärasusi arvestades ja vastavalt olemasolevatele abivahenditele sobivaima meetodi Tallinna piirkondliku lennujuhtimisüksuse õhuruumi planeerimiseks.

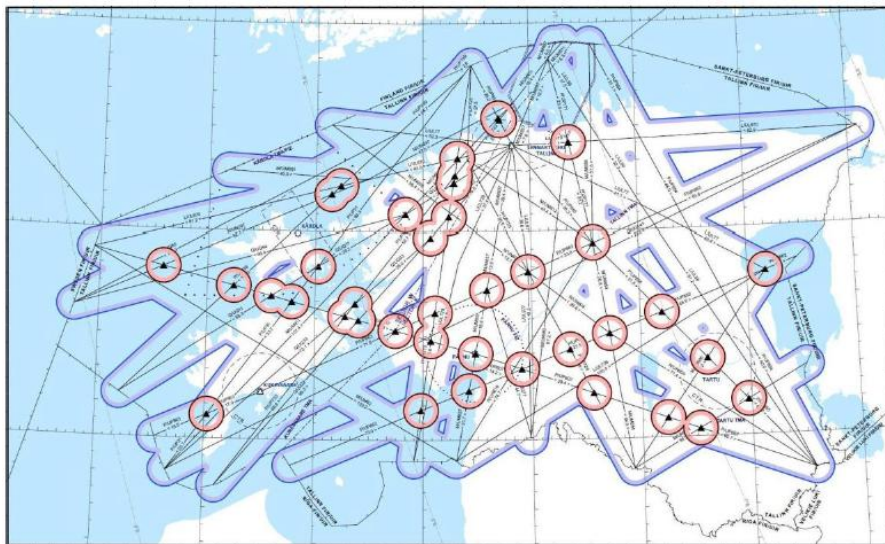
Töö neljandas osas annab autor ülevaate praktilistest toimingutest, millega alustati ja milleni jõuti meetodi väljatöötamise käigus. Kirjeldatud on, kuidas hakkab toimuma edasine tegevus, et saavutatud tulemuste abil viia lõpuni sektoriseerimise protsess ning sobivaimate konfiguratsioonide valik.

Töö autor soovib siiralt tänada kõiki, kes aitasid kaasa selle lõputöö valmimisele.

Uurimistöö tulemused

Kuna Eesti õhuruum on pindalalt üsnagi väike, siis tuleks Tallinna piirkondliku lennujuhtimisüksuse õhuruumi sektoriseerimiseks kasutada eraldiseisvat meetodit, mis toetuks kaasaegsete meetodikate põhimõtetele. Arvestades saadaolevaid õhuruumi planeerimise arvutiprogramme (SAAM *System for Traffic Assignment & Analysis at Macroscopic level* ja NEVAC Project, Eurocontrol), on kõige kergem kasutada kohandatud klasterite meetodikat.

Joonisel 4.1.2 on parema ülevaate saamiseks pandud kokku punktide ja trasside klastreid.



Joonis 4.1.2 Punktide ja trasside klasterid koos

Klastreid läbiva liikluse analüüsi käigus selgitati välja kõige suurema koormusega klasterid.

Arvutati klasterite koormuse koefitsient kasutades valemit

$$(1) \quad \text{K} = \frac{K_{\text{klasteri}}}{N_{\text{klasteri}} \cdot T}$$

– klasteri koormus
– klasteri sees olevate õhusõidukite summaarne arv
– vaadeldava perioodi jooksul klasteris olnud õhusõidukite arv

(Методики категорирования пунктов управления воздушным движением, секторов районных центров ЕС УВД, 1997)

ning lennujuhtide koormuste koefitsiendid kasutades valemit

$$(2) \quad \text{koefitsient} = \frac{\text{lennujuhi koormus}}{\text{summaarne aeg, mis kulus lennuliikluse juhtimisele}} \\ T - \text{kogu tööaeg}$$

(Методики категорирования пунктов управления воздушным движением, секторов районных центров ЕС УВД, 1997)

Arvutatakse välja klastrite blokkide keskpunktide omavaheline kaugus ning sellest edasi piiripunkti kaugus järgnevate valemite abil (Zakurdaev, S. Calc_Clust_ATS tabel):

$$(3) \quad 1 = (\text{kaugus} \times \text{koefitsient}) / (\text{1} + \text{2} + \text{3})$$

$$(4) \quad 2 = \text{1} - \text{1}$$

1 – kahe klatri piiripunkti kaugus esimese vaadeldava klatri keskpunktilt

– kahe klatri omavaheline kaugus meremiilides (NM)

1 – esimese vaadeldava klatri lennujuhi koormuse koefitsient

+ 1 – esimese klatri suhtes vaadeldava teise klatri lennujuhi koefitsient

2 – kahe klatri piiripunkti kaugus teise klatri keskpunktist meremiilides (NM)

Saadud andmete alusel on koostatud klastrite blokkidest koosnev kaart. Blokkide piirid on ära märgitud värviliste punktiirjoontega. Vt Lisa 3 lk 37.

Uurimistöö lõpus kirjeldatakse edasisi samme sektoriseerimise valikute testimiseks ja lõpliku otsuse langetamiseks.

Kokkuvõte

Töös püstitatud eesmärgi saavutamiseks seatud ülesanded on täidetud.

Autor on jõudnud järeldusele, et puudub ühtne kindel meetodika, mis sobiks kõikidele õhuruumidele. Eesti õhuruumi iseärasusi (esmapilgul lihtne, kuid

lähemal analüüsil komplitseeritud) arvestades ei anna kirjeldatud meetodite rakendamine eraldivõetuna soovitud tulemust. Tehtud analüüsi põhjal ja vastavalt infotehnoloogilistele ja tehnilistele võimalustele, on välja töötatud Eesti õhuruumi jaoks sobitatud (kombineeritud) meetod. Arvesse on võetud ka kehtivad ohutusnõuded ning esialgne kriteerium, et olemasolev lennutrasside võrgustik jääb muutumatuks.

Free Route’i rakendamiseks õhuruumis on vaja oluliselt rohkem teavet potentsiaalsete liiklusvoogude kohta. Samuti ei anna *Free Route*’i kasutamine ainult Eesti õhuruumis soovitud efekti õhuruumi väiksuse ning olemasoleva lennutrasside struktuuri tõttu.

Praktilise töö käigus täiendati kasutatavat meetodit. Õhuruumi analüüs ja jaotamise protsess on esitatud graafiliselt koos kasutatud arvutustega. Edasine töö hakkab toimuma Eurocontrolis loodud arvutiprogrammidega SAAM ja NEVAC, mis vastavad Euroopa Liidu nõuetele.

Simulaatorharjutuse abil kontrollitakse sektorite konfiguratsioonide efektiivsust ning valitakse välja sobivaim.

A. Murel. *Tallinna piirkondliku lennujuhtimisüksuse õhuruumi planeerimine:* lõputöö, juhendaja Üllar Salumäe. Eesti Lennuakadeemia, Tartu 2010.

Kasutatud kirjanduse nimekiri sisaldab 15 allikat.

SUMMARY

TALLINN AREA CONTROL CENTRE (ACC)

AIRSPACE PLANNING

Key words: Tallinn flight information region, sectorization of airspace

The main objective of this thesis is to find out which airspace design method is the most suitable and most beneficial for Estonian airspace. The need for its redesign came up in 2008 as the air traffic load had become critical and the sectors' capacity was lower than required.

The first chapter describes the improvement of Estonian airspace according to the air traffic and its demand. It also reviews the political situation in the country. The second chapter gives a brief overview of how the existing airspace sectorization was organised and of the conclusions drawn. It also describes the workload of two ACC sectors during recent, in the circumstances of maximum traffic. Statistics of 2007 and 2008 were used for comparison. The third chapter presents some contemporary methods for airspace partitioning and design. Based on that information, the quite tight Estonian airspace can be redesigned. The ideas offered in this chapter fully comply with the Eurocontrol Manual for Airspace Planning, and the ideas presented in specialist scientific articles have been used. The fourth chapter provides a description of the first steps in airspace redesign, and offers several visual examples. It also enlists some possible risks and references for further analysis of different sectorization varieties.

Tulemuste rakendumine

Lennuliiklusteeninduse AS-s läbi viidud simulatsioonide põhjal on muudetud olemasolevate sektorite (ACC WEST ja ACC EAST) vastutusala piire ning loobutud ülemisest lennuinfopiirkonnast (UIR). Simulatsioonide tulemusena selgus, et kolmanda sektori loomise peamiseks tõrkeks on piisava tööjõu puudumine. Ühelt poolt peaks ettevõttes töötama rohkem ACC-pädevusega lennujuhte, teisalt muutub keerukamaks lennujuhtide rotatsiooniga töögraafikute koostamine. Ettevõtte kaalub vastavaks otstarbeks loodud tarkvara hankimist. Oluliseks puudujäägiks lennuliikluse planeerimisel on ka ebapiisav infovahetus Venemaa teenuseosutajaga. Esmajärjekorras proovitakse lahendada küsimus tööjõu jaotamisega vastavalt liikluskooormusele, seejärel hakatakse edasi tegutsema kolmanda sektori loomise suunas. (*A. Vare, ATSTO koolitusjuht*)

LENNUJUHTIDE TASEMETESTIDE LÄBIVIIMISE PROTSEDUURID EESTI LENNUJUHTIMISÜKSUSTES

ÜLLAR SALUMÄE

* lennutegevuse korralduse eriala

Juhendaja Kristjan Telve

Märksõnad: lennujuhtide pädevus, tasemetestimine

Sissejuhatus

Lennujuhid on osa lennunduspersonalist, kelle tegevuse mõju lennuohutusele on otsene ja suur. Seega on äärmiselt oluline lennujuhtide erialase kompetentsuse saavutamine ning hoidmine tasemel, mis võimaldab minimeerida lendude juhtimisega seonduvaid riske. Käesolevas töös keskendub autor protseduuridele, mis on mõeldud juba töötavate lennujuhtide kompetentsuse kontrolliks, eesmärgiga tagada kõrgetasemelise ning professionaalse teenuse osutamise jätkusuutlikkus ning minimeerida inimfaktorist tulenevaid lennuohutusriske.

Töö esimeses osas annab autor lühiülevaate lennujuhtimise ajaloost ning seda ka kompetentsuse kontrolli kontekstis.

Töö teises osas annab autor ülevaate kehtivatest kompetentsuse kontrolli reglementeerivatest dokumentidest ja protseduuridest Euroopa Liidus ja Eesti Vabariigis ning analüüsib dokumentide sisu.

Töö kolmandas osas annab autor ülevaate aeronavigatsioonilise teenuse pakkujatest Eestis ning teenusepakkujate kompetentsuse kontrolli protseduuridest. Lähtudes läbiviidud küsitlusest ning praktilise töö käigus ilmnenu probleemidest tulenevast analüüsist defineerib autor peamised probleemid ja kitsaskohad tasemetestide läbiviimisel.

Töö neljandas osas teeb autor läbiviidud küsitluse alusel kokkuvõtte teistes Euroopa Liidu liikmesriikides toimivatest tasemetestide protseduuridest.

Töö viiendas osas koostab autor eelnenud küsitlustest, analüüsist ning protseduuridest lähtudes ühtse protseduuri lennujuhtide ning lennuinformaatorite tasemetestide läbiviimiseks.

Töö kuuendas osas toob autor välja võimalikud alternatiivid ning visioonid tulevikuks.

Euroopa Liiduga (EL) ühinedes võttis Eesti endale kohustuse ühineda SES-programmiga (*SES – Single European Sky*). ESARR 5 sätestab ühtsed nõuded lennujuhtide väljaõppele, litsentseerimisele ning kompetentsuse kontrollile. ESARR 5 põhjal on koostatud Euroopa Parlamendi ja Nõukogu 5.04.2006 direktiiv 2006/23/EÜ.

Üheks ESARR 5 eesmärgiks võib autori arvates pidada ka tööjõu vaba liikumise lihtsustamist ning läbi litsentseerimisprotseduuride ühtlustamise hilisema teenuseosutajate riikideülese ühinemise lihtsustamist, mis on SES-programmi üks peamine eesmärk. ESARR 5 vastavad nõuded kehtestati Majandus- ja Kommunikatsiooniministri (MKM) 01.08.2006 määrusega nr 96 „Lennuliikluse lennujuhi ja lennuinformaatori vanusele, kvalifikatsioonile ja koolitusele esitatavad nõuded ning lennunduslubade väljaandmise ja välisriikides välja antud lennunduslubade tunnustamise eeskiri” (edaspidi määrus).

Töö autor soovib siiralt tänada kõiki, kes aitasid kaasa selle töö valmimisele.

Uurimistöö tulemused

Määrus vastab sisult suures ulatuses ESARR 5-le. Läbiviidud küsitlusest tulenevalt võib öelda, et paljud riigid on kohalike määruste ja kordade kehtestamisel käitunud sarnaselt ning jätnud sisuliselt tähelepanuta kohalikest oludest tulenevad eripärad. Täielikult on kasutamata jäetud erandite taotlemise võimalus, mille EK oma nõuete kehtestamisel ette nägi. Nimelt sätestab EK määrus nr 2096/2005, aeronavigatsiooniteenuste osutamise ühtsed nõuded, ka erisuste taotlemise korra.

Suurimad probleemid määruse praktilisel rakendamisel tekivad aga hoopis pädevuste testimisel juba töötavatel lennujuhtidel. Töölase tagasisidena (arenguveestluste käigus, 2007) tasemetestijatelt saadud informatsiooni kokku võttes võib väita, et määruks kirjeldatud nõuded tasemetestide läbiviimiseks ei ole piisavalt detailsed. Mõnes mõttes võib tunduda hea, et teenuseosutajatele jäetakse vabadus leida sobivaim meetod tasemetestide läbiviimiseks, kuid reaalselt tekitab see hulgaliselt küsitavusi ja probleeme, mille lahendamiseks operaatorid ei ole valmis.

Määrusest ei tulene ühtset metoodikat, mida hindajad või teenuseosutajad peaksid pidama sobivaimaks tasemetestide läbiviimisel. Lisaks reeglitele ning vastavalt saadud tagasisidele on Eurocontrol koostanud ka juhised tasemetestimise läbiviimiseks. Eurocontroli juhised näevad ette neli erinevat võimalust: pidev hindamine (*continuous assessment*), praktilisele oskusele suunatud kontroll (*dedicated practical check*), kahe eelnenu kombinatsioon või kirjalik/suuline/CBT eksam. Määratlemata staatus annab operaatoritele valikuvõimaluse. Regionaallennujaamade (RLJ) valik on aga oluliselt kitsendatum – kui suured

üksused saavad teha valiku vastavalt soovitava tulemise saavutamiseks sobivaimale viisile, siis RLJ-l jääb sisuliselt järele ainult praktilisele oskusele suunatud kontrolli teel läbiviidav hindamine. Ülejäänud valikute elluviimiseks puudub vajalik ressurss. Samas on ja jääb RLJ-le võimalus osta kirjalik või CBT tasemetest sisse.

Autor on läbi viinud Eesti aeronavigatsioonilise teenuse pakkujate poolt kasutatavate tasemetestimise protseduuride analüüsi.

LLT AS-i puhul toimib tasemetestide läbiviimise protseduur suuremate probleemideta. Ainsateks riskifaktoriteks, mida tasemetestijad esile toovad, on tasemetesti sisulise formaalsuse ning subjektiivsuse oht (lennujuhtimisosakonna (LJO) juhataja arenguevestluste materjalid 2007, 2008). Ühest küljest muutub tasemetest formaalseks ja subjektiivseks, kui testitav on testijale teada tugeva ning autoriteetse lennujuhina, teiselt poolt mõjutab subjektiivne eelarvamus objektiivse hinnangu andmist eeldatavalt nõrgemale ja problemaatilisemale lennujuhile. Kindlasti leevendaks nimetatud probleeme täpselt formuleeritud hindamisvaldkondade ja hindamiskriteeriumite määratlemine ning tasemetestijate professionaalse taseme tõstmine kogemuse lisandumise ning regulaarsete täienduskoolituste kaudu. Kolmanda negatiivse aspektina võib ära märkida protseduuri tööjõuressursi kulukuse. 01.05.2009 seisuga on LJO-s tööl 52 lennujuhti ja lennujuhi õpilast ning tasemetestide läbiviimine nõuab ühtekokku 64 tööpäeva (40 lennujuhti on 1-2 pädevusega, 12 lennujuhti rohkem kui kahe pädevusega, mille tõttu nõuab tasemetesti läbiviimine kaks tööpäeva).

RLJ-de puhul on probleemid pisut suuremad. Nagu alapunktis 3.3.3 kirjeldatud läbiviidud küsitlusest selgub, on teenuse väljast sisseostmise peamine negatiivne külg vastava teenuse hind. Tasemetestide läbiviimise kulu moodustab rohkem kui 50% navigatsioonitasudest saadavast tulust. Samas peaks navigatsioonitasu katma enamiku lennuliikluse korraldamisega seotud kuludest (personalikulud, investeeringud lennuohutuse parendamiseks jne). Finantsküsimuste lahendamiseks vajavad RLJ-d dotatsiooni. Riik eraldas 2007. aastal RLJ-dele dotatsioonideks 12 miljonit krooni ja 2008. aastal 13 miljonit krooni. 2009. a. taotleti EAS-ist (Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus) dotatsiooni sihtotstarbeliselt tasemetestide läbiviimiseks. Lähtudes EL-i poolt sätestatud hinnamäärusest oleks üheks võimaluseks muidugi ka terminali navigatsioonitaseme tõstmine, kuid see paneks tõsise löögi alla RLJ-de konkurentsivõime.

Teataval määral on küsitav ka LLT AS-i tasemetestijate volituste ulatus ja pädevus vastavaid teste läbi viia. Sellise probleemi võimalikkusele juhtisid LLT AS-i spetsialistid tähelepanu juba MKM määruse nr 96 koostamisel. LLT AS-i tasemetestijate volituste ulatuse küsimus seisneb peamiselt pädevuste erinevuses. LLT AS-i tasemetestijad on peamiselt ADI-, APS- ja ACS-pädevustega

(*aerodrome control / approach control with surveillance / area control surveillance*) lennujuhid (v.a TWR, lendude juhtimisel kasutatakse radarit), RLJ-des on tegemist aga ADI/APP-pädevusi (*aerodrome control / procedural approach control*) omavate lennujuhtidega ning seega kattuvad tasemetestijate pädevused ainult ADI ulatuses.

Probleemide lahendamiseks on mitmeid võimalusi:

a) RLJ-d leiavad võimaluse koolitada 1-2 RLJ lennujuhti tasemetestijaks, keda LA volitab tasemeteste läbi viima kõigis RLJ-des. Ühe vastava kursuse maksumus Eurocontrol IANS Luxembourgis on orienteeruvalt 2500 eurot. Edaspidine tasemetesti maksumus oleks aga oluliselt madalam, kuna tööjõuressursi kulud RLJ-s on oluliselt väiksemad kui LLT AS-s. See lahendus eeldaks ka määrase muutmist. Ära tuleks muuta (või võimaldada LA erandite tegemine) OJTI (*on-the-job training instructor*) pädevusmärke nõude olemasolu tasemetestijatele. OJTI-pädevusmärke omamine võib olla määrav võrdsete kandidaatide valikul, kuid ei tohi olla nõutav tingimus. Nõutavad tingimused peaksid olema: tasemetestija tööalane kogemus ja teadmised, isikuomadused ning vastava koolituse läbimine. Tasemetestija kandidaadid võiksid olla töökollektiivi valitud ning kinnitatud LA poolt. Seda ettepanekut toetab ka SES II pakett, mis on Euroopa parlamendis läbinud esimese lugemise ning mille tervikteksti vastuvõtmist on oodata 2009. a sügisel.

b) Riiklikult määratletakse nõuded erineva tasemega lennujuhtimisüksustele. I tasemega lennujuhtimisüksustel on õigus iseseisvalt tasemeteste läbi viia, ja kohustus omada vastavaid sertifitseerimise käigus heaks kiidetud protseduure ning personali. II tasemega lennujuhtimisüksustel ei ole õigust iseseisvalt tasemeteste läbi viia. Tasemetestid viiakse läbi LA koostatud ja kinnitatud protseduuride alusel ning LA määratud volitatud tasemetestijate poolt. Tasemetesti hinnakirja määrab LA/riik. Taoline lahendus võimaldab väiksemates lennujuhtimisüksustes tasemetesti hinnad riiklikult kontrollitavad ja madalad hoida. Samas kandub vajaminevate ressursside leidmise probleem RLJ-delt üle LA-le.

c) LLT AS võtab RLJ-delt teenusepakkumise üle ning tagab sellega ka tasemetestide läbiviimise. Selline lahendus võimaldaks kulusid optimeerida ning teataval määral kompenseerida RLJ-de lennujuhtimisest tulenevaid kulusid (k.a tasemetestimisega seonduvad kulud) kasumlikemate teenuste arvelt. Probleemiks võib siinjuures osutada vastavus EK määruses nr 1794/2006 Aeronavigatsiooni-teenuste Ühine Maksustamiskava sätestatuga.

d) Muuta MKM 22.08.2005 määrust nr 96, eesmärgiga võimaldada tasemeteste läbi viia harvemini kui kord aastas. Direktiiv 2006/23/EÜ (05.04.2006) lennujuhi loa kohta ei sätesta otsest kohustust viia tasemeteste läbi kord 12-kuulise perioodi jooksul, vaid sätestab minimaalseks tasemetestide perioodilisuseks 3 aastat. Kuna

tasemetestide läbiviimisel ei ole tegemist üksnes majanduslike mõjuteguritega, vaid peamiselt lennuohutuse alaste teguritega ning kompetentsuse jätkuvuse kontrolliga, siis ei oleks lihtsalt mõistlik tasemeteste harvema regulaarsusega läbi viia. Tasemetesti läbiviimine võiks toimuda kord kahe aasta jooksul ning aastal, mil tasemetesti läbi ei viida, asendab seda korraline täiendusõppekursus, mille regulaarne läbiviimine on iga lennujuhtimisüksuse koolitusplaanist tulenev nõue. Kombineerides täiendusõppekursusi ning tasemeteste on võimalik tagada kompetentsuse säilimine ning samas kokku hoida nii tasemetestide läbiviimisega seotud kui ka koolituskulusid.

e) Koostada tasemetesti läbiviimiseks CBT-testid. CBT-testide koostamisel oleks tegemist ühekordse kuluga ning positiivse aspektina lisanduks võimalus sooritada CBT-test töökohal ning hoida kokku transpordikulusid. CBT-testide negatiivseks küljeks on see, et kuna test sooritatakse iseseisvalt ilma vaatleja juuresolekuta, siis puudub teave, kas küsimustele vastamisel kasutati kõrvalist abi või mitte. Samuti ei anna CBT siiski täpset ülevaadet lennujuhi praktilise töö sooritusvõimest ning kompetentsusest.

Lähtudes autori erialasest kogemusest tasemetestijana oleks reaalseim ning kasulikem kombineerida alapunktides c) ja d) välja pakutud võimalusi. Vastava täiendusõppeprogrammi väljatöötamise ning läbiviimise on võimalik kaasata Eesti Lennuakadeemia (ELA) spetsialistid ning simulaatorikompleks. Vajadusel võib praktilise eksami hindamisse kaasata ka volitatud tasemetestija.

Variant b), mis on kasutusel Ühendkuningriigis, kasutuselevõtuks puudub regulaatoril vastav ressurss. Variant a) oleks hõlpsamini rakendatav kui RLJ-e oleks rohkem või RLJ-de lennujuhtimispersonalit arv oleks suurem (20 või enam). Kindlasti tuleks SES II paketi valguses kaaluda tasemetestijatele esitatud nõuete muutmist. Variandi e) nõrgad küljed on välja toodud lahendustepaneku kirjelduses.

Viiendas peatükis koostatud tasemetestide protseduurid koosnevad üldprotseduuridest, kompetentsuse hindamise ja täienduskoolituste protseduuridest, lennujuhi pädevuse kahtluse alla seadmise tingimustest, lennujuhi mittepädevaks tunnistamise tingimustest, tasemetestijatele esitatud nõuetest, tasemetestimiste dokumenteerimisest, töökontrolli hindamislehtedest.

Kokkuvõte

Lähtudes töö teemas ja sissejuhatuses püstitatud ülesandest koostas autor tasemetestide läbiviimise protseduuri ning hindamislehed tasemetestides töökontrolli läbiviimiseks.

Selline protseduur vastab kehtivatele rahvusvahelistele nõuetele. Protseduuri kasutuselevõtuks tuleb aga muuta siseriiklikke reglementeerivaid dokumente (Määrus ning ANSP kohalikud protseduurid).

Autor on kindlal seisukohal, et oluliselt tuleb lennunduspersonali erialase arengu ja kompetentsuse kontrolli protseduuride rakendamisel suurendada ELA rolli. ELA professionaalsete õppejõudude kaader annab olulise panuse täiendusõppe kvaliteedi tõstmisse, suurendab koolituse professionaalsust ning annab seega täiendusõppele olulise lisandväärtuse. Teisalt annab täiendusõppe läbiviimine ELA-le parema teadmise Eesti lennundussfääris toimuvatest arengutest ja vajadustest just praktilisel tasandil, võimaldab vajadusel muuta õppekavasid enam vastavaks lennuettevõtjate tegelikele vajadustele ning nõudmistele. Loomulikult ei saa positiivse küljena ELA jaoks unustada ka majanduslikku tulusust.

Käesolevas töös loodud protseduurid tuleb kasutusele võtmiseks testida praktikas ning vastavalt praktilisest kogemusest tekkinud vajadusele korrigeerida. Kindlasti tuleb koostöös LA-ga luua protseduurid tasemetestijate oskuste ja teadmiste regulaarseks kontrolliks. Ühine protseduur muudab tasemetestide läbiviimise ühetaoliseks, selgeks ning lihtsalt kontrollitavaks, ja läbi selle ühtlustab lennujuhtimise taset ning avaldab positiivset mõju lennuohutuse taseme tõusule.

Ü. Salumäe. *Lennujuhtide tasemetestide läbiviimise protseduurid Eesti Lennujuhtimisüksustes:* lõputöö, juhendaja Kristjan Telve. Eesti Lennuakadeemia, Tartu 2009.

Kasutatud kirjanduse nimekiri sisaldab 33 allikat.

SUMMARY

COMPETENCE ASSESSMENT PROCEDURES FOR ESTONIAN AIR NAVIGATION SERVICE PROVIDERS (ANSPs)

Key words: competence assessment procedures for air traffic controllers

The main objective of this thesis is to create joint competence assessment procedures (CAP) for Estonian ANSPs. Requirements for competence assessment arise from the EU Directive No 2006/23 from 05.04.2006, ESARR 5 and accordingly from Regulation No 96 from 22.08.2005 by the Ministry of Transport and Communications of Estonia. The problem lies with the implementation of practical assessment.

The first chapter is devoted to a brief history of air traffic control and competence assessment procedures. It also describes the current situation in these areas and the historical background to the Single European Sky program in the EU.

In the second chapter the author describes and analyses all the documents that regulate the CAP at the moment.

In the third chapter the author presents a short overview of the Estonian Civil Aviation Administration (ECAA) and ANSPs, and the current CAP used in Estonian ANSPs. Through the analyses of the interviews conducted among ANSPs, and after analyzing the problems that occurred during the practical deployment of the current procedures, the author defines the main problem areas in the CAP. In small units (regional airports) the main problem is the cost of the CAP, which is more than 50 per cent of the turnover of these units and therefore creates the need for regular subsidies to meet the CAP requirements. A larger unit, such as LLT AS (EANS), does not have any economic issues with the CAP; however, there are issues with the bias of the procedures and the inclination to treat the procedures as a mere formality.

In the fourth chapter the author summarizes the results of international interviews with six ANSPs. The main conclusion of the feedback received is that the main principles of the CAP are similar in all the participating countries. Different countries have found different ways to solve the problem with the small units as well as with the CAP for the assessors.

In the fifth chapter the author describes the principles of the solution for the new joint CAP for Estonian ANSPs. In this solution smaller units are to combine CAP with refresher courses (required by Regulation No 96). To avoid any bias and treatment as a mere formality, fixed assessment areas and criteria are set. CAP for

the assessors is to be defined by ECAA, and a possible way to proceed is described in Chapter 5.

In the sixth chapter the author describes alternatives and additional prospects for creating joint competence assessment procedures for Estonian ANSPs.

Tulemuste rakendumine

Regionaallennuväljade lennujuhtidele on toimunud väljaõppejuhendajate algkoolitused. Seega on täidetud üks eeldus tasemetestija pädevuse saamiseks.

Lennuliiklusteeninduse AS-is on lennujuhtide teoreetiliste teadmiste kontrollimisel kasutusel arvutipõhised testid.

Tasemetestide läbiviimise aluseks olev MKM 01.08.2006. a määrus nr 96 on muutmisel. (*A. Vare, ELA ATSTO juhataja*)

A3 SIDE- JA NAVIGATSIOONISÜSTEEMIDE KÄITAMISE ERIALA

SAATEKS

Side ja navigatsiooni osakonnal on võimekus kaasaja tasemel läbi viia rakendusuringuid ja täienduskoolitust raadiomõõtmiste valdkonnas. Sidelabor on varustatud selliste mõõteriistadega, mis on kasutusel Eesti tsiviillennunduses ja Õhuväes. See tagab tulevasele spetsialistile järjepidevuse üleminekul õppetöölt tulevasele töökohale, kus ta saab akadeemias omandatud teadmisi ja oskusi praktikas rakendada. Labori infotehnoloogiline varustatus võimaldab eksperimendi arvutipõhist juhtimist. Sellise laborikompleksi kasutamine nõuab üliõpilastelt erinevate õppeainete loengutel omandatud teadmiste aktualiseerimist. Laboritööde läbiviimine võimaldab realiseerida optimaalseid ainetevahelisi seoseid ning tõsta üliõpilase motivatsiooni tegutseda oma valitud erialal. Sidelaboris ei tegele uuringutega mitte ainult side eriala üliõpilased, vaid ka õhusõiduki juhtimise ja õhusõiduki hoolduse eriala üliõpilased teemadel, mis haakuvad side erialaga.

