

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE

M. Lācāne

**Gaisa satiksmes vadības sistēmas izstrāde
tālvadības gaisa kuģu lidojumiem Rīgas lidojumu
informācijas rajonā**

PROMOCIJAS DARBS

2016

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
Mašīnzinību, transporta un aeronautikas fakultāte
Aeronautikas institūts

Monta LĀCĀNE
Doktora studiju programmas „Transports” doktorante

**Gaisa satiksmes vadības sistēmas izstrāde
tālvadības gaisa kuģu lidojumiem Rīgas
lidojumu informācijas rajonā**

Promocijas darbs

Zinātniskais vadītājs
Dr. habil. sc. ing., profesors
A. Urbahs

Rīga 2016

ANOTĀCIJA

Atslēgas vārdi : tālvadības gaisa kuģi (TGK), gaisa satiksmes vadība, Rīgas Lidojumu informācijas rajons (LIR), gaisa satiksmes plūsmas intensitāte, ARIMA modelēšana

Darba galvenais mērķis ir izstrādāt gaisa satiksmes vadības sistēmu tālvadības gaisa kuģu lidojumiem, ņemot vērā operatīvās darbības procedūras Rīgas LIR kontrolējamajā gaisa telpā, prasības gaisa kuģu tehniskajam aprīkojumam un gaisa transporta plūsmas intensitāti.

Uzsākot darbu, tika izvirzīti sekojoši uzdevumi:

- 1) veikt TGK lidojumu esošo procedūru analīzi starptautiskā, Eiropas un Latvijas mērogā;
- 2) noformulēt prasības TGK tehniskajam aprīkojumam atbilstoši starptautiska līmeņa prasībām;
- 3) izstrādāt ziņojuma apkalpei (NOTAM) un lidojuma plāna formātus TGK apkalpošanai;
- 4) izstrādāt GSV procedūras TGK apkalpošanai Rīgas LIR kontrolējamā gaisa telpā;
- 5) veikt gaisa transporta plūsmas analīzi Rīgas LIR, iegūtos datus attēlot aeronavigācijas kartē;
- 6) veikt gaisa satiksmes intensitātes matemātisko modelēšanu Rīgas LIR;
- 7) veikt gaisa satiksmes intensitātes prognozēšanu Rīgas LIR;
- 8) izstrādāt apmācību programmas TGK operatoriem un GSV dispečeriem par TGKS izmantošanu Rīgas LIR.

Darbā ir piecas nodaļas, no kurām pirmajā ir veikta ar TGK saistītās starptautiskā, Eiropas un vietējā mēroga likumdošanas analīze, kā arī formulētas prasības tehniskajam aprīkojumam lidojumu veikšanai. Otrajā nodaļā ir raksturoti lidojuma maršruta plānošanas galvenie ietekmējošie faktori, ir formulētas prasības tehniskajam aprīkojumam lidojumu veikšanai Rīgas LIR, kā arī ir izstrādātas GSV procedūras TGK apkalpošanai Rīgas LIR kontrolējamā gaisa telpā. Šajā nodaļā ir arī dots risinājums, kā pielāgot lidojuma plāna un NOTAM ziņojuma formātus gaisa telpas lietotāju informēšanai par TGK lidojumiem Rīgas LIR. Trešajā nodaļā ir veikta gaisa transporta plūsmas analīze Rīgas LIR augstumos no zemes līdz FL100 un rezultātā ir izstrādātas aeronavigācijas kartes, kurās attēlota lidojumu intensitāte. Darba ceturtajā nodaļā ir veikta gaisa satiksmes intensitātes modelēšana Rīgas LIR, izmantojot ARIMA matemātisko modeli un statistikas programmu "R". Izmantojot šos pašus rīkus, ir veikta gaisa satiksmes intensitātes prognozēšana, kā rezultāti arī ir attēloti aeronavigācijas kartēs. Piektajā nodaļā ir izstrādātas apmācību programmas TGK pilotiem un GSV dispečeriem.

Darbs satur 176 lapas, 44 attēlus, 46 tabulas, 72 literatūras avotus, 3 73 lapu pielikumus.

ANNOTATION

Key words: remotely piloted aircraft systems (RPAS), air traffic control (ATC), Riga Flight Information Region (FIR), air traffic flow analysis, ARIMA modeling

The main goal of this work is to establish ATC operational procedures for RPAS, taking into consideration operational procedures in Riga FIR controlled airspace, aircraft technical requirements and air traffic flow intensity.

Before starting this work the following tasks were set:

- 1) to analyze current RPAS operational procedure requirements on international, European and Latvian scale;
- 2) to formulate requirements for RPAS equipment according to international requirements;
- 3) establish formats of a notice to airman (NOTAM) message and a flight plan for RPAS use in Riga FIR;
- 4) to establish operational procedures for RPAS operation in Riga FIR controlled airspace;
- 5) to analyze air traffic intensity in Riga FIR and represent results on aeronautical chart;
- 6) to do mathematical modeling of air traffic intensity in Riga FIR;
- 7) to do forecast of air traffic intensity in Riga FIR;
- 8) to establish training programs for RPAS pilots and ATC officers about the use of RPAS in Riga FIR.

There are five chapters in this work. In the first chapter there is analysis of international, European and Latvian legislation regarding RPAS, as well as requirements formulated for RPAS technical equipment. The second chapter considers the main factors affecting planning of aircraft's flight route in Riga FIR, as well as there are ATC operational procedures established for RPAS use in controlled airspace of Riga FIR. The third chapter contains the analysis of air traffic flow in Riga FIR from ground to FL100 and the results are represented on aeronautical chart. The fourth chapter is devoted to mathematical modeling of air traffic flow using ARIMA mathematical model and a program "R". The same tools are used to forecast air traffic intensity in Riga FIR. The fifth chapter contains training programs established for RPAS operators and air traffic controllers regarding RPAS.

This work consists of 250 pages, contains 44 pictures, 46 tables and 72 sources of information, as well as 3 attachments on 73 pages.

TIIVISTELMÄ

Avainsanat: miehittämätön ilma-alus (RPAS), lennonjohto (ATC), Riian lentotiedotusalue (FIR), ilmaliikennevirtojen analysointi, ARIMA mallinnus

Työn päätavoitteena oli määrittää lennonjohdon toimintamenettelyt miehittämättömille ilma-aluksille sitten että huomioon on otettu toiminta valvotussa ilmatilassa Riian lentotiedotusalueella, ilma-alusten tekniset vaatimukset, ilmaliikennevirtojen intensiteetti.

Työlle asetettiin ennen sen aloittamista seuraavat tehtävät:

- 1) analysoida tämänhetkisiä miehittämättömien ilma-alusten toimintamenetelmiä kansainvälisessä, eurooppalaisessa ja latvian mittakaavassa;
- 2) Määrittää vaatimukset miehittämättömien ilma-alusten teknisille laitteille kansainvälisten vaatimusten mukaan;
- 3) Määrittää NOTAM-viestien ja lentosuunnitelman muoto miehittämättömien ilma-alusten käyttöön Riian lentotiedotusalueella;
- 4) Määrittää toimintamenetelmät miehittämättömien ilma-alusten käyttöön Riian lentotiedotusalueella;
- 5) Analysoida ilmaliikennevirtojen määrää Riian lentotiedotusalueella ja esittää tulokset merkittynä ilmalukartalle;
- 6) matemaattinen mallinnus ilmaliikenteen määrästä Riian lentotiedotusalueella;
- 7) ennustaa ilmaliikenteen määrä Riian lentotiedotusalueella;
- 8) suunnitella koulutusohjelmat miehittämättömien ilma-alusten käytöstä Riian lentotiedotusalueella niiden käyttäjille ja lennonjohtajille.

Työssä on viisi lukua. Ensimmäisessä luvussa analysoidaan kansainvälistä, eurooppalaista ja latvialaista lainsäädäntöä joka liittyy miehittämättömiin ilma-aluksiin, kuten myös miehittämättömien ilma-alusten teknisten laitteiden vaatimuksia. Toisessa luvussa käsitellään päätekijöitä jotka liittyvät ilma-alusten reittien suunnittelemiseen Riian lentotiedotusalueella, kuten myös lennonjohdon toimintamenetelmien määrittämiseen miehittämättömien ilma-alusten toimiessa valvotussa ilmatilassa. Kolmas kappale sisältää analysoinnin ilmaliikennevirrasta Riian lentotiedotusalueella maanpinnasta lentopinnalle 100 saakka, analysoinnin tulokset on esitetty ilmalukartalla. Neljäs kappale on omistettu matemaattisella mallinnukselle ilmaliikennevirrasta käyttäen matemaattista ARIMA-

mallinnusta ja R-ohjelmaa. Samoja välineitä on käytetty ennustamaan ilmaliikennemääriä Riian lentotiedotusalueella. Viidennes kappale sisältää koulutusohjelmia jotka ovat valmistettu miehittämättömien ilma-alusten operaattoreiden ja lennonjohtajien käyttöön.

Tämä työ koostuu 250 sivusta, 44 kuvasta, 46 taulukosta ja 72 tietolähteestä, sekä 3 liitteestä.

SATURS

ANOTĀCIJA	3
ANNOTATION	4
TIIVISTELMÄ	5
DEFINĪCIJAS, TERMINOLOĢIJA UN SAĪSINĀJUMI	10
IEVADS	17
1. TĀLVADĪBAS GAISA KUĢU LIDOJUMU NODROŠINĀŠANAS ESOŠO PROCEDŪRU ANALĪZE ATBILSTOŠI STARPTAUTISKA, EIROPAS UN VIETĒJA MĒROGA LIKUMDOŠANAI.....	20
Tālvadības gaisa kuģu vēsturiskā attīstība.....	20
Starptautisko un Eiropas mēroga organizāciju likumdošanas vadlīnijas tālvadības gaisa kuģu vadībā	25
1.2.1. Tālvadības gaisa kuģu likumdošanas attīstība starptautiskā mērogā.....	25
1.2.2. Eiropas mēroga tālvadības gaisa kuģu likumdošanas vadlīnijas	30
1.2.3. Tālvadības gaisa kuģu likumdošanas vadlīnijas Latvijā	33
Tālvadības gaisa kuģu pielietošanas sfēras	35
Starptautiskās civilās aviācijas organizācijas prasības gaisa kuģu tehniskajam aprīkojumam .	40
Starptautiskās civilās aviācijas organizācijas noteiktais specifiskais aprīkojums tālvadības gaisa kuģiem	44
Nodaļas secinājumi	51
2. TĀLVADĪBAS GAISA KUĢU PROCEDŪRU IZSTRĀDE LIDOJUMU VEIKŠANAI RĪGAS LIDOJUMU INFORMĀCIJAS RAJONĀ	53
Lidojuma plānošanas un maršruta izstrādes galvenie ietekmējošie faktori.....	53
2.1.1. Gaisa telpas tips, kurā tiek veikts lidojums, un apkārtējās vides ietekme uz lidojuma plāna izstrādi.....	53
2.1.2. Primārās un sekundārās radiolokācijas radaru pārklājums Rīgas LIR.....	55
2.1.3. Laikapstākļu raksturojums un analīze Latvijā	59

Tehniskā aprīkojuma prasības lidojumu veikšanai Rīgas LIR.....	70
Esošie ierobežojumi lidojumu veikšanai Rīgas LIR	72
Tālvadības gaisa kuģu darbības procedūras Rīgas lidojumu informācijas rajona kontrolējamā gaisa telpā	79
Lidojuma plāna pieskaņošana TGK darbībai Rīgas LIR.....	82
2.1.4. Lidojuma plāna ICAO formāta raksturojums.....	82
2.1.5. Lidojuma plānā iekļautās informācijas īss apraksts.....	83
2.1.6. TGKS lidojuma plāna iespējamais formāts.....	92
NOTAM ziņojuma formāta pieskaņošana tālvadības gaisa kuģu darbībai Rīgas lidojumu informācijas rajonā.....	99
2.1.7. NOTAM ziņojuma ICAO formāta raksturojums	99
2.1.8. NOTAM formāts TGKS lietotājiem Rīgas LIR.....	101
2.1.9. NOTAM ziņojuma formāts piemērs par tālvadības gaisa kuģu darbību Rīgas lidojumu informācijas rajonā	106
Nodaļas secinājumi	108
3. RĪGAS LIDOJUMU INFORMĀCIJAS RAJONA SEKTORIZĀCIJA ATKARĪBĀ NO GAISA TRANSPORTA INTENSITĀTES NO ZEMES LĪDZ FL100.....	110
Lidojumu intensitātes analīze Rīgas Lidojumu informācijas rajonā no zemes līdz FL100 no 2010.gada līdz 2015. gadam	112
Rīgas LIR gaisa satiksmes plūsmas dalījums pa sektoriem atkarībā no lidojumu intensitātes	120
Nodaļas secinājumi	127
4. MATEMĀTISKĀ MODELĒŠANA GAISA SATIKSMES INTENSITĀTES ANALĪZEI RĪGAS LIDOJUMU INFORMĀCIJAS RAJONĀ NO ZEMES LĪDZ FL100 NO 2010.GADA LĪDZ 2015.GADAM.....	128
Matemātiskā modeļa raksturojums un pielāgošana gaisa satiksmes intensitātes analīzei Rīgas LIR	128

Rīgas LIR aeronavigācijas kartes modelēšana, izmantojot ARIMA, gaisa transporta plūsmas intensitātes attēlošanai	134
Piemērotākā ARIMA matemātiskā modeļa atrašana satiksmes intensitātes prognozēšanai ...	137
Gaisa transporta intensitātes prognozēšana Rīgas LIR, izmantojot ARIMA modeli	150
Nodaļas secinājumi	159
5. APMĀCĪBU PROGRAMMU IZVEIDE GSV DISPEČERIEM UN TĀLVADĪBAS GAISA KUĢU OPERATORIEM.....	160
Vispārējās prasības apmācību programmu izveidē	160
Apmācību programma tālvadības gaisa kuģu sistēmu operatoriem.....	163
Gaisa satiksmes vadības dispečeru apmācība tālvadības gaisa kuģu apkalpošanai Rīgas Lidojumu informācijas rajonā.....	166
Nodaļas secinājumi	169
SECINĀJUMI.....	170
IZMANTOTIE INFORMĀCIJAS AVOTI.....	173
1. pielikums	Error! Bookmark not defined.
2. pielikums	Error! Bookmark not defined.
3. pielikums	Error! Bookmark not defined.

DEFINĪCIJAS, TERMINOLOĢIJA UN SAĪSINĀJUMI

ACAS	Gaisa kuģu sadursmju novēršanas sistēma (<i>Airborne Collision Avoidance System</i>)
ACP	Aeronavigācijas koordinācijas panelis (<i>Aeronautical Coordination Panel</i>)
ADRS	Gaisa kuģa datu reģistrēšanas sistēma (<i>Aircraft Data Recording System</i>)
AGL	Virs zeme slīmeņa (<i>Above ground level</i>)
AIP	Aeronavigācijas informācijas publikācijas (<i>Aeronautical Information Publications</i>)
AIR	Lidojuma attēlu reģistrators (<i>Airborne Image Recorder</i>)
AIRS	Lidojuma attēlu reģistrēšanas sistēma (<i>Airborne Image Recording System</i>)
AMSL	Virs jūras līmeņa (<i>Above Mean Sea Level</i>)
ANC	Gaisa navigācijas komisija (<i>Air Navigation Commission</i>)
ANSP	Aeronavigācijas pakalpojumu sniedzējs (<i>Air Navigation Service Provider</i>)
ASE	Altimetrijas sistēmas kļūda (<i>Altimetry System Error</i>)
ATS	Gaisa satiksmes pakalpojumi (<i>Air Traffic Services</i>)
ATZ	Gaisa satiksmes zona (<i>Air Traffic Zone</i>)
BLOS	Aiz tiešās redzamības zonas (<i>Beyond line of sight</i>)
CAA	Civilās aviācijas aģentūra (<i>Civil Aviation Agency</i>)
CARS	Gaisa kuģa kabīnes ierakstīšanas sistēma (<i>Cockpit Audio Recording System</i>)
CDMA	Koddales daudzpiekļuve (<i>Code Division Multiple Access</i>)
COM	Komunikācijas (<i>Communications</i>)
CVR	Gaisa kuģa kabīnes balss reģistrators (<i>Cockpit Voice Recorder</i>)
DGPS	Diferenciālā globālā pozicionēšanas sistēma (<i>Differential Global Positioning System</i>)
DLR	Datu kanāla reģistrators (<i>Data Link Recorder</i>)
DLRS	Datu kanāla reģistrēšanas sistēma (<i>Data Link Recording System</i>)
DME	Attāluma mērīšanas sistēma (<i>Distance Measuring System</i>)
EASA	Eiropas Aviācijas drošības aģentūra (<i>European Aviation Safety Agency</i>)
EGNOS	Eiropas Geostacionārais navigācijas pārklāšanās serviss (<i>European Geostationary Navigation Overlay Service</i>)
ELT	Avārijas lokācijas bāka (<i>Emergency Locator Transmitter</i>)

FDR	Lidojuma datu reģistrators (<i>Flight Data Recorder</i>)
FINAS	Lidojums ārpus norobežotas gaisa telpas (<i>Flight in Non-Segregated Airspace</i>)
FL	Lidojuma līmenis (<i>Flight level</i>)
FM	Lidojumu rokasgrāmata (<i>Flight Manual- FM</i>)
GND	Zeme (<i>Ground</i>)
GNSS	Globālā navigācijas satelītu sistēma (<i>Global Navigation Satellite System</i>)
GPS	Globālā pozicionēšanas sistēma (<i>Global Positioning System</i>)
GPWS	Bīstamas tuvošanās zemei brīdināšanas sistēma (<i>Ground Proximity Warning System</i>)
GSV	Gaisa satiksmes vadība (<i>Air Traffic Control</i>)
HALE	Liela augstuma, garu distanču (<i>High altitude, Long endurance</i>)
IAS	Inducētais ātrums (<i>Indicated Airspeed</i>)
ICA	Nepārtraukta lidojumderīguma nodrošināšanas instrukcijas (<i>Instructions for Continuing Airworthiness</i>)
ICAO	Starptautiskā civilās aviācijas organizācija (<i>International Civil Aviation Organization</i>)
IFR	Instrumentālie lidojuma noteikumi (<i>Instrument Flight Rules</i>)
ILS	Instrumentālās nosēšanās sistēma (<i>Instrument Landing System</i>)
INS	Inerciālā navigācijas sistēma (<i>Innertial Navigation System</i>)
IRS	Interciālā atskaites sistēma (<i>Innertial Reference System</i>)
ISTAR	Inteliģence, novērošana, mērķa iegūšanas un atpazīšana (<i>Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance</i>)
JAA	Apvienotās aviācijas institūcijas (<i>Joint Aviation Authorities</i>)
JARUS	Apvienotās institūcijas tālvadības gaisa kuģu likumdošanai (<i>Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems</i>)
LIR	Lidojumu informācijas rajons (<i>Flight Information Region</i>)
LOS	Redzes līnija (<i>Line of sight</i>)
MALE	Vidēja augstuma, lielu distanču (<i>Medium altitude, Long endurance</i>)
MEL	Minimālā aprīkojuma saraksts (<i>Minimum Equipment List</i>)
MILHAG	Militārā harmonizēšanas grupa (<i>Military Harmonization Group</i>)
MSA	Minimālais drošais augstums (<i>Minimum Safe Altitude</i>)

MSeA	Minimālais sektora ausgtums (<i>Minimum Sector Altitude</i>)
MSL	Jūras līmenis (<i>Mean Sea Level</i>)
MTOW	Maksimālais pacelšanās svars (<i>Maximum Take-off weight</i>)
NATO	Ziemeļatlantijas līguma organizācija (<i>North Atlantic Trade Organization</i>)
NAV	Navigācija (<i>Navigation</i>)
NOTAM	Ziņojums apkalpei (<i>Notice to Airman</i>)
OAT	Operatīvā gaisa satiksme (<i>Operational Air Traffic</i>)
PBN	Uz sniegumu balstīta navigācija (<i>Performance Based Navigation</i>)
PSR	Primārās radiolokācijas radars (<i>Primary Surveillance Radar</i>)
RCP	Nepieciešamais komunikāciju sniegums (<i>Required Communication Performance</i>)
RNP	Nepieciešamais navigācijas sniegums (<i>Required Navigation Performance</i>)
RNAV	Zonas navigācija (<i>Area Navigation</i>)
RPASP	Tālvadības gaisa kuģu sistēmu panelis (<i>Remotely Piloted Aircraft System Panel</i>)
RVSM	Samazināts vertikālās ešelonēšanas minimums (<i>Reduced Vertical Separation Minima</i>)
SARPS	Standarti un rekomendējamā prakse (<i>Standards and Recommended Practises</i>)
SA	Servisa pieejamība (<i>Selective Availability</i>)
SAS	Uztveršanas un izvairīšanās sistēma (<i>Sense and Avoid System</i>)
SESAR	Eiropas Vienoto debesu ATM pētīšana (<i>Single European Sky ATM Research</i>)
SIGINT	Signāla traucējumi (<i>Signal Interference</i>)
SMS	Drošības vadības programma (<i>Safety Management Program</i>)
SSP	Valsts drošības programma (<i>State Safety Program</i>)
SSR	Sekundārās radiolokācijas radars (<i>Secondary Surveillance Radar</i>)
SUR	Radiolokācija (<i>Surveillance</i>)
SV	Kosmosa transportlīdzeklis (<i>Space Vehicle</i>)
SVFR	Speciālie vizuālā lidojuma noteikumi (<i>Special Visual Flight Rules</i>)
TAS	Patiesais ātrums (<i>True Airspeed</i>)
TAWS	Reljefa apzināšanās un brīdinājuma sistēma (<i>Terrain Awareness and Warning System</i>)
TC	Tipa sertifikāts (<i>Type Certificate</i>)
TF	Uzdevumu vienība (<i>Task Force</i>)