Enamiku lõpu- ja uurimistööde teemadest on välja pakkunud lennundusettevõtted, kes soovivad lahendusi teatud probleemidele. Praegu on osakonnas aktuaalne koostöö käivitamine Lennuliiklusteeninduse AS-ga VoIP-tehnoloogia juurutamisel lennujuhtimises. VoIP-tehnoloogia teemadel on kaitstud 2 lõputööd ja nende tulemused on juurutatud akadeemia õppetöösse. Üks neist on toodud siin kogumikus. Samuti on valminud uurimistöö, milles käsitletakse ADS-B tehnoloogiat. Ka selle töö tulemusi kasutatakse õppetöös.

Aktuaalseks teemaks lennunduses on elektromagnetilise ühildavuse probleemid, mis kerkivad üles raadiosides, kui lennuvälja eetiruumis on palju häirivaid raadiojaamade signaale. Kogumikus on toodud side eriala üliõpilase lõputöö, mis käsitlebki ringhäälingu saatjate mõju hindamist õhk-maa raadiosidele. Praktilist tähtsusega on õhusõiduki juhtimise eriala üliõpilase töö, milles käsitletakse elektromagnetilise ühildavuse probleeme õhusõidukis, mis tekivad siis, kui reisijad kasutavad õhusõiduki salongis erinevaid olmeelektronika seadmeid.

Kogumikus on toodud uurimistöö, milles käsitletakse tuulegeneraatorite segavat mõju radaritele. ELA-s alustatud uurimistöö jätkus TTÜ-s ja sellel teemal kaitsti ka magistritöö.

Osakonnal on koostöö Tartu Ülikooli juures tegutseva tudengisatelliidi töögrupiga, mille tulemusena on valminud lõputööd, mis leiavad rakendust tudengisatelliidi projekti raames.

Osakonna üheks uurimisvaldkonnaks on satelliitnavigatsiooni süsteemid ning geoinfosüsteemid. Sellest valdkonnast on kogumikus toodud töö, milles käsitletakse raadiosondide liikumisdiagrammide joonestamise automatiseerimist. See töö omab samuti suurt praktilist väärtust, sest selle töö tulemusena saab lennujuhte teavitada õhuruumis liikuvate raadiosondide liikumisdiagrammidest.

Prof Jaak Umborg

Side ja navigatsiooni osakonna juhataja

TUDENGISATELLIIDI MAAJAAMA EELSELEKTORMOODUL

KADI KIVISTIK

Juhendaja Viljo Allik, konsultant Tõnis Eenmäe

Märksõnad: ESTCube-1, eelselektormoodul, sidesatelliit, signaal/müra suhe

Töö eesmärk on Eesti esimese satelliidi, tudengisatelliiti ESTCube-1 maajaama raadiosageduslike parameetrite parendamine ning selle jaoks eelselektormooduli projekteerimine, ehitamine ning testimine. Lõputöö teema on üks kahest 2011. aasta sügissemestril Eesti Lennuakadeemia üliõpilastele Tartu Ülikooli ESTCube-1 meeskonna poolt pakutud lõputööde teemadest.



Maajaam on paigaldatud Tartu Ülikooli (TÜ) füüsika instituudi Tähe 4 hoone kuuendale korrusele ja on kasutusel alates 2008. aasta detsembrist. Hoone katusel on maajaama koosseisu kuuluv paljudest väiksematest antennidest koosnev antennisüsteem. Süsteem koosneb kuuest väiksemast antennist, mida kasutatakse vastuvõtuks ja saateks amatöör- ja satelliitsides. ESTCube-1 jaoks töötavad kaks saateantennidena 2 m lainelas ning neli võtavad satelliidilt signaale vastu 70 cm lainelas.

Satelliidilt Maale jõudvad FSK- (*Frequency Shift Keying*) ehk sagedusmanipuleeritud signaalid on väga nõrgad, ligikaudu -100 dBm [1]. Looduslikud häired, komponentide omamüra ja inimtekkelised häired võivad oluliselt mõjutada vastuvõetavate signaalide eristamist ning töötlemist [2]. Maajaama asukoha tõttu mõjutab vastuvõtu parameetreid ka linna elektromagnetiline keskkond. Antenni asimuudi muutmisel ilmneb, et probleeme tekitab Tartu telemast, mille küljes asuvad RAS-1000 saatjad töösagedusega 425–430 MHz ja on seega väga lähedal maajaama 70 cm lainelale. Nende kandevasageduste intermodulatsiooni tulemusena võivad tekkida häiresignaaliid satelliitside 70 cm lainelas. [3]

Mürade mõju vähendamiseks ning häiresignaaliid tekitamise või vastuvõtmise vältimiseks on maajaama juurde vaja projekteerida eelselektormoodul. Moodul on vajalik selleks, et võimendada vastuvõetavaid signaale ainult kasulikus sagedusvahemikus, vähendada müraade mõju saatmisel ja vastuvõtmisel, suurendada signaali ja müra suhet tõeses sellega ka vastuvõtja tundlikkust, summutada tekkivad harmoonilised ja antennist peegeldunud signaaliid saaterežiimis ning suunata vastuvõetud signaaliid saatja-vastuvõtjasse ja SDR-i. Moodul vähendab ka saatja-vastuvõtja sisemise eelvõimendi blokeerumise riski, mis võib juhtuda, kui vastuvõtja sisendisse satuivad tugevad häiresignaaliid. Selle

tulemusena võib väheneda vastuvõtja tundlikkus ning nõrgad kasulikud signaalid jäävad tuvastamata.

Seadme valmimise ja vahelelülitamise tulemusena paraneb satelliit- ja amatöör-raadioside kvaliteet. Vähenevad ka linna elektromagnetilisest keskkonnast tingitud müra ja teiste raadiojaamade kandeagedustest tekkinud intermodulatsiooni mõju. Mooduli ja valitud komponentide tööst ning vajalikkusest annavad ülevaate testimiste ja sagedusmonitooringute tulemused.

Selle töö käigus:

- Antakse ülevaade eelselektormooduli vajalikkusest ja asukohast maajaamas.
- Projekteeriti mooduli skeem arvutis programmiga *Design Spark PCB*.
- Teostati mooduli mehhaaniline ja elektriline montaaž.
- Kontrolliti ja häälestati mooduli olulisemad komponendid.
- Viiakse läbi eraldi katseid valitud mooduli komponentide ja mooduliga.



Joonis 1. Eelselektormoodul eest- ja tagantvaates

Kolme testimise tulemused näitavad, et mooduli vahelelülitamise tulemusena suurendatakse signaali ja müra suhet, kui piiratakse müra ribalaiust filtritega ning signaali võimendamiseks kasutatakse madala müratasemega võimendit. Testimiste

tulemused näitavad ka, et mooduli abil väheneb Tartu telemasti küljes paiknevatelt RAS-1000 saatjatelt kiirguvate signaalide mõju. Nende signaalide intermodulatsiooni tulemusena välises eelvõimendis tekkivad häirelised signaalid surutakse mooduli abiga piisavalt palju maha. Seega saab järeldada, et mooduli abiga vähendatakse ka linna elektromagnetilise keskkonna mõju. Välise eelvõimendi väljalülitamisel on täidetud ka eesmärk suruda maha 2 m lainealas saatmisel tekkiv kolmas harmoonik, mis samaaegsel vastuvõtmisel 70 cm lainealas võib põhjustada häireid.

Mooduli edasisel arendamisel koostatakse selle juhtimiseks korralik juhtimissüsteem koos saatjast tulevate PTT (*push-to-talk*) juhtsignaalidega. Veelgi paremate maajaama parameetrite saavutamiseks on soovitatav tulevikus välja vahetada ka väline eelvõimendi.

Viited

Frequency-shift keying, available: [http://en.wikipedia.org/wiki/Frequency-shift_keying] 09.05.2012

Maral,G; Bousquet, M. Satellite communications systems. John Wiley & Sons Ltd. 5th ed. UK 2009, 695 p.

Janno ja Co, RAS-1000, [<http://wiki.wifi.ee/index.php/RAS1000>] 30.04.2012

K. Kivistik. *Tudengisatelliidi maajaama eelselektormoodul*: lõputöö, juhendaja Viljo Allik, konsultant Tõnis Eenmäe. Eesti Lennuakadeemia, Ülenurme 2012.

Kasutatud kirjanduse nimekiri sisaldab 17 allikat.

SUMMARY

PRESELECTOR MODULE FOR THE GROUND STATION OF THE STUDENT SATELLITE

Key words: ESTCube-1, preselector module, signal noise ratio, satellite

The purpose of this graduation thesis is to improve ESTCube-1 ground station's parameters and design, and build the preselector module. The work is done in collaboration with the team of student satellite ESTCube-1.

The signal that is received at the ground station has a very low level and can be easily affected by various natural or artificial noise sources. Interfering or internal reflected signals may also cause disturbances. As a result of this, the received signal might be lost. In order to demodulate and process the received signal with the minimum level of bit-error-rate (BER), the signal-to-noise-ratio (SNR) should be as good as possible.

In order to make the received signal useful it is necessary to design and build the preselector module for the ground station. The preselector module helps to minimize noise level, amplifies the signals only in the desired bandwidth, increases signal-to-noise ratio and sensitivity to the receiver, suppresses harmonics and internal reflections and splits signal between SDR and transceiver.

Chapter 1 describes the main purpose and location of the preselector module at the ground station. This chapter also includes an overview of the module's block diagram and problems needed to be solved.

Chapter 2 gives an overview of the components to be used to build the module accompanied with the description of their principal work, verification, tuning and soldering.

Chapter 3 describes the mechanical enclosure including the placement of components and mechanical design.

Chapter 4 consists of component level and system level testing including the analysis and the author's suggestions for improving the parameters of the ground station.

Building, testing and writing lasted for three and a half months. During this time the author was given practical knowledge about electronics and practical RF design and using of solid state measurement equipment.

PROGNOSTILISTE RAADIOSONDIDE LIIKUMISDIAGRAMMIDE JOONESTAMISE AUTOMATISEERIMINE

KERTTU MAIDLA
Juhendaja Aarne Männik

Märksõnad: lennuohutus, raadiosondid, automatiseerimine, programmeerimine

Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut (EMHI), mis oma tööülesannetest lähtuvalt tegeleb Eestis õhukihtide sondeerimisega, saadab ligikaudu pool tundi enne raadiosondi teele laskmist Lennuliiklusteeninduse AS-i vanemlennujuhile kokkulepitud standardsel kujul kaardi, millel on kujutatud sondi arvestuslik teekond. Sellega tagatakse, et oht õhusõidukil meteoroloogilise sondiga kokku põrkuda oleks minimaalne.

Raadiosondi tõusmisel kuni 35 kilomeetri kõrgusele on, tiheda lennuliiklusega õhuruumis, sondil reaalne oht õhusõidukiga kokku sattuda. Kuigi õhku saadetava raadiosondi süsteemi kaal jääb üldjuhul alla kahe kilogrammi, ei saa siiski väita, et kokkupõrge õhusõidukiga oleks täiesti ohutu. Et aidata tagada turvalisust, koostavad lennumeteoroloogid prognostilisi raadiosondide liikumisdiagramme. Viimased edastatakse Lennuliiklusteeninduse AS-le, mis tegeleb Eestis lennuliikluse ohutu juhtimisega.

Lõputöö eesmärk oli automatiseerida Tallinn–Harku aeroloogiajaamast väljalastavate raadiosondide prognoositavate liikumisdiagrammide joonestamine. Selleks võeti aluseks EMHI lennumeteoroloogia osakonna juhend „Raadiosondi liikumise skeemi koostamise reeglid“, mille põhjal sünoptikud seni käsitsi raadiosondide liikumisdiagramme koostasid. [1]

Töö käigus koostatud programmi ülesandeks on luua olemasolevat metoodikat järgides õhuruumi kaart veebilehele sisestatud andmete alusel. Valmis tarkvara, mis kaardi moodustamisel arvestab veebivormi sisestatud kuue eri kõrgustaseme tuule kiirust ja suunda ning kasutaja valitud kaardi suurust. Kaardil on kujutatud raadiosondi ennustatav liikumistrajektor vastavalt etteantud tuule suundadele ja kiirustele. Töö teostati kasutades programmeerimiskeelt Python ja selle lisamooduleid *basemap* ja *matplotlib*. Veebilehe ja programmi andmevahetuse toimimiseks kasutati Apache'i veebiserveri moodulit *mod_python*. Süsteemi väljundiks on veebileht, millel kuvatakse raadiosondi trajektooriga õhuruumi kaart.

Raadiosondide prognostiliste liikumisdiagrammide joonestamise automatiseerimiseks valminud süsteem koosneb kahest komponendist:

- 1) veebivorm tuuleandmete sisestamiseks ning prognostiliste diagrammide kuvamiseks,
- 2) programm trajektooride arvutamiseks ning diagrammi loomiseks.

Esimese osa ülesandeks on kuvada veebileht, millel on kasutaja jaoks sisestuskastid erinevate kõrgustasandite tuuleandmete jaoks. Leht edastab sisestatud andmed veebiserverile, viidates Pythonis kirjutatud programmifailile, mis saadud andmetega edasi toimetab. Ühtlasi on veebiosa ülesanne näidata kasutajale programmi loodud raadiosondi liikumistrajektooriga kaardipilti.

Teise osa ülesandeks on veebiserverist saadud andmete põhjal koostada vajalikus suuruses Eesti kontuuriga aluskaart, millele on kantud lennujuhtidele ja pilootidele olulised ettekandepunktid ja nimetatud punkte ühendavad marsruudid. Kaartide kujunduses ja elementide valikus on lähtutud töö valmimisajal kehtinud Lennundusteabe kogumikust (*Aeronautical Information Publication* ehk AIP). Samuti on kaardil kujutatud kahekraadise vahega meridiaanid ja paralleelid. Lisaks aluskaardile joonestatakse tuulte andmeid kasutades raadiosondi prognoositav liikumistrajektoor.

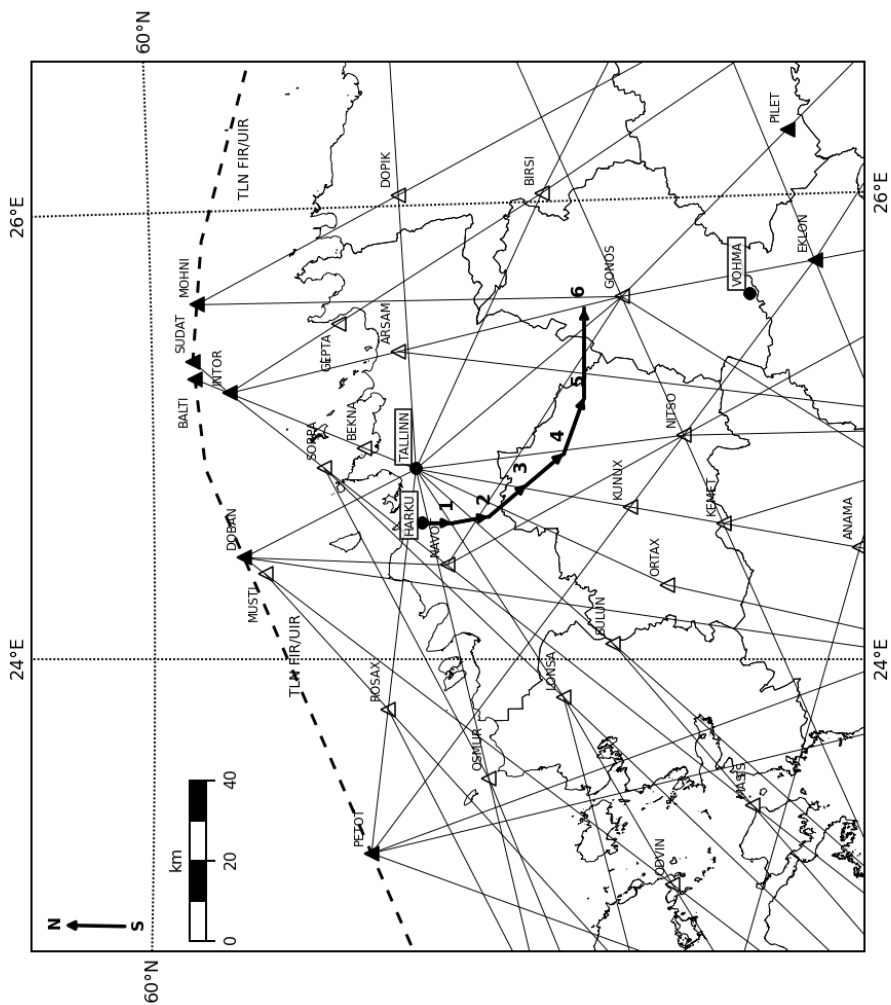
Valminud tarkvara on testitud ja võeti operatiivselt kasutusele EMHI lennumeteoroloogia osakonnas. Tulevikus on mõeldav süsteemi täielik automatiseerimine kasutades numbrilisest ilmaennustusmudelitest saadavaid prognoositud tuule parameetreid.

Viited

Raadiosondi liikumise skeemi (plank AV-9) koostamise reeglid. Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudi lennumeteoroloogia osakond. 2009.a (dokument)

K. Maidla. *Prognostiliste raadiosondide liikumisdiagrammide joonestamise automatiseerimine: lõputöö, juhendaja Arne Männik.* Eesti Lennuakadeemia, Tartu 2011.

Kasutatud kirjanduse nimekiri sisaldab 16 allikat.



Joonis 1. Kasutaja andmetega kaart raadiusega 100 km

SUMMARY

AUTOMATING THE PLOTTING OF PROGNOSTIC RADIOSONDES MOVEMENT DIAGRAMS

Key words: automatization, programming, prognostic radiosonde, safety

The aim of the current graduation thesis is to automate the plotting of prognostic radiosonde movement diagrams used at the Aviation Meteorology Department of the Estonian Meteorological and Hydrological Institute. The prognostic radiosonde movement diagrams are important in ensuring aviation safety. During the ascent of the weather balloon to a height of 35 kilometres, a real danger of collision with an airplane exists in dense air traffic conditions. Although radiosonde systems are rather small, the danger is not negligible. Therefore, there is a need for air traffic controllers to be aware of the position of the launched weather balloons carrying radiosondes.

In the process of automating the plotting of prognostic radiosonde movement diagrams dedicated software was developed. Its purpose is to collect information on wind speeds and angles from the duty forecaster using a web page. The size of the desired plot can also be regulated using this software. The output of the system is an aviation chart on which the path of the prognostic radiosonde is plotted. The software was developed using the Python programming language and its modules, *basemap* and *matplotlib*. In the Apache web server a program called *mod_python* was also used for exchange of data between the web page and the program. The system has been tested and installed at the Aviation Meteorology Department of the Estonian Meteorological and Hydrological Institute. In the future it is possible to further automate the entire system using wind parameters from numerical weather prediction models.

NÕUDED KÕNESID EDASTAVALE INTERNETIVÕRGULE LENNUNDUSES

NELE ANDRESEN
Juhendaja Kalev Märtens

Märksõnad: lennuliikluse juhtimine, internetipõhine kõne edastus, võrgutehnoloogia, side

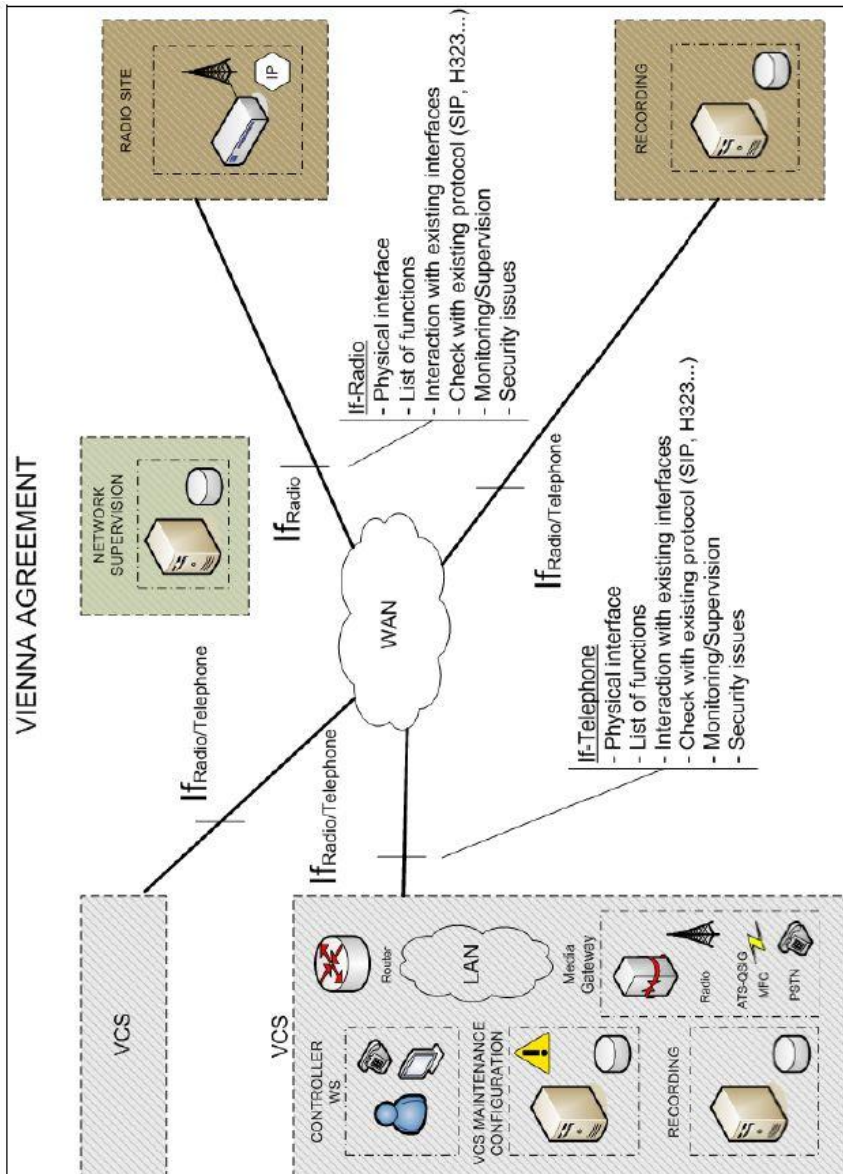
Internetipõhist kõne edastuse tehnoloogiat VoIP (*Voice over Internet Protocol*) on lennunduses kasutama hakatud suhteliselt hiljuti. 2010. aasta lõpu seisuga on ainult üks lennuliiklusteenindust pakkuv ettevõtte juurutanud VoIP-i terves lennuliikluse juhtimise maapealses sides. Tegemist on Rumeenia lennuliiklusteeninduse ettevõttega ROMATSA (*Romanian Air Traffic Services Administration*). Euroopa Lennuliikluse Ohutuse Organisatsioon EUROCONTROL (*European Organisation for the Safety of Air Navigation*) planeerib alustada VoIP-tehnoloogia juurutamisega maapealses lennuliiklusteeninduses aastal 2013 ja lõpetada aastal 2020. [1]

Töö eesmärk on välja töötada loetelu nõuetest lennunduses kehtivale standardile vastava kõnevõrgu projekteerimiseks, mis on kasutatav ka VoIP-kõnevõrgu tehnilise auditi läbiviimiseks lennundusettevõttes. Toodud eesmärgi saavutamiseks on püstitatud järgnevad ülesanded:

- Analüüsida lennunduses kehtivat rahvusvahelist standardit “*Network Requirements and Performances for Voice over Internet Protocol (VoIP) Air Traffic Management (ATM) Systems*”.
- Analüüsida teisi VoIP-tehnoloogiat käsitlevaid standardeid ja teaduskirjandust.
- Koostada loetelu nõuetest internetipõhise kõnevõrgu auditeerimiseks ja projekteerimiseks.

Oma töö koostamisel võtab autor aluseks Euroopa Tsiviillennunduse Seadmete Organisatsiooni EUROCAE (*the European Organization for Civil Aviation Equipment*) standardi ED-138. Eelnimetatud standardi ametlik nimetus on “*Network Requirements and Performances for Voice over Internet Protocol (VoIP) Air Traffic Management (ATM) Systems*”. Standard kirjeldab nõudeid lennuliiklusteeninduses kasutatavale internetivõrgule, millel põhineb VoIP-tehnoloogia.

VIENNA AGREEMENT



Joonis 1. VoIP-tehnoloogia rakendamise mõjupiirkond [2]

Lõputöö koosneb kolmest peatükist. Esimeses osas on antud ülevaade internetipõhise kõne edastamise tehnoloogiast. Käsitletakse kõnesüsteemi komponente, protokolle ja praeguse lennuliiklusteeninduse kõnesüsteemi muutmise vajadusi. Teine peatükk keskendub EUROCAE standardi ED-138 nõuetele ja nende rakendamise võimalustele. Kolmandas peatükis on toodud töö tulemusena lennunduse standarditele vastav eestikeelne nõuete loetelu kõnesid edastavale internetivõrgule.

Nõuete loetelu on juhend lennundusettevõtte töötajale, kes projekteerib internetivõrku kõne edastamiseks lennuliiklusteeninduse maapealses osas või auditeerib olemasolevat VoIP-võrku. Loetelu saab rakendada ka Eesti Lennuakadeemia lennunduse side ja navigatsiooni osakonna andmeside- ja infoteadlusseadmete käitamise eriala õppetöös, loengute ja laboritööde ettevalmistamisel. Tegemist on minimaalse nõuete komplektiga, mida on tarvis täita VoIP-tehnoloogia kasutamiseks lennuliiklusteeninduse maapealses osas.

Nõuded on süstematiseeritud ja jaotatud järgmise nelja teema järgi:

- IP-võrk ja teenused,
- võrgu funktsionaalsus ja jõudlus,
- võrguhaldus ja protseduurid,
- ohutus ja turvalisus.

Loetelu on vormiliselt koostatud järgmiselt: rõhutatud kirjas on märgitud nõue, mille järel on viide standardile. Autor lisab selgituse nõude mõistmiseks ja rakendamiseks. Võrgu projekteerimisel tuleb jälgida, et kõik nõuded oleks täidetud. Iga uue nõude täitmise korral tuleb uuesti testida, kas eelmisena rakendatud nõue on jätkuvalt täidetud.

Kõne edastava internetivõrgu auditeerimiseks on vaja jälgida teenuse kvaliteeti ekstreemsetes oludes, tuleb rünnata võrku turvalisuse kontrollimiseks (parema tulemuse saamiseks kasutada ründajat, kes ei tunne konkreetset testitavat süsteemi), tuleb teostada kvaliteedi parameetrite mõõtmisi (näiteks spetsiaalse VoIP-testeriga), võrgu varunduse kontrollimiseks tuleb mõni võrguühendus katkestada ja jälgida süsteemi toimimist olulise võrgukomponendi rikke korral. Testida süsteemi käideldavust elektrikatkestuste korral.

Viited

Popescu, L., Thigpen, D. Internet technology for voice communication – Skyway Magazine, EUROCONTROL, 2010, no. 54, pp. 31.ED-138:

Network Requirements and Performances for Voice over Internet Protocol (VoIP) Air Traffic Management (ATM) Systems Part 1: Network Specification. EUROCAE, 2009, pp. 38.

N. Andresen. *Nõuded kõnesid edastavale internetivõrgule: lõputöö, juhendaja* Kalev Märtens. Eesti Lennuakadeemia, Tartu 2011.

Kasutatud kirjanduse nimekiri sisaldab 16 allikat.

SUMMARY

NETWORK REQUIREMENTS FOR VOICE OVER INTERNET PROTOCOL IN AVIATION

Key words: Voice over Internet Protocol, Air Traffic Management, communication, network requirements

Voice over Internet Protocol (VoIP) is a relatively new technology in aviation. Only one air navigation service provider (ANSP), the Romanian Air Traffic Service Administration (ROMATSA), has adopted this Internet technology for all ATM (Air Traffic Management) ground voice communications based on information publicized by EUROCONTROL (European Organisation for the Safety of Air Navigation) in the “Sky Magazine” at the end of 2010. EUROCONTROL is planning to start the deployment of VoIP across Europe in 2013 and to finalise it by 2020. Voice ATM communications are mainly used for coordination by planning controllers located in adjacent air traffic service (ATS) units, for communication between ANSP’s employers and also for ATS control between the executive air traffic controllers (ATC) and pilots. In the latter case, the use of VoIP technology is provided on the ground segment (ATC working position to ground radio station) of this communication chain. [1]

There are three major factors driving the migration to Voice over Internet Protocol for air traffic management communication services: the pressure on ANSPs to reduce costs, the demand for interoperability between ATM entities and the fact that telecom service providers are moving to cheaper backbone technologies and phasing out their legacy analogue services [2].

This study is based on the standard ED-138: Network Requirements and Performances for Voice over Internet Protocol (VoIP) Air Traffic Management (ATM) Systems developed by EUROCAE (the European Organization for Civil Aviation Equipment) with cooperation from EUROCONTROL, European industry and ANSPs.

The author gives an overview of the VoIP technology and its components in the first chapter. In the second chapter the author explains network requirements and performances for VoIP in ATM systems. In the last chapter the author compiles requirements based on the standard, arranges these in the checklist and adds explanations and/or schemes for the requirements. The checklist is important for Estonian Air Navigation Service, which is planning to set up a new network for VoIP technology in the next few years.

References

Popescu, L., Thigpen, D. Internet technology for voice communication – Skyway Magazine, EUROCONTROL, 2010, no. 54, pp. 31.

Voice over IP for ATM- ready for deployment- Airspace, 2011, Issue 12, pp. 23.