TGK	Tālvadības gaisa kuģis (<i>Remotely Piloted Aircraft</i>)
TKGS	Tālvadības gaisa kuģa sistēma (<i>Remotely Piloted Aircraft System</i>)
TVE	Kopējā vertikālā kļūda (<i>Total Vertical Error</i>)
UASSG	Bezpilotu lidaparātu sistēmu darba grupa (<i>UAS Study Groupe</i>)
UNL	Neierobežots (<i>Unlimited</i>)
URA	Lietotāja diapazona precizitāte (<i>User Range Accuracy</i>)
VFR	Vizulālā lidojuma noteikumi (<i>Visual Flight Rules</i>)
VOR	Ļoti augstas frekvences nevērsta attāluma mērīšana (<i>VHF Omni-Directional Range</i>)

Tālvadības gaisa kuģis (remotely piloted aircraft)

Tālvadības gaisa kuģis ir tāds gaisa kuģis, kas lido bez apkalpes uz tā borta. Tas ir vadāms no distances, izmantojot dažādu līmeņu automatizētas funkcijas, parasti tas ir atjaunojams un var pārvadāt gan kustāmu, gan nekustāmu kravu un pasažierus. [60.]

Gaisakuģi kopumā un to atbalsta sistēmas un komponentes var definēt sekojoši:

Tālvadības gaisa kuģu sistēma (*Remotely Piloted Aircraft System*)

Tālvadības gaisa kuģu sistēma (TKGS) ir definēta kā sistēma, kā komponentēs iekļaujas tālvadības gaisa kuģis un viss aprīkojums, tīkli un nepieciešamais personāls tā vadībai.

No attāluma vadāms gaisa kuģis un no atāluma vadāma gaisa kuģa sistēma

Lai gan termins “bezpilota lidaparāts” vairāk ir attiecināms uz militāro vidi, tomēr ir gadījumi, kad šāds vispārējs termins ir nepietiekams. Vārds “bezpilota” var radīt neizpratni par to, cik daudz cilvēks var ietekmēt un vadīt šāda veida gaisa kuģi. Tas noved pie jautājumiem, kas saistīti ar drošību un likumdošanu, it īpaši saistībā ar bruņojuma un ieroču izmantošanu un bezpilotu lidaparātu izmantošanu ārpus speciāli norobežotām teritorijām. Šī neizpratne var būt saistīta arī ar jautājumiem par terminoloģijas izmantošanu, kas raksturo cilvēka kontroles līmeni pār šādu lidaparātu, kas tiek pielīdzināta ierasto, ekipāžas vadīto gaisa kuģu vadībai. Šeit tiek uzsvērts fakts, ka arī bezpilotu lidaparātu vada ekipāža, bet vienīgā atšķirība ir tā, ka šajā gadījumā ekipāža atrodas uz zemes. Tādēļ, iespējams, ir pareizāk lietot terminu “No attāluma vadāms gaisa kuģis” (*Remotely Piloted Aircraft (RPA)*), bet termins “No attāluma vadāma gaisa kuģa sistēma” (*Remotely Piloted Aircraft System (RPAS)*) raksturotu sistēmu kopumā. Nākotnē, iespējams, šādi

lidaparāti pārvadās arī pasažierus, piemēram, lai veiktu medicīnisko evakuāciju, karavīru pārvadāšanu vai tamlīdzīgas citas operācijas, bet vienalga ekipāžas uz borta nebūs. Rezultātā var secināt, ka šāda sistēma būtu vadāma, bet no distances. RPA un RPAS ir definētas sekojoši:

No attāluma vadāms gaisa kuģis RPA

RPA ir definēts kā gaisa kuģis, uz kura borta neatrodas cilvēks operators, bet tā vadība tiek realizēta no attāluma. Šāds gaisa kuģis var pārvadāt gan dzīvu, gan nedzīvu kravu.

No attāluma vadāma gaisa (kuģa) sistēma RPAS

RPAS ir definēta kā visu to komponentu un sistēmu kopums, kas nepieciešams RPA lidojuma nodrošināšanai, ieskaitot pilotu jeb operatoru, vadības sensorus, ja nepieciešams, RPA, virszemes kontroles staciju, spēka un atbalsta sistēmas, Satelīta komunikācijas kanālus, kā arī datu nepieciešamos datu kanālus.

Pilots un pilotējams

Šo divu terminu pilots un pilotējams lietojums var izraisīt neizpratni, ja censties tos piemērot bezpilota vai ar pilotu vadāmām gaisa kuģu sistēmām. Dažiem bezpilota lidaparātiem ir nepieciešams, lai tos vadītu personāls, kurš ir pietiekami kompetents ierasto ar pilotu vadāmo lidaparātu vadībā. Lielākoties šādu prasību bezpilota lidaparātu operatoriem nav. Saskaņā ar *Concise Oxford English Dictionary* (COED) definīcijām, terminu “pilot” un “piloted” lietojums ir tehniski pareizs tikai tad, ja gaisa kuģa operators kontrolē lidojuma gaitu no distances, kas netiek piemērots visiem bezpilota lidaparātiem. Alternatīvs apzīmējums “operators” var tikt lietots, ja nepieciešams. Tāpat kā ar ierastajiem gaisa kuģiem, kur to pilots būs sertificēts un apmācīts pēc noteiktiem standartiem, kas piemērojami noteiktam gaisa kuģa tipam, arī bezpilota lidaparāta operators var būt kvalificēts vadīt tikai noteiktas klases bezpilota lidaparātus, vai arī vadīt noteiktas misijas. Kvalifikācija, kas ļauj darboties kā bezpilota lidaparāta operatoram, nedod atļauju vadīt klasiskos, pilotu vadāmos gaisa kuģus.

Uztvert un izvairīties (Sense and Avoid)

Šī ir pamata drošības sistēma pilotu vadāmiem gaisa kuģiem, kas dod iespēju pilotiem pašiem uzturēt drošu intervālu attiecībā pret citiem gaisa kuģiem, izmantojot situācijas novērtēšanu no gaisa kuģa kabīnes. Šajā gadījumā gaisa kuģa ekipāža, lidojot saskaņā ar vizuālajiem lidojuma noteikumiem, paši ieraudzīs potenciālo apdraudējumu un paši izvairīsies. Protams, šāda sistēma

nav piemērojama bezpilota lidaparātiem, jo operators fiziski nevar novērot gaisa kuģa apkārtni lidojuma laikā, lai gan šāda veida gaisa kuģu operatori parasti informāciju par tuvākajā apkārtnē notiekošajiem lidojumiem iegūst, izmantojot citus informācijas iegūšanas avotus. Bezpilota lidaparātiem ierastā “redzu un izvairo” sistēma ir nomainīta ar “uztveru un izvairo”, kur bezpilota lidaparātam piestiprinātie sensori uztver tam tuvumā esošos citus gaisa telpas lietotājus. Briesmu gadījumā vai nu tiek automātiski iedarbinātas uz borta esošās drošības sistēmas, vai arī attiecīgā informācija tiek nodota lidaparāta operatoram. Nepieciešamības gadījumā operators pieņems lēmumu un rīcību, lai izvairītos no iespējamās sadursmes. Pašlaik nav nevienas oficiāli apstiprinātas potenciālo briesmu uztveršanas un izvairīšanās sistēmas, tādēļ bezpilota lidaparātu ekspluatācija ārpus norobežotām zonām parasti ir aizliegta, pieprasot rezervēt speciāli norobežotu teritoriju. Pašlaik tiek veikti darbi, lai integrētu bezpilota lidaparātus drošā veidā kopējā gaisa satiksmē, bet militāro bezpilota lidaparātu gadījumā visdrīzāk, tie būs ierobežoti izmantošanai tikai speciāli norobežotās gaisa telpās.

Automatizācija un autonomija

Pašlaik ir vairāki industriju un akadēmiskie raksturojumi, ko nozīmē automatizācija un ko autonomija. Bieži vien šie abi termini tiek lietoti paralēli, attiecinot tos pat uz vienu un to pašu gaisa kuģi. Rezultātā kompānijas var raksturot savas sistēmas kā autonomas, lai gan militārajā aviācijā tās nebūtu pieskaitītas pie autonomām. Šo abu terminu definīcijas ir izveidotas pēc iespējas vienkāršākās, lai dotu skaidru raksturojumu un izpranti.

Automatizēta sistēma

Bezpilota lidaparātu kontekstā automatizēta sistēma nozīmē to, ka, izmantojot ievades datus no viena vai vairākiem sensoriem, sistēma ir programmēta tā, ka tās loģiskās funkcijas veiks iepriekš zināmas, noteiktas darbības, lai iegūtu vēlamu iznākumu jeb izejas informāciju. Zinot sistēmas darbības nosacījumus un algoritmus, tās gala rezultāts ir iepriekš paredzams.

Autonoma sistēma

Autonomas sistēmas ir tādas sistēmas, kas spēj saprast augstāka līmeņa uzdevumus un norādījumus. Izmantojot šīs priekšrocības un spējas uztvert un komunicēt ar apkārtējo vidi, sistēma pati spēj veikt atbilstošas darbības, lai iegūtu vēlamu rezultātu. Tā spēj pieņemt lēmumus par nepieciešamo darbību veikšanu, izvērtējot vairākas alternatīvas iespējas, turklāt bez cilvēku

iejaukšanās un kontroles. Lai gan kopumā pilnībā autonoma bezpilota lidaparāta darbība ir paredzama, tomēr atsevišķas darbības var tādās arī nebūt. [20; 2-1 – 2-3]

TGKS autonomu un automatizētu sistēmu analīze parāda vairākas atziņas. Pirmkārt, bezpilota lidaparātam var būt dažāda līmeņa automatizētas sistēmas, turklāt tādu var arī nebūt. Piemēram, pacelšanās un nolaišanās, navigācija un lidošana pa iepriekš noteiktu maršrutu, iepriekš programmētas atbildes reakcijas uz noteiktiem apstākļiem vai notikumiem, tādiem kā komunikāciju kanāla pārrāvums, sakaru zudums starp lidaparātu un tā operatoru, automatizēta mērķu noteikšana un atpazīšana. Tie TGK, kas veic savu misiju no pacelšanās līdz nosēšanai pilnībā bez cilvēku iejaukšanās, var būt pieskaitāmi pie pilnībā automatizētiem gaisa kuģiem. Bet paši vienkāršākie un funkcionālākie TGK pārsvarā ir vai nu daļēji automatizēti, vai atrodas pilnīgā operatora kontrolē visā lidojuma garumā.

Autonoma sistēma turpretim pati spēs reaģēt uz noteiktiem apstākļiem, bez jebkādas cilvēku iejaukšanās. Šādām sistēmām ir jābūt tikpat spējīgām reaģēt uz ārējiem apstākļiem kā cilvēks. Pašlaik tik augsts autonomijas līmenis tehnoloģijās nav sasniegts, tādēļ neviens TGK īsti neatbilst šādas klases tehnoloģijām, līdz ar to nav pieskaitāms pie pilnībā autonoma gaisa kuģa.

Ir svarīgi atšķirt autonomu gaisa kuģi no automatizēta, jo pastāv morāles, ētikas un likumdošanas normas autonomu TGK izmantošanā. Ikvienam TGK, neatkarīgi, vai tas ir automatizēts vai pilnībā autonom, ir jādarbojas saskaņā ar esoši likumdošanu, kā arī tiem ir jā saglabā drošības līmenis attiecīgajā gaisa telpā vismaz esošajā līmenī, pildot tādus pašus uzdevumus kā pilotu vadāmie gaisa kuģi. [20; 2-3 – 2-4]

Minimālo augstumu raksturojums un to pielietojums Rīgas LIR

Minimum Sector Altitude (MSeA) (ICAO) — mazākais augstums, ko drīkst izmantot avārijas situācijā, kurš garnatētu vismaz 300 metru (1000 pēdu) intervālu no visiem virszemes šķēršļiem sektorā, kas ir 46 kilometru (25 jūras jūdžu) rādiusā no radiobākas vai cita navigācijas līdzekļa.

Minimum Safe Altitude (MSA) — augstums, kas ir attēlots instrumentālās nosēšanās diagrammā un kas ir definēts kā minimālais drošais augstums, kas dod 300 metru (1000 pēdu) intervālu no visiem virszemes šķēršļiem 25 jūras jūdžu rādiusā no navigācijas līdzekļa, no kura MSA ir noteikts. Ja noteiktais rādiusa limits ir cits, tā vērtība ir jāpublicē attiecīgos dokumentos un diagrammās. Šo augstumu izmanto tikai avārijas situācijās un tas negarantē navigācijas līdzekļu atbilstošu prasībām darbību. Ja MSA ir dalīta sektoros, tad katram sektoram ir cits noteiktais minimālais augstums, kas tiek saukts par minimālo sektora augstumu (*minimum sector altitude*).

IEVADS

Rīgas lidojumu informācijas rajonā (LIR) gaisa satiksme ir organizēta saskaņā ar oficiāli pieņemtiem dokumentiem, kur viens no galvenajiem ir ICAO PANS-ATM Doc4444 “*Air Traffic Management*”, Latvijas Aeronautikas Informācijas publikācijas jeb Latvijas AIP, kā arī darba tehnoloģijas rokasgrāmatas katram gaisa satiksmes vadības (GSV) sektoram, kas atrodas Rīgas LIR. Šajās darba tehnoloģiju rokasgrāmatās ir iekļauta informācija par visām procedūrām, ko GSV dispečeri piemēro attiecīgajā sektorā- austrumu un rietumu tranzīta, pieejas, kā arī torņa atbildības sektoros. Galvenā problēma šeit ir tas, ka pašlaik nav neviena oficiāli pieņemta dokumenta, kur būtu raksturotas procedūras, kā tālvadības gaisa kuģiem (TGK) vajadzētu darboties kontrolējamā vai nekontrolējamā gaisa telpā un kā GSV dispečeriem vajadzētu apkalpot šāda veida gaisa kuģus. Rezultātā pašreizējā GSV sistēma nav gatava sniegt nepieciešamo servisu, kā arī nodrošināt nepieciešamo drošības līmeni TGK attiecībā pret citiem TGK, kā arī pret ierastajiem pilotu vadāmajiem gaisa kuģiem.

Šī iemesla dēļ ir nepieciešams izveidot oficiālas procedūras, kas noteiktu, kā visiem gaisa telpas lietotājiem- gan bezpilotu, gan pilotu vadāmajiem gaisa kuģiem- vajadzētu darboties Rīgas LIR. Tas ir, pirmkārt, nepieciešams, lai aizsargātu katra gaisa telpas lietotāja tiesības, kā arī lai nodrošinātu nepieciešamo drošības līmeni. Ņemot vērā to, ka TGK ir nepieciešams īpašs atbalsts, kā arī to, ka to darbības un tehniskā specifika ievērojami atšķiras no ierastajiem, pilotu vadāmajiem gaisa kuģiem, ir nepieciešams izveidot īpašu sistēmu, kā šāda veida gaisa transports tiktu apkalpots attiecīgajā gaisa telpā.

Šī darba galvenais mērķis ir izstrādāt gaisa satiksmes vadības sistēmu tālvadības gaisa kuģu lidojumiem, ņemot vērā operatīvās darbības procedūras Rīgas LIR kontrolējamajā gaisa telpā, prasības gaisa kuģu tehniskajam aprīkojumam un gaisa transporta plūsmas intensitāti.

Izstrādājot procedūras, būtu jāņem vērā sekojošais:

- 1) Rīgas LIR gaisa telpas struktūra, valstu robežas un gaisa telpas klasifikācija;
- 2) darbības prasības un struktūra sektoros, kas robežojas ar Rīgas LIR, (Lietuvas, Igaunijas, Krievijas, Baltkrievijas, Zviedrijas, kā arī NATO);
- 3) speciāli norobežotu gaisa telpu atrašanās vietas Rīgas LIR;
- 4) dabiskie un mākslīgie šķēršļi un reljefs;
- 5) TGK virszemes aprīkojuma atrašanās vietas prasības;

- 6) drošu komunikāciju uzturēšana starp TGK un GSV;
- 7) TGK kontrole, izmantojot radio lokācijas aprīkojumu;
- 8) uzticama un droša informācijas plūsma starp TGK, TGK operatoru un GSV;
- 9) gaisa satiksmes intensitāte Rīgas LIR.

Papildus iepriekš minētajam šajā darbā arī tiks izstrādātas apmācību programmas gan TGK operatoriem, gan arī GSV dispečeriem, kas dotu iesaistītajām personām zināšanas un nepieciešamās praktiskās iemaņas šāda specifiska gaisa transporta ekspluatācijā un kontrolē. Tādā veidā tiktu nodrošināts, ka nepieciešamo drošības līmeni negatīvi neietekmētu personas nespēja darboties saskaņā ar noteiktām procedūrām vai zināšanu trūkumu šajā jomā.

Uzsākot darbu, tika izvirzīti sekojoši uzdevumi:

- 1) veikt tālvadības gaisa kuģu lidojumu nodrošināšanas esošo procedūru analīzi starptautiskā, Eiropas un Latvijas mērogā;
- 2) noformulēt prasības TGK tehniskajam aprīkojumam atbilstoši starptautiska līmeņa prasībām;
- 3) izstrādāt ziņojuma apkalpei (NOTAM) un lidojuma plāna formātus TGK apkalpošanai;
- 4) izstrādāt GSV procedūras TGK apkalpošanai Rīgas LIR kontrolējamā gaisa telpā;
- 5) veikt gaisa transporta plūsmas analīzi Rīgas LIR un iegūtos datus attēlot aeronavigācijas kartē;
- 6) veikt gaisa satiksmes intensitātes matemātisko modelēšanu;
- 7) veikt gaisa satiksmes intensitātes prognozēšanu Rīgas LIR;
- 8) izstrādāt apmācību programmas TGK operatoriem un GSV dispečeriem par TGKS izmantošanu Rīgas LIR.

Darbā ir piecas nodaļas, no kurām pirmajā ir veikta ar tālvadības gaisa kuģiem saistītās starptautiskā, Eiropas un vietējā mēroga likumdošanas analīze, kā arī formulētas prasības tehniskajam aprīkojumam lidojumu veikšanai. Otrajā nodaļā ir raksturoti lidojuma maršruta plānošanas galvenie ietekmējošie faktori, ir formulētas prasības tehniskajam aprīkojumam lidojumu veikšanai Rīgas LIR, kā arī ir izstrādātas GSV procedūras TGK apkalpošanai Rīgas LIR kontrolējamā gaisa telpā. Šajā nodaļā ir arī dots risinājums, kā pielāgot lidojuma plāna un NOTAM ziņojuma formātus gaisa telpas lietotāju informēšanai par TGK lidojumiem Rīgas LIR. Trešajā nodaļā ir veikta gaisa transporta plūsmas analīze Rīgas LIR augstumos no zemes līdz FL100 un rezultātā ir izstrādātas aeronavigācijas kartes, kurā attēlota lidojumu intensitāte. Darba

ceturtajā nodaļā ir veikta gaisa satiksmes intensitātes modelēšana Rīgas LIR, izmantojot ARIMA matemātisko modeli un statistikas programmu “R”. Izmantojot šos pašus rīkus, ir veikta gaisa satiksmes intensitātes prognozēšana, kā rezultāti arī ir attēloti aeronavigācijas kartēs.

1. TĀLVADĪBAS GAISA KUĢU LIDOJUMU NODROŠINĀŠANAS ESOŠO PROCEDŪRU ANALĪZE ATBILSTOŠI STARPTAUTISKA, EIROPAS UN VIETĒJA MĒROGA LIKUMDOŠANAI

Tālvadības gaisa kuģu vēsturiskā attīstība

Pirmie eksperimenti bezpilotu lidaparātu sakarā tika veikti 20.gadsimta sākumā. Nikola Tesla pirmo reizi izteica hipotēzi par šādu lidaparātu iespējamību jau 19. gadsimta deviņdesmitajos gados. Lai gan Teslam bija vairāk panākumu eksperimentos ar tālvadības torpēdām, tomēr viņš dalījās savām idejām ar Elmeru Speriju (Elmer Sperry). 1917.gadā Sperijs saņēma pirmo piedāvājumu noslēgt militāru līgumu par bezpilotu lidaparātiem, lai izveidotu tālvadāmu torpēdu ASV Kara flotes vajadzībām. [37; 12.-18.]