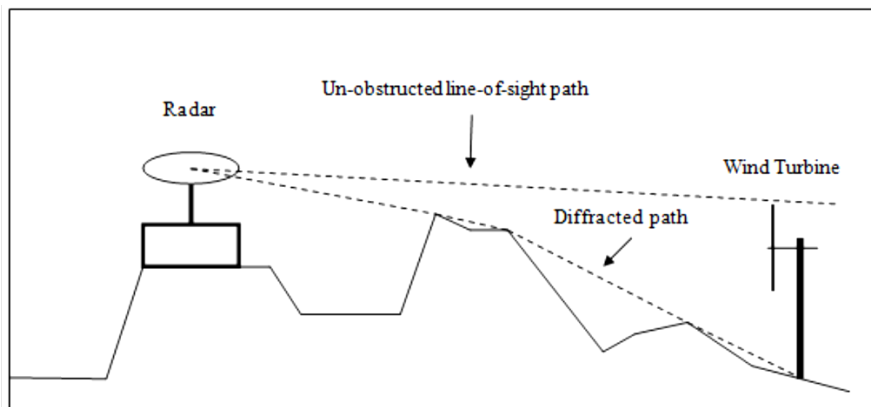
TUULEPARGID JA NENDE MÕJU RADARITELE

DIANA ŠKATOVA

Juhendajad Urve Madar (TTÜ mag. töö), Dan Sakarias (ELA lõputöö)

Märksõnad: radarid, tuulepargid, tuulegeneraatorid, tuuleenergia, Eesti

Tuuleenergia on üks paljudest „rohelistest” energiatootmise liikidest. Tuuleenergiat on inimkond kasutanud juba ammustest aegadest, kuid just praegusel ajal nähakse tuuleenergiat üht arvestatavaimat tuleviku energialiiki. See on ülemaailmselt tuntud ja kõige kiiremini arenev ja kasutamist leidv energiaallikas. Puhas ja efektiivne kaasaegne tehnoloogia, mis leiab laialdast kasutamist elektrienergia tootmisel. Tuuleenergeetika on läbinud pika arengutee sellest ajast, kui 30 aastat tagasi püstitati esimesed katse-tuulegeneraatorid.



Joonis 1. Tuuleturbiin on osaliselt on varjutanud radari, mis asub mäel (autori joonis)

Praegu kasvab maailmas avaliku ja erasektori huvi tuuleenergia abil tekitatava elektrienergia vastu. Tuuleenergia tootmist iseloomustab jäätmevaba ja efektiivne kaasaegne tehnoloogia. Kuid suur tuuleparkide arv tekitab riigile teatud julgeoleku ja lennuohutuse riske, mida selle töö autor käsitles nii oma Eesti Lennuakadeemia (ELA) lõputöös kui TTÜ-s koostatud ja kaitstud magistritöös.

Tuuleparkide rajamine, tuuleturbiinide arvukuse kasv, nende kandemastide suur kõrgus ja turbiinide tuulelabade pöörlemine esitavad tehnilisi väljakutseid radarisüsteemide tõhususele, mida tuleb hoolikalt hinnata iga konkreetse juhtumi puhul eraldi. Probleem on oluline, sest sellest võib sõltuda nõuetekohase sõjalise

valmisoleku tagamine ning ka ohutuse tagamine tsiviillennunduses. Eestis on see probleem väga terav, sest territoorium on suhteliselt väike ja tuulepargid asuvad radaritele piisavalt lähedal, et avaldada neile kahjulikku mõju. Igal aastal kasvab Eestis tuuleturbiinide arv: 2011. aasta lõpu seisuga oli Eestis töös 85 elektrituulikut koguvõimsusega 184 MW.

Lõputöö eesmärgiks oli koguda kirjanduse põhjal andmeid ja koostada ülevaade tuuleparkide mõju kohta radaritele ning leida võimalikud lahendused nende mõjude vähendamiseks. Magistritöö eesmärgiks oli analüüsida konkreetsete tuuleparkide võimalikke mõjusid radaritele Eesti territooriumil, ning anda soovitusi nende mõjude vähendamiseks.

Lõputöös leiti, et tuuleturbiinid segavad oluliselt radarite tööd. Eestis on see probleem aktuaalne, sest mitmed tuulepargid paiknevad riigipiiri lähedal, kus asuvad ka õhuseireradarid.

Töö tulemusena on välja toodud tuuleturbiinide olulisemad mõjutused õhuseireradaritele:

- signaali varjumine;
- signaali kadu seadme lävetundlikkuse vähenemise tõttu;
- signaali moonutused;
- peegeldushäired radaripildis.

Töös on välja töötatud järgmised soovituselised mõjutuste vähendamiseks radarisüsteemis:

- muudatused radari andmetöötluses;
- kasutada täiendavaid radareid;
- radari paigutuse muutmine.

Tuuleturbiinide juures kasutatavad meetmed:

- *Stealth*-kate labadele;
- tuulegeneraatorite mastide kõrguse muutmine;
- tuuleparkide asukoha muutus;
- tuulegeneraatorite asendiplaani muutmine.

Magistritöö raames läbiviidud analüüs näitas, et Eesti tuulegeneraatorid asuvad radari töötsooni ohtlikul piiril. Hoolimata asjaolust, et analüüsis on kasutatud simuleeritud andmeid (radari antenni kõrgus), on nad lähedal reaalsele olukorrale ja töötulemuste analüüs näitas, et Eesti tuulegeneraatorid võivad mõjutada radarite tööd.

Eesti õhuväe üks peamisi ülesandeid on tagada terviklik õhuseirepilt: jälgida, mis täpselt toimub nii Eestis kui ka riiki ümbritsevas õhuruumis. Eesti riik ei ole nii võimas ja rikas, et iseseisvalt tagada endale oma õhuseire- ja hävituslennuväge, mistõttu tagab Eestile ning ka Lätile ja Leedule õhuturvet NATO. Samas peab terviklik radaripõhine õhuseirepilt olema kõigil kolmel nimetatud riigil. Korralik radaripilt võimaldab rahuajal avastada meie õhupiiride läheduses lendavaid lennudevahendeid ning tagab ka eelhoiatuse võimaliku konfliktiohu tekke korral.

Kvaliteetset terviklikku radaripilti ei ole vaja mitte ainult militaarsetel eesmärkidel, vaid seda on ka vaja tsiviillennunduses. Lennujuhid peavad omama täpset, ilma häirete ja valede sihtmärkideta radaripilti, sest sellest võib sõltuda sadade lennureisijate elu.

Kuna tuul on rikkalik energiaallikas ning tuuleenergiast on saanud tänaseks arvestatav alternatiiv heitmeid tekitavatele fossiilkütustele, peavad energiatootjad leidma kompromissi ja kooskõlastama tuuleparkide projektid Kaitseministeeriumiga ja teiste radarite valdajatega, et vähendada tuuleparkide mõju radaritele.

Autor esitab oma töös kõige efektiivsemad võimalikud tuuleturbiinide kahjulike mõjude vähendamise meetodid, mida on võimalik Eestis kasutada: muudatused radari süsteemis ja tuuleparkide loomine avamerele.

Lõpu- ja magistritöö on kasutatav õppematerjalina Eesti Lennuakadeemias radartechnoloogia käsitlemisel.

Viited

D. Škatova. *Tuuleparkide mõju radaritele*: magistritöö, juhendaja Urve Madar. Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn 2012.

D. Škatova. *Tuuleparkide mõju õhuseireradaritele*: lõputöö, juhendaja Dan Sakarias. Eesti Lennuakadeemia, Tartu 2010.

SUMMARY

WIND FARMS AND THEIR EFFECT ON RADARS

Key words: radars, wind farms, wind generators, wind power

The purpose of this work is primarily to give a review of the effect of wind farms on air surveillance radars in Estonia. There is a growing public and private sector interest in generating electrical power using wind energy. The numbers, height and rotation of the wind turbines present technical challenges to the effectiveness of radar systems that must be carefully evaluated on a case-by-case basis to ensure military readiness is maintained. The main idea of the work is to conduct a review of the effects of wind farms on air defence radars and the resulting potential impact on military readiness.

RINGHÄÄLINGU MÕJU HINDAMINE LENNUK-MAA RAADIOSIDELE

ALLA TŠORNENKAJA
Juhendaja Kalev Märten

Märksõnad: superheterodüünvastuvõtja, mittelineaarsed moonutused, intermodulatsioon, vastuvõtja blokeerimine, FM-ringhäälingusaatjad.

Töö eesmärk on hinnata FM-ringhäälingusaatjate mõju maapealsele lennuside raadiovastuvõtu kvaliteedile. Eraldi analüüsi objektiks on vastuvõtutingimused Tallinna, Tartu ja Pärnu lennujaamas.

Lõputöö koosneb kolmest peatükist. Esimeses antakse ülevaade superheterodüünvastuvõtja parameetritest, kirjeldatakse raadiovastuvõtja töö printsiipi, signaalitöötluse astmeid ning neis tekkivaid moonutusi. Teises peatükis kaardistatakse lennundussidet enammõjutavate ringhäälingusaatjate asukohad ning nende kriitilise mõju levialad Tallinnas, Tartus ja Pärnus, kasutades *GoogleMapi* vastavat kaarti. Mõõdetakse lennundusdiapasooni raadiojaama ICOM A-110 vastuvõtlikkust FM-signaalidele vastavalt Euroopa standardi ETSI EN300676 nõuetele, arvutatakse välja saatjate signaalide tugevused lennuväljadel ning võimalikud intermodulatsiooni komponentide kombinatsioonid, kasutades *Microsoft Excel* programmi. Kolmandas peatükis on toodud mõõtmis- ja arvutustulemuste analüüs, mille põhjal antakse hinnang, millises ulatuses FM-ringhäälingusaatjad häirivad raadioside kvaliteeti piloodi ja lennujuhtimisüksuse vahel.

Uurimistöö käigus saadud tulemuste põhjal võib järeldada, et kõige ohtlikum situatsioon on Tallinna lennujaamas, kus lennuliiklus on oluliselt suurem võrreldes Tartu ja Pärnu lennujaamadega. Klassikaraadio (106,600 MHz), Vikerraadio (104,100 MHz) ja Raadio 2 (101,600 MHz) FM ringhäälingusaatjate signaalide tugevused lennuväljal on oluliselt kõrgemad, kui mõõdetud vastuvõtja blokeerimislävi –30 dBm. Klassikaraadio välja tugevus on –16 dBm, mis ületab lubatud taseme –30 dBm 25 korda, Vikerraadio signaali tugevus on –15,87 dBm, mis ületab blokeerimisläve 26 korda ning Raadio 2 tugevus on –15,66 dBm, mis ületab blokeerimisläve 27 korda. Klassikaraadio sagedus asub FM-ringhäälingudiapasooni ülemises piiris, seega lähim lennundusdiapasoonile. Järelikult on suurem tõenäosus, et selle raadiojaama signaal lennuväljal võib blokeerida kasulikku signaali lennukilt.

FM-ringhäälingusaatjate signaalide intermodulatsiooni komponendid mõjutavad kõige rohkem häireolukorra signaali sagedusel 121,500 MHz. Kuigi häireolukorra sagedust ei kasutata pideva raadioside pidamiseks, kasutatakse seda

häireolukordades, kus halva side kvaliteet võib olla ohu allikaks. Samuti langeb SKY Raadio (98,4 MHz) ja Ring FM-i (105,8 MHz) tekitatud viiendat järku intermodulatsiooni komponent kokku Tallinna lennujuhtimistorni sagedusega 120,600 MHz. Intermodulatsiooni komponendid ning neid tekitavad FM-raadiosaatjad on esitatud koondtabelis 4.1. Need komponendid võivad esineda reaalsete signaalidena ning oluliselt vähendada kasuliku signaali kvaliteeti.

Tabel 4.1. Olulisemate intermodulatsiooni komponentide koondtabel Tallinna lennuväljal.

IM järk	Raadio nimetus			Raadio nimetus			IM
5.	SKY Raadio	98,400	-25,38	RING FM	105,800	-32,21	120,600
3.	SPIN FM	88,300	-27,31	EURO FM	104,900	-28,88	121,500
5.	Raadio SKY PLUS	95,400	-25,11	Vikerradio	104,100	-15,87	121,500
5.	Raadio 4	94,500	-15,03	Raadio Tallinn	103,500	-27,36	121,500
5.	STAR FM	96,600	-27,41	EURO FM	104,900	-28,88	121,500

Allikas: Autori koostatud tabel.

Tuleb arvestada ka seda, et intermodulatsiooni komponentide ribalaius on suur ning esinevad sageduslikud komponendid, mille sagedus ei lange kokku kasuliku signaali sagedusega, kuid asuvad selle lähedal ning katavad oma ribalaiusega kasuliku signaali. Sellised komponendid võivad avaldada kahjulikku mõju vastuvõetava signaali kvaliteedile. Arvestades kõiki töös saadud tulemusi ei saa väita, et ICOM A-110 võib Tallinna Lennujaamas härevabalt töötada.

Tartu lennuväljal on kõige võimsam signaal KUKU Raadiol (100,200 MHz) tugevusega –25,30 dBm ning RING FM-l (104,700 MHz) tugevusega –28,70 dBm. Seega KUKU Raadio ületab blokeerimisläve –30 dBm 3 korda ja RING FM 1,3 korda.

Raadio 2 (96,3 MHz) ja Ring FM (104,7 MHz) tekitavad viiendat järku intermodulatsiooni komponenti häireolukorra signaaliga võrdsel sagedusel 121,500 MHz. Raadio 2 ja Ring FM raadiojaamade signaalide tugevused Tartus ei ületa mõõdetud lubatud taset –27 dBm. Klassikaraadio (90,3 MHz) ja Ring FM (104,7 MHz) tekitavad viiendat järku intermodulatsiooni komponenti sagedusel 133,500 MHz, mis ei lange kokku Tartu lennujuhtimistorni sagedusega 133,900 MHz, kuid oma ribalaiusega katab selle üle. Arvestades kõiki saadud tulemusi on võimalik, et ICOM A-110 töös esinevad häired Tartu Lennujaamas.

Pärnu lennuväljal on kriitilise tugevusega –19,91 dBm Raadio 2 (102,300 MHz), –20,12 dBm Vikerraadio (104,800 MHz) ja –20,33 dBm Klassikaraadio (107,300 MHz). Raadio 2 ja Vikerraadio ületavad blokeerimisläve umbes 10 korda ning Klassikaraadio umbes 9 korda, kuid olemasolevate raadiojaamade hulgast asub Klassikaraadio sagedus lennundusdiapasoonile kõige lähemal.

Päikeseraadio (92,7 MHz) ja Raadio 2 (102,3 MHz) tekitavad viiendat järku intermodulatsiooni komponenti häireolukorra signaaliga võrdsel sagedusel 121,500 MHz. Selgus, et ükski kolmanda ega viienda järgu intermodulatsiooni komponent ei mõjuta AFIS-sagedust 135,300 MHz. Arvestades kõikide saadud tulemustega, ei saa väita, et ICOM A-110 töötaks Pärnu lennuväljal häirimatutes vastuvõtutingimustes.

Selleks, et vältida FM-ringhäälingu signaalide sidevastuvõtjasse sattumist, tuleb kasutada vastuvõtja sisendastmes filtreerivaid elemente. Kirjeldatud situatsioonide parandamiseks tuleb suurendada raadiovastuvõtja sageduslikku selektiivsust nii palju kui võimalik.

Tehtud analüüs ei tähenda, et raadiovastuvõtjad pole üldse võimelised opereerima uuritavates lennujaamades, vaid tähendab seda, et vastuvõtjate töös esinevad häireid FM-ringhäälingusaatjate signaalide tõttu. Selle lõputöö põhjal on võimalik hinnata riske, mis on seotud maapealse raadioside kvaliteediga lennujaamades, ning ennetada võimalikke probleeme, mis tekivad FM-ringhäälingusaatjate tõttu.

Viited

Märtens K. *Raadiomõõtmised lennunduses*: loengumaterjalid, Eesti Lennuakadeemia 2011.

Poole, Ian. *Newnes Guide to Radio and Communications Technology*. Oxford: Elsevier Science Ltd., 2003.

[http://books.google.ee/books?id=N9ta5fV7wn0C&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false] 1.05.2012 – 1.09.2012.

A. Tšornenkaja. *Ringhäälingu mõju hindamine lennuk-maa raadiosidele: lõputöö,* juhendaja Kalev Märtens. Eesti Lennuakadeemia, Ülenurme 2012.

Kasutatud kirjanduse nimekiri sisaldab 18 allikat.

SUMMARY

EVALUATION OF RADIO RECEIVER PARAMETERS AT AIRPORTS

Key words: receiver blocking, intermodulation, superheterodyne receiver, nonlinear distortions, FM broadcast transmitters

The purpose of this thesis is to estimate the impact of the FM radio broadcast transmitters on aeronautical radio communication quality. Cases for study are signal reception conditions at Tallinn, Tartu and Pärnu airports.

The first chapter describes the superheterodyne receiver parameters, principle of operation, the signal processing steps and the possible interference occurrence due to the nonlinearity of the RF receiver. The second chapter presents the analysis which relies upon the theoretical calculations and practical measurements done with air-band transceiver ICOM A-110 in compliance with the European standard ETSI EN300676. The third chapter presents the results of the analysis performed and the conclusions regarding the seriousness of the FM radio broadcast transmitters' influence on aeronautical radio communication.

Based on the results obtained, the most dangerous situation is at Tallinn airport, where the air traffic is significantly higher than at Tartu and Pärnu airports. The FM broadcast signal strengths, which significantly exceed the measured allowed blocking threshold of -30 dBm are: Klassikaraadio (106.600 MHz) with strength of -16 dBm, Vikerraadio (104.100 MHz) with strength of -15.87 dBm and Radio 2 (101.600 MHz) with strength of -15.66 dBm. This means that Klassikaraadio is 25 times stronger, Vikerraadio is 26 times and Radio 2 is 27 times stronger than the blocking threshold.

Intermodulation products produced by FM signals mostly influence the emergency frequency 121.500 MHz. Even though the emergency frequency is not used for permanent communication and is only used for emergency cases, the interference on this frequency can lead to serious consequences. Moreover, the fifth order intermodulation product produced by SKY Radio (98.4 MHz) and Ring FM (105.8 MHz) matches with Tallinn air traffic control tower frequency of 120.600 MHz. According to the results of the research, it is understandable that the ICOM A-110 would not operate undisturbed in RF area conditions at Tallinn airport.

At Tartu airport the FM broadcast signals, which exceed the measured allowed blocking threshold are: Kuku Radio (100.200 MHz) with strength of -25.30 dBm and RING FM (104.700 MHz) with strength of -28.70 dBm. This means that Kuku Radio is 3 times stronger and RING FM is 1.3 times stronger than the blocking threshold.

The fifth order intermodulation product produced by Radio 2 (96.3 MHz) and Ring FM (104.7 MHz) matches the emergency frequency 121.500 MHz. There is also an intermodulation product produced by Klassikaraadio (90.3 MHz) and Ring FM (104.7 MHz) with frequency 133.500 MHz, which does not match with Tartu air traffic control tower frequency of 133.900 MHz but overlaps it with bandwidth. In this situation, it is impossible to guarantee undisturbed work of ICOM A-110 in RF area conditions at Tartu airport.

At Pärnu airport the FM broadcast signals, which exceed the measured allowed blocking threshold are: Radio 2 (102.300 MHz) with strength of -19.91 dBm, Vikerraadio (104.800 MHz) with strength of -20.33 dBm and Klassikaraadio (107.300 MHz) with strength of -20.33 dBm. This means that Radio 2 and Vikerraadio are 10 times stronger and Klassikaraadio is 9 times stronger than the blocking threshold.

Furthermore, the fifth order intermodulation product produced by Päikeseraadio (92.7 MHz) and Radio 2 (102.3 MHz) matches the emergency frequency 121.500 MHz at Pärnu airport. It is also found that none of the third or the fifth order intermodulation products is affecting the AFIS frequency of 135.300 MHz. As a conclusion, it is still impossible to guarantee undisturbed work of ICOM A-110 in RF area conditions at Pärnu airport.

In order to avoid the interference of FM broadcast signals in aeronautical radio communication receivers, the receiver front-end stage should be provided with filtering elements. To improve the situation described above, the selectivity of the radio receiver front-end stage should be made as good as possible.

The analysis conducted does not mean that the receivers are not able to operate at all at the airports under research, but it means that the operation of the receivers can be interfered by FM radio transmitters broadcast signals. According to the results of the analysis, it is possible to evaluate the risks related to the ground radio communication quality and prevent potential problems in the operation of the receivers, which can arise from the FM broadcast transmitters operation.

References

Märtens K. *Radio measurements in aviation*: lecture notes, Estonian Aviation Academy 2011.

Poole, Ian. *Newnes Guide to Radio and Communications Technology*. Oxford: Elsevier Science Ltd., 2003.

[http://books.google.ee/books?id=N9ta5fV7wn0C&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false] 1.05.2012 – 1.09.2012.

B – ÕHUSÕIDUKI JUHTIMINE

SAATEKS

Üheks Eesti Lennuakadeemia olulisemaks koolitussuunaks on läbi aegade olnud Eesti lendurite järelkasvu tagamine. Sellega tegeleb lennukoolitusosakond, mille lõpetamisel saavad üliõpilased lisaks rakenduslikule kõrgharidusele ka ametpiloodi kutse.

Piloodikoolitus ei tähenda ainult kitsa silmaringiga pilootide õpetamist, vaid professionaalsete lendurite ettevalmistust. Et hästi hakkama saada oma tulevasel erialal, on vaja omandada mitte ainult vajalikke kutsealaseid teadmisi, vaid ka laialdasi teadmisi kogu lennunduse valdkonnast, samuti ka lennundusega seotud teistest valdkondadest. Lennunduses on kõik spetsialistid läbi oma töö tihedalt omavahel seotud ning ainult hea koostöö nende vahel võimaldab luua vajaliku sünergia, et lennundus teiste transpordiliikide kõrval edukalt tegutseda saaks.

Eduka tegutsemise üks eeldusi lennunduses on lennuohutus, mille eest lõviosa vastutusest langeb pilootidele. Piloodi üks eripärasid on see, et temal on alati võimalus parandada maaapealsete teenistuste võimalikke vigu lendude teenindamisel, kuid tema vigu lennu ajal ei saa maa pealt parandada mitte keegi. Seega on pilootide õpetamise kõrval suur tähtsus nende kasvatusel. See tähendab, et tuleb välja arendada piloodi elukutsele omased professionaalsed hoiakud, käitumine, vastutustunne, sihikindlus, oskus kasutada omandatud teadmisi oma igapäevases töös, oskus ja suutlikkus tegutseda keerulises olukorras nii õhus kui ka maa peal.

Piloodikoolituse protsess annab kõik võimalused laialdaste, ja mitte ainult lennundust puudutavate teadmiste omandamiseks. Üliõpilastel on võimalus, tänu meie suurepärasele koostööle teiste kõrgkoolidega, omandada teadmisi ka väljastpoolt lennuakadeemiat. Meil on uus ja suurepärane lennundusspetsialistide väljaõppeks loodud õppekorpus koos õppetööks vajalike auditooriumide, laborite, simulaatorite ja praktika läbiviimise kohtadega. Õppelendude läbiviimiseks on meie käsutuses hästi varustatud ja sisustatud Tartu rahvusvaheline lennuväli. Meie kasutuses on lennusimulaator FNPT-II MCC, mis on oma klassi tipptasemel. Üliõpilastega tegelevad professionaalsed ja kogenud õppejõud, instruktorid, eksaminaatorid.

Meil on hea meel tõdeda, et peaaegu kolmveerand meie osakonna lõpetanud pilootidest tegutseb lendavkoosseisudes. See näitab meie lõpetajate ühtlaselt head taset.

Üliõpilase üheks loominguulise ja professionaalse küpsuse taseme näitajaks on nende koostatud uurimis- ja lõputööde rakenduslik väärtus. Lennuakadeemias on kujunenud traditsiooniks kooskõlastada uurimis- ja lõputööde teemad

lennundusfirmade esindajatega, kaasata neid tööde juhendamisse, retsenseerimisse ja kaitsmiskomisjonidesse. Praktika on näidanud, et selline lähenemine uurimis- ja lõputööde koostamisele on tugevasti tõstnud tööde kvaliteeti ja rakenduslikku väärtust. Meie osakonna üliõpilased on osalenud ka lõputööde vabariiklikul konkursil. Üliõpilaste uurimis- ja lõputööde kõige suuremaks väärtuseks on siiski uute, nooruslike, mõnikord isegi liiga visioonilise suunitlusega, kuid ometi aktsepteeritavate ideede käsitlemine, nende võimalik arendamine ja praktikasse rakendamine.

Teo Kriüner

Lennukoolitusosakonna koolitusjuht

ERINEVA KULTUURILISE TAUSTAGA MEESKONNALIIKMETE KOOSTÖÖ LENNUKI KABIINIS

OLIVER ALAS

Juhendaja Kuuno Siniväli, konsultant August Kaasik

Märksõnad: meeskonnaliikmete koostöö, multikultuuriline meeskond, lennuohutus, meeskonna ressursside juhtimine

Sissejuhatus

Kuigi lennukite areng liigub pidevalt automatiseerituse suunas, on lennukimeeskonnad oma olulise rolli säilitanud. Sageli on lennukimeeskonnad rahvusvahelised ja ka mitmekultuurilised. Kuid meeskonnatöö olulisemaid aspekte on kommunikatsioon ja just nimelt see on suuresti mõjutatud meeskonnaliikmete erinevast kultuuritaustast. Erineva kultuurilise taustaga meeskonnaliikmete koostöö lennukikabiinis on suhteliselt uus, kuid väga aktuaalne teema tänases kommertslennunduses. Seetõttu on ka mitmekultuurilise keskkonna mõiste selles kontekstis detailselt defineerimata ning pole leidnud põhjalikku käsitlust. Selle lõputöö eesmärk on uurida, kas mitmekultuuriline keskkond ainuüksi on lennuohutust mõjutav faktor, leida olulisemad probleemid, mis võivad esineda mitmekultuurilise keskkonnaga meeskonna koostöös ja läheneda probleemidele erinevatest vaatenurkadest. Töös keskendutakse just kultuurilistest erinevustest tulenevate lennuohutust mõjutavate faktorite analüüsile ja lahenduste otsimisele.

Kultuuriliste erinevuste mõju analüüsimisel eristatakse viit erinevat kultuuritasandit:

- 1) erinevatest rahvuskultuuridest meeskonnaliikmete koostöö,
- 2) naissoost ja meessoost meeskonnaliikmete koostöö,
- 3) erinevatest põlvkondadest meeskonnaliikmete koostöö,
- 4) erinevatest vanusegruppidest meeskonnaliikmete koostöö,
- 5) organisatsioonikultuur.

Töös kasutatud lähenemine tugineb ICAO standarditele, mis on kehtestatud meeskonna ressursside juhtimisele (*CRM, Crew Resource Management*). CRM on meetodika lennuohutuse tõstmiseks mitmeliikmelises meeskonnas ja selle põhieesmärgiks on olemasolevate ressursside ja informatsiooni maksimaalne rakendamine ohutu ja efektiivse lennutegevuse saavutamiseks.

Sisu ja tulemused

Vastavalt ICAO standarditele peab CRM sisaldama vähemalt kuut teemat:

- kommunikatsioon;
- olukorradeadlikkus;
- probleemide lahendamine, otsustamine ja hinnangute andmine;
- juhtimis- ja kaaslusoskused;
- stressi talumine ja käsitlemine;
- kriitika.

Soovituslikult lisatakse siia oluliste teemadena veel analüüsimine ja alternatiivne mõtlemine. Meeskonna ressursside edukas juhtimine saab toimuda vaid juhul, kui ühegi eelmainitud teema raames ei esine meeskonnal puudujääke. Seejuures tuuakse välja ka standardsed probleemid, nagu julgestuse defitsiit, standardsete opereerimise protseduuride ignoreerimine, probleemid stressiga, otsustamise probleemid, emotsionaalsuse probleemid, kiirustamine, surve juhtkonnalt, distsipliini probleemid ja suhtlemisraskused. Nendele probleemidele võib negatiivse faktorina või isegi neid probleeme esilekutsuva faktorina lisanduda meeskonnaliikmete kultuuriline erinevus.

Kultuurilist erinevust analüüsitakse viiel erineval mittesubordinaarsel kultuuritasandil, millest esimene on erinevast rahvuskultuurist pärinevad meeskonnaliikmed. Siin on vajalik alajaotust veelgi täpsustada ja vaadelda eraldi alluvusvahetusi, vigade tunnistamist, arusaamist, temperamenti, religiooni ja rassilist kuuluvust. Kõik nimetatud alajaotused võivad põhjustada probleeme meeskonna koostöös. Kui näiteks rassiline eelarvamus on tänapäeva lennukimeeskondades vähelevinud, siis näiteks idamaadele omast kapteni kui ülemuse tähtsustamist, seoses sellega ka kapteni omaenda vigade mittetunnistamist ja teiste meeskonnaliikmete arvamus ignoreerimist esineb sageli ja need on olnud ka tõsiste õnnetuste põhjuseks. Üksteisest arusaamist võib raskendada ka eri kultuuridest pärit inimeste erinev kehakeel ja temperament, mis võib lõppeda kas näiteks väärsti mõistmisega või solvumisega. On esinenud ka juhtumeid, kus meeskonnaliikmed ei suuda oma usulist kuuluvust võrreldes lennuohutusega tahaplaanile seada.

Teiseks oluliseks tasandiks on eri soost meeskonnaliikmete koostöö. Kuigi viimasel ajal on paljudes arenenud riikides märgata soorollide ähmastumist, on seda teemat siiski veel vaja käsitleda. Soorollid ja nende piirid on rahvuskultuuriti väga erinevad. Siin tuleb jällegi eraldi vaadelda alluvussuhteid, rollijaotust ja suhtumist vastassugupoolde. Alluvussuhetes ja rollide jagamises võib patriarhaalse kultuuritavast meeskonnaliikmetel tekkida probleeme olukorras, kus näiteks naispiloot annab käsk meespiloodile, või kritiseerib ja teeb märkusi. On selge, et

meeskonnaliikmena peab ka naine olema täiesti võrdväärne mehega nii tegutsemises kui vastutuse kandmisel. Sellest suunast kõrvalekaldumisel kaotab otsekohe lennuohutus. Samuti tekib problemaatiline situatsioon, kui üks meeskonnaliige suhtub teisesse kui seksuaalobjekti ja peab prioriteetseks vastassugupoolele meeldida ja teda ise meelitada. Seega pole taolise meeskonnaliikme eesmärgiks vaid töökohustuste täitmine ja võib viia meeskonnatöö defitsiidi tekkeni, mis omakorda mõjub lennuohutusele.