1903.gadā brāļi Raiti (*Wright Brothers*) demonstrēja par gaisu smagāka spēkrata spēju lidot. Lai šādu transporta līdzekli kontrolētu no distances, bija nepieciešams atrast metodi, kas stabilizētu gaisa kuģi. Elmers Sperijs un Glens Hamonds (*Glenn Hammond*) izgudroja žiroskopu, kas lidojuma laikā spēja noturēt gaisa kuģi vienā līmenī. Vēlāk, 1914.gada jūnijā avio šova laikā Sperijs demonstrēja, ka ir iespējams lidmašīnu noturēt stabilu lidojuma laikā bez pastāvīgas cilvēku kontroles. Pēc ASV Kara flotes līguma saņemšanas 1917.gada oktobrī Sperijs kara flotei nogādāja sešas testa lidmašīnas. Viņš testēja vairākas palaišanas metodes un atklāja, ka lidmašīnas pacelšanai gaisā spararata katapults (*fly-wheel catapult*) darbojas vislabāk. Vienīgā problēma bija tā, ka testa lidmašīnas to trauslās struktūras dēļ avarēja pirms tās spēja sasniegt horizontālo lidojumu. Šī iemesla dēļ bija izgudrots jauns lidmašīnas korpusa modelis. Lai gan jaunais modelis uzsāka lidojumu pareizi, ierīce, kas bija atbildīga par lidmašīnas planēšanu noteiktā attālumā, nedarbojās precīzi. Rezultātā lidmašīna lidoja pāri tās noteiktajai “avarēšanas vietai” un pazuda aiz horizonta Atlantijas okeānā. Pēc kara ASV Kara flote turpināja pētījumus “lidojošo bumbu” sakarā, bet pārtrauca to 1922.gadā. [37; 8-12]

ASV Armija iesaistījās bezpilotu lidojumu pētījumos 1918.gadā. Janvārī Čārlzs Keterings (*Charles Kettering*), kurš bija iemantojis popularitāti ar pašreizdedzes automobiļu dzinēju pētījumiem, uzbūvēja TGK prototipu. Keteringa gaisa kuģim, kuram tika dots vārds Bugs, bija ierīce, kas mērīja propellera apgriezienu skaitu. Sasniedzot noteiktu skaitu apgriezienu jeb rotāciju, ierīce noslēdza spēka padevi uz dzinēju un sūtīja Bugu zemes virzienā pretī tā mērķim.

Armija pasūtīja aptuveni 1000 šāda veida lidaparātus, lai gan karš beidzās, pirms tos varēja izmantot kaujās. Rezultātā kara beigās mazināja interesi kara programmu izpildē, tādēļ finansējums bezpilotu lidaparātu pētījumos arī tika samazināts. [35; 46-48]

Laika periodā starp kariem briti uzkonstruēja vairākus TGK, kurus plānoja izmantot gan kā lidojošās bumbas, gan mērķus pret-lidaparātu artilērijas vajadzībām. Viens no lidaparātiem- Larinks (*Larynx*)- veiksmīgi nolidoja 112 jūdzes 1927.gadā, bet piezemējās joprojām 5 jūdzes no paredzētā mērķa. Lai gan pirmos izmēģinājumus briti veica virs ūdens, 1929.gada beigās viņi sāka testēt šādas lidmašīnas Irākas tuksnešos. 1933.gadā jaunais britu modelis, kas zināms kā Fērlija Karaliene (*Fairley Queen*), veiksmīgi izvairījās no jūras apšaudes divas stundas, dodot divus labumus- gan treniņus Karaliskās Kara flotes apšaudē, gan arī veicot reālus izmēģinājumus ar bezpilotu lidaparātiem.

Britu programma deva ievērojamus uzlabojumus jūras kara flotes apšaudes iemaņās. Kad ASV Kara flotes admirālis Viljam H. Stendlejs (*William H. Standley*) novēroja Fērlija Karalieni darbībā, viņš ieteica tos izmantot arī ASV Kara flotes līdzīgām vajadzībām. Pētījumi sākās ar projektu 1936.gadā, bet divus gadus vēlāk Kara flote veiksmīgi izmantoja radio vadāmu gaisa kuģi, testējot artilēristus USS Reindžeri (CV-4). 1942.gadā Kara flote veica pirmos eksperimentus, pievienojot TGK ieročus. 1944.gada kauju testos, kas risinājās septembrī un oktobrī, flote izmēģināja 46 TGK, no kuriem 29 sasniedza savu mērķi. Šīs programmas kritika beidzot triumfēja, un Jūras kaujas operāciju vadonis admirālis Ernests Kings (*Ernest King*) atcēla programmas, pirms testi bija pabeigti. [35; 46-48]

Populārākā TGK izmantošana Otrajā Pasaules karā bija Vācijas izmantotās V-1 un V-2 raķetes. 1944.gadā ASV inženieri uzbūvēja amerikāņu raķeti, balstoties uz V-1. Loģistikas problēmu dēļ ASV raķete JB-2 netika plaši izmantota Eiropā. Amerikāņu inženieri patērēja daudz līdzekļu un spēku, uzlabojot JB-2 vadības sistēmas un tam līdzīgos modeļus. [36; 60-69]

Divi citi ASV eksperimenti bezpilotu lidaparātu sakarā, kas bija operācija "Aphrodite" un projekts "Anvil", bija daļa no Sabiedroto spiediena, lai ierobežotu V-1 ietekmi un draudus. Operācijā "Aphrodite" divu cilvēku ekipāža lidoja ar B-17 bombardieriem ar sprāgstvielām uz borta pretim V-1 bāzēšanās vietai. Pirms kanāla šķērsošanas ekipāža katapultējās, bet cits B-17 kontrolēja gaisa kuģus, izmantojot radio kontroli. Pazīstams kā BQ-7, šis gaisa kuģis patiesībā nekad nebija veiksmīgs mērķu iznīcināšanā. Daži no tiek pēkšņi pusceļā, esot virs Kanāla, pagriezās pretējā virzienā, kā rezultātā tos nācās iznīcināt. Bet pārējos iznīcināja vācu

aizsardzības trieciens. Neskatoties uz neveiksmju rindu, Otrais Pasaules karš bija liels pavērsiens bezpilotu lidaparātu attīstībā.

1944.gada 7.decembrī iepriekš noslēgto Parīzes Konvenciju aizstāja ar jauno Čikāgas Konvenciju, kas ir pieņemts par Starptautiskās civilās aviācijas aģentūras (ICAO) dibināšanas datumu. Šajā dokumentā tika raksturotas galvenās vadlīnijas un noteikumi, kas ir jāņem vērā visām ICAO dalībvalstīm. Tika minēti arī bezpilotu lidaparāti, un Čikāgas Konvencijas 8. artikulā ir noteiktas prasības šādu lidaparātu izmantošanai. ICAO noteica, ka bezpilota lidaparāti nedrīkst lidot pār citas dalībvalsts teritoriju bez speciāli saņemtas atļaujas, kā arī ir jāievēro visas noteiktās prasības. Katra dalībvalsts uzņemas atbildību garantēt, ka bezpilotu lidaparātu izmantošana teritorijās, kas tiek izmantotas pilotu vadāmo, civilo gaisa kuģu (GK) vajadzībām, neapdraudētu šādu civilo GK drošību.

Tuvāk mūsdienām, Vienpadsmitajā Gaisa navigācijas konferencē (ANConf/11), kas notika 2003.gadā no 22.septembra līdz 3.oktobrim Monreālā, Kanādā, apstiprināja globālo gaisa satiksmes vadības (ATM) koncepciju, kurā bezpilota lidaparāts tika nosaukts par gaisa kuģi, kas tiek darbināts bez pilota uz tā borta, kā arī ir vai nu vadāms no attāluma, vai tiek pilnībā kontrolēts no citas vietas (zemes, cita GK, kosmosa), vai arī ir autonomi programmēts noteiktas misijas veikšanai. Šāda definīcija bezpilotu lidaparātiem (TGK) tika apstiprināta ICAO Asamblejas 35. Sesijā, kas notika 2004.gadā. Šeit definīcijā uzsvars tika likts uz TGK izmantošanas drošības aspektiem. Tika noteikts, ka lidaparātam ir jābūt tā kontrolējamam un vadāmam, kas neradītu draudus citiem gaisa telpas lietotājiem, kā arī cilvēkiem, dabai un īpašumam, kas atrodas uz zemes. Vēlāk, 2005.gada 12. aprīlī 169. sesijas pirmās sēdes laikā Gaisa navigācijas komisija (*ANC-Air Navigation Commission*) pieprasīja Sekretariātam konsultēt ICAO dalībvalstis un ieinteresētās starptautiskās organizācijas par TGKS darbību civilajā gaisa telpā. Tika ierosināts izveidot procedūru kopu, kas noteiktu šādu lidaparātu izmantošanu dažādās gaisa telpas daļās. Sekojoši pirmā TGKS izzināšanas sanāksme notika 2006.gadā, no 23. līdz 24. maijam, Monreālā, Kanādā. Sanāksmes galvenais mērķis bija noteikt, cik lielā mērā ICAO ietekmē un regulē TGKS darbību un likumdošanu. Lai gan tika panākta vienošanās par tehnisko un operatīvu standartu harmonizēšanas nepieciešamību, vienojās, ka tikai nelielai daļai prasību būtu jāpakļaujas ICAO Standartiem un Rekomendācijām (SARPs) un ka ICAO nav piemērotākā organizācija jaunu prasību veidošanai bezpilotu lidaparātu sakarā.

Otrās oficiālās tikšanās laikā, kas notika 2007. gadā no 11. līdz 12. janvārim Floridas

pilsētā Palma Kostā, ASV, secināja, ka ICAO darbība ir cieši saistīta ar RTCA un Eiropas Civilās aviācijas aprīkojuma organizācijas (EUROCAE) darbību, kā arī starp šīm pusēm tika uzturēta pienācīga koordinācija, izmantojot darba grupas. Sanāksmē arī nolēma, ka ICAO vadlīniju dokumentus var izmantot kā pamatu jaunu regulu un likumu izstrādāšanai daudzās ICAO dalībvalstīs un organizācijās, lai gan šādu prasību ICAO neizvirzīja. Tas nozīmē, ka tiek veidotas jaunas procedūras, ko dalībvalstis var ņemt par pamatu savas likumdošanas izstrādei, kas regulētu TGKS darbību attiecīgajā valstī, bet, ja dalībvalsts uzskata, ka procedūrām ir jābūt citādām, ir iespējams veidot pavisam atšķirīgu likumdošanu.

Lai sasniegtu iepriekš noteiktos mērķus TGKS likumdošanas izveidē, ANC grupa 175. Sesijas otrajā sanāksmē, kas notika 2007. gada 19. aprīlī, apstiprināja Bezpilotu lidaparātu Sistēmu darba grupu (*UASSG- UAS Study Group*), kas attiecīgi pieņēma savu darba programmu un termiņus. Jaunizveidotajai darba grupai tika nostādīti sekojoši uzdevumi:

- 1) Būt par galveno posmu un koordinatoru ICAO ar TGKS saistītos darbos, kas nodrošinātu korporatīvu un harmonizētu darbību;
- 2) Izveidot TGKS darbību regulējošu koncepciju un atbilstošus vadlīniju materiālus, lai atbalstītu un vadītu regulēšanas procesu;
- 3) Uzlabot un papildināt jau esošos ICAO SARPs, ieteikt papildinājumus un koordinēt TGKS SARPs ar atbilstošām ICAO struktūrvienībām;
- 4) Piedalīties tehnisko specifikāciju izstrādē, sniegt atbilstošas konsultācijas;
- 5) Sadarboties ar ICAO Aeronautikas koordinācijas paneli (ACP- Aeronautical Coordination Panel), lai atbalstītu un veicinātu vienotu nostāju frekvenču spektru jautājumos, kas nepieciešami TGK kontrolei un vadībai.

UASSG trešajā sanāksmē, kas notika no 2009. gada 15. līdz 19. septembrim, pirmo reizi ieviesa terminu „tālvadības lidaparāts”, jo tika panākta vienošanās, ka tikai tos bezpilotu lidaparātus, kas tiek vadīti no attāluma, ir iespējams integrēt kopējā aviācijas sistēmā lidojumu veikšanai ārpus speciāli norobežotām gaisa telpas daļām. Sekojoši darba grupa UASSG izveidoja jaunu ICAO dokumentu Bezpilotu lidaparātu sistēmas (*UAS- Unmanned Aircraft Systems*) Cirkulāru 328, kas tika publicēts 2011.gada martā. Cirkulārā tika dots vispārīgs apskats jautājumos, kurus ir nepieciešams izskatīt TGKS sakarā un kurus varētu iekļaut ICAO Čikāgas Konvencijas pielikumos. Tieši pēc gada, 2012.gada martā, darba grupa bija izveidojusi Otro pielikumu Annex 2 „Rules of the Air” un Septīto pielikumu Annex 7 „*Aircraft Nationality and*

Registration Marks”, kas bija pielāgoti bezpilotnu lidaparātu specifikai. Tālākā UASSG grupas darbība bija vērsta jauna dokumenta izstrādei.

2014. gada 6. maijā, ANC ICAO 196. Sesijas otrajā sanāksmē vienojās par Tālvadības gaisa kuģu paneļa (*RPASP- Remotely Piloted Aircraft Systems Panel*) izveidi, kur tika izvirzīti sekojoši mērķi un uzdevumi:

- a) koordinēt ar RPAS saistītu darbu virzību ICAO, lai panāktu starptautisku kooperēšanos un harmonizāciju;
- b) attīstīt RPAS darbību regulējošo koncepciju un citus saistītos materiālus, kas papildinātu un vadītu likumdošanas izstrādāšanas procesu;
- c) izskatīt, papildināt un atjaunot ICAO SARPs materiālus, ieteikt idejas pielikumiem, kā arī koordinēt ar RPAS saistīto SARPs izveidi, sadarbojoties ar citām ICAO ekspertu darba grupām;
- d) novērtēt jauninājumus, kas saistīti ar RPAS, ietekmi uz jau esošo, ierasto pilotu vadāmo aviāciju;
- e) sadarboties ar ICAO ACP, lai atbalstītu un veicinātu vienotu nostāju frekvenču spektru jautājumos, kas nepieciešami TGK kontrolei un vadībai.

ICAO Čikāgan Konvencijas 29. artikuls nosaka minimālās prasības GK dokumentācijai. Ir noteikts, ka ikvienam ICAO dalībvalsts gaisa kuģim, kas piedalās starptautiskajā navigācijā, ir jābūt sekojošiem dokumentiem:

- a) gaisa kuģa reģistrācijas sertifikāts;
- b) lidojumderīguma sertifikāts;
- c) atbilstoša licence katram apkalpes loceklim;
- d) gaisa kuģa nolidojuma borta žurnāls;
- e) ja gaisa kuģis ir aprīkots ar radio aparāturu, tad ir jābūt arī radio stacijas licencei;
- f) ja ir paradzēts pārvadāts pasažierus, ir nepieciešams fiksēt pasažieru vārdus, iekāpšanas vietas un galamērķus;

Ja ir paredzēts pārvadāt kravu, ir jābūt detalizētam kravas aprakstam un deklarācijām.

Starptautisko un Eiropas mēroga organizāciju likumdošanas vadlīnijas tāl vadības gaisa kuģu vadībā

1.1.1. Tāl vadības gaisa kuģu likumdošanas attīstība starptautiskā mērogā

Starptautiskā civilās aviācijas organizācija ICAO atzīst dažādu tipu gaisa kuģus, to starpā gaisa baloni, planieri, lidmašīnas un rotorplāni. Gaisa kuģi var būt gan sauszemes, gan jūras, gan arī amfībijas. Tas, vai gaisa kuģis ir pilotu manevrējams vai bezpilotu, neietekmē tā statusu. Katrai gaisa kuģu kategorijai nākotnē ir potenciāls iegūt bezpilotu lidaparāta versiju. Šis ir viens no galvenajiem aspektiem, kas attiecināms uz bezpilotu lidaparātiem, kā arī tas dod pamatu jautājumiem par lidojuma derīgumu, personāla linencēšanu, nepieciešamo intervālu nodrošināšanu u.c..

Visi termini, kas lietoti oficiālos ICAO dokumentos, attīstot TGKS procedūras un dekumentāciju, pēc iespējas ir jāsaglabā tādi, kādi tie ir pašlaik. Termina “operators” definīcijai arī ir jāpaliek nemainīgai, kamēr “kontrolieris” jeb “vadības dispečeris” ir attiecināms tikai uz gaisa satiksmes vadību. Kas saistās ar terminu “pilots”, tad šai pozīcijai arī būtu jāpaliek nemainīgai, neskatoties uz to, vai persona vai personas, kas kontrolē gaisa kuģi, atrodas uz tā borta vai arī kur citur. Lai precizētu un nodalītu tos pilotus, kas veic pilotēšanas pienākumus nevis no pilotu kabīnes, bet gan no kādas citas vietas, būtu jālieto termins “tāl vadības pilots”. Tie arī apskatīts, vai precīzāk būtu lietot terminu “bezpilotu” vai arī “vadāms bez pilota”. [18; Ch4]

Cits ICAO apsvērums un iespēju novērtējums bezpilotu lidaparātu sakarā ir tas, ka tuvākajā nākotnē šādi lidaparāti joprojām nepārvadās pasažierus. Šis aspekts ir attiecināms uz vairākiem jau esošiem standartiem un ieteikumiem SARPs, kas apkopoti ICAO Čikāgas Konvencijas 6. pielikumā “Gaisa kuģa ekspluatācija” un 8. pielikumā “Gaisa kuģa lidojumu derīgums”. Kā piemērus var minēt drošības jostu izmantošana lidojuma laikā, gaisa kuģa ekipāžas atbildība nosēšanās un pacelšanās laikā pilotu vējstiklu īpašības un avārijas aprīkojums. No vienas puses visiem gaisa kuģiem noteikumi un standarti ir vienādi, tādēļ arī bezpilotu lidaparātiem vajadzētu darboties saskaņā ar tiem. Bet no otras puses- vai šāds rīcības plāns būtu lietderīgs, ņemot vērā to specifiku. Pastāv arī iespēja, ka nākotnē arī bezpilotu lidaparāti pārvadās pasažierus, tādēļ nedrīkst izslēgt attiecīgu SARPs attīstību un piemērošanu šādiem iespējamiem notikumiem nākotnē. [23; 2.8.-2.21]

Aviācijas likumdošanas galvenais mērķis ir sasniegt un uzturēt pēc iespējas augstāku

drošības līmeni. TGKS gadījumā tas nozīmē, ka integrācijas procesā būtu jānodrošina ne tikai paša bezpilotu lidaparāta drošība, bet arī citu gaisa telpas lietotāju, īpašuma un tiesību drošību un aizsardzību.

Identificējot kopīgās un atšķirīgās iezīmes starp pilotējamiem un bezpilotu lidaparātiem, tiktu veikts pirmais solis vienotas likumdošanas izveidē, kas dotu vismaz ienotas prasības TGKS integrācijai kopējā gaisa transporta plūsmā, tātad- ārpus speciāli norobežotās zonām. Tehniskās specifikas jautājumi, kas saistīti ar lidojuma derīgumu, komandēšanu un kontroli (*C2- command and control*), uztveršanu un izvairīšanos, kā arī citām funkcijām, ir adresētas dažādu industriju organizācijām visā pasaulē. Bet ICAO nostāja joprojām balstās uz augsta līmeņa sniegumu un standartiem, piemēram, nosakot minimālās snieguma prasības komunikāciju kanāliem, nevis nosakot veidu, kā attiecīgo prasību izpildīt. ICAO nostāja ir arī par saistīto terminu saskaņošanu, kā arī jaunu definīciju ieviešanu, kas papildinātu dokumentācijas un standartu attīstību.

Pilnīgas likumdošanas izveide TGKS būs ilglaicīga, kas varētu ilgt pat vairākus gadus. Tiklīdz ar atsevišķām tēmām un tehnoloģijām saistīti jautājumi būs atrisināti, sasniedzot brieduma stadiju, tie tiks papildināti ar atbilstošiem SARPs. Nākotnes vīzija ir tāda, ka SARPs papildināšana un, iespējams, jaunu izveide, būs evolucionārs process, kas attīstīsies pakāpeniski. Ar SARPs nesaistoša dokumentācija bieži vien varētu tikt publicēta pirms informācijas iekļaušanas SARPs, lai Dalībvalstis varētu to izmantot praksē. Rezultātā, ja Dalībvalstis cieši pieturētos pie attiecīgu procedūru un vadlīniju izpildes, tad vēlāk būtu vieglāk arī pildīt SARPs noteikumus, kā arī tas nodrošinātu pakāpenisku standartu harmonizāciju gan katrā valstī atsevišķi, gan arī pa reģioniem. Bet pašlaik ir jāņem vērā tas, ka ir izveidota jau pamata dokumentācija TGKS sakarā, kā arī šādas sistēmas ir klasificētas kā gaisa kuģi, tādēļ tām ir jāievēro visi nosacījumi, kas ir attiecināmi pašlaik uz jebkuru gaisa kuģi.