Kolmandana vaadeldakse erinevatest põlvkondadest pärit meeskonnaliikmete koostööd. Põlvkondade all ei mõisteta antud tasandil niivõrd meeskonnaliikmete vanust, kuivõrd just erinevates majanduslikes ja ideoloogilistes keskkondades koolituse saanud meeskonnaliikmeid (nt endises NL-s vs praeguses vara-kapitalistlikus EV-s). On selge, et eri põlvkondadest meeskonnaliikmetel on väga erinevad kasvatused ja kogemused, ning samuti on väga tõenäoline, et selle baasil tekib olulisi erimeelsusi ja isegi konflikte. Põlvkondade erinevus väljendub sageli ka suhtumises organisatsioonikultuuri (kas rääkida ise oma vigadest või salata need maha), kabiini protseduurides (kas järgida täpselt või kujundada välja mingi „oma keel“, mida näiteks võõras meeskonnaliige ei pruugi mõista), või siis eeskujudes (kas eeskujuks on reegleid punktuaalselt jälgiv meeskonnaliige või siis reegleid rikkuv kavalpea, kes kunagi vahele ei jää).

Neljanda tasandina vaadeldakse erinevatest vanusegruppidest pärinevaid meeskonnaliikmeid. On arusaadav, et meeskonnaliikme töö- ja tähelepanuvõime, reageerimiskiirus, aga ka kogemused ja oskused on korrelatsioonis vanusega. Seejuures kahjuks füüsiline võimekus vanuse suurenedes väheneb, kogemused pikaajalisel töötamisel aga suurenevad. Sageli kompenseerivad suuremad kogemused meeskonnaliikme füüsilise võimekuse vähenemise. Kuid mõnelgi juhul võib esineda nii kogemuste kui võimete ebaadekvaatset hindamist. Kogenud meeskonnaliikmed võivad oma oskusi ka ülehinnata („olen alati toime tulnud, küll tulen ka siin“). Kuid ebaadekvaatset oskuste hindamist võib esineda ka väheste kogemustega pilootide puhul („ma pole sugugi kehvem kui vanad tegijad“). Ent mõlemal pilootide grupil võib esineda ka oma oskuste ja võimete alahindamist. Vanemate meeskonnaliikmete puhul tekitab ebakindlust füüsilise võimekuse langus ja nooremate puhul kogemuste puudus. Mis ka ei oleks ühe või teise nähtuse põhjuseks, kujutab kahe vastandliku enesehinnanguga piloodi lendamine ühes meeskonnas endast suurt riski, kuna üks piloot ei oska kahelda teise enesehinnangu adekvaatsuses. Enesehinnanguga on tihedalt seotud ka enesekriitika adekvaatsus, mis võib nii hüpertrofeeruda kui ka atrofeeruda erinevatel põhjustel nii kogenud kui ka vähekogenud meeskonnaliikmetel. Vanusegruppidest tulenev kultuuride erinevus lennuki meeskonnaliikmete vahel on oluline lennuohutust mõjutav faktor, mida tõestavad ka mitmed traagiliste tagajärgedega lennuõnnetused.

Viienda tasandina tuleb vaatluse alla organisatsioonikultuur. Selle all mõeldakse konkreetse lennundusettevõtte sisemist kultuuri, mida meeskonnaliikmed rohkemal või vähemal määral aktsepteerivad. Üheks probleemseks kohaks siin võib olla positsioonide tõlgendamine, näiteks kapteni ületähtsustamine teise piloodi suhtes, või ka näiteks teise piloodi enese alatahtsustamine. Selline mõju võib esineda ka teistel kultuuritasanditel, kuid antud kontekstis vaadeldakse seda just organisatsiooniliselt tasandilt lähtuvana. Mõju avaldab ka organisatsiooniline hierarhia, näiteks võib teise piloodina lennata organisatsioonilises hierarhias kaptenist kõrgemal positsioonil asetsev isik. Tähelepanuta ei saa jätta ka olukorda, kui lennukikabiinis on kontrolliv isik (kontrollpiloot). Selline olukord on võrreldes tavaolukorraga palju pingelisem ja stressitase suurem.

Ideaalvariandis peaks meeskonnatöö sujuma tõrgeteta vaatamata meeskonnaliikmete pärinemisele erinevatest kultuurikeskkondadest. Selleks ongi välja töötatud standardsed opereerimisprotseduurid, standardfraseoloogia suhtlemisel, kontrollkaardid ja briifingud. Reaalses elus aga, nagu praktika näitab, ei ole võimalik kultuurilistest mõjudest lennuohutusele täielikult vabaneda. Autori seisukoht on, et meeskonnaliikme professionaalsus on see, mis võimaldab ka kultuurilised erinevused tahaplaanile seada. Professionaalse piloodi prioriteetseim eesmärk on tagada maksimaalne ohutus lennu sooritamisel ja hoida igasugune riskifaktorite mõju minimaalne. Professionaalsus on arendatav omadus ja selle arendamise nimel on käitajatel kohustus tagada pilootide järjepidev koolitus, reguleerides koolituse eesmärgi ja meetodeid vastavalt vajadusele.

Kokkuvõte

Lennukikabiinis on kaks või enam erinevat inimest. Nende kultuurid on erinevad ja sellest tulenevalt on võimalik, et ka arusaamad, põhimõtted, temperamendid, väärtushinnangud jne on erinevad. Sellel pinnal võib tekkida arusaamatusi, erimeelsusi ja ka sallimatust. Igasugused lahkkelid meeskonnaliikmete vahel on lennuohutust mõjutavad faktorid, kuna raskendavad efektiivset ja ühtset meeskonnaliikmete koostööd ning selle läbi ka lennu ohutut opereerimist. Loomulikult tuleb silmas pidada, et erinevad kultuurilised erinevused meeskonnaliikmete vahel on erineva tähtsusega. Mõned erinevused on kergesti ületatavad, ent teised vajavad ületamiseks järjepidevaid teadvustatud pingutusi.

Lennuki meeskonnaliikmete professionaalsus, CRM-i ja standardsete operatsiooniprotseduuride maksimaalne järgimine tõstab oluliselt lennuohutuse taset, seades meeskonna koostöö seisukohalt tahaplaanile meeskonnaliikmete vahelised kultuurilised erinevused. Ka lennuõnnetuste analüüs näitab selgesti, et õnnetuste ärahoidmisele või nende mõju vähendamisele kaasa aitavaks oluliseks teguriks on meeskonnaliikmete professionaalsus. Professionaalsus on üldjuhul arendatav. Lennutehnika käitajatel on kohustus tagada järjepidev, kvaliteetne ja

pilootidele vastuvõetav koolitus, hoida seda aktuaalsena oma ettevõtte ja kehtivate standardite suhtes, reguleerides koolituse eesmäärke ja meetodeid läbi kvaliteedisüsteemi. Hästi töötava ja eesmärgi täitva koolitus- ja kvaliteedisüsteemi puudumisel peab käitaja need looma.

Kokkuvõtvalt võib väita, et ka kultuurilistest erinevustest tekkivad probleemid meeskonnaliikmete vahel on ületatavad efektiivse koolituse tulemusena.

O. Alas. *Erineva kultuurilise taustaga meeskonnaliikmete koostöö lennuki kabiinis:* lõputöö, juhendaja Kuuno Siniväli, konsultant August Kaasik. Eesti Lennuakadeemia, Tartu 2008.

Kasutatud kirjanduse nimekiri sisaldab 13 allikat.

SUMMARY

MULTI-CREW CO-OPERATION IN MULTICULTURAL COCKPIT ENVIRONMENT

Key words: multi-crew cooperation (MCC), multicultural crew, flight safety, crew resource management (CRM)

The goal for this work is to analyze the most important issues of multi-crew co-operation in a multicultural environment in regard to safety, and to find out whether multicultural environment in the cockpit has any influence on flight safety. To achieve the goals set the author has chosen five different cultural levels to analyze the teamwork. The cultural levels examined are:

- national culture,
- gender-related culture,
- generational culture,
- age-related culture,
- organizational culture.

The thesis has been based on the hypothesis that multi-crew co-operation in multicultural environment can be a factor having an impact on flight safety. Crew members with different culture have different opinions, principles, attitudes, temperament etc. And some of these factors may cause disagreements. All kinds of disagreements, fights or dissensions influence unambiguous teamwork, which in its turn can have an impact on overall flight safety. Certainly, the degree of influence is different between multiple cultural differences. Some cases can be solved easily and some need conscious, continuous and hard work to solve them. It is not a question about the margin on effect to flight safety but the question is whether it affects flight safety at all. Any kind of factor on flight safety must be eliminated or

at least minimized to prevent the possibility that many small factors combine into a big one which, by then, might lead to serious consequences.

To combat the problems identified in the cockpit related to cultural differences, professional skills must be enhanced and reinforced to reduce or eliminate the seemingly needless flight safety tools such as CRM, checklists, flight planning, progress monitoring etc. Professionalism is achieved only after extended training and preparation based on study and research; it requires the ability to reason logically, accurately, and make right judgemental decisions. It is vitally important for every airline to carry out continuous and effective training of the crew members in order to develop their professional skills, as those should be developed throughout the crew member's career. In conclusion, the professionalism is a good tool to combat the cultural differences related problems in the cockpit.

EESTI KAITSEVÄE TRANSPORDILENNUKITE VAJADUS

TAAVI MARAN

Juhendaja ltn Jüri Jürgen (M.A)

Märksõnad: transportlennukid, õhutranspordi võimekus, välismissioonid

Sissejuhatus

29. märtsil 2004 sai Eestist NATO liikmesriik. Täisliikme staatus ning kuulumine Euroopa Liitu on meie julgeolekugarantiisid oluliselt suurendanud, kuid kuulumine rahvusvahelisse kogukonda nõuab ka omapoolset proportsionaalset osalust kriiside ohjeldamisel ja rahu tagamisel. Praeguse töö teema aktuaalsus seisneb selles, et kaitsejõudude moderniseerimisel ja varustamisel on eri väeliikide areng toimunud teatud aspektides ebasümmeetriliselt ja ebaproportsionaalselt. Näiteks taasloodud Scoutspataljonist on saanud professionaalse väljaõppega iseseisvaks lahingutegevuseks võimeline kiirreageerimisvõimekusega manööverüksus, mille üheks ülesandeks on osaleda NATO operatsioonidel. Õhuväel seevastu on väga piiratud taktikalise õhuveo võime, suutlikkus vägede strateegiliseks õhutranspordiks puudub täiesti. Üksuste toimetamisel kriisikolletesse sõltutakse praegu täielikult teistest NATO liikmesriikidest ning tsiviilkoostööpartneritest. Töö eesmärgiks on välja selgitada, kas Eesti Kaitseväge vajab riigikaitseliste ülesannete täitmiseks transpordilennukeid. Selleks võetakse vaatluse alla kaitseväge isikkoosseisu ja materjalidega teostatavad õhutranspordioperatsioonid, samuti käsitletakse NATO strateegilise õhutranspordivõimekuse programmi (SAC), mis nii poliitilistes kui ka sõjaväelistes ringkondades on erinevat vastukaja leidnud. Hinnatakse Eesti SAC-osaluse piisavust kaasaja ja lähituleviku ülegabariidiliste veoste üleveovajaduste rahuldamisel. Riigisektorist otsitakse lisavaldkondi, kus kaitseväge transpordilennukeid oleks võimalik rakendada. Kasutatud materjalid ja andmed pärinevad Kaitseministeeriumist ja Kaitseväge Logistikakeskusest. Olulisel kohal on internetiallikad ning autori intervjuud.

Tulemused ja analüüs

Oma tänases tegevuses lähtub NATO lisaks alusaktidele ka 1999. aastal heaks kiidetud strateegilisest kontseptsioonist (*Strategic Concept*) ja seda täiendavast, 2006. aastal Riia tippkohtumisel avaldatud kõikehõlmavast poliitilisest juhiseist (*Comprehensive Political Guidance*), mis sätestavad alliansi prioriteedid järgnevas 10–15 aastaks. Sellest tulenevalt on NATO võtnud eesmärgiks reageerida kõigile üldises julgeolekukeskkonnas aset leidvatele negatiivsetele muutustele, mis ei pruugi seonduda vaid Euroopa ja Euro-Atlandi piirkonnaga. Sel puhul saab loomulikult määravaks ka kiire reageerimine, mis on esile tõstnud vajaduse usaldusväärse ja suure ulatusega õhutranspordi järele. Seega võib öelda,

et tegemist on juba globaalse vajadusega õhutranspordi ja transpordilennukite järele.

Transpordilennukid jaotatakse tinglikult kahte rühma: strateegilised transpordilennukid, mida iseloomustavad suur tegevusraadius ja suur kasulik last, ning taktikalised, mida iseloomustavad lühike hoo- ja pidurdusjooks, võimalus kasutada neid halva kattega lennuväljadel, hea manööverdusvõime, kuid väiksem kasulik last. Õhujõududes üle maailma on kasutusel umbes 350 strateegilist ja enam kui 2300 taktikalist transpordilennukit. Isegi NATO-siseselt on nende lennukite tüüpide arv küllalt suur, ja samuti pärinevad lennukid ka erinevatest aastakümnetest. Sellises olukorras oleks ääretult oluline ühiste standardite juurutamine, mis läbi sarnasuse ja ühilduvuse tagaks eri riikide õhuvägedele efektiivse koostalitlusvõime. Kaasajal on Euroopas selles vallas suuri puudujääke. Paljud riigid, nende hulgas ka Eesti, on sunnitud õhutranspordi osas toetuma kolmandatele osapooltele, kuna nende endi lennukipargid on kaasaja missioonide vajadustest lähtuvalt sobimatud. Hetkel kasutab Eesti õhuvägi nelja neljakohalist Robinson R44 tüüpi kopterit ja kahte nõukogude päritolu kergtransportlennukit Antonov An-2, mille tüübi esmalend toimus juba aastal 1947.

Kuigi lennuvahendite jagamisel eksisteerib erinevate riiklike struktuuride vahel koostöö, ei saa Eesti Õhuväe õhutranspordi võimekust praegusel hetkel hinnata kuigi kõrgeks. 2009. aastal sai heakskiidu arenguplaan „Sõjalise kaitse arengukava 2009–2018“ (SKAK). Kõnealune dokument käsitleb prioriteetseid väevõimekusi, sealhulgas ka õhutranspordivõimet. Taktikaline õhutranspordivõime on tuvastatud kui riigikaitseks vajalik väevõime, mille arendamine on võimalik käivitada järgmise kümne aasta jooksul. Mis puutub strateegilisse õhutransporti, siis selle küsimuse lahendamiseks on loodud NATO strateegilise õhutranspordivõimekuse initsiatiiv, mis käsitleb vastastikuse mõistmise memorandumi vormis NATO strateegilist õhutranspordivõimekust (NSAC). Selles programmis on osaline ka Eesti. Programm näeb ette kolme Boeing C-17 Globemaster III tüüpi strateegilise transpordilennuki hankimist ja nende ekspluateerimist paljude partnerriikide poolt vastavalt vajadustele. Eestile on seejuures deklareeritud 45 lennutundi aastas 25 planeeritud aasta jooksul.

Analüüsides Eesti praegust vajadust õhutranspordi järele võib täheldada, et välismissioonide toetuseks vajaliku õhutranspordi on siiani garanteerinud liitlased (peamiselt USA ja UK) oma lennukipargiga. Tuleb aga märkida, et nende suurte lennundusriikide transpordilennuväed on suhteliselt ülekoormatud ning aeg, mil Eesti Kaitseväel tuleb kas või osaliselt oma jõududega hakkama saada, pole enam kaugel. Analüüs näitab, et suuremahuliste operatsioonide puhul on strateegiline üleväed EKV jaoks ka edaspidi kitsaskohaks ja liitlaste abi vältimatu. Rutiinsete ülegabariidiliste lastide järeleväed tarbeks on aga Eestile planeeritud 45 lennutundi lennukil C-17 rahuldav. Analüüsist järeldub samuti, et strateegilise

transpordilennuki omamine pole Eestile otstarbekas. Seda ei saa aga öelda taktikaliste transpordilennukite kohta. Hinnangud näitavad, et näiteks ühe kompanii suuruse üksuse transpordiks ning varustamiseks välismissioonil peaks C-133 Hercules-tüüpi taktikaline transpordilennuk lendama aastas 320 tundi. Arvestades Eesti osalemist välismissioonidel, eksisteerib EKV-l üheaastane vajadus minimaalselt 668 lennutunni järele, millele lisanduvad veel treeninglennud. See on arvestatav koormus ühele lennukile, kuid võttes arvesse ka vajadust ühe lennuki ööpäevaringseks valmisolekuks, on juba rutiinseid hooldustöid silmas pidades miinimumiks kahe lennuki olemasolu.

Tekib küsimus, kas Eestis on kahele taktikalisele transpordilennukile piisavalt rakendust. Töös konstrueeritud välismissioonide mudelist lähtudes jääksid kaks lennukit töötama alakoormusega, mis on loomulikult ebarentaabel. Selle probleemi lahendamiseks pakutakse välja kaks suunda. Esimeseks on 2007. aastal viieteistkümnne riigi moodustatud Euroopa Liikumiste Koordineerimise Keskus (MCCE), millesse ka Eesti kuulub ja mille liikmed võivad omavahel vedusid koordineerida. Tänu akumulatsioonile eksisteerib organisatsiooni näol omamoodi transpordiressursside ühisvaru, mille siseselt on riikidel võimalik lihtsustatult öeldes vahetuskaua teha. See tähendab, et on olemas protseduurid, mille abil saab näiteks ühe C-17 lennutunni vahetada teise liikmesriigi käsutuses oleva Airbus A-310 kolme lennutunni või C-130 kuue lennutunni vastu. Seega on võimalik tekitada olukord, kus näiteks kahe C-130 olemasolu korral saab osa aega rakendusest seisvat lennukit sel määral välja rentida, et ta teeniks tagasi enda ja osaliselt ka teise lennuki hoolduskulud.

Teiseks suunaks, kus teine taktikaline transpordilennuk rakendust võiks leida, on teiste riiklike institutsioonide ülesannete täitmine. Üheks selliseks ülesandeks on näiteks kodanike evakueerimine sõja- või kriisipiirkondadest. Seda on muidugi võimalik teha ka tsiviillennundust kaasates, kuid nende kasutamisega on tihti seotud pikemad viivitused ja sageli tekib raskusi ka pagasiveol (näiteks tuleb osa pagasit asetada salongi istmetele). Sellises olukorras oleks kiire valmisolekuga C-130 sarnase võimekusega lennuk väga hea lahendus. Tuleb aga silmas pidada, et riiklikud õhusõidukid (erinevalt tsiviilõhusõidukitest) võivad võõrriiki siseneda vaid eelneva loa alusel, mis võib militaartranspordilennuki kasutamisel päädida mitmepäevase viivitusega.

Veel üheks võimaluseks taktikalist transpordilennukit kasutada on humanitaaroperatsioonid. Humanitaaroperatsioonide raames võib omakorda eristada Eesti Päästemeeskonna transporti ja varustamist ning humanitaarsaadetiste transporti. Seega saab EKV, omades kahte taktikalist transpordilennukit, tõhusalt panustada ka arengukoostösse ja kriisiabisse.

Kokkuvõte

Välisoperatsioonid on kaitseväele olnud oluliseks arengumootoriks. Missioonidelt saadud kogemused on osutunud asendamatuks ja vajalikuks oskusteabeks ning kaitseväe arendamisel on orientiiriks olnud ka välismissioonide vajadused. Siiski on välja kujunenud oluline võimekuslünk õhuväe marginaalse õhutranspordivõime osas. Analüüs näitas, et kaitseväelaste isikkoosseisu transport ning varustuse, laskemoona ja muude kuluartiklite rutiinne järelvedu on Eesti väliskontingentide suurusest lähtuvalt teostatav taktikaliste transpordilennukitega. Nende operatsioonide teostamiseks tarviliku väevõimekuse arendamine pole aga lülitatud kaitseväe kehtivate arengukavade koosseisu.

Autor analüüsis võõrsil paiknevate üksuste rotatsiooni, puhkuste ning järelvedude teostatavust lennuki C-130 Hercules näite varal ning tuvastas, et vedude tagamiseks on vajalik vähemalt kahe lennuki olemasolu. Eestisuguse väikeriigi teatud mõttes piiratud ressursside tingimustes on oluline riigiasutustevaheline koostöö. Nimetatud kahe hüpoteetilise lennuki näol eksisteeriv transpordivõimekus on lisaks riigikaitse otstarbele rakendatav näiteks ka välisministeeriumi ja päästeameti valitsusalas. Välisministeeriumi korraldada on vabariigi kodanike evakueerimine konfliktipiirkondadest, ning arengukoostöö ja kriisiabi korras pakutava ainelise humanitaarabi veo organiseerimine. Samuti vajab Päästeameti alluvusse kuuluv pääste- ja kriisireguleerimisüksus Eesti Päästemeeskond transpordilennukit rahvusvaheliste õppuste toimumispaikadesse ning reaalse hädalukordade korral katastroofiipiirkondadesse pääsemiseks.

T. Maran. *Eesti kaitseväe transpordilennukite vajadus:* lõputöö, juhendaja ltn Jüri Jürgen (M.A). Eesti Lennuakadeemia, Tartu 2009.

Kasutatud kirjanduse nimekiri sisaldab 79 allikat.

SUMMARY

ESTONIAN DEFENCE FORCES' NEED FOR MILITARY TRANSPORT AIRCRAFT

Key words: transport aircraft, aircraft capability, foreign missions

Estonia, being a member of the EU, NATO and UN, contributes with its troops to several multinational peacekeeping coalitions. These units are stationed in various hotspots of the world. Deploying and supporting such contingents requires the mobilization of substantial logistical resources including military transport aircraft fleets. Lack of strategic and, partly, the tactical airlift capability has become a serious problem for NATO members in Europe. Estonia is among those countries whose air force is incapable of providing support to the ground troops abroad.

The aim of this work is to analyze the logistics of Estonian Defence Forces and to determine whether there is a need to acquire transport category aircraft. The current solutions for airlifting Estonian troops, weaponry and material to conflict areas are described and analyzed. The present and future airlift needs of Estonian Defence Forces are assessed.

The analysis revealed that the SAC programme with 45 flight hours of C-17 Globemaster annually declared to Estonia, would satisfy the average need for the airlift of outsize cargo. But taking into account the number of troops Estonia has stationed abroad, it was determined that the airlift of personnel and routine resupplying can be achieved by the utilization of medium-range tactical transport aircraft. A minimum of two airplanes would be necessary. These two hypothetical planes would also constitute a much needed capability for the Estonian Ministry of Foreign Affairs (MFA) and the Estonian Rescue Service (RS). MFA is responsible for organizing transport for delivering humanitarian aid and for evacuating citizens from the crisis zones. RS needs means for transporting the Estonian Disaster Relief Team to international training exercises and to sites of actual large scale emergencies. In order to achieve greater autonomy in airlift operations, the author makes a recommendation to look for the possibilities for acquiring a tactical transport aircraft for the Estonian Defence Forces.

CRJ 900 INSTRUMENTAALMAANDUMISPROTSEDUURI VÄLJATÖÖTAMINE AS-s ESTONIAN AIR

TAAVI TALUMÄE

Juhendaja Kalju Albert, konsultant Maido Veebel

Märksõnad: lennuk CRJ 900, instrumentaalmaandumine, instrumentaalmaandumise protseduurid, lennumeeskonna lennutegevuskäsiraamat

Sissejuhatus

Seoses AS-i Estonian Air plaaniga võtta opereerimiseks mitu CRJ 900 tüüpi reisilennukit kerkis üles probleem kompanii protseduuridest nende lennukite tarbeks. Selles lõputöös koostatakse instrumentaalmaandumise protseduur (ILS – *Instrument Landing System*) CRJ 900 tüüpi lennukitele AS-i Estonian Air jaoks, võttes arvesse lennufirma varasemaid kogemusi ja protseduure teiste lennukitega. Koostatavaks protseduuriks valiti ILS-lähenemine selle konkreetsuse ja kindlate piirangute tõttu. Erinevate näitajatega õhusõidukid peavad instrumentaalmaandumise käigus järgima sarnast lennuprofiili, mis loob hea võrdlusmomendi õhusõidukite vahel, kuid samas ka sarnase protseduuri.

Töös kasutatakse kompaniis koostatud protseduure teiste lennukitüüpide kohta ja järgitakse nende koostamise laiemat filosoofiat, ning luuakse analoogilised protseduurid CRJ 900 tüüpi lennukitele võttes arvesse erinevate lennukitüüpide erinevusi lennuprofiilides, seadmetes ja käitamisideoloogiates. Taoline lähenemine nõuab sellelt lõputöölt ka erinevate lennukitüüpide võrdlust antud teema seisukohalt. CRJ 900 protseduurid otsustati luua Boeing 737 protseduuride baasil, kuna tegu on juba pikemat aega AS-is Estonian Air käitatava lennukitüübiga, millele on juba välja töötatud põhjalikud kompanii protseduurid. Töös vaadeldakse kahte eelmainitud lennukitüüpi ILS-lähenemise vaatenurgast, ning ka tootjate ja kompanii koostatud lähenemisprotseduure.

Tulemused

Töös on loodud ILS-lähenemise protseduur CRJ 900 tüüpi lennuki jaoks Estonian Airi Boeing 737 protseduuri põhjal, mistõttu kasutati ka võimalikult sarnast ülesehitust. Siin kokkuvõttes peatutakse põhiliselt protseduuri nendel osadel, kus esinevad olulisemad erinevused eri lennukite protseduuride vahel.

Instruktsioonis ILS-i haardesse minekuks on Boeingu puhul soovitatud EHSI-režiimid (*Electronic Horizontal Situation Indicator*) lendava piloodi jaoks MAP (*Missed Approach Point*), ja vaatleva piloodi jaoks laiendatud VOR/ILS (*Very high frequency Omnidirectional Radio range*) kuni glissaadi ja kursimajaka haardeni, misjärel kas MAP või laiendatud VOR/ILS. Lennukil CRJ 900 puudub tootja

pakutud režiim nii lendava kui vaatleva piloodi jaoks. Seetõttu soovitab autor mõlemal piloodil kasutada FMS (*Flight Management System*) MAP-režiimi mõlema piloodi jaoks, kuna selles režiimis on võimalik efektiivselt kasutada nii ilmaradarit kui navigatsiooniinfot.

Lennukil CRJ 900 puudub täielikult alapeatükk „Approach Techniques ehk lähenemise tehnika“. See loodi samuti toetudes vastavale Boeing 737 peatükile. Selles esinenud lõigus „Vali MCP-l (*Mode Control Panel*) HDG-režiim (*heading*) või kasuta LNAV-režiimi (*Lateral Navigation*), aga viimast ainult juhul, kui ei teki ebakõlasid selle ja raadiomajakatelt saadud näitude vahel“, viidi muudatused sisse paneelide nimetustes. MCP (*Mode Control Panel*) asendati FCP-ga (*Flight Control Panel*).

Lõigus „Vali MCP-l APP-režiim (*Approach*) siis, kui EAD-l (*Electronic Altitude Display*) on nähtaval nii kursimajakas kui glissaadiosutid, ning kursimajaka osuti on õigel pool, ILS on identifitseeritud ja on luba lähenemiseks“, asendati lühend APP lühendiga APPR, MCP asemel, nagu muudiski kohtades, tuli kasutada FCP-d, ning EAD asemel PFD-d (*Primary Flight Display*).

Ka lõigus, mis annab juhiseid, kuidas käituda juhul, kui: „... lennuk peaks kinni püüdma ja hakkama järgima kursimajaka või glissaadimajaka valesignaali“, tuli APP asendada APPR-ga, MCP FCP-ga ja HDG SEL (*heading selected*) HDG-ga. Sisulises osas jäi lõik samaks.

Lõigus „Kui oled glissaadile lähedal või sellest kõrgemal, lülita sisse APP-režiim, vali autopiloodile väiksem kõrgus ja V/S-režiimi (*vertical speed*) kasutades lasku vastava vertikaalkiirusega glissaadini välja. Kui oled jõudnud haardesse, sea kõrguseaknas katkestatud lähenemise kõrgus“, asendati lühend APP lühendiga APPR. Lisati ka soovitus indikaatorikiiruse jälgimiseks, kuna lennukil CRJ 900 puudub automaatgaas ja seega tuleb laskumisel tõmmet käsitsi vähendada.

Lõigus „Kui MCP-l on valitud APP-režiim, veendu, et VOR/LOC (*Localizer*) horisontaalses kanalis ja G/S (*glide speed*) vertikaalses kanalis on EADI tähistatud valgelt“, tuleb VOR/LOC-i (*i.e. VOR/ILS*) asemel kasutada LOC-režiimi ja EADI asemel on endiselt kasutusel PFD (*Primary Flight Display*). Sama vahetus tuleb teha ka lõigus, mis käsitleb kursimajaka haardesse jõudmisel horisontaalse kanali indikatsiooni muutumist valgest roheliseks. Lõik „Kursimajaka signaali telgjoonele lähenedes muutub kursimajaka indikaatori skaala EADI peal tundlikumaks“, jäeti CRJ 900 protseduurist välja, kuna sellel lennukil taolist muutust ei toimu. Autor juhib tähelepanu asjaolule, et lennuki Boeing 737 puhul esinevad olulised erinevused AS-i Estonian Air lennutegevuskäsiraamatu ja Boeingi välja antud lennumeeskonna lennutegevuskäsiraamatu ning lennumeeskonna treeningkäsiraamatu vahel. Tootjad näevad ette teliku väljalaskmist ja lennuki

maandumiskonfiguratsiooni viimist protseduuri selles osas, mis käsitleb glissaadi haardesse jõudmise hetke. AS-i Estonian Air lennutegevuskäsiraamatus seda nõuet aga pole. Autor järgib antud töös just viimast lähenemismeetodit. Glissaadi haardesse jõudmise juhises tuleb jällegi teha standardasendused ja arvestada, et ILS-i signaali kõlbmatuks muutumisel käitub lennuk CRJ 900 sarnaselt Boeing 737-ga.

Edasi tuleb Boeing 737 protseduuridest välja jätta juhised, mis puudutavad automaatgaasi, kuna CRJ 900-l seda pole. Kui lennuk hakkab glissaadis laskuma, lahkub see eelnevalt hoitud kõrguselt ning lülitub välja kõrguse hoidmise režiim. Autopiloodi kõrguseaknasse tuleks seada katkestatud lähenemise kõrgus. Selles juhises tuleb jällegi lühendi MCP asemel kasutada lühendit FCP.