SARPs attīstībai ir svarīgs informācijas vākšanas un apkopošanas process. Šeit ir nepieciešams laiks, kā arī ir nepieciešams apzināties TGKS īpatnības. Tādēļ ir svarīgi lietderīgo informāciju iegūt, pielietojot noteiktu koordinētu sistēmu, lai tā būtu viegli pieejama visām Dalībvalstīm, šādā veidā paātrinot starptautisko civilās aviācijas standartu attīstību globālā mērogā.

Līdz šim galvenokārt TGKS lidojumi ir veikti speciāli norobežotās zonās, lai novērstu sadursmju briesmas ar citiem gaisa kuģiem. Pašlaik bezpilotu lidaparātus nevar drošā manierē integrēt kopējā gaisa transporta plūsmā, tā kā tie nespēj izpildīt visus noteikumus, kas, pirmkārt,

apkopoti ICAO Čikāgas Konvencijas 2. pielikumā “Gaisa noteikumi” (*Rules of the Air*), kā arī nav noteiktu standartu un rekomendāciju bezpilotu lidaparātiem un to atbalsta sistēmām.

Viens no galvenajiem faktoriem, kas ierobežo TGKS integrāciju kopējā gaisa transporta plūsmā, ir to spēja reaģēt uz ārējiem apstākļiem tieši tāpat kā ierastie pilotu vadāmie gaisa kuģi. Šeit lielā mērā viss ir atkarīgs no tehnoloģiju un saistīto sistēmu attīstības- no TGK operatora sējas kontrolēt lidaparātu, atrodoties uz zemes, nodrošināt “TGK-operators- gaisa satiksmes vadība” sistēmas komunikācijas un normālu darbību.

Izmaiņas ir nepieciešamas ne tikai saistībā ar TGKS tehnisko specifiku un ar gaisa satiksmes vadību (GSV) saistītajām procedūrām, bet arī ar personāla spējām veikt noteiktas darbības, tātad- ar personāla licencēšanu veikt attiecīgos lidojumus vai apkalpot tos. Personāla licencēšanas harmonizācija ir nepieciešama kā vienas noteiktas Valsts robežās, tā arī reģionos un globālā mērogā. Pilotiem, kas vada ierastos gaisa kuģus, un TGK operatoriem, kas vada bezpilotu lidaparātu, ir vienāda atbildība par drošu lidojuma veikšanu, sekojoši- ir nepieciešamas vienāda līmeņa zināšanas par aviācijas likumdošanu, lidojumu veikšanu, plānošanu un izpildi, cilvēka faktoru, meteoroloģiju, navigāciju, procedūrām, radio sakariem un frazeoloģiju un daudzām citām tēmām. Abu veidu pilotiem ir nepieciešams apgūt noteiktas instrukcijas, ir jāiemanto spējas un prasmes veikt nepieciešamās darbības, ir jāsasniedz noteikts pieredzes līmenis, lai iegūtu atļauju vadīt noteiktu gaisa kuģi, tātad- iegūt licenci. Bez tam kandidātiem ir arī jāspēj demonstrēt noteikta līmeņa valodas un specializētās frazeoloģijas zināšanas, kā arī jānokārto nepieciešamās medicīniskās pārbaudes, lai iegūtu atbilstošu medicīnas sertifikātu. Šeit gan jāpiemin, ka, iespējams, medicīnas pārbaudes saturs TGK operatories varētu atšķirties no tām prasībām, kas pilotiem noteiktas pašlaik.

TGK darbība bez reāla pilota uz tā borta izvirza jaunus uzdevumus un jautājumus saistībā ar atbildību par drošību, piemēram, tādu tehnoloģiju ieviešana, kas spētu noteikt un izvairīties no potenciālām briesmām, komandēt un kontrolēt lidojumu, komunicēt ar GSV servisu, kā arī novērst jebkādu pretlikumīgu iejaukšanos lidojuma laikā.

Tehnoloģijas aizvien attīstās gan pilotu vadāmo gaisa kuģu sfērā, gan arī bezpilotu aviācijā. Automātikai ir arvien lielāka loma, it īpaši transporta gaisa kuģu kategorijā. Automatizētās sistēmas jau tagad ir spējīgas kontrolēt gaisa kuģi, noturot to uz iepriekš paredzētā ceļa, tā degvielas patēriņu, datu saņemšanu un nosūtīšanu no dažādām virszemes stacijām, konfliktējoši gaisa kuģu identificēšanu un izvairīšanās manevra noteikšanu, nolaišanās optimālā

profila noteikšanu un atsevišķos gadījumos- arī automatizētu gaisa kuģa pacelšanos un nosēšanos. Protams, šobrīd visas šīs aktivitātes uzmana uz borta esošā gaisa kuģa ekipāža.

Drošība ir stāvoklis, kad iespējamība apdraudēt cilvēkus vai bojāt īpašu ir samazināta līdz pieņemamam līmenim un uzturēta šādā līmenī vai augstākā, nemitīgi uzraugot briesmu identificēšanas un drošības risku vadības procesu. Gaisa kuģi, kas darbojas bez pilota uz borta, dažādos veidos apdraud civilās aviācijas sistēmas drošību. Šiem iespējamajiem apdraudējuma veidiem ir jābūt identificētiem un ar drošību saistītajiem riskiem ir jāsamazinās, izmantojot gaisa telpu pārplānošanas, jauna aprīkojuma un procedūru ieviešanas instrumentus.

Termins “drošības vadība” iekļauj divas koncepcijas. Pirmā no tām ir ir Valsts Drošības programma SSP (*State Safety Program*), kas ir integrētu noteikumu un aktivitāšu kopa, kā mērķis ir paaugstināt drošību. Otrā koncepcija ir Drošības vadības sistēma SMS (*Safety Management System*), kas ir sistemātiska pieeja drošības vadībā, ieskaitot nepieciešamās organizatoriskās struktūras, atbildību, politiku un procedūras.

Valstīm ir jāizveido sava SSP, lai iekļautu tajā noteikumus, politiku, attīstību un vīzijas, kas saistītas ar drošību. Šādu noteikumu izveidei ir jābalstās uz plašu informācijas analīzi Valsts aviācijas sistēmā, ieskaitot risku identificēšanu, vadību, kamēr kopējā uzraudzība balstās uz funkciju astoņiem kritiskajiem elementiem, ieskaitot īpašu drošības apsvērumu zonas un augstāku drošības risku līmeni. Sākot izmantot TGKS, Valsts SSP būtu jāatbalsta potenciālo ar drošību saistīto efektu analīzi navigācijas aprīkojumam, TGKS kopumā, kā arī citu ietekmējošo faktoru analīzi.

Operatori un servisa sniedzēji ir atbildīgi par SMS izveidi un īstenošanu. Valstis pašas ir atbildīgas šādas sistēmas uzraudzīšanu, nodrošinot drošu TGKS integrēšanu kopējā aviācijas sistēmā. Kopējai sistēmai jābūt izveidotai, ņemot vērā Čikāgas Konvencijas 6. pielikuma “Gaisa kuģa ekspluatācija” (*Operation of Aircraft*). 11. pielikuma “Gaisa satiksmes serviss” (*Air Traffic Services*) standartus, 14. pielikuma “Lidlauki” (*Aerodromes*) pirmā sējuma “Lidlauku konstrukcija un darbība” (*Aerodrome Design and Operation*) standartiem. Ir paredzams, ka būs nepieciešams papildināt 6. pielikumu, lai iekļautu tajā arī informāciju par TGKS. Sekojoši SMS prasības attiektos arī uz šāda veida lidaparātiem. Būs nepieciešams veikt detalizētu analīzi, lai noteiktu, kādi būtu iespējamie riski. Analīzē būtu jāiekļauj sekojošas tēmas- izmantoto TGKS tipi, virszemes kontroles stacijas uzbūve un atrašanās vieta, kā arī tās spēja komunicēt ar tālvadības gaisa kuģi.

Pašlaik TGKS aktuālā likumdošana ICAO skatījumā ir apkopota dokumentā Doc 10019 AN/507 “Tālvadības gaisa kuģu manuāls” (*Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems*), kura pirmais sējums tika izdots 2015.gada maijā. Šeit ir apskatīti gan tehniski, gan arī operatīvi ietiekumi TGKS izmantošanai un integrācijai kopējā gaisa transporta plūsmā. Ir jāņem vērā, ka drošības līmeņus un bezpilotu lidaparātu izmantošanas kārtību nosaka katra ICAO Valsts individuāli, balstoties uz vairākiem kritērijiem. Pienācīga standartu un ieteicamās prakses SARPs un gaisa navigācijas servisa procedūru PANS pielietošana palīdz Dalībvalstīm saglabāt noteikto drošības līmeni. Visdrīzāk, TGKS būs noteikts garantēt tādu pašu drošības līmeni kā pilotu vadāmajiem gaisa kuģiem, lai gan, iespējams, būs daži aspekti, kuri varētu būt mainīti. Šajos gadījumos atbildīgajām iestādēm būs jānosaka alternatīvas iespējas, kā noturēt nepieciešamo drošības līmeni pienācīgā līmenī. [23; 3.1 – 3.6]

TGKS darbosies saskaņā ar ICAO Standartiem, kas piemērojami pilotu vadāmajiem gaisa kuģiem, kā arī saskaņā ar specifiskiem standartiem, kas ņems vērā bezpilotu lidaparātu operatīvās, likumdošanas un drošības jautājumu atšķirības. Lai veiktu TGKS integrēšanas procesu lidojumiem ārpus speciāli norobežotām zonām un lidlaukiem, tā operatoram būtu jānes atbildība par drošību. Operatoriem būtu jāizmanto aprīkojums, piemēram, atbilstošs autopilots, lai asistētu lidojuma izpildē, bet nekādā gadījumā sistēmas un tehnoloģijas nākotnē nedrīkstētu pārņemt operatora atbildību.