Viimasena, kui lennuk on glissaadis laskuma hakanud ja on maandumiskonfiguratsioonis, kästakse automaatgaasil paika panna maandumiskiirus. Kuna CRJ 900-l automaatgaasi pole, tuleb maandumiskiirus käsitsi paika panna ja käsitsi hoida. Tootja Bombardier soovib maandumiskiiruseks läve ületamise kiirust, millele on liidetud pool tuulepuhangute kiirusest (maksimaalselt 10 sõlme). CRJ 900 autopiloodi minimaalne kasutuskõrgus on 80 jalga. Sellele juhitakse tähelepanu ka CRJ 900 lennumeeskonna lennutegevuskäsiraamatus ning seda oleks otstarbekas teha ka AS-i Estonian Air ILS-lähenemise protseduuri kirjelduses.

Kokkuvõte

Käesolevas töös koostati instrumentaalmaandumisprotseduur AS-i Estonian Air CRJ 900 tüüpi lennukile sama kompanii kasutuses olevate Boeing 737 tüüpi lennukite protseduuride põhjal. Aluseks võeti AS-i Estonian Air lennutegevuskäsiraamatu teise peatüki (tavaprotseduurid) alapunkt, mis käsitles ILS-lähenemist, milles viidi sisse muudatused sõltuvalt lennuki CRJ 900 eripäradest. Analüüsiti ka mõlema lennukitootja poolt välja antud lennumeeskonna lennutegevuskäsiraamatuid, milles on kirjas tootja soovitatud protseduurid ning võrreldi nende kattuvust kompanii protseduuridega. Suurimad erinevused võrreldud lennukitüüpide vahel ILS-lähenemise vaatenurgast tulenesid automaatgaasi puudumisest lennukil CRJ 900, mis ei võimalda automaatset maandumist. Lisaks on selle lennuki autopiloodi minimaalne kasutuskõrgus 80 jalga maapinnast. Võrreldud lennukitüüpide autopilootide kasutamises ei esinenud suuri erinevusi. Erinevad ainult sama ülesandega režiimide ja paneelide nimetused, kuid kasutaja jaoks ei teki põhimõttelisi vastuolusid. Lennukitüüpide võrdlusele tuginedes koostatud protseduurides lennukile CRJ 900 püüti koostamise protsessis välja selgitada protseduuri iga ettepaneku ja hoiatuse tagamaad ning analüüsiti lennuki CRJ 900 käitamiseks tekkivaid võimalikke kitsaskohti.

T. Talumäe. *CRJ 900 instrumentaalmaandumisprotseduuuri väljatöötamine AS-s Estonian Air*: lõputöö, juhendaja Kalju Albert, konsultant Maido Veebel. Eesti Lennuakadeemia, Tartu 2010.

Kasutatud kirjanduse nimekiri sisaldab 16 allikat.

SUMMARY

CREATING AN INSTRUMENT LANDING PROCEDURE FOR CRJ 900 AT ESTONIAN AIR

Key words: CRJ 900 aircraft, instrument landing, instrument landing procedures, flight crew operating manual

The goal of this work is to create the company procedures for Instrument Landing System approach for CRJ 900 aircraft at Estonian Air. Currently the Estonian Air Operation Manual contains very little information about CRJ 900. It completely lacks the standard procedures, including the ILS approach procedure. Instead, the Operation Manual refers to the Flight Crew Operating Manual provided by Bombardier Aerospace. The Flight Crew Operating Manual, however, lacks some of the information required in the procedures at Estonian Air, while having a different design of ILS approach procedure.

The procedure created is based on the ILS approach procedure for Estonian Air Boeing 737 aircraft. This procedure was selected as an example because there are no other options available at Estonian Air, as Boeing 737 is currently the only type of aircraft operated by the company. There are, however, significant similarities between the two types of aircraft. They have similar approach speeds, profiles and their autopilots do not differ much, if used from an approach point of view. The greatest difference between them is the fact that CRJ 900 does not have auto-throttle system. The Boeing 737, which does have the auto-throttle, is capable of automatic landing even under zero-visibility conditions. The autopilot of CRJ 900 must be disconnected at not less than 80 feet above ground level.

Besides that there are differences in the names of panels, screens and auto-pilot modes used in approach procedure. In the procedure created, the style and layout are also similar to those of Estonian Air Boeing 737 procedure used as an example.

INIMFAKTOR KOPTERIÕNNETUSTE PÕHJUSENA

TANEL LIBLIK
Juhendaja Kaie Peerna

Märksõnad: inimfaktor, lennuohutus, helikopteri õnnetused, piloodi töökeskkond

Sissejuhatus

Lendamine on täis ohte, mis halbade olukordade kokkusattumisel võivad lõppeda raskete õnnetustega. Selle lõputöö eesmärgiks on anda oma panus lennuohutuse tagamisse ning uurida, kui suur osa on kopteriõnnetustes inimfaktoril. Samuti on eesmärgiks uurida erinevaid inimfaktori avaldumise võimalusi, pakkuda lahendusi nende mõju vähendamiseks. Oluline osa töö teema valikul on ka kopteri ehituse ja piloteerimise eripärades, sest kopter nõuab võrreldes lennukiga teistsugust piloteerimistehnikat, mis loob täiendava riskifaktori ka näiteks pilootidele, kes lennuki piloteerimises on piisavalt kogenud. Inimfaktori all mõistetakse töös selliseid õnnetuste põhjusi, mis tulenevad suhteliselt otseselt inimesest ehk kõnekeeles öeldes „ekslikust inimesest“. Töös vaadeldakse ka lennuõnnetuste teoreetilist tekkemehhanismi ja piloodi osa selles. Tuginedes rikkalikule statistilisele analüüsile ja nn „aukliku piloodi“ teooriale töötatakse välja praktilised soovitusel ja nõuanded kopteripilootidele, mis aitaksid vältida inimfaktorist tulenevaid ohte.

Tulemused ja järeldused

Töö on suures osas referatiivne uurimus, mis põhineb USA-s aastatel 1997–2007 toimunud kopteriõnnetuste statistikal. Kasutatakse HAI (*Helicopter Association International*) poolt esitatud ametlikke tabeleid ja diagramme. Statistikat uurides tõdetakse, et inimfaktor on uuritava perioodi jooksul olulisim kopteriõnnetuste põhjustaja, mille osakaal ei langenud kunagi alla viiekümne protsendi. Õnnetuste tekkemehhanismi käsitletakse James Reasoni küllaltki tuntud, nn süsteemist lähtuva mudeli alusel, mille põhiideeks on, et iga inimene, organisatsioon või süsteem on ebataiuslik ja ekslik. Süsteemist lähtuv teooria kirjeldab, kuidas süsteemi erinevad komponendid peaksid koos suutma tõkestada vea või õnnetuse toimumise. Süsteemist lähtuval mudelil asuvad võtmepositsioonil kaitsed ja tõkked, mida visualiseeritakse üksteise taga asetsevate kihtidena. Mudeli rakendamisel piloodile saadakse nn „aukliku“ piloodi mudel, mis tähendab, et kõik kaitsekihid on „auklikud“, st mitte täiesti kindlad, ning alati leidub tõenäosus, et mingi faktorite jada võib läbida kõik kaitsekihid. Seda aga tõlgendataksegi õnnetuse tekkimise põhjusena. Autor on kirjeldatud mudelit kohaldanud ja edasi arendanud, käsitledes viimase kaitsekihina pilooti, kes vastavalt üldisele teooriale on samuti „auklik“. Sellest lähtuvalt ja tuginedes kirjandusele töötatakse läbi

olulisemad osad piloodi töökeskkonnast, mis võivad lõppkokkuvõttes siiski mõjutada inimesest lähtuvat ja õnnetuseni viivat eksimust.

Kõigepealt analüüsitakse kopteripiloodi töökeskkonda ja sellest lähtuvalt nn piloodi kaitsekihi võimalikke nõrkusi. Antud juhul on tõlgendatud pilooti kui inimest koos oma oskuste ja nõrkustega, kui kaitsekihti, mille läbitavust võivad mõjutada vaadeldavad subjektiivsed ja objektiivsed faktorid. Kõigepealt käsitletakse üldisi faktoreid, st neid, mis on olulised ükskõik millisel elualal ja seega mitte helikopteripiloodi spetsiifilised. Siin pööratakse erilist tähelepanu otsuste tegemisele enese kohta, mida mõjutavateks olulisteks faktoriteks on haigused ja ravimid, stress, alkohol ja narkootikumid, väsimus ning toitumine.

Edasi minnakse kopteripiloodi töökeskkonna mõjude vaatlemisele. Siin eristatakse kopteri kohta tehtavaid otsuseid. Need sisaldavad otsuseid tehnilise seisukorra, kütusevaru, kopteri sooritusarvude ja muu kopteriga seonduva kohta, mis võivad viia olukorra õnnetusele lähemale.

Teisena peatutakse helikopteri käsiraamatu ja kontrollkaartidega seotud otsustel. Otsused, mis on vastuolus antud kopteri käsiraamatuga või johtuvad viimase puudulikust tundmisest, on potentsiaalseks eelduseks õnnetusele. Sama võib öelda ka otsuste kohta, mida tehakse kontrollkaartide nõudeid eirates või neisse üleolevalt suhtudes. Järgmise faktorite grupina vaadeldakse piloodi reaktsioonina tehtud otsuseid olukorras. Taolistes olukordades tehtavad otsused sõltuvad ülioluliselt piloodi kogemustest. Järgmiste faktorite grupina tuuakse välja ergonoomika ehk lihtsamalt öeldes töökeskkonna mugavus, kuhu kuulub väga palju tegureid alates istme mugavusest kuni mõõteriistade ja juhtimissüsteemide paigutuseni. Piloot võib teha halbu otsuseid tulenevalt ergonoomiliselt ebasobivast olukorrast kopteri kabiinis.

Edasi vaadeldakse otsuseid, mida kogenud lennukipiloot võib teha kopterit piloteerides. Kogenud lennukipiloodil on välja kujunenud hulk alateadlikul tasandil rakendatavaid vilumusi, mis kopteri puhul ei tööta lennuki ja kopteri erinevate piloteerimistehnike tõttu.

Järgnev mahukas lõik keskendub piloodi otsustele, mida ühel või teisel viisil mõjutab ümbritsev atmosfäär. Kõigepealt vaadeldakse atmosfääri olekuparameetreid – temperatuuri ja rõhku, millel on otsene mõju inimorganismi talitlusele. Kui ümbritseva õhu temperatuur erineb suuresti toatemperatuurist, võib see olulisel määral häirida piloodi sooritusvõimet (üleküümenemine, alajahtumine). Õhurõhk on aga piloodile kaksipidise mõjuga. Esiteks tuleb arvestada õhurõhu languse tõttu füüsikalist mõju organismile (dekompressioon), aga ka hapnikupuuduse võimalust madalamal rõhul. Õhurõhu suured muutused on

tõsised, kuid piloodile sageli märkamatud, mis teevadki neist tõsiselt võetava ohu allika, selle töö kontekstis siis täiendava „augu“ piloodis.

Järgnevalt on vaatluse all atmosfääri valgustatuse ja valgusefektidega seotud probleemid. Kõigepealt tuleb arvestada muidugi lihtsalt valguse intensiivsuse mõjuga (liiga nõrk või liiga tugev valgus), mis võib piloodi otsuseid mõjutada. Samuti on oluline mõju valguse intensiivsuse järsul muutusel, kuna inimsilma adaptatsioon toimub lõpliku kiirusega. Peale selle ilmneb atmosfääris suur hulk nn optilisi illusioone, mis tähendab inimese nägemistajulisi väärtõlgendusi ümbritsevale olukorrale. Optilisi illusioone on lugematu hulk ja nende esinemist soodustavad ka lennud eriolukordades (öösel, mägedes, teiste liikuvate objektide läheduses, udus, lumetormis jne). Üheks atmosfääri iseloomustavaks parameetriks on ka õhuniiskus, mis ei pruugi piloodi sooritusvõimele küll kriitiliselt mõjuda, kuid pikaajalisel toimimisel võivad siiski stressiallikaks osutuda (liiga kuiv või liigniiske õhk). Väga oluliseks atmosfääriga seotud faktoriks on kahtlemata ilmastik. Ilmastikus peitub väga suur hulk piloodi otsuseid mõjutavaid olukordi, näiteks tuul, nähtavus, sademed, pilved, udu, äike jne.

Üheks oluliseks faktorite grupiks on piloodi kommunikatsioon, mis sisaldab endas kommunikatsiooni meeskonnaliikmete vahel, kommunikatsiooni reisijatega pardal ja ka raadiosidet lennu ajal. Igasugune kommunikatsioon lennu ajal on kahtlemata piloodi otsuseid mõjutavaks teguriks. Kommunikatsiooni tuleb laiendada ka maapealse suhtlusega – suhtlusega juhtkonnaga, kolleegidega, peresuhetega jne. Ka maapealne suhtlus ja suhted omavad kaudset mõju piloodi otsustustele lähemal ajal planeeritaval lennul.

Eelneva kokkuvõtteks ja järelalusena on formuleeritud hulk soovitusi, mis peaksid aitama tõsta eelkõige kopteripilootide lennuohutuse taset. Kuna statistika näitab, et inimfaktor on suurim lennuõnnetuste põhjustaja, tuleks põhitähelepanu pöörata just piloodile ja võimalikult vähendada nende tegurite hulka, mis võivad otsustusi halvas suunas mõjutada. Kui vähendada pole võimalik, siis tuleb nendega arvestada, teades nende võimalikku mõju. Statistika näitab, et kopterilennu kõige ohtlikumad etapid on ripplend ja manöövrid. Mitmeid järelusi ja soovitusi võib järelada ka James Reasoni mudelist, täpsemalt autori nn „aukliku“ piloodi mudelist.

Autor pakub välja järgmised üldised soovitused:

- Mõtle, mis on Sinu suurimad nõrkused ning püüa neid likvideerida.
- Mõtle, mis on Sinu väikseimad nõrkused ning püüa neid likvideerida.
- Õppimine ei lõpe eksamiga.
- Kogenum piloot on väga hea „õppematerjal“, kuid säilita kriitiline meel.
- Alati leidub midagi, mida Sa ei tea.

Edasi tuuakse välja suur hulk praktilisi soovitusi kopteripilootide kogemustest. Nendele lisab autor ka mõned isiklikud tähelepanekud:

- Kui vahel tundub, et mõne lennuelemendi õppimine ei tule välja, siis puhka mõned päevad ning siis proovi uuesti. Tulemused võivad olla üllatavalt head.
- Mida rohkem Sa tead, seda enam saad aru, kui vähe Sa tegelikult tead.
- Kõige „lahedamana“ tunduvad asjad on reeglina kõige ohtlikumad. Hoida konservatiivset joont ning väldi oma oskuste demonstreerimist.
- Loe õnnetuste aruandeid; õpi ka teiste, mitte ainult oma vigadest.

Kokkuvõte

Töö kirjeldab inimfaktori osa kopteriõnnetustes ning püüab tõsta pilootide teadlikkust probleemi olemusest ja tõsidusest. Töö vajalikkus ilmneb juba USA kopteriõnnetuste 1997–2006 aastate statistikat käsitledes. Sealt selgub, et inimfaktor on õnnetuste põhjustajana ülekaalukalt esikohal ning moodustab oluliselt muutumatuna vaadeldava ajavahemiku igal aastal tervikust üle viiekümne protsendi. Töös antakse lugejale ettekujutus probleemide tekkeallikate mitmekesisusest. Vaadeldakse võimalikke probleeme, mis võivad esineda, kui piloot lävib oma töökeskkondadega. Viimaste all mõistetakse töös nelja elementi: inimene (piloot ise), helikopter, atmosfäär ning sotsiaalne suhtlustasand. Nende alajaotuste kirjeldamisel selgub, kuidas mõjutavad inimese sooritusvõimet näiteks stress, alkohol, ravimid, õhutemperatuur, õhurõhk jne. Samuti vaadeldakse ohte, mis võivad esile kerkida eksituste tõttu raadiosides, kopteri juhtimisel või väärotsuste tegemisel. Autori arvates võiksid tööst kasu saada eelkõige algajad kopteripiloodid. Töö olulisust suurendab ka asjaolu, et selle teema kohta eestikeelne materjal praktiliselt puudub.

T. Liblik. *Inimfaktor kopteriõnnetuste põhjusena*: lõputöö, juhendaja Kaie Peerna. Eesti Lennuakadeemia, Tartu 2008.

Kasutatud kirjanduse nimekiri sisaldab 30 allikat.

SUMMARY

HUMAN FACTOR AS A CAUSE OF HELICOPTER ACCIDENTS

Key words: human factor, flight safety, helicopter accidents, pilot's working environment

The work is written with the aim of contributing to the flight safety by analyzing the factors that could affect pilot's performance, thinking and decision making abilities, and how those factors could trigger accidents. The work is based on the USA helicopter accident statistics, as nearly fifty per cent of helicopters in the world are registered in the United States. Statistics show that human factor is the biggest causal factor in helicopter accidents. Its value never falls below fifty per cent in the reasons chart during the period of 1997–2007.

The James Reason's so-called Swiss cheese model is used to describe and explain the theoretical mechanism of accident development. This model describes how dangers can find their way through different defence layers and give rise to losses. The author is expanding the theory by associating the last level of defence with the pilot, and introduces the concept of a „holey“ pilot proceeding from that association. On the basis of this approach the author draws some conclusions and gives practical advice and recommendations that could improve flight safety in general and particularly in the field of helicopter piloting.

OLMEELEKTROONILISTE SEADMETE ELEKTROMAGNETILISE ÜHILDATAVUSE PROBLEEMID LENNUVAHENDI PARDAL

KAAREL LAPIMAA

Juhendaja Jaak Umborg, konsultant Veiko Leps

Märksõnad: olmeelektroonilised seadmed, elektromagnetiline ühildatavus, lennuvahendid, intermodulatsioon

Tänapäeva maailmas on olmeelektrooniliste seadmete kättesaadavus ning võimsus võrreldes eelnevate aastakümnetega hüppeliselt kasvanud. Samal ajal on jätkuvalt suurenemas ka lendude ning sellega seoses ka lennureisijate hulk. Suurel osa nendest inimestest on endaga alati kaasas vähemalt üks järgnevatest: sülearvuti, mobiiltelefon, MP3-mängija, GPS-navigatsiooniseade, E-luger, DVD-mängija.

Igasugused elektroonilised seadmed võivad tekitada elektromagnetilist häiringut enda ümber. Sellega seoses on kasvavalt aktuaalne küsimus, kuivõrd võivad kõnealused seadmed mõjutada lennukites side- ja navigatsioonisüsteemide töötamist. Hetkeseisuga on USA-s FCC¹ poolt keelatud lendude ajal nende mobiiltelefonide kasutamine, mis töötavad sagedusel 800 MHz, ning FAA² keelab kõikide kaasaskantavate elektrooniliste seadmete (PED³) kasutamise ajal, kui lennuk asub alla 10 000 jala (3048 m) kõrgusel (Fact Sheet ... 2009). Sellest kõrgemal on juba transportiva firma enda otsustada, kas PED-sid lubada või mitte. ICAO⁴ omalt poolt pole aga mingeid reegleid selles osas kehtestanud. Lennufirmadel lihtsalt soovitatakse piirata kaasaskantavate elektrooniliste seadmete kasutamist lennu ajal (Use of Personal ... 2001: 1).

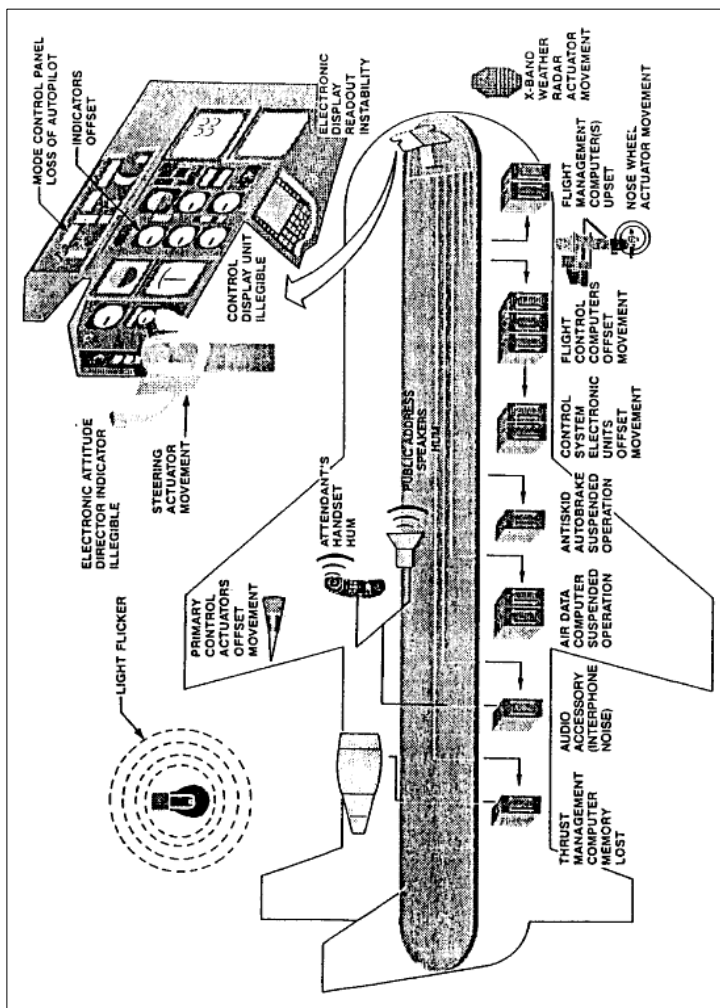
Uurimistöö eesmärgiks oli uurida olmeelektrooniliste seadmete mõju lennuvahendite side- ja navigatsioonisüsteemidele, ning selgitada välja, kas praegu kehtivad piirangud on põhjendatud. Püstitatud ülesande raames katsetatavate seadmete valimisel lähtuti nende võimsusest ning levikust elanikkonna hulgas. Lisaks uuriti, kas lennuohutuse seisukohast on teostatav WiFi-võrgu abil õhusõidukites internetiühenduse pakkumine.

¹ *Federal Communications Commission*

² *Federal Aviation Administration*

³ *Portable electronic device*

⁴ *International Civil Aviation Organization*



Joonis 1. Elektromagnetilise interferentsi mõju lennukites (Clarke, Larsen 1987: 13)

Uurimistöö on jagatud kolme ossa. Esimeses peatükis käsitletakse elektromagnetilise ühildatavuse probleemi olemust ning põhitõdesid. Selle töö raames pole süvitsi käsitletud seadmete varjestamise põhimõtteid, sest see ei puuduta toodete kasutamist, mis on siinkohal keskseks teemaks, vaid rohkem nende loomise ja paigutamise etappe. Suuremat tähelepanu saab aga pööratud elektromagnetiliste häiringute levimisele, olemusele ja mõõtmisele. Töö teises osas käsitletakse mõõtmiskatseid lennuvahendi (Bombardier Learjet 60) pardal, ja kolmandas ning ühtlasi viimases peatükis analüüsitakse eksperimendi tulemusi ning tehakse järeldusi.

Käesoleva uurimistööga ei tuvastatud, et olmeelektroonilised seadmed võiksid tekitada lennuvahendi jaoks ohtliku tugevusega elektrivälja. Uurimistöö käigus selgus ka, et WiFi-võrgu abil traadita internetiühenduse pakkumine lennuvahendis on ohutu side- ja navigatsioonisüsteemide toimimise seisukohalt. Läbiviidud eksperimendist järeldub, et olmeelektrooniliste seadmete kasutamine lendude ajal võiks olla lubatud. Samas tuleb silmas pidada, et mobiiltelefonide kasutamine lennu ajal võib segada ka maapealsete süsteemide tööd, mida on uurimistöös põgusalt ka selgitatud.

Viited

1. Clarke, C. A., Larsen, W. E. Aircraft Electromagnetic Compatibility. Final Report. 1987, 146 p.
[http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19870014423_1987014423.pdf]. 18.04.2011
2. Fact Sheet - Cell Phones, Wi-Fi and Portable Electronics on Airplanes. Federal Aviation Administration, 10 November 2009.
[http://www.faa.gov/news/fact_sheets/news_story.cfm?newsid=6275]. 18.04.2011
3. Use of Personal Electronic Devices On Board An Aircraft. Aeronautical Mobile Communications Panel, 2001, 2 p.
[<http://www.icao.int/anb/panels/acp/wg/f/WGF6/wp9.doc>]. 18.04.2011

K. Lapimaa. *Olmeelektrooniliste seadmete elektromagnetilise ühildatavuse probleemid lennuvahendi pardal: uurimistöö, juhendaja Jaak Umborg (PhD), konsultant Veiko Leps. Eesti Lennuakadeemia, Ülenurme 2011.*

Kasutatud kirjanduse nimekiri sisaldab 16 allikat.

SUMMARY

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY ISSUES OF PORTABLE ELECTRONIC DEVICES ABOARD AN AIRCRAFT

Key words: portable electronic devices, electromagnetic compatibility, aircraft intermodulation

The availability and power of portable electronic devices (PED) in the world has grown significantly in the last few decades. At the same time, the amount of flights and air passengers is continually on the rise. The majority of the people travelling by air carry with them at all times at least one of the following: a laptop, a mobile phone, an MP3-player, a GPS navigation device, an E-book reader, a DVD-player.

All kinds of electronic devices can produce electromagnetic interference (EMI) around themselves. As a result, it is of increasing importance to determine how much these PEDs could affect the communication and navigation systems aboard an aircraft. At the time of writing this paper, the FCC has banned the use of all the 800 MHz frequency band mobile phones during flights in the USA, and the FAA has prohibited the use of all the other PEDs when the aircraft is below 10,000 ft. Above that altitude, it is up to the airline company to decide whether to allow the use of PEDs or not. ICAO, on the other hand, has not enforced any rules in this regard. Airline companies are just recommended to restrict the use of PEDs during flight.

The aim of this research was to investigate the effect the portable electronic devices have on communication and navigation systems aboard an aircraft, and to determine whether the currently enforced restrictions are justified. The devices used in testing were chosen on the bases of their power and availability among public.

The research is divided into three parts. In the first chapter, the general principles and problems of electromagnetic compatibility are explained. The methods of shielding devices will not be dealt with in depth because they pertain to the production and placement phases of devices rather than their usage. In the second part of the research an experiment is carried out aboard an airplane. In the third and final chapter, the measurements are analyzed and conclusions are drawn.

The experiment carried out showed that mobile phones and laptops do not have the capability to create dangerously strong electric fields within aircraft. It was also determined that providing the Internet access aboard an aircraft via WiFi is safe in regard to communication and navigation systems. On the basis of the results of the experiment it can be concluded that the usage of PEDs can be allowed during flight. At the same time, it must be kept in mind that using mobile phones while flying can interrupt the work of ground cell stations, which is also briefly explained in this research.

ADS-B JA MULTILATERAALSED SEIRESÜSTEEMID

TOOMAS VÄLJA

Juhendaja Jaak Umborg, konsultant Veiko Leps

Märksõnad: sekundaarradar, selektiivseire, multilateratsioon

Sekundaarseireradarit (SSR) kasutatakse lennunduses juba Teise maailmasõja keskpaigast alates. Algselt militaarlennukite identifitseerimiseks välja töötatud tehnoloogia võeti pärast mõningat modifitseerimist kasutusele tsiviillennunduses. Seda on 50 aasta jooksul korduvalt viimistletud, kuid praeguseks on tehnoloogia väidetavalt ajale jalgu jäämas. Suurimad süsteemi miinused väljenduvad näiteks otsenähtavuse vajaduses, suurtes hoolduskuludes ja piiratud ressursikasutuses. Mitmete selles uurimistöös nimetatud ekspertide arvates on süsteemi edasine areng piiratud [3].

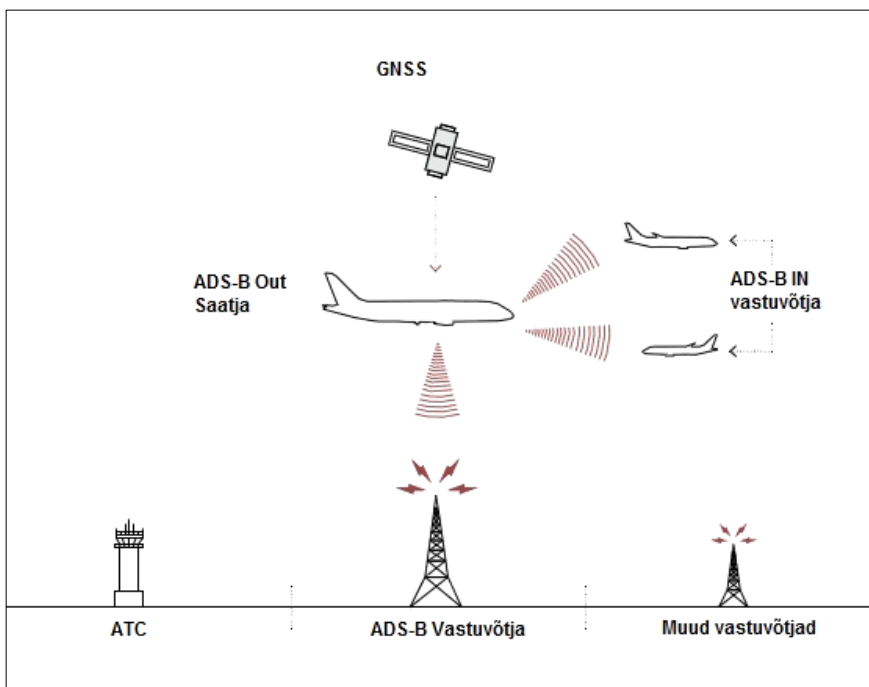
SSR-i järeltulijaks saab suure tõenäosusega olema ADS-B ehk automaatne, globaalnavigatsioonisüsteemil põhinev seiresüsteem, mis on eksperimentaal- tehnoloogiana leidmas laialdast kasutust üle maailma [4].

Süsteemi eelisteks SSR-i ees on:

- Odavus: ADS-B antennid on lihtsa ehitusega, suhteliselt odavad, ei oma liikuvaid sõlmi ja ei nõua pidevat hooldust.
- Täpsus: Süsteem on kuni 12 korda suurema seiretulemuste uuendusintervalliga kui traditsiooniline radar. Lisaks on tänu täpsele GNSS positsioneerimisele tagatud adekvaatsemad objekti koordinaadid.
- Paindlikkus: ADS-B sensorid on väga kompaktsed, mistõttu võib neid paigutada kaugemale, tagades maksimaalse katteala.
- Keskkonnasäästlikkus: SSR-ile vastupidiselt ei kiirga passiivne maapealne vastuvõtusüsteem välja küsivsignaalina elektromagnetilist kiirgust ning hoiab ära eetri ülekoormuse.

Kuna kasutusel olev SSR-süsteem ja ADS-B tehnoloogia on teineteisest väga erinevad, esineb üleminekuprotsessil komplikatsioone. Sujuvamale üleminekule aitaks kaasa TDOA-meetodit kasutav multilateraalne (MLAT) süsteem [2].

MLAT-süsteem on ühildatav ADS-B, Mode A, C ja S süsteemidega, mis tähendab, et täielikult ADS-B süsteemile üle minnes ei ole vaja seadmestikku välja vahetada. Samuti on MLAT-i soetamis- ja käitamiskulud tunduvalt soodsamad kui radarite puhul, tagades seejuures suurema täpsuse ja kattes laiemat ala väiksema võimsuse juures.



Joonis 1. ADS-B tööpõhimõtte [4]

Uurimistöö eesmärgiks on välja selgitada ADS-B kasutuselevõtu vajalikkus ning esile tuua MLAT-süsteemi kasulikkus üleminekuprotsessi ja ka sellele järgneva perioodi vältel. Eksperimentaaluuringu käigus testitakse töö autori initsiatiivil Eesti Lennuakadeemia sidelaborisse soetatud ADS-B käsivastuvõtja võimekust ning antakse soovitusi tehnoloogia õpetamisvõimaluste kohta Eesti Lennuakadeemia lennunduse side- ja navigatsioonisüsteemide käitamise erialal.

Esimeses peatükis tutvustatakse põgusalt primaar- ja sekundaarradarite, ADS-B ja multilateraalsete süsteemide tööpõhimõtteid. Teises peatükis kirjeldatakse ADS-B vastuvõtjate tööpõhimõtet lähemalt ning tuuakse välja mõned Eestis kasutusel olevad jaamad. Lisaks esitatakse turuliidriks oleva kaasaskantava AirNav Radarbox 3D võimalused lennuliikluse jälgimisel ning teostatakse eksperimentaaluuring Eesti Maaülikooli ühiselamu katusel. Kolmandas peatükis tehakse järeldused süsteemide kasutuselevõtu kohta, ning antakse soovitusid Eesti Lennuakadeemia lennunduse side- ja navigatsioonisüsteemide käitamise eriala üliõpilaste ADS-B ja MLAT praktilise õppe osas.

Töö tulemusena selgus, et ADS-B-l on suuri eeliseid asendamaks praegusi süsteeme, kuid üleminek sellele on keeruline, kuna tehnoloogiad on väga erinevad. Eduka näitena võib välja tuua Austraalia, kus üleminekuks kasutati *Wide Area Multilateration* süsteemi, et tagada nii ADS-B kui ka praeguste SSR-süsteemide paralleelset toimimist [1].

Viited

Kelly, E. Australia in world first for nationwide ADS-B coverage. 2009, uudise artikkel. [<http://www.flightglobal.com/articles/2009/12/23/336523/australia-in-world-first-for-nationwide-ads-b-coverage.html>] 07.05.2011

Creativerge, USA. Multilateration – Executive Reference Guide.

[<http://www.multilateration.com/downloads/MLAT-ADS-B-Reference-Guide.pdf>] 11.04.2011

Helfrick, A. Principles of Avionics. Second Edition. USA: 2002, 386 lk.

Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) Out Performance Requirements To Support Air Traffic Control (ATC) Service; Final Rule

[<http://edocket.access.gpo.gov/2010/pdf/2010-12645.pdf>] 18.05.2011

Richards R. W., O'Brien K., Miller C. D. Boeing Commercial Aero Magazine. New Air Traffic Surveillance Technology.

[http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/qtr_02_10/pdfs/AERO_Q2-10_article02.pdf] 17.05.2011

T. Välja. *ADS-B ja multilateraalsed seiresüsteemid: uurimistöö, juhendaja J. Umborg, konsultant V. Leps.* Eesti Lennuakadeemia, Ülenurme 2011.

Kasutatud kirjanduse nimekiri sisaldab 22 allikat.

SUMMARY

ADS-B AND MULTILATERAL SURVEILLANCE SYSTEMS

Key words: secondary surveillance radar, selective surveillance, multilateration

Fast paced development of aviation industry is causing air navigation service providers major difficulties in coping with the rapidly increasing number of flights. To enhance the airports' air traffic flow management, new and improved air navigation and surveillance technologies ought to be utilized.

One of the technologies needing replacement is Secondary Surveillance Radar (SSR) system. Many experts are of the opinion that its further development is limited and its inherently high acquisition, installation and maintenance costs are substantial. There are also severe coverage and capacity limitations resulting from the line of sight issues.

ADS-B will be a key element for the future air traffic management systems. Unlike the current surveillance technique, ADS-B does not require immense amounts of power and does not cost that much. Other advantages over SSR include the improved precision, higher update rate, extremely compact interrogators and environmental friendliness.

However, ADS-B will not be fully implemented anytime soon. One of the main reasons is the high cost of equipping the aircraft with all the essential avionic devices both to transmit and receive ADS-B information. The fact that the ADS-B and the radar use very different technology complicates the transition period even further. Fortunately, there is a technology available that is able to decode both the traditional radar avionics and the ADS-B.

The multilateration technology utilizes several ground sensors to calculate the position of a radio signal emitter using the TDOA method. The essence of this system is that it provides a seamless transition to ADS-B by using the same ground infrastructure.

The purpose of this research is to investigate the benefits of ADS-B over the current surveillance systems. Additionally, the methods of seamless transition in the form of multilateration are discussed. Furthermore, a portable ADS-B receiver is used to carry out experimental testing of the capabilities and potential of the technology.

C - LENNUNDUSETTEVÕTTE KÄITAMINE
C6 LENNUNDUSETTEVÕTTE JUHTIMISE
ERIALA

SAATEKS

Lennundustegevuse korralduse osakonnal on oma nimetusest tulenevalt väga lai tegevusvaldkond. Lisaks oma eriala spetsialistide rutiinsele koolitusele, mille õppekava pidevalt kaasajastatakse ja arendatakse, osaleme lennuväe ohvitseride väljaõppes, anname oma panuse Eesti transpordiarenduskavasse, oleme enda peale võtnud ohutusjuhtimise süsteemide (SMS, *Safety Management System*) alaste koolituste läbiviimise Eestis. Uurimistegevuse kaudu toetame Eesti lennunduse tegevust ja arengut konkurentsitihedas opereerimiskeskkonnas.

Valmistades ette küllaltki laia profiiliga lennundusspetsialiste, on osakonna lõputööd orienteeritud lennundusettevõtete vajadustele, mis annab ka hea väljavaate üliõpilastele tööle asumisel. Lõputööde praktilisuse ja rakendatavuse tagamiseks annab hea tulemuse lõputööeelne praktika lõputöö temaga seotud lennundusettevõttes.

Osakonna üliõpilaste lõputööd on koostatud erinevatel, kuid Eesti lennunduse jaoks väga aktuaalsetel teemadel. Samas võib viimase kahe aasta lõputööde teemadest siiski eristada nelja peamist uurimissuunda.

1. Ohutusjuhtimise süsteemide rakendamine lennundusettevõtetes, kus üliõpilased pakuvad lahendusi ohutusjuhtimise süsteemi rakendamiseks, arvestades seejuures lennundusettevõtete tegevuse eripäraga.
2. Maapealse teeninduse korraldamine lennujaamas. Valminud lõputööd on koostatud lähtuvalt nii lennuettevõtte kui ka lennujaama maapealse teeninduse vaatenurgast. Selles kogumikus antakse muuhulgas ülevaade lõputööst, mis käsitleb uue, Rahvusvaheline Lennutranspordi Assotsiatsiooni (IATA) maapealse teeninduse standardi rakendamise vajalikkust Tallinna lennujaamas.
3. Lennundusettevõtete tegevust puudutav temaatika, sh lennundusettevõtte tootlikkuse analüüs, brändi identiteedi ja imago võrdlev analüüs, reisijate profiili ja eelistuste väljaselgitamine.
4. Keskkonnakaitse aspektid lennunduses, seda nii lennujaama kui ka lennuettevõtte poolt vaadatuna. Kogumikus on esitatud kokkuvõtte lõputööst, mis käsitleb Euroopa lennuettevõtetes rakendamisel olevat säästühikute kauplemise süsteemi – European Union Emissions Trading System (*EU ETS*).

Oleme avatud koostööks kõikide Eesti lennundusettevõtetega ja organisatsioonidega. Praktika on näidanud, et hea koostöö tulemusena Eesti Lennuakadeemia ja lennuettevõtte vahel valmib mitte ainult aktuaalne ja väärtuslik lõputöö, vaid selle kaudu suudame ette valmistada just sellise profiiliga spetsialiste, keda lennundusettevõtte vajab.

Allan Nõmmik

Lennundustegevuse korralduse osakonna juhataja kt.

IATA MAAPEALSE OHUTUSAUDITI RAKENDAMINE

AS-s TALLINN AIRPORT GH

MART HANSEN
Juhendaja Allan Nõmmik

Märksõnad: IATA ISAGO, maapealse teenindamise korraldamine

Rahvusvaheline Lennutranspordi Assotsiatsiooni IATA (International Air Transport Association) maapealse teeninduse ohutuse audit ISAGO (*IATA Safety Audit for Ground Operations*) on õhusõidukite maapealset teenindamist osutavatele ettevõtetele suunatud auditeerimise programm, mis on seni ainus selles valdkonnas ning põhineb Rahvusvahelise Lennutranspordi Assotsiatsiooni (IATA) välja töötatud standarditel ja parimatel tavadel.

Lõputöö eesmärkideks on:

1. Selgitada IATA varasemat rolli maapealse teenusepakkuja ohutusprogrammides ning uurida ISAGO olemust.
2. Analüüsida ISAGO kontrollnimekirja alusel, millises ulatuses AS-i Tallinn Airport GH dokumentatsioon ning teenindatavate lennuettevõtete käitlusjuhendid vastavad ISAGO nõuetele.
3. Analüüsida AS-i Tallinn Airport GH ISAGO sertifikaadi taotlemise vajalikkust, uurides klientide arvamust ISAGO olulisusest maapealse teenusepakkuja valikul.

Tänapäeva lennutranspordis auditeerib iga lennuettevõtte igat temale teenust osutavat maapealset teenusepakkujat. ISAGO sertifikaati omava teenusepakkuja suhtes toimunud lennuettevõtete auditeid saavad viimased, kuuludes ISAGO ühisauditite süsteemi, omavahel jagada. Maapealse teenusepakkuja ISAGO auditit viivad läbi IATA tunnustatud spetsialistid [1]. Programmi eesmärgiks on ohutuse suurendamine õhusõiduki teenindamisel, personali vigastuste vähendamine, õhusõiduki vigastuste minimeerimine ning korduvate auditite hulga vähendamine.

AS Tallinn Airport GH on AS-i Tallinna Lennujaam tüdarettevõtte, mis tegeleb õhusõidukite ja reisijate maapealse teenindamisega Tallinna ja Tartu lennujaamas. Praegu toimub AS-i Tallinn Airport GH kvaliteedijuhtimine ISO standardite järgi, lähtudes ettevõtte enda ning AS-i Tallinna Lennujaam käsiraamatust. Lisaks esitab iga lennuettevõtte, kes on AS-i Tallinn Airport GH klient, ettevõttele omad nõudmised lisaks ISO standarditele ja ettevõtte käsiraamatule. Seega on hetkel nii palju erinevaid nõudeid kui on lennuettevõteteid-kliente. Seejuures on lennuettevõtete käitlusjuhendites kirjeldatud protseduurid suures osas kattuvad või väheste erinevusega. ISAGO sertifikaat tähendab lennuettevõttele vastuvõetavaid

teenindusstandardeid, ning sellega seoses teenusepakkujale vähem juhendeid. Lennuettevõtetele on ISAGO raamides moodustatud ühisauditite süsteem, kuhu kuuludes on neil võimalik auditeerimistulemusi jagada.

ISAGO auditi läbiviimisel lähtutakse standarditest ja soovituslikest tavadest, mis on kirjas ISAGO standardite juhendis (GOSM) [2]. GOSM jaotub seitsmesse ossa. Igal osal on kolmetäheline tunnus. Vt joonis 1.

ISAGO standardid

OMS – organisatsiooni juhtimissüsteem
STM – teenindusüksuse juhtimissüsteem
LOD – lastiarvutused
PAX – reisijate käitlemine
BAG – pagasi käitlemine
HDL – õhusõiduki käitlemine ja laadimine
AGM – õhusõiduki maapealne liikumine
CGM – kauba ja posti käitlemine

Joonis 1. ISAGO standardid

ISAGO auditi läbiviimisel lähtutakse standarditest ja soovituslikest tavadest, mis on kirjas ISAGO standardite juhendis [2].

Analüüsi tulemusena selgus, kui suurel määral AS-i Tallinn Airport GH dokumentatsioon:

- vastab ISAGO standarditele täielikult;
- järgis teenusepakkuja poolt rakendatud lennuettevõtete käitlusjuhendeid, ehk on rakendatud dokumenteerimata;
- ISAGO standardid ei ole teenusepakkujale kohaldatavad.

Lisaks selgitati ka see osa kontrollnimekirjast, mis lisaks dokumenteerimisele vajab rakendamist ka igapäevases käitlemises.

Lõputöö osana täidetud kontrollnimekirjade järgi on AS-l Tallinn Airport GH võimalik täiustada oma dokumentatsiooni ISAGO sertifikaadi taotlemise jaoks.

Eestikeelne ja paljusid lennuettevõtete käitlusjuhendeid endasse koondav teenusepakkuja käsiraamat suurendab ettevõttes nii ohutust kui konkurentsieelist.

ISAGO standarditele vastavuses olev maapealne teenusepakkuja on lõputöö küsitluse tulemuste põhjal konkurentsivõimelisem. Operaatorid usaldavad ISAGO sertifikaati omavaid teenusepakkujaid rohkem. Kuid tänases kallineva kütuse tingimustes on prioriteediks kulude kokkuhoid.

Teenusepakkuja juhendite ja dokumentide põhjal, millele lisandub lennuettevõtte enda käitlusjuhendi täitmine, otsustavad operaatorid, kas teenusepakkuja kvaliteet neid rahuldab. Teenusepakkujale on aga paljude erinevate käitlusjuhendite järgimine keeruline. ISAGO standardid on AS-s Tallinn Airport GH olemasolevatest detailsemad, kaasates maapealse teeninduse valdkondi, mis on hetkel vähesel määral ettevõttesiseselt dokumenteeritud. Täiustades ettevõtte enda juhendeid ja dokumentatsiooni ISAGO-st lähtuvalt, suureneb maapealne ohutus ning teenusepakkujal jääb järgimiseks vähem lennuettevõtete käitlusjuhendeid. ISAGO standardid on üldiselt koostatud selliselt, et vastata lennuettevõtete lõikes korduvatele protseduuridele. Väiksem juhendite arv tähendab vähem korduvaid auditeid lennuettevõtete poolt.

Uurimuse läbiviimise käigus küsitleti Eestis opereerivaid lennuettevõtteid. Küsitluse käigus järjestati vastusevariandid nii, et 1 on kõige olulisem ja 5 kõige vähem oluline. Tabelis 1 näitab koht vastusevariandi olulisust. Kõrgeima koha saab kõige olulisem vastusevariant. Punktid on vastuste kogusumma selle vastuse jaoks, kõige olulisemal vastusel on kõige vähem punkte.

Tabel 1. Vastanute ISAGO-st tulenevate kasude või eeldatavate kasude järjestus

Vastusevariant	Koht	Punktid
Kulude kokkuhoid	1	12
Õnnetuste, intsidentide ja vigastuste vähendamine maapealse teenuse pakkumisel	2	17
Auditeerimistulemuste jagamise süsteem	3	21
Lihtsustatud maapealse teenuse sisseostmine	4	24
Muu	5	31

Allikas: autori koostatud

Küsitlusele vastanud lennuettevõtted peavad kõige olulisemaks ühisauditi süsteemi kuulumise eeliseks kulude kokkuhoidu. Samuti on oluline ohutuse suurenemine. Ühisauditi süsteemi kuulumisel peetakse auditite jagamist kolmanda koha vääriliseks. See näitab, et auditite jagamine ja auditite läbiviimise hulk ei ole lennuettevõtetele väga aktuaalne. Lennuettevõtted ei pea siinkohal niivõrd oluliseks keskendumist oma põhitegevusele, kuivõrd säästmist. Sarnaselt eelnevale küsimusele iseloomustab tabel 2 lennuettevõtete maapealse teenusepakkuja valikul enim määravaks osutuvaid faktoreid.

Tabel 2. Vastanute järjestus aspektidest, mis osutuvad maapealse teenusepakkuja valikul enim määravaks

Vastusevariant	Koht	Punktid
Rahuldatav kvaliteeditase teenusepakkuja enda juhenditest ja ISO standarditest	1	16
Teenuse maksumus	2	16
Teenusepakkuja kuulub koodi jagavale partnerlennufirmale	3	24
Teenusepakkuja omab ISAGO sertifikaati	4	24
Muu	5	25

Allikas: autori koostatud

ISAGO sertifikaadi olemasolu peetakse teenusepakkuja valikul oluliseks, kuid teenuse hind on vastanute arvates olulisem kui sertifikaat. Suurimaks ISAGO-st saadavaks kasuks peetakse auditite arvu vähenemisest tingituna kulude kokkuhoidu.

Viited

Ensuring the Viability of Air Transport. IATA.

[<http://www.iata.org/about/pages/history-6.aspx>]. Vaadatud 23.01.2012.

ISAGO Standards Manual 2nd Edition. IATA, 2010, 234 lk.

[<http://www.iata.org/ps/certification/isago/Documents/isagostandardsmanual2.pdf>]. Vaadatud 11.03.2012.

M. Hansen. *IATA maapealse ohutusauditi rakendamine AS-is Tallinn Airport GH:* lõputöö, juhendaja Allan Nõmmik. Eesti Lennuakadeemia, Ülenurme 2011.

Kasutatud kirjanduse nimekiri sisaldab 17 allikat.

SUMMARY

APPLYING IATA SAFETY AUDIT FOR GROUND OPERATIONS IN TALLINN AIRPORT GH LTD

Keywords: IATA ISAGO, Airport Ground Handling

The purpose of this graduation thesis is to analyze IATA's role in ground handling and operational safety; to study whether the documentation of Tallinn Airport GH Ltd is in compliance with ISAGO standards, and to research how airlines operating in Tallinn airport regard ISAGO program.

ISAGO is the only auditing program specially designed for ground handling. ISAGO standards are produced by IATA and are based on industry's best practices. Currently every airline is auditing every ground handler independently, but ISAGO can reduce redundant audits. When a ground service provider holds ISAGO certification, the airlines belonging to ISAGO audit pool can share their audit results. The purpose of ISAGO program is to increase ground safety, reduce personnel injuries, to minimize aircraft damages and redundant audits.

Tallinn Airport GH Ltd is a subsidiary of Tallinn Airport Ltd providing passenger and aircraft ground handling services in Tallinn and Tartu airports. The quality management of the provider is in accordance with ISO standards, company's handling manual and operational manuals provided by customer airlines.

The topicality of this graduation thesis comes from the great and increasing number of different airlines' operational manuals and redundant audits that ground handlers must follow and face today in their work. With ISAGO, these overlapping operational manuals are implemented in ground service provider's own manuals. That makes it easier for the personnel to follow and, as a result, increases safety. This thesis also studies how airlines operating in Tallinn airport regard ground service provider's ISAGO certification. The airlines were asked to rank the benefits or the expected benefits from ISAGO and the basis for their choice of ground service providers in different destinations and the role of ISAGO in that process.

This graduation thesis is based on specialized articles and literature; the ISAGO standards manual and check-list; the survey conducted with the airlines operating in Tallinn airport; Tallinn Airport GH Ltd handling manual and IATA, Tallinn Airport Ltd and Tallinn Airport GH Ltd websites.

Both, the findings of ISAGO check-list analysis and the survey results can be used in Tallinn Airport GH Ltd when implementing ISAGO certification. The check-list analysis draws attention to these ground handling services that need to be more specifically documented or implemented prior to applying for an ISAGO audit.

OHUTUSJUHTIMISE SÜSTEEMI KOOSTAMINE COPTERLINE OÜ-le

TATJANA MAISURADZE
Juhendaja Allan Nõmmik

Märksõnad: kopteriväljak, ohutusjuhtimise süsteem

Lõputöö teemaks on „Ohutusjuhtimise süsteemi koostamine Copterline OÜ-le“. Valitud teema pakkus Eesti Lennuakadeemiale välja Copterline OÜ ohutusjuhtimise süsteemi koostamiseks nende hallatavale Tallinn City Hall kopteriväljakule. Kopteriväljaku üheks põhiliseks dokumendiks on kopteriväljaku käsiraamat [1]. Kopteriväljaku käsiraamat on dokument, milles antakse asjakohane informatsioon lennuvälja või kopteriväljaku rajatiste, seadmete, teenistuste, käitamisprotseduuride, ohutusjuhtimise süsteemi, organisatsiooni ja juhtimise struktuuri kohta.

Ohutusjuhtimine on lennunduses üks aktuaalsemaid teemasid. Ohutusel on oluline koht lennunduses õnnetuste ja intsidentide ärahoidmisel ning majandusliku tasakaalu saavutamiseks ettevõttes. ICAO loodud ohutusjuhtimise süsteem [2] on oma olemuselt preventiivne. Selle abil püütakse hoida õnnetuste üldarv nii madalal kui võimalik, sõltumata lennuliikluse suurenemisest.

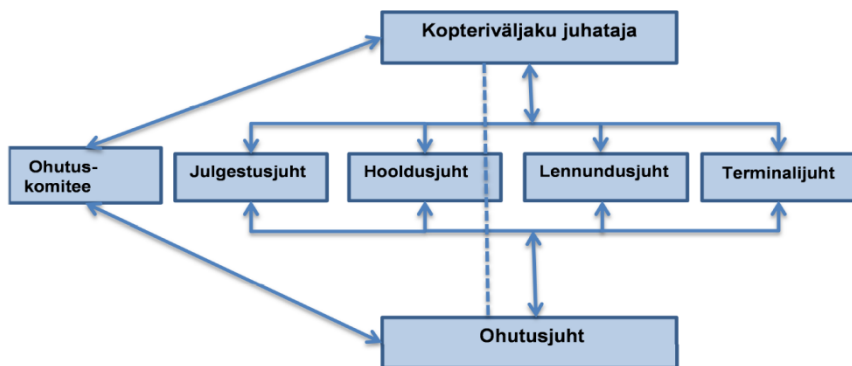
Lõputöö eesmärkideks on:

1. Analüüsida Copterline OÜ tegevusvaldkonda ja eripärasid.
2. Kaardistada võimalikud ohud ja koostada riskianalüüs Tallinn City Hall kopteriväljakule, arvestades kopteriväljaku eripärasid.
3. Koostada Tallinn City Hall kopteriväljaku ohutusjuhtimise süsteemi struktuur ning kirjeldada töötajate ohutuslaseid kohustusi.

Regulaarlennuliini kopteritel on harvaesinev äri, mille lennuohutuse tagamise seisukohalt teeb keeruliseks ka kopteriväljaku asukoht – mere ja kesklinna vahetus läheduses. Tuginedes juba eksisteerivate lennuväljade ohutusjuhtimise süsteemidele Eestis ja arvestades kopteriväljaku eripäraga, pakub autor välja Copterline OÜ tulevase lennuohutuse süsteemi struktuuri (vt joonis 1) ning kirjeldab oma töös töötajate ohutuslaseid kohustusi, arvestades seejuures asjaolu, et ettevõtte tasandil oleks vaja luua ohutusjuhi ametikoht või jaotada ohutusjuhi ülesanded teiste töötajate vahel, et efektiivsemalt juhtida ohutusjuhtimise süsteemi tööd. Copterline OÜ enda juhtimisstruktuuris ohutusjuhi ametikoht siiani puudus.

Koostöös ettevõtte töötajatega ning tuginedes kopterihõnnetuste ja -intsidentide andmebaasi andmetele [3], on tehtud esialgne Tallinn City Hall kopteriväljaku ohtude kaardistamine ning riskide hindamine. Valminud riskianalüüsist selgus, et kopteriväljakul tekitavad kõige rohkem ohtlikke olukordi järgmised objektid ja olukorrad: kopterilabade tekitatud õhuvool, merel olev laevaliiklus, merelindude kontsentratsioon kopteriväljaku läheduses ning sage nähtavust halvendavate ilmastikuolude esinemine. Intervjuude käigus selgitas autor ettevõtte töötajatele ohutusjuhtimise süsteemi töötamise põhimõtteid ja olemust, ning selgitas, et kõik töötajad peavad lisaks muudele töökohustustele vastutama ka ohutuse eest.

Ettevõttele koostati dokumentatsioon, mis kirjeldab ohutusjuhtimise süsteemi tööd ja alluvussuhteid ettevõtte tasandil. Ohutusjuhtimise süsteemi koostamisel ilmnisid takistused, kuna lennuettevõtte plaani muutuste tõttu puudusid piisavad võimalused omandatud teoreetiliste teadmiste praktikas rakendamiseks. Lõputöö kirjutamise alguses, 2010. a detsembris, kavandas Copterline OÜ kopteriuhenduse loomist Tallinna ja Helsingi vahel. Lõputöö valmimise ajal (2011. aasta mai lõpp) pole ettevõtte veel oma projekti taasalustamiseks kindlat otsust teinud.



Joonis 1. Ohutusjuhtimise süsteemi vastutuse seosed [2]

Viited

Lennuvälja ja kopteriväljaku sertifitseerimise kord ning nõuded lennuvälja ja kopteriväljaku käsiraamatu sisule ja koostamisele. Majandus- ja kommunikatsiooni ministri määrus 66, 6. augustist 2005. a. – Riigi Teataja, 2005, nr 67, art. 955, [https://www.riigiteataja.ee/akt/910002]. 04.04.2011.

Safety Management Manual. ICAO, 2009, 264 p.

How Safe is Flying? Detailed Statistics. Flying Fear.
[<http://www.flyingfear.net/articles/how-safe-is-flying-detailedstatistics.html>].
10.03.2011.

T. Maisuradze. *Ohutusjuhtimise süsteemi koostamine Copterline OÜ-le: lõputöö,* juhendaja Allan Nõmmik. Eesti Lennuakadeemia, Ülenurme 2011.

Kasutatud kirjanduse nimekiri sisaldab 14 allikat.

SUMMARY

COMPOSING THE SAFETY MANAGEMENT SYSTEM FOR COPTERLINE OÜ

Key words: Safety Management System, heliport

The purpose of this graduation thesis is to analyse the corporate activities of Copterline OÜ related to Tallinn City Hall heliport operations, and within this, to analyse the risks to Tallinn City Hall heliport by taking into account the distinctions of the heliport, in order to start composing the Safety Management System (SMS) for Tallinn City Hall heliport.

SMS is a systematic approach to safety management, including the necessary organisational structures, accountabilities, policies and procedures. The ICAO Standards and Recommended Practices (SARPs) require the implementation of SMS at airports and heliports. As ICAO SARPs are not directly applicable within national legislative and regulatory framework, the countries shall establish State Safety Programmes (SSP) and, as a part of such programme, ensure that operators/service providers implement the SMS. Estonian SSP is not ready yet and the absence of that programme makes it more difficult for operators to compose a SMS that is acceptable for Estonian Civil Aviation Administration (CAA).

While developing this graduation thesis, the author used the already existing Estonian SMSs: Tallinn, Pärnu and Kuressaare airport operational manuals. In April 2011, the author visited Tallinn City Hall heliport and conducted interviews with Copterline OÜ staff with the aim of completing the risk analysis. Additionally, as the author examined different helicopter accident and incident databases, it was possible to spot several most common types of accidents which may occur at the heliport.

KULUDE VÄHENDAMISE VÕIMALUSED AS-s ESTONIAN AIR SEOS ES OSALEMISEGA SAASTEÜHIKUTE KAUPLEMISE SÜSTEEMIS

KAIT KARU

Juhendaja Signe Vanker, konsultant Timur Dubovik

Märksõnad: EU ETS, lennuettevõtete majandamine

Euroopa Komisjoni poolt koostatud Valge Raamat tõstab esile transpordisektori olulisust ning tõdeb, et kuigi kogu transpordisektori tegevusvaldkond laieneb, siis tuleb samal ajal kogu sektori süsihappegaasi heidet vähendada 60% võrra [1].

Euroopa lennutranspordile määrati CO₂ limiit, sest lennunduse CO₂ heitgaaside hulk moodustab 3% kogu Euroopa süsinikdioksiidi gaasidest, ning alates 1990. aastast on see kaks korda kasvanud. Euroopa Komisjoni 2008. a 19. novembri direktiivi alusel kaasati Euroopa lennundus varem eksisteerinud EU ETS süsteemi [2], millega piiratakse süsihappegaasi hulk 2004–2006. a keskmisele tasemele, mille tulemusena planeeritakse säästa 2020. aastaks kuni 183 miljonit tonni ehk 46% süsinikdioksiidi [3].

2010. aasta lennumahtude põhjal antakse 85% kvootidest süsteemiga registreerunud lennuoperaatoritele tasuta. Ülejäänud 15% läheb kõigi lennuettevõtete vahel oksjonile ning lennufirmad, kes vajavad rohkem kvote, saavad teistest EU ETS-i sektoritest neid juurde osta.

Selle uurimistöö eesmärgiks oli analüüsida Estonian Airi lennukiparki, marsruute ning kasutatavaid operatsioonisüsteeme ja protseduure, et määratleda olukord, millega siseneti Euroopa Liidu heitkoguste kauplemise süsteemi ning selgitada välja põhjused, mis mõjutavad süsteemiga kaasnevaid kulusid ning tuua välja potentsiaalsed lahendused kulude vähendamiseks.

Kütusesäästlik opereerimine ning sellele pühendumine pole tänapäeva lennunduses peaaesjalikult tingitud mitte rohelisest mõtteviisist, vaid tuleneb asjaolust, et kütusehind on rekordiliselt kõrge ning Euroopa Liidu heitkoguste kauplemise süsteemiga muutuvad kütusega seotud kulud veelgi suuremaks.

Analüüsi käigus leidis autor, et suurim kokkuhoid nii kütuse kui ka EU ETS-i osas on võimalik saavutada optimeerides lennukipargi kasutust ning valides lennuühendustele sobiv lennukitüüp. Lõputöö autori koostatud programmi abil analüüsiti lennukite karakteristikuid ning lennuliini nõudlust ning anti soovitus igale liinile kuluefektiivseima lennuki osas (vt tabel 1). 2011. aasta statistikale

tuginedes leidis autor, et Estonian Air oleks saanud sobivamat lennukiparki kasutades kütuse ning saastelubade ostmise arvelt kokku hoida kuni 4,8 mln eurot.

Lennuk	A r v	Täituvus	Lennu- tundide arv	Kütusekulu tunnis (kg)	Kütus (kg)/reisija te arv
Boeing 737-300	2	61%	3060	2493	29,0
Boeing737-500	3	56%	4279	2388	36,2
CRJ 900	3	68%	4750	1689	28,2
Saab 340	2	52%	2174	515	30,3
Fokker 70 *	1	76%	111	2052	33,6
Fokker 100 *	1	49%	8	2231	42,1

* ajutiselt koos meeskondadega liisitud õhusõiduk

Tabel 1. Estonian Airi lennukipark 2011. Andmed operatsioonisüsteemist PDC Flight OPS, autori arvutused.

Lõputöö käigus uuriti lähemalt ka Estonian Airis kasutusel olevat lennuoperatsioonisüsteemi, sest Euroopa Komisjoni direktiivi 2008/101/EC kohaselt on kehtestatud kriteeriumid, mille järgi lennuettevõtte CO₂ heitkoguseid ning RTK-d peab mõõtma ning nende kohta andmeid esitama.

Uuringu käigus selgus, et kasutusel olev operatsioonisüsteem, kuhu on talletatud kogu raporteerimiseks vajalik informatsioon, ei võimalda andmeid täpselt ning automaatselt kätte saada. 2011. ja 2012. aastal tehtud käsitsitöö andmete sisestamiseks ning edastamiseks Euroopa Komisjoni nõutud iga-aastaste raportite täitmiseks oli ajamahukas, ning inimfaktori tõttu kaasnes oht valede andmete esitamiseks. Eelpool mainitud direktiiv nõuab andmete täielikku vastavust tegelikkusele ning andmete vale esitus toob endaga kaasa trahvid, mis võivad lõppeda koguni lennukeluga.

Estonian Airi lennumahtude suurenedes on töö käsitsi tegemine üha mahukam, mistõttu suureneb ka vea tekkimise oht. Autor pakkus oma lõputöös välja alternatiivseid lahendusi süsteemi automatiseerimiseks.

Töös toodi EU ETS-i osas välja ka Estonian Airi ja tema tütaretevõtte Estonian Air Regionali seotusest tulenevad eelised ning puudused. Euroopa Komisjoni direktiivi 2008/101/EC kohaselt on EU ETS-st välja arvatud väikesed emiteerijad. 2010. ja 2011. aastal oli Estonian Air Regional väikese emiteerija staatuses, mis võimaldab Estonian Airil 10 000 tonni ulatuses CO₂ saastelubasid vähem osta. Sama direktiiv nõuab iga lennuettevõtte puhul iseseisvat andmete edastamist, mida antud hetkel Estonian Airis kasutusel olev operatsioonisüsteem ei võimalda teha. Autor tõi lõputöö käigus välja lahendused, kuidas oleks võimalik andmeid emaning tütaretevõtte jaoks EU ETS-i tarvis kiirelt ning täpselt kätte saada.

Viited

Euroopa Komisjon, Brüssel (28.03.2011) Valge Raamat, *Euroopa ühtse transpordipiirkonna tegevuskava – Konkurentsivõimelise ja ressursitõhusa transpordisüsteemi suunas*, p 2.1, lk 5, [http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:ET:PDF]. 20.05.2012

Climate action (2011) Questions and answers on historic aviation emissions and the inclusion of aviation in the EU's Emission Trading System, küsimused 8 ja 10, [http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/aviation/faq_en.htm]. 23.03.2012.

Climate action (2011) Questions and answers on historic aviation emissions and the inclusion of aviation in the EU Emission Trading System, küsimused 8 ja 10, [http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/aviation/faq_en.htm]. 23.03.2012.

K. Karu. *Kulude vähendamise võimalused AS-s Estonian Air seoses osalemisega saasteühikute kauplemise süsteemis*: lõputöö, juhendaja Signe Vanker, konsultant Timur Dubovik. Eesti Lennuakadeemia, Ülenurme 2012.

Kasutatud kirjanduse nimekiri sisaldab 36 allikat.

SUMMARY

COST REDUCTION OPPORTUNITIES ASSOCIATED WITH ESTONIAN AIR'S PARTICIPATION IN THE EUROPEAN UNION EMISSIONS TRADING SCHEME

Key words: EU ETS, airlines management

The European Commission's White Paper highlights the importance of transportation and admits that even though the transport sector is expanding, the sector must still reduce its carbon dioxide emissions by 60% by the year 2050. Scientists have proven that in order to sustain our climate, there must be no more than 350 CO₂ units per million in the atmosphere. Currently the CO₂ share is rising 2 units per year and has climbed up to 392.

The European Commission's directive 2008/101/EC from 19 November 2008 established that European aviation has to be included into the already existing European Union Emissions Trading Scheme. Although only 3% of all the manmade carbon dioxide gases are emitted by European aviation, the industry's emissions have doubled since 1990s, and the European Union has decided to stop the growth. The CO₂ level of European aviation was capped to 2004–2006 average, and by the year 2020 it is planned to save up to 46% of carbon dioxide emissions.

This graduation thesis analyzes Estonian Air's fleet, routes, flight operation systems and procedures to define the situation in which Estonian Air entered the European Union Emissions Trading Scheme. The project's objective is to uncover what influences the costs related to EU ETS and what potential possibilities to minimize those costs there are.

The profits, though small in airline business, cannot be considered non-existent and as fuel costs have risen to the level equivalent of more than one third of total operating costs, it is an issue that must be addressed carefully in order to reach profitability.

The author can conclude that the greatest efficiency and cost reduction can be achieved through the usage of efficient and well-chosen fleet for the right markets. The author constructed an Excel program that takes into account aircraft characteristics and market demand in order to recommend an aircraft type for each specific route and to reduce fuel and EU ETS related costs.

Estonian Air has used a lot of manual work to collect and report the data for the EU ETS. To maintain sufficient process speed and data accuracy, the author suggests reducing manual work and developing automated solutions. Different alternative methods are also presented in the thesis.

This thesis studies the connection between Estonian Air and Estonian Air Regional, and the influence of EU ETS. Estonian Air has an opportunity to reduce costs related to EU ETS, if the volume of flight is optimally spread between the mother and daughter airline. The connection between these two airlines also causes data reporting difficulties and in the thesis the author brings out alternative solutions to solve these issues. The European Union Emissions Trading Scheme widely influences European aviation companies, including Estonian Air. This graduation thesis highlighted the most important areas where Estonian Air can reduce costs and enhance data processing efficiency related to EU ETS.

C7 ÕHUSÕIDUKI HOOLDUSE ERIALA

SAATEKS

Iga erialavaldkonda toetab teaduslik uuring. See laieneb kõiksugusele (igakülgele) arengule ja argitegevustele. Spetsialistid valmistatakse ette koolis, mis omakorda oma aine, oma perspektiivid ja personali saab reaalsest praktikast. Sarnaselt lähtub ka ELA Lennutehniline Koolitusorganisatsioon oma võimekuste arendamisel ning uurimistemade valikul sisenditest, mis tuginevad üldistel globaalsetel tendentsidel, riiklikel prioriteetidel ja ettevõtete vajadustel.

Lähtuvalt rakenduskõrghariduse ideest – võimaldada praktilistele probleemidele võimalikult lähedal seisvat kõrghariduslikku õpet – oleme oma peamiste teadus-, arendus- ja loometöö arengusuundade valikul lähtunud loodavate lahenduste rakendatavusest lennundusettevõtetes lähitulevikus.

Digitaaltehniliste süsteemide areng ja kütusehindade tõus on peamised tegurid, mille alusel oleme prioriteetseteks suundadeks hinnanud:

- mehitamata õhusõidukite arendamise, valmistamise ja kasutamisega seonduv problemaatika;
- komposiitmaterjalide väljatöötamise, toodete valmistamise ja parandamise meetodikate arendamine;
- mehhatrooniliste süsteemide ja digitaalelektroniliste süsteemide rakendamine õhusõidukitel.

Nimetatud arengusuundade toetamiseks oleme välja arendanud ja sisustanud õppeangaari Tartu lennujaama territooriumil, kus lisaks õhusõidukitele teostatavatele tavalistele hooldustöödele saame läbi viia ka mittepurustavaid katseid nii pöörivoolude, magnetpulbri kui penetraant meetodil, teostada kontrollmõõtmisi raadionavigatsiooni ja -kommunikatsiooni süsteemidele ning õhusõiduki rõhutundlikele süsteemidele. Lisaks suudame raaljuhtimisega freesimise abil valmistada erinevaid prototüüptooteid, erinevatest komposiitmaterjalidest, ning lehtmetailist konstruktsioone ning süsteeme.

Oleme täiendanud oma õppekavasid mehitamata õhusõidukite alase õppega ning osaleme Eestis vastavat ala reguleeriva seadusandluse loomeprotsessis. Töötame välja lahendeid ettevõtetes kerkinud probleemide lahendamiseks, nagu andmeside, konstruktsiooni optimeerimine, aerodünaamilised lahendid jms.

Töötame välja erinevate süsteemide eksploatatsiooniprotsesside raaljuhtimis-agregaate. Valminud prototüüpidest võib nimetada komposiitmaterjalide lamineerimise terminise juhtimise seadet, mis võimaldab muuta komposiitmaterjalide parandamise ja tootmise märkimisväärselt täpsemaks ning vähendada seejuures inimtööjõu tarvitamise hulka. Samuti ka õhusõiduki ohutusravutit —

väikeõhusõidukite operaatoritele orienteeritud lennuparameetreid salvestavat seadet, mis võimaldab lennuparameetrite analüüsi alusel teha järeldusi õhusõiduki seisukorra ning käitumise kohta.

Koostöös Ridali Lennuklubiga oleme läbi viimas uuringut õhusõiduki aerodünaamiliste omaduste sõltuvuse välja selgitamiseks lähtuvalt tiiva tagaservas asetseva miniklapi asendist. Teaduslik kinnitus tiivamodifikatsiooni positiivsete mõjude kohta võimaldab väga väikeste kulutustega ja õhusõiduki konstruktsiooni märkimisväärselt muutmata (paigaldades tiivale elektromehaaniliselt juhitava mikroklaapi) parandada ekspluatatsioonis olevate purilennukite aerodünaamilisi omadusi.

Kogumikus esindatud lõputööde teemad on ajendatud Eesti lennundusettevõtete soovidest ning õhusõiduki omanike vajadusest nii arendada ja modifitseerida juba olemasolevaid tooteid kui ka välja töötada uusi lahendeid. Lõputöid ilmestab asjaolu, et autoritel oli töö koostamise ajaks mõningane erialane töökogemus õhusõidukite hooldusorganisatsioonides ning nende tööde tulem on juba leidnud rakendust või on saanud aluseks täiendavatele rakendusuuringutele.

Karl-Erik Unt

Lennutehnilise koolituse osakonna koolitusjuht

LENNUKI JODEL DR-1050 AMBASSADEUR TIIVA AERODÜNAAMILISTE OMADUSTE PARENDAMINE

VALENTIN IVANOV

Juhendaja Peep Lauk, konsultant Karl-Eerik Unt

Märksõnad: Jodel DR-1050 Ambassadeur, lennuki tiib, aerodünaamiliste omaduste optimeerimine, XFLR5, tiiva konfiguratsioonid.

Sissejuhatus

Lõputöö eesmärgiks on uurida lennuki Jodel DR-1050 Ambassadeur (registri nr ES-JPL) tiiva aerodünaamiliste omaduste optimeerimise võimalusi. Peamine uurimusküsimus keskendub sellele, kuidas oleks võimalik parendada lennuki Jodel DR-1050 Ambassadeur selliseid lennuomadusi, nagu lennuki tõusukiirus, horisontaalkiirus ja kütusekulu erinevatel kiirustel. Üheks võimaluseks lennuki lennuomaduste parendamiseks on nn tiiva otste voolundajate (*winglet* i.k.) lisamine tiivale. Teoreetiliselt peab *winglet*'ide rakendamine vähendama lennuki tiiva induktiivtakistust ja seega parendama lennuki tiiva aerodünaamilist väärtust. Seepärast uuriti lennuki paremate lennuomaduste saavutamist *winglet*'ide lisamisega standardsele lennuki tiivale.

Metoodika

Andmete saamiseks uuriti lennuki Jodel DR-1050 Ambassadeur tiiva aerodünaamilisi iseärasusi ning koguti vajalikke andmeid lennuki tiiva kohta (profiil, geomeetria jne). Lennuki tiiva aerodünaamiliseks modelleerimiseks sisestati kogutud andmed arvutiprogrammi XFLR5. Uuringu käigus modelleeriti lennuki tiiva järgmised konfiguratsioonid:

- standardne lennuki tiib,
- standardne tiib koos lisatud *winglet*'idega,
- täiendavalt optimeeritud *winglet*'idega tiib (ümardatud esiserva otsadega).

Tiiva erinevate konfiguratsioonide jaoks leiti ja analüüsiti vajalikud aerodünaamilised näitajad, seejärel analüüsiti konfiguratsioonide lennuomadusi ning võrreldi saadud tulemusi.

Tulemused

Lõputöö käigus tehtud analüüsi põhjal selgus, et lennuki Jodel DR-1050 Ambassadeur tiiba on võimalik optimeerida. *Winglet*'ide lisamine tiivale ja tiiva esiserva otste ümardamine mõjutab positiivselt tiiva aerodünaamilisi omadusi ning järelilikult ka terve lennuki lennuomadusi. Lennuki Jodel DR-1050 Ambassadeur

tõusukiirus suurenes uuritud vahemikes keskmiselt 13,4 % võrra, maksimaalne lennukiirus suurenes 0,162 m/s võrra ning lennuki kütusekulu vähenes keskmiselt 6,55% võrra.

V. Ivanov. *Lennuki JODEL DR-1050 Ambassadeur tiiva aerodünaamiliste omaduste parendamine: lõputöö, juhendaja Peep Lauk, konsultant Karl-Eerik Unt. Eesti Lennuakadeemia, Ülenurme 2012.*

Kasutatud kirjanduse nimekiri sisaldab 16 allikat.

SUMMARY

IMPROVING THE AERODYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE JODEL DR-1050 AMBASSADEUR AIRCRAFT WING

Key words: Jodel DR-1050 Ambassadeur, aircraft wing characteristics, aerodynamics, XFLR5.

The purpose of this thesis is to analyse the possibilities of improving the aerodynamic characteristics of the Jodel DR-1050 Ambassadeur aircraft wing. The improvement is planned to be achieved applying the winglets (wingtip devices, the function of which is to reduce the aircraft's drag by partial recovery of the tip vortex energy). Theoretically the optimisation of the aircraft wing has to be followed by the improvement of the aircraft flying characteristics. The flying characteristics, the achievement possibilities of which are expected to be researched in the thesis are:

- aircraft climb rate,
- aircraft cruise speed,
- aircraft fuel consumption.

The overview of the aircraft and its wing aerodynamics theory is performed. Based on the research completed within the above mentioned part of the thesis, the author meticulously studies the Jodel DR-1050 Ambassadeur aircraft and its wing data. It is done to enable the modelling of different aircraft wing configurations with the help of the CB freeware programme XFLR5 (the configurations to be modelled are: the conventional aircraft wing, the wing with supplementary winglets applied, and the wing with the winglets and additional optimisation in the form of curved wing tips of the leading edge). Using the program the author analyzes and compares the aerodynamic characteristics of the aircraft wing. The last step of the research is the calculation of the flying characteristics for the different Jodel DR-1050 Ambassadeur aircraft wing configurations and their comparison.

The current thesis is partially based on the calculation and analysis of aerodynamics conducted using the CB freeware programme XFLR5, which is an analysis tool for airfoils, wings and planes operating at low Reynolds Numbers. It includes wing design and analysis capabilities based on the Lifting Lin Theory, on Vortex Lattice Method, and on 3D Panel Methods (XFLR5, s.a.).

The author considers this project successful, if the modelled aircraft wing with applied supplementary winglets and curved wing tips of the leading edge performs better than the conventional wing of the Jodel DR-1050 Ambassadeur proceeding from the analysis of the aerodynamic and flying characteristics. And, if the aircraft with the optimised wing has better flying characteristics (the average of 13,4 % improvement in aircraft climb rate and aircraft cruise speed increase by 0,162 m/s are achieved) and lower fuel consumption than the aircraft with a conventional wing (average fuel consumption is lowered by 6,55 %).

AUTOKLAAVAHJU JUHTIMISSEADME KONSTRUEERIMINE

SIIM MARIPUU

Juhendaja Karl-Eerik Unt

Märksõnad: Komposiitmaterjalid, autoklaav, lamineerimise juhtimisseade

Süsinikplaste ja teisi komposiitmaterjale on hakatud järjest enam kasutama vastutusrikastes valdkondades (nagu näiteks lennundus, autotööstus, energeetika) konstruktsioonielementide tootmiseks. Sellise arengu põhjuseks on varasemalt hinna tõttu kättesaamatuks jäänud toormaterjalide hindade alanemine maailmaturul.

Süsinikkomposiidid muudab ahvatlevaks tehnilistes rakendustes kasutamiseks nende suur eritugevus (tugevuse ja massi suhe), hea vormitavus ning võimalus valmistada anisotroopsete omadustega materjale.

Saavutamaks nende materjalide maksimaalseid tugevuslikke ja füüsikalisi omadusi, on toodete valmistamiseks vaja kasutada autoklaave. Autoklaav on rõhustatav anum, mis võimaldab gaasirõhu abil eemaldada tühimikke sinna asetatud laminaadist. Tühimikud laminaadi koosseisus võivad toote hilisemal eksploatatsioonil käituda pingekontsentraatoritena ning tingida materjali tugevusomaduste vähenemise. Lisaks rõhustamisele on autoklaavahjudes võimalik kasutada kõrgeid vormimistemperatuure, mis on vajalikud maatriksmaterjali viskoossuse vähendamiseks (paraneb molekulide mobiilsus ja gaasimullide eraldumine) ning ristsidumisastme maksimaalväärtuste saavutamiseks (suurendamaks materjali temperatuuritaluvust).

Kõrgetel ristsidumistemperatuuridel tekib oht vaigu ristsidumisreaktsiooni temperatuuri kontrollimatuks kasvuks põhjustades vaigu keemist ning degradatsiooni. Nimetatud probleemi vältimiseks ja epoksiidvaikude ristsidumisprotsessi täpseks juhtimiseks on otstarbekas kasutada eraldi seadet, mis vastavalt Clausius-Clapeyroni võrrandile aitaks välisrõhu täpse juhtimise abil kontrollida maatriksmaterjali keemistemperatuuri.

Uurimuse raames töötati välja ning valmistati autoklaavahju juhtimise seade, mis võimaldaks ajas sõltuvat rõhu ning temperatuuri reguleerimist, vaikude ristsidumiseks vajalike parameetrite genereerimist ning reaajas tagasisidestatult kogu ristsidumistsükli läbiviimist ja juhtimist.

Mida targem on autoklaavi juhtimismeetod, seda parema kvaliteedi ja madalama omahinnaga tooted saavutatakse, ning seda väiksem on ka kulu toodete väljatöötamisele. Hea juhtsüsteem tagab optimaalse aja, ning temperatuuri ja rõhu

väärtused, et kindlustada tühimike hulga vähenemine laminaadis ning maksimaalne vaigu ristsidumisaste. Tänapäevaste heade tehniliste võimaluste ning suhteliselt kõrgete tööjõukulude juures ei ole otstarbekas iga toote valmistamiseks eraldi juhtprogrammi arvutada, vaid kasutada sellist juhtimisseadet, mis ise loob vajalikud parameetrid ning juhib reaajas tagasisidestatult kogu ristsidumistsükli läbiviimist.

Kuna maailmas on praeguseks hetkeks toodetud juba väga palju autoklaave, mille juhtimiseks kasutatakse manuaalseid või poolautomaatseid süsteeme, võimaldab uurimuse raames välja töötatud juhtimiseadme rakendamine tugevalt tõsta nende kasutamise kuluefektiivsust.

S. Maripuu. *Autoklaavahju juhtimiseadme konstrueerimine*: lõputöö, juhendaja: Karl-Erik Unt (MSc). Eesti Lennuakadeemia, Ülenurme 2012.

Kasutatud kirjanduse nimekiri sisaldab 20 allikat.

SUMMARY

DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN AUTOCLAVE CONTROL SYSTEM

Key words: Composites, autoclave, autoclave control system

The goal of this project was to design and build a system for controlling an autoclave curing process.

The project analyzes technical possibilities for making a device that would control an autoclave with using the maximum number of the parameters known for cross linking a thermosetting matrix. It was also a personal year-long challenge to analyze the data and design the first ever secure system autoclave controlling machine in Estonia. Hopefully the controlling system is going to be used by several manufacturing companies.

The material analyzed in this project was mostly written by Peter R. Ciriscioli and George S. Springer from Stanford University with additional technical information from the internet.

As a result of the research project it is concluded that it is beneficial to use other parameters than just temperature as an input for the control program. This includes viscosity and laminate thickness.

After the completion of the research within this project the author concludes that further investigations on this topic should be conducted by focusing on sensors and calibrating the controller to use the data more efficiently.

There were a lot of helpful people who helped to bring this idea to life. The author would like to express his special thanks to Mr Karl-Eerik Unt whose helpful guidance enabled to make this project successful.

LYCOMING O-320 JUHTIMINE FADEC-SÜSTEEMI ABIL

URMAS PUUSEPP

Juhendaja Karl-Eerik Unt, konsultant Jaanus Jakimenko

Märksõnad: Lycoming O-320, FADEC, Megasquirt, kütusekulu vähendamine, kolbmootori juhtimissüsteem

Tulenevalt kõrgetest kütusehindadest on õhusõidukite kolbmootorite väljatöötamisel üheks oluliseks parameetriks kütusekulu. Paraku on aga väikellennukitel kasutatavad jõuallikad võrreldes autotööstuses kasutatavate analoogidega võrreldamatult ebaökonoomsed.

Läbiviidud uurimuse eesmärgiks oli selgitada, kas õhusõiduki toitesüsteemi digitaaljuhtimissüsteemi kasutamisega oleks võimalik suurema võimsuse ja vähendatud kütusekulu saavutamine.

Kaasaegsete jõuallikate tööprotsessi juhtimiseks on välja töötatud erinevaid elektroonilisi mootorijuhtimissüsteeme, mida tuntakse lennunduses *Full Authority Digital Engine Control* ehk FADEC-süsteemina. Levinud on FADEC-i kasutamine reaktiivmootorite käitamiseks, kuid üha enam leiab süsteem kasutust ka väikeõhusõidukitel. Kuna lennundussertifikaati omava FADEC-i hind on sertifitseerimisstandardite tõttu kõrge, on uuringu käigus analüüsitud võimalikke odavamaid alternatiive, mida saaks kasutada sertifitseerimata eksperimentaalklassi õhusõidukite mootorite toitesüsteemi juhtimiseks.

Sobivaimaks süsteemiks leiti Bruce Bowlingi ja Al Grippo poolt välja töötatud *Megasquirt*. Analoogselt sertifitseeritud FADEC-idele, on eelmainitud seade spetsiaalne elektroonilise kütuse sissepritsesüsteemi juhtseade, mis on leidnud laialdast kasutust automootoritel. Toode on disainitud selliselt, et seda saab seadistada laia valiku ottomootorite vajadustest lähtuvalt.

Hindamaks elektroonilise juhtimissüsteemi efektiivsust, paigaldati Lycoming O-320-le *Megasquirt* elektrooniline mootori juhtimissüsteem koos vajalike anduritega. Kuna O-320 on karburaatormootor, millel puudub sissepritsesüsteemi valmidus, tuli FADEC-i paigaldamiseks modifitseerida mootori toitesüsteemi.

Muudatuste teostamisel lähtuti kahest aspektist:

1. lennuohutuse eesmärgil ei muudeta mootori süütesüsteemi;
2. võrreldavate parameetrite mõõtmiseks ja ümberlülituste võimaldamiseks säilitatakse kasutusel olev karburaator. Kombineeritud toitesüsteemi abil on võimalik ilma mootorit seiskamata ümber lülitada karburaatoriga toitesüsteemile või paigaldatud *Megasquirt* süsteemile.

Modifitseerimise käigus lisati karburaatori segusiibrile klapi asendiandur, et muuta klapi hetkeasendi kaudu süüte ajastust ja pihustatava kütuse kogust. Korrektses töösegu saavutamiseks paigaldati õhufiltri korpusesse siseneva õhu temperatuuriandur ning väljalaskesüsteemi lairiba lambda andur, millega saavutati segu koostise määramine reaaliajas. Mootori vāntvōlli pōõrlemissageduse mōõtmiseks paigaldati jõuallika rihtmaseibile impulssratas, ja vāntvōlli asendiandur kontrollimaks süüteaajastust ja pritse tööd. Kütuse pihustamine lahendati kasutades hargpritse süsteemi, kus igale sisselasketorule paigaldati 150 cc/min tootlikkusega pihustid. Pihustite kasutuselevōtuga lisati elektrooniline kütusepump ja kütuserōhu regulaator säilitamaks konstantset kütuserōhku.

Megasquirti seadistamiseks kasutati programmi *Megatune*, millega määrati vastavalt mootori parameetritele vajalik kütusekogus ja pihustusimpulsi pikkus.

Katsetel mōõdeti kütusekulu mootori keskmisel töörežiimil. Tulemustest selgus, et mootori töötamisel karburaatoriga kulus 8,46 l/h ning sissepritsesüsteemiga 7,45 l/h. Seega vōib järeldada, et *Megasquirt* juhtmooduliga saavutatakse märkimisvārselt väiksem kütusekulu, kui karburaatori kasutamise korral. Tulemused on põhjendatavad kütuse täpsema doseerimisega töötsükli läbiviimisel, mis annab paigaldatud süsteemile suured eelised karburaatorsüsteemi ees. Lisaks täpsemale doseerimisele avalduvad FADEC-süsteemil põhinevate mootori juhtimissüsteemide eelised automaatses pritsekoguse reguleerimises, mille tulemusel vālditakse piloodi kohustust korrigeerida kütusesegu lennu kestel (lennukōrguse muutumisel).

U. Puusepp. *Lycoming O-320 juhtimine FADEC-süsteemi abil*: lõputöö, juhendaja Karl-Eerik Unt (MSc), konsultant Jaanus Jakimenko (MBA). Eesti Lennuakadeemia, Ülenurme 2012.

Kasutatud kirjanduse nimekiri sisaldab 20 allikat.

SUMMARY

LYCOMING O-320 MANAGEMENT BY FADEC

Key words: Lycoming O-320, FADEC, Megasquirt, fuel consumption reduction, electronic engine control

The thesis gives an overview of the construction of Lycoming O-320 engine, its principles of work and applicability in various aircrafts. It also describes the electronic engine control FADEC (*Full Authority Digital Engine Control*) used with aircrafts.

The objective of the thesis is to find a simple and cheap alternative to the conventional FADEC systems that could be used with experimental aircrafts. Within the framework of this thesis a Megasquirt control brain was installed to the Lycoming O-320 engine, and tested to prove the advantages of the selected system as compared to the carburettor power system applied by the manufacturer. Although Megasquirt is meant for motorcar petrol engines, it also fits in reciprocating engines used in aviation. The working principles of the selected control unit are similar to the FADEC control modules used in aviation today – ensuring a precise dosage of fuel through effective operation of the engine in all its working regimens.

The first chapter describes the general data of Lycoming O-320 engine, the construction of the engine, its working principles, and the use of the engine in various aircrafts. The second chapter observes the working principle of the engine control FADEC used in aircrafts and the control unit Megasquirt used in a test engine, and describes the required sensors. The third chapter provides an overview of installation of Megasquirt to the Lycoming O-320 engine. Within the framework of the chapter a thorough overview is given of all the required sensors, the construction and installation thereof.

As a result of the thesis, it was proved that it is possible to install an electronic control unit to the Lycoming O-320 engine. In addition, the formation of a mixture with Megasquirt is more accurate in admission channels resulting in smaller fuel consumption as compared to the carburettor engine.

RAKENDUSUURINGUD

LENNUJUHIKANDIDAATIDE TESTIMINE EESTI LENNUAKADEEMIAS: MIKS JA KUIDAS?

KRISTJAN KÕRGESAAR
ELA lennujuhtimise juhtivinstruktor

„Kaader otsustab kõik“ – nii ka lennujuhtimises. Lennujuhti ei saa kaugeltki mitte igauhest – töö iseloom on selline, mis nõuab teatud kombinatsiooni nii vaimsetest võimetest kui isiksuseomadustest. Sellest tulenevalt on ülioluline leida üles just need inimesed, kellel on potentsiaali seda tööd teha.

Lennujuhtide koolitusele eelneva testimise ajalugu on oluliselt lühem kui pilootide puhul, ning ka kasutusel olnud testimissüsteemide usaldusväärsus jättis tugevasti soovida. 1997. aastal tehtud uurimuses 34 erineva testimissüsteemi kohta jõuti järeldusele, et ainult viis nendest vastab psühhomeetrilise testimise nõuetele usaldusväärsuse, objektiivsuse ja ennustava valiidsuse suhtes (Eurocontrol, 1997). Ka koolituse ajal suurenes väljalangejate hulk pidevalt, mis omakorda mõjutas väljaõppe läbiviimise kulusid. Peale sellist ehmatavat tõdemust võttis Eurocontrol endale ülesandeks luua ühtne lennujuhikandidaatide valikuprotsess, mis lisaks testimisele katab ka selliseid valdkondi nagu nõuded kandidaatidele, valikuprotsessi ülesehitus ja tulemuste teatamine.

Töömahukaim osa selles projektis on kindlasti testimissüsteemi väljatöötamine. Testida ei saa suvaliselt – testi tulemus peab näitama just seda mida tahetakse teada saada. Seega – milliseid võimeid vajab oma töös lennujuht? Eurocontrol ei hakanud siin ise jalgratast leiutama, vaid võrdles omavahel erinevaid sellealaseid uurimusi, mis on tehtud 1978–2002 ja arvestas ka neid elemente, mida lennujuhamet tõenäoliselt tulevikus vajab. Aluseks on võetud *situatsiooniteadlikkuse* kontseptsioon ning vajalikud teadmised, võimed ja oskused on jagatud kolme *situatsiooniteadlikkuse* tasandi vahel (andmete vastuvõtt, olukorra mõistmine, tulevikusündmuste ennustamine).

Analüüsi tulemusel leiti, et lennujuhile vajalikud omadused on:

- tajumiskiirus
- tähelepanuvõime
- töömälu
- mitme ülesande üheaegne sooritamine
- võime kiirelt vajalikku infot leida
- valvsus
- võime tajuda asju kolmemõõtmelisena
- sõnaline võimekus (teksti mõistmise ja edasiandmise oskus)

- põhjalikkus
- paindlikkus
- organiseeritus
- orienteeritus lahenduse leidmisele
- otsustavus
- suhtlemisoskus
- tunnetuslik elastsus
- kohanemisvõime

Lisaks neile kaasasündinud võimetele on olulised veel ka teatud isiksuslikud omadused nagu saavutusvajadus, eneseteadlikkus, koostööoskus, stressitaluvus, empaatiavõime ja emotsionaalne stabiilsus.

Arvesse võttes eelnevat informatsiooni koostati testidepakett FEAST – *First European Air traffic controller Selection Test*, mis katab kogu vajalike võimete ampluaa ning 2010. aastal viidi läbi ka testide usaldusväärsuse ja valiidsuse uuring. Testi ennustav valiidsus (*predictive validity*) on korrelatsioonikoefitsient, mis näitab kui suurel määral saab ennustada erialast edukust lähtudes testi tulemustest. Testi võib pidada eesmärgi täitvaks, kui ennustava valiidsuse koefitsient on 0.25 või üle selle. Uuringu raames vaadeldi 226 FEAST-testi tulemuste põhjal lennujuhieriala õppima pääsenud isiku edukust õppe läbimisel. Kogu testidepaketi lõikes saadi ennustava valiidsuse koefitsiendiks 0.53 (FEAST Validation Study, Eurocontrol, 2010). Töökohakoolituse läbinute puhul on see koefitsient veelgi suurem. Tänapäevaseks kasutab FEAST-testi 44 lennu liiklusteeninduse pakkuja üle Euroopa, testitud inimeste arv ulatub 32 000-ni. Need on muljetavaldavad numbrid.

Eesti Lennuakadeemia on algusest peale oma valikuprotsessis kasutanud teaduspõhist lähenemist, seda eelkõige tänu prof Aavo Luugile. Tema poolt läbiviidavate kirjalike testide eesmärk on saada ülevaade kandidaatide tunnetuslike võimete erinevustest. Testid on mõeldud kasutamiseks nii piloodi- kui lennujuhierialal kandideerijate jaoks ning andmete analüüsi teostab testi läbiviija ise. Testitakse selliseid võimeid nagu tähelepanu, loogiline ja tehniline mõtlemine, sõnaline võimekus, mitme ülesande üheaegne sooritamine, ruumitaju ja püsivõime. Lisaks sellele täidavad kandidaadid küsimustiku, mille alusel hinnatakse nende isiksuslikku sobivust. Testide alusel võrreldakse kandidaatide võimeid 9-astmelisel *staniini* skaalal. Erinevate testide tulemuste ühtlustamiseks ja võrreldavaks muutmiseks viiakse need kõik üle 9-astmelisele *standard nine* skaalale (*stanine*) ja hiljem summeeritakse. Selle tulemusena omandavad kõigi sooritatud testide tulemused võrdse osakaalu ning diferentseerivad neid teste sooritanuid vastavalt saavutatud testitulemustele. Selle skaala eeliseks on piisava üksikasjalikkusega diferentseerimine testide keskmiste väärtuste piires, kus tulemuste kuhjumine on

kõige suurem. Võimete hindamisel loetakse positiivseks erinevate testide tulemuste ühtlaselt heal tasemel sooritust.

Mõni aasta tagasi hakkas Eesti Lennuakadeemia saama vihjeid selle kohta, et lennujuhikandidaatide valikuprotsess võiks olla sujuvam. Lennuliiklusteeninduse AS vajas kiirelt lisatööjõudu ning valikuprotsessi läbiviimine erialaõppe jaoks pidi olema paindlik ja kiire. Neil oli ka positiivne kogemus Saksamaa Lennuliiklusteeninduse Akadeemia (DFS Academy) poolt pakutava sarnase teenusega, kus testid viidi läbi sülearvutitel ning tulemused olid kohe teada. Teiselt poolt tekkis kontakt Eurocontroliga ning meile pakuti võimalust FEAST-testi kasutusele võtta. 2010. aastal alustasimegi arvutipõhiste võimete testide (FEAST WEB) katseperioodi ning tänaseks on meil olemas 220 inimese testitulemused. FEAST-testi tulemusi on võimalik ka võrrelda seni tehtud testidega, kuna tulemused antakse samuti 9-pallisel *staniini* skaalal. Seega saab nende andmete põhjal juba mõningaid järeldusi teha.

Järgnevalt vaatame, kuidas on FEAST-testi tulemused seotud õppeedukusega lennujuhierialal Eesti Lennuakadeemias. Võttes aluseks sarnase olukorra, nagu Eurocontrol'i uuringus, on meil käesoleval hetkel võimalik vaadelda 20 inimese tulemusi. Selle valiku puhul on ebatavaline see, et testida oleme saanud vaid neid üliõpilasi, kes on juba erialaõppesse vastu võetud, millest tulenevalt esineb suur varieeruvus FEAST-testi tulemustes. Õppeedukuse hindamisel võtsime aluseks ainult erialase pädevusõppe esimese mooduli läbimisel saavutatud hinded. See moodul (lähilennujuhtimine) on lennujuhtide õppekavas esimene, mille edukaks läbimiseks läheb vaja FEAST-testiga hinnatavaid võimeid. Statistiliselt usaldusväärse ja teaduslikult aktsepteeritava tulemuse saamiseks on seda selgelt vähe, kuid midagi see siiski ütleb. Olemasolevate andmete põhjal teostatud arvutus andis ennustava valiidsuse koefitsiendiks Eesti Lennuakadeemias kogu testidepaketi lõikes 0.47. Selline koefitsient annab meile aluse väita, et FEAST-testi põhjal on ka Eesti Lennuakadeemias võimalik piisavalt täpselt hinnata testi sooritaja võimete sobivust lennujuhi erialal õppimiseks. Ülejäänud testi sooritajate osas on läbiviimisel võrdlusuuring seni kasutusel olnud testide ning FEAST-testi tulemuste vahel. Sellise võrdlusuuringu eesmärgiks on hinnata FEAST-testi sobivust kasutamaks seda Eesti Lennuakadeemia vastuvõtuprotsessis iseseisva võimete testina.

Lisaks võimete testimisele on üha tugevamaks muutunud seisukoht, et ka isiksuseomadused omavad olulist mõju lennujuhiõpingute edukusele. Eesti Lennuakadeemias on isiksuse testimine olnud vastuvõtuprotsessi osa juba aastaid, kuid seda ei saa väita ülejäänud Euroopa koolituskeskuste kohta. Erinevad uuringud, sh Tartu Ülikooli poolt läbiviidud uuring (Luuk, Luuk, Aluoja 2009) Eesti lennujuhtide kohta, on selgelt välja toonud, et *emotsionaalselt stabiilsed* isiksused on märksa edukamad lennujuhtidena kui need, kelle *ärevuse* ja

domineerimise tasemed on kõrgemad. Euroopas on seni isiksuseomaduste väljaselgitamisel loodetud intervjuu vormile, mis aga on oma olemuselt väga subjektiivne ning väheusaldusväärne meetod isiksuse mõistmiseks piiratud ajaressursi tingimustes. Lennuakadeemias on siiani kasutusel olnud teine äärmus – otsus isiksuse kohta tehakse ainult küsitluslehe põhjal inimese endaga kordagi reaalselt kohtumata.

Eurocontrol on hetkel arendamas omapoolset varianti isiksuse testimiseks, mis ühendab need kaks poolust. On loodud veebipõhine ingliskeelne isiksuseküsimustik, mille tulemused esitatakse testi läbiviijale informatsiooniks. Testi loojad soovivad kasutada lennujuhikandidaatide valikuks 3-astmelist süsteemi, kus FEAST WEB testi alusel eemaldatakse konkurentsist selgelt mittesobivad kandidaadid, seejärel viiakse läbi lisatestimised, sh isiksuseuuring, ning lõplik valik toimub intervjuu alusel. Sellel intervjuul peaks osalema ka psühholoog, kes suudaks tõlgendada isiksuse testi tulemusi ning leida vestluse käigus kas siis kinnitust või ümberlukkavaid asjaolusid ühe või teise ilmnenu omaduse kohta. Antud meetodi puhul on siiski üks oluline nüanss, mis võib taolise süsteemi kasutuselevõttu takistada – viies läbi ingliskeelset isiksuse testi kandidaadile, kelle emakeel ei ole inglise keel, võivad saadud tulemused olla moonutatud ja sõltuda kandidaadi võõrkeeleskusest, s.t. küsimuste mõte võib „tõlkes kaduma minna“. Seega seni, kuni puuduvad usaldusväärsed andmed sellise testimise tõepärasuse kohta muukeelsete kandidaatide osas, pole põhjust kiirustada antud süsteemi kasutuselevõttuga. Eesti Lennuakadeemia soov on kaasa aidata sellise uuringu läbiviimisele, mis püüaks analüüsida võõrkeeles sooritatud testi tulemust võrreldes emakeeles sooritatud testiga.

Seoses nende arengutega on Eesti Lennuakadeemia täiendanud oma lennujuhikandidaatide valikuprotsessi, muutes seda põhjalikumaks, tõhusamaks ning arusaadavamaks. Hetkel kasutusel olev mudel näeb ette FEAST WEB testi, kirjalikku võimete testi, isiksuse analüüsi ning intervjuud, arvesse võetakse ka reaalne ja võõrkeele riigieksami tulemusi. Kutseõppe puhul võib jätta riigieksamid arvestamata, kuid ülejäänud protsess jääb samaks. Sellega tagame kõigile kandidaatidele ühetaolised vastuvõtutingimused.

Kokkuvõtvalt saab öelda, et Eesti Lennuakadeemias kasutusel olev lennujuhikandidaatide valikuprotsess vastab Euroopas kasutusel olevale standardile. Julgen väita, et oleme teinud õigeid valikuid, ning edaspidi võime loota õppeedukuse märgatavat paranemist tänu sellele, et meie tudengid on lennujuhiks sobivate isiksuseomadustega võimekad ja kõrgelt motiveeritud noored.

Kasutatud kirjandus

EUROCONTROL ATC Harmonisation and Integration Programme (EATCHIP). Information on Available and Emerging Selection Tests and Methods for Ab Initio Trainee Controllers. (HUM.ET 1.ST04.1000-REP-01). EUROCONTROL 1997

Goeters, K-M (2004): "Aviation Psychology: research and practice", Ashgate Publishing Limited

FEAST validation study report, Eurocontrol, 2010

Vanker, S (2006): Tartu Lennukolledži lennujuhtimise eriala õppurite õpiedukust mõjutavad tegurid. Tartu, TÜ Haridusteaduskond, magistritöö

Luuk, K, Luuk, A, Aluoja, A (2009): Predicting Professional Success of Air Traffic Control Personnel from Their Personality Profile at Admission to Ab Initio Training, *International Journal of Aviation Psychology*, 19:3,235 — 251.

http://www.lennuakadeemia.ee/files/FEAST-tutvustus_veebip%C3%B5hine.pdf

<http://www.eurocontrol.int/services/first-european-air-traffic-controller-selection-test-feast>

ICAO LANGUAGE PROFICIENCY TESTING IN ESTONIA – FIVE YEARS IN NUMBERS

CARMEN RUUS – ELA keeltekeskuse juhataja
ANTS AAVER – ELA õppeprorektor

In 2004 ICAO adopted its regulation No 9835 establishing the requirements on the English language proficiency for pilots and air traffic controllers. The states were initially supposed to implement the requirements by 5 March 2008, though the deadline was later postponed until 10 May 2010. Proceeding from the aforementioned regulation the Estonian Civil Aviation Administration turned to Estonian Aviation Academy (the then Tartu Aviation College) with the request to take up the testing of the English language skills of Estonian pilots and ATCOs. Having studied and analyzed the specially developed tests on the market in 2007 the team made its decision in favour of the Test of English for Aviation (TEA) developed by Mayflower College, UK. The actual testing process started in October of the same year.

Now, after five years of regular testing it might be of general interest what the knowledge of speciality English of the people directly engaged in everyday operation in aviation has proved to be (rating done by the specialists of Mayflower College). As established by the ICAO regulation the candidates' listening and speaking skills are to be tested, i.e. the skills that bear the crucial role in ensuring aviation safety. Each candidate's interview is rated in regard to six different subskills including pronunciation, language structures, vocabulary, fluency, comprehension and interaction. The overall level is determined by the lowest grade of any of the subskills, not by the mathematical average of all the subskills.

All in all, the total of interviews conducted during the period of October 2007 – August 2012 is 471, including the repeater candidates, both the ones who could not reach the required Operational Level 4 at the first attempt and retook the exam for one or more times, as well as those whose 3-year term of license already expired during this 5-year period.

By profession the candidates fall as follows: 1) aircraft pilots (ATPL and CPL(A)/(H) pilots, air force pilots); 2) air traffic control officers (ATCO); 3) pilot-trainees; 4) ATCO-trainees; 5) vocational ACC-trainees (7); 6) private pilots; 7) AFIS officers (2); 8) flight dispatchers (9); 11) a navigator; 12) a military flight controller/ tactical director; 13) a CAA inspector, ex-pilot; 14) ex-pilots (2).

The performance of all the candidates in general can be seen in Figure 1.

As the graph shows the majority of the candidates reached Level 4 or 5, i.e. 46% (216 test-takers) and 36% (166 test-takers) respectively; 5% (22 test-takers) achieved Level 6, making the total of candidates showing the knowledge of English at the level required for work 87% (404 test-takers). This can be considered a rather high overall result. Yet, 13% (62 interviews)

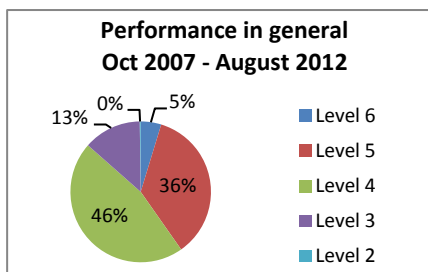


Figure 1. Performance in general

were rated as Level 3 which is below the required operational level. Just one interview out of 471 was rated as being Level 2 due to the test-taker's poor comprehension skills.

As Figure 1 shows only the performance of all the candidates in general, it might be of interest to dig deeper to see whether the test-takers' speciality or profession, their age or their mother tongue could have any impact on their language proficiency skills and overall performance, and also, how the test-takers did in regard to the six different subskills of language proficiency.

Figures 2 and 3 show the performance of pilots (total of 228 interviews) and ATCOs (total of 86 interviews).

When comparing the graphs we can see that ATCOs have achieved higher results than pilots – 47% of interviews were rated as Level 4, and 45% as Level 5 or 6, making the total who passed the test at the level required to work internationally 92%, while the respective numbers for pilots were 53% and 29% making the total of 82%.

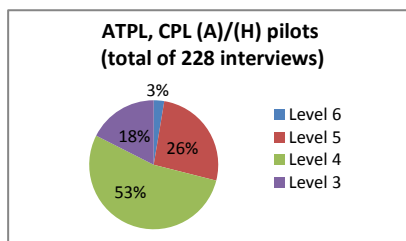


Figure 2. Performance of pilots

The difference is a remarkable 10% which also leads to the number of interviews rated as Level 3, i.e. below the level required for flying or controlling international flights – 8% of ATCOs against 18% of pilots.

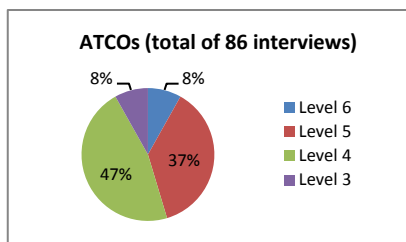


Figure 3. Performance of ATCOs

If we compare the levels achieved by EAVA pilot- and ATCO-trainees (3rd year students) practically no difference in their performance can be noticed. See Figures 4 and 5.

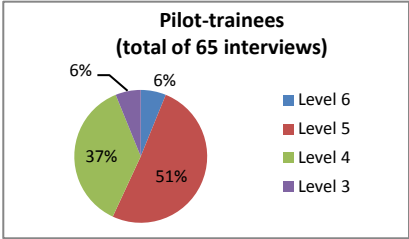


Figure 4. Performance of pilot-trainees

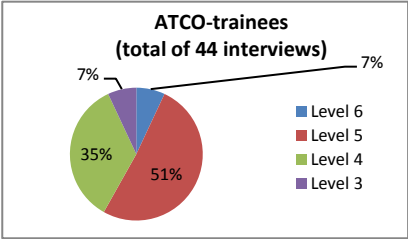


Figure 5. Performance of ATCO-trainees

The performance of private pilots can be considered rather high as only three test-takers could not achieve the required level. Eight candidates reached Level 4, and eleven Level 5 or 6. See Figure 6.

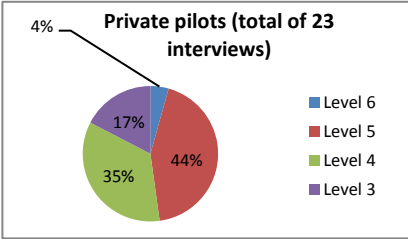
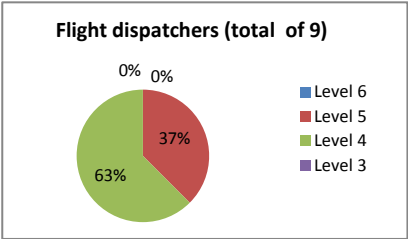


Figure 6. Private pilots

Although the ICAO regulation does not require testing of the language proficiency of flight dispatchers the Academy satisfied the employer’s request and interviewed nine dispatchers. The results achieved are shown in Figure 7.



F

Figure 7. Flight dispatchers

As it was mentioned above, all the interviews were rated in regard to the proficiency of six subskills. The overall performance is shown in Figure 8.

According to the results pronunciation does not cause any difficulties to the test-takers. The strong majority was rated being Level 5 or 6 (332), and 137 being Level 4. Just only two

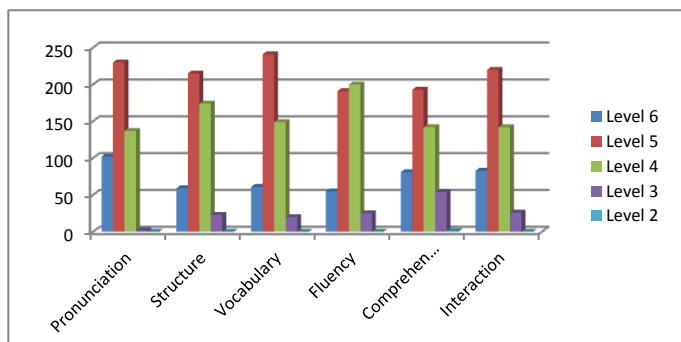


Figure 8. Performance by different subskills

candidates out of 471 received Level 3 for that subskill.

The major stumbling block to some of the candidates' success most obviously is their comprehension skill, i.e. understanding the spoken language precisely. 54 interviews were rated as Level 3 and one as Level 2 for this aspect of the language. At the same time 274 interviews, i.e. 58.1 % were awarded Level 5 or 6.

The second aspect that a lot of candidates failed in turned out to be their fluency in communication – 25 interviews scored Level 3. The lack of sufficient fluency in their speech also spoils the hope of a considerable number of test-takers to achieve higher than the required level. Fluency is the aspect gathering the lowest number rated as Level 5 or 6 as well – 191 and 55 respectively (total 52.2%).

A lot of candidates had trouble with language structures, i.e. expressing themselves in the grammatically correct language. 23 interviews did not reach the required level, though on the other hand, 274 were rated being either Level 5 or 6 (215 and 59 respectively making up the total of 58.2%).

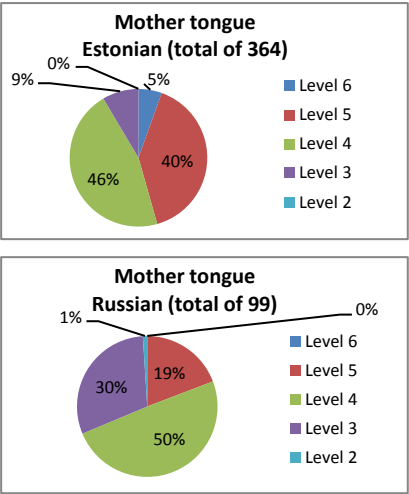
When having a closer look at the scores received for interaction, it strikes the eye that here the results are even more polarized – 220 rated as Level 5 and 83 as Level 6 making the total of remarkable 303 (i.e. 64.3%), while 26 test-takers scored Level 3 (Level 4 – 142).

The knowledge of the vocabulary created difficulties to 20 test-takers who scored Level 3 for that aspect. All in all 302 test-takers were awarded either Level 5 or 6 (i.e. 64.1 %), and 149 received Level 4.

As for their native language the test-takers fall into two basic groups – Estonian (364 interviews) and Russian (99 interviews) as the mother tongue. Other native

languages represented have been Spanish, German, Latvian, Ukranian and Uzbek (total of 5 people, 8 interviews). The performance of test-takers by different native languages is shown in Figures 9A/B.

As can be read from the graph, test-takers with Estonian as their mother tongue have passed with higher results when compared to those with Russian as their mother tongue. A significantly smaller percentage of interviews of Estonian-speaking candidates was rated as Level 3 than that of Russian-speaking candidates – 9% against 30%. Also, 45% of Estonian-speaking candidates received either Level 5 or 6 – (146 and 20 respectively) against 19% for the Russian-speaking candidates. As the size of sample in regard to other native languages is too small to make any valid generalizations, it is not analyzed in the present paper.



Figures 9A/B. Performance by native language

The age groups of test-takers and their performance are depicted in Figures 10 and 11.

The first graph shows an interesting trend – more than half of the people already operating directly in or about to enter Estonian aviation industry belong to the younger generation or are of early middle age, as 66% of interviews were conducted with candidates belonging to the age groups of 20-29 (155 people) and 30-39

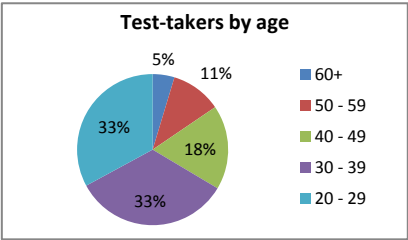


Figure 10. Test-takers by age

(158 people) while the percentage of people over 50 years of age was considerably low – 16% (51+22 people).

The levels achieved in regard to the age of test-takers do not come as a surprise as there emerges a direct connection – the younger the test-taker the higher the final result. Out of 22 test-takers having achieved Level 6, eleven belonged to the age group of the youngest (7.1 %

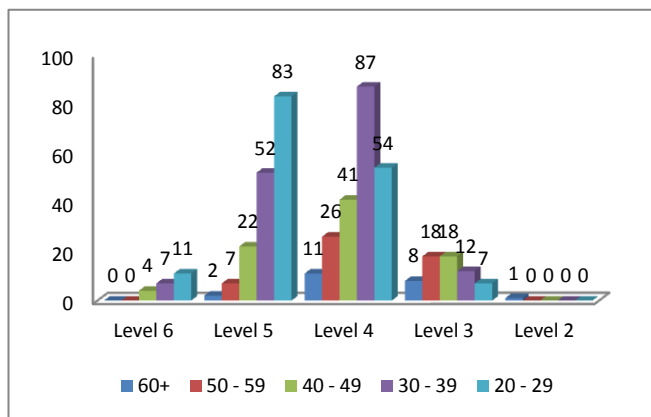


Figure 11. Results by age of test-takers

of the total of 20-29 year old test-takers) followed by seven from the next age group – 30-39 years of age (4.4%). Only four test-takers belonged to the age group of 40-49 (4.7%).

The same pattern can be seen when analyzing those who reached Level 5. Out of 166 test-takers having reached Level 5, 83 belonged to the age group of 20-29 (53.5% of all the candidates of that age group), 52 to the age group of 30-39 (32.9%) and 22 to the age group of 40-49 (25.9%). Seven candidates were from the age group of 50-59 (13.7%) and just two were over 60 years of age.

For Level 4 the age groups logically change their places. Out of 219 tests rated as Level 4, eleven were passed by the candidates belonging to the age group of 60+, i.e. 50% of all the test-takers of that age group; 26 were from the age group of 50-59 (51%); 41 by those from the age group of 40-49 (48.2%); 87 were passed by candidates from the age group of 30-39 (55%), 54 by those from the youngest age group (34.8%).

That leads us to perhaps the most sensitive issue – eight out of 22 candidates of the age of 60+, i.e. more than the third could not pass the required operational level at the first attempt, did not take another chance or could not pass the test after several tries. The same holds true in regard to the age group of 50-59 – 18 out of 51 candidates of this age group, i.e. again more than the third could not reach the required level at first attempt. The final outcome of the age group of 40-49 has only a slight difference – 18 candidates out of 85, i.e. a bit more than a quarter of the candidates of this age group failed to reach operational level at first attempt.

Previously in this article it was brought out that there occurred a significant difference in the performance of the already operating pilots and ATCOs. There can be several reasons for that but to interpret the difference it might be of help if we had a look at the age groups of people holding these two positions. See Figures 12 and 13.

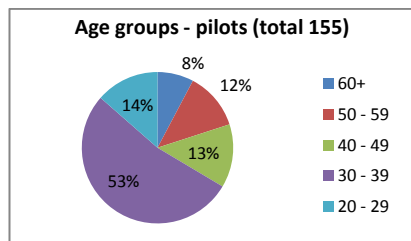


Figure 12. Age groups – pilots

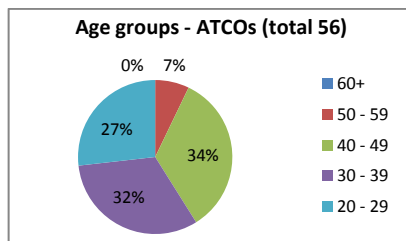


Figure 13. Age-groups – ATCOs

As can be read from the graphs, 20% of pilots who took the exam were over 50 years of age (31 people), while the respective number for ATCOs is only 7% (4 people of the age group of 50-59). On the other hand – the ratio of the group of the youngest is almost two times in favor of ATCOs, i.e. 27% against 14% for pilots. This can explain at least partly why the overall performance by ATCOs was better than that of pilots. See Figures 2 and 3 discussed previously.

At this point it is of utmost importance to clearly state that it is not directly anyone's age that has an impact on their success in performance but the social and educational background it might refer to. To understand why the age of a person might hold the key to their performance we have to cast light on the opportunities for acquiring any aviation-related profession during the time Estonia was one of the republics of the SU as well as on the development of general education system, language environment and aviation training in sovereign Estonia.

Concerning the professional training of Estonian aviation personnel the line can be drawn to the spring of 1993 when the first group of pilots trained in post-war Estonia finished Nõo High School. The first group of ATCOs trained in Estonia graduated in 1994. Before that, during the Soviet period it was not possible to acquire any aviation-related specialities in Estonia at all. The young who were interested in acquiring a aviation-related speciality had to undertake the studies in educational institutions of other republics of the SU. It meant that all the studies and training as well as everyday communication took place in the Russian language. After graduating from an aviation school the graduates were sent to work all over the SU, including Estonia, but remained in the environment of the Russian language as it was the language used in aviation in the SU. English and other

foreign languages were included in the curriculum of aviation schools but the number of classes was small and the level acquired relatively low. Neither had the then students and specialists of aviation industry any opportunity to practice the language in natural communication at that time.

After regaining its independence in 1991 fundamental changes took place in every sphere of Estonia as a state, including education. Schools were given more freedom to independently decide on their development which resulted in major changes in the approach to foreign language teaching as well. The English language became the first choice of the vast majority of pupils who started their language learning while Russian lost its former position. The society had become open and English as the *lingua franca* became one of the musts of education. All this brought along a pressure on improving foreign language teaching quality and methods. Launching the system of school-leaving national exams, National Examination in English in 1997 being one of the first among them, gave a major boost to the foreign language teaching quality and the school leavers' English language proficiency. To speak figuratively, there runs a distinct line between the language proficiency of the test-takers who finished secondary school before the launch of national exams and the ones who have finished after that. In our case it supports the conclusion above based on the final results of TEA that, in general, the younger the candidate the better the performance – the ones having taken the National Exam belong to the age groups of 20-29 and 30-39 (up to about 34 years of age by now).

The background explained above echoes the difference in the performance of the test-takers of different age groups. Though, *when interpreting the results and graphs it should be borne in mind that statistics gives generalized data and the outcomes must not be automatically transferred to a single individual.*

Most certainly, while the leap in English language teaching plays the crucial role, we have to take account of multiple other factors of importance supporting and facilitating language learning and proficiency. As the iron curtain fell and the society became open people have intensively and extensively been exposed to the English language – music, films, written material, the Internet, travelling, private or work-related personal contacts with English-speaking people, joint ventures and international co-operation projects the working language of which has been English, seasonal work in foreign countries, student exchange programmes etc. The above mentioned opportunities have been available to all the people and it has depended on every single person how active they have been and taken advantage of these opportunities. Though again – it is widely known that it is more difficult for the middle-aged and elderly people to acquire/advance their command of a foreign language than it is for the young. Still, when there is a wish, there is a will, and where there is a will, there is a way.

The present paper provides the first ever overview of the English language proficiency of Estonian aviation personnel. The authors are of the opinion that it might be of interest to both the test-takers as well as the employers. As the graphs show the general stumbling blocks, the authors suggest they should be taken into account and paid attention to when organising and running company in-service language courses, or borne in mind when preparing for the test individually. As for the most common mistakes the test-takers make and for other shortcomings that reveal at interviews, a further in-depth research is needed.