Lai labāk atspoguļotu šādu gaisa kuģu statusu, ir ieviests termins “tālvadības gaisa kuģis” RPA (*Remotely Piloted Aircraft*), kas apzīmē gaisa kuģi, ko vada licencēts “tālvadības pilots”, kurš lidojuma laikā atrodas ārpus gaisa kuģa kontroles stacijā (uz zemes, kuģa, citā gaisa kuģī, u.c.) un visu laiku uzmana lidojuma gaitu un spēj reaģēt un GSV dotajiem norādījumiem, komunicēt, izmantojot balss vai datu kanālus saskaņā ar atbilstošās gaisa telpas klasifikāciju un prasībām, kā arī nes pilnu atbildību par drošu lidojuma norisi. RPA var izmantot dažādu tipu autopilotus, bet operatoram jābūt iespējai jebkurā brīdī pārņemt lidaparāta vadību- tieši tāpat kā ekipāžai, vadot pilotu vadāmu gaisa kuģi.

RPA ir bezpilotu lidaparātu apakšgrupa. Termini “bepilotu lidaparāts” vai “bepilotu lidaparāta sistēma” tiek lietoti, lai ietvertu visus saistošos terminus vienā grupa, kamēr “tālvadāms gaisa kuģis” vai tamlīdzīgi ir attiecināmi tikai uz pilotējamu gaisa kuģu apakšgrupu. RPA loma civilajā un arī militārajā aviācijā aizvien pieaugs, jo to tehnoloģijas un darbības īpašības kļūs aizvien saprotamākas. Lielu lidojumu ilgumu, vēl neatklātu darbību spējas un

samazinātas darbības izmaksas ir nepārprotami labumi daudzām kopienām, tādām kā tiesību aizsardzības, lauksaimniecības un vides aizsardzības iestādēm.

Līdz ar tehnoloģiju attīstību, nobriešanu un spēju sasniegt noteiktus standartus un prasības, RPA loma varētu palielināties, lai tos sertificētu kravas un vēlāk arī pasažieru pārvadāšanai. Pie tam, iekšzemes lidojumiem varētu pievienot arī starptautiskos reisus, kur būtu nepieciešams slēgt starptautiskas vienošanās lidojumu veikšanai, šķērsojot valstu robežas.

RPA varētu būt arī tādas pašas lidojuma fāzes kā ierastajiem pilotu vadāmajiem gaisa kuģiem- rullēšana, pacelšanās, kreisēšana un nosēšanās-, bet gaisa kuģu veikspējas raksturlielumi varētu būt krietni atšķirīgi.

1.1.2. Eiropas mēroga tālavadības gaisa kuģu likumdošanas vadlīnijas

Pašlaik lielāko daļu TGKS, it īpaši militāros, Eiropas gaisa telpā ir atļauts izmantot tikai īpaši norobežotās zonās, lai aizsargātu citus gaisa telpu lietotājus, vai arī tie darbojas ļoti lielos augstumos, kas sniedzas virs civilajā aviācijā izmantojamajiem lidojumu līmeņiem, kā arī virs jūras, izmantojot speciālus līgumus. Vietās, kur TGKS darbība ir atļauta ārpus norobežotām zonām, drošības apsvērumu dēļ būtu jāieviešs un jānodrošina vairāki ierobežojumi. Šī iemesla dēļ Eurocontrol ir izveidojusi un publicējusi dokumentus, kas palīdz GSV procedūru harmonizēšanā, izmantojot RPA ārpus noteiktām zonām miera laikā.

Specifikācijas tika iezīmētas Eurocontrol 2007. gadā, un tās joprojām ir attīstības stadijā. Dokumentos iekļautās vadlīnijas dod brīvprātīgu pieeju to izpildē, kas nozīmē, ka Dalībvalstis pašas brīvi spēj izvēlēties un pieņemt lēmumu, vai iekļaut atbilstošo likumdošanu savas Valsts noteikumos, vai arī noraidīt to. Secifikācijās galvenais uzsvars ir likts uz RPA lidaparātiem, kas darbojas kā OAS (*Operational Air Traffic*), iekļaujot lidojumus gan kontrolējamā gaisa telpā, gan arī ārpus tās. [12.]

Ir nepieciešamība integrēt militāros RPA darbībai ārpus speciāli norobežotu zonu robežām. Šīs vajadzības dēļ 2003. gada rudenī Eiropas AIRCHIEF Konferencē tika izteikts ierosinājums Militārās harmonizācijas grupai (MILHAG) izvērtēt iespējas izveidot saskaņotas GSV procedūras militāro bezpilotu lidaparātu darbībai ārpus norobežotām zonām miera laikā. Apzinoties nepieciešamību fokusēties uz Gaisa satiksmes vadību, kā arī Eurocontrol nozīmes paaugstināšanās ar GSV menedžentu saistītos jautājumos dēļ, MILHAG nolēma uzaicināt Aģentūru veikt nepieciešamos darbus aktuālā jautājuma sakarā. Civilo/militāro sadarbības

komiteja (*CMIC- Civil/Military Interface Standing Committee*) apstiprināja šādu darba pozīciju un formāli lūdza Eurocontrol attīstīt ar militāro RPA darbību ārpus norobežotām zonām saistītos noteikumus un standartus.

Rezultātā tika izveidota TGK-OAT Uzdevumu grupa (*TF- Task Force*), kuru pārstāvēja gan militārie, gan civilie darbinieki, valstu militārie eksperti un citi speciālisti no ieinteresējošām organizācijām. Šīs darba grupas dalībnieku uzdevums bija nevis pārstāvēt noteiktu valstu intereses un pozīciju, bet gan sniegt profesionālu padomu TGKS sakarā. TF grupa izvērtēja un noteica labākos variantus, kā jau esošo dokumentāciju un materiālus izmantot projektā, nevis sāka veidot visu no jauna. Galvenais izziņas avots bija as bezpilotu lidaparātiem saistītā nacionālā dokumentācija, Joint JAA/Eurocontrol TGKS darba grupas un Eiropas Komisijas dokumentācija. Projekta laikā cieša sadarbība bija arī ar NATO FINAS militāro darba grupu (*FINAS- Flight in Non-Segregated Airspace*). Lai gan uzmanība tika vērsta galvenokārt uz militāro TGKS izmantošanu kā OAT, tomēr darba grupa laika gaitā atklāja, ka ir interese un vēlme izmantot bezpilotu lidaparātus kā vispārējai gaisa satiksmei GAT (*General Air Traffic*), kā arī izmantot tos civilās aviācijas vajadzībām.

Eurocontrol Specifikācijas tika apskatītas kā galvenais Eurocontrol dokuments, taču tam ir brīvprātības statuss. Katra Eurocontrol Dalībvalsts ir pati atbildīga un tiesīga izlemt, vai pieņemt ar TGKS saistīto dokumentāciju, vai tomēr atturēties. [10; 1.1.1.-1.1.5.]

2015.gada 6.martā Rīgā, Latvijā tika pieņemta “Rīgas Deklarācija”, kas bija Eiropas Savienības dalībvalstu, Eiropas Komisijas un citu augstu dalībnieku sanāksmes rezultāts. Eiropas aviācijas kopiena arī šeit vienojās, ka ir nepieciešams izveidot Eiropas mēroga likumdošanu bezpilotu lidaparātu izmantošanai, kas veicinātu jaunās nozares attīstību, kā arī nodrošinātu drošu un dzīvotspējīgu inovatīvo tehnoloģiju integrēšanu. “Rīgas Deklarācijā” aviācijas kopiena izvirzīja sekojošus principus, kas būtu jāņem vērā, veidojot kopējo Eiropas TGKS politiku un likumdošanu:

- 1) TGKS ir jāuztver kā jauns gaisa kuģa tips, kura darbībai ir nepieciešams pielāgot noteikumus un likumus, balstoties uz to potenciālo risku, ko tas var nodarīt apkārtējai videi, cilvēkiem vai citiem gaisa kuģiem. Tika uzsvērts, ka noteikumiem ir jābūt vienkārši saprotamiem, lai dotu iespēju jauniem uzņēmumiem vai indivīdiem, kas izmanto salīdzinoši maza riska TGKS, ieiet un darboties attiecīgajā nozarē. Augstāka riska lidojumiem ir jānosaka stingrāki noteikumi vai operatīvie ierobežojumi.

- 2) Jau pašlaik ir nepieciešams izveidot likumdošanu par TGKS izmantošanu Eiropas Savienības gaisa telpā. Ar lidojumu drošību saistītos noteikumus, tai skaitā noteikumus, kas saistīti ar TGKS operatoru kvalifikāciju, ir jāizstrādā Eiropas līmenī, un tas ir jāveic Eiropas Aviācijas drošības aģentūrai EASA, balstoties uz ES Dalībvalstu gūto pieredzi. Savukārt, nozīmīgākajām prasībām ir jābūt harmonizētām, saskaņotām starptautiskā līmenī, kooperējot ar tādā organizācijām kā JARUS (*Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems*) un ICAO.
- 3) Tehnoloģijas un standartu attīstībai ir jānodrošina pilnīga TGKS integrācija kopējā Eiropas gaisa telpā. Tikšanās laikā gan industrija, gan publiskās institūcijas uzsvēra, ka šajā jautājumā, lai iegūtu veiksmīgu rezultātu, ir nepieciešamas adekvātas investīcijas tehnoloģijās, kas saistītas ar TGKS integrācijas procesu- SESAR programma.
- 4) Atbalsts un akceptēšana no sabiedrības, publiskā sektora. Šeit ir jāņem vērā katra indivīda pamattiesības, iekļaujot provātiskumu un personas datu aizsardzību. Atbildīgajām institūcijām būtu jāizstrādā nepieciešamās vadlīnijas un uzraudzības mehānismus, kas nodrošinātu jau esošo pamattiesību ievērošanu.
- 5) TGK operators ir atbildīgs par tā izmantošanu. Ja TGKS tiek izmantota aizliegtā gaisa telpā, nedrošā veidā vai nelegālu darbību veikšanai, atbildīgajām institūcijām būtu jābūt iespējai saukt TGK operatoru pie atbildības. Šādām niansēm ir jābūt precizētām nacionālajā likumdošanā. Lai būtu iespēja noteikt atbildīgo personu, TGK būtu jābūt piestiprinātai īpašnieka identifikācijas informācijai.

“Rīgas Deklarācijā” ir minēts arī ieteikums par TGKS apdrošināšanu un to darbības uzraudzību, piemēram, izmantojot dažādas web aplikācijas vai citas iespējas. Lai pakāpeniski uzlabotu TGKS lidojumu drošību un mazinātu iesaistīto personu iespējamās zaudējumus, ir nepieciešams izstrādāt drošības parvaldības un incidentu apziņošanas mehānismu. Šāda statistika būtu nozīmīgs faktors apdrošināšanas kompānijām riska analīzes veikšanai. [49.]

Par Eiropas gaisa telpas izmantošanu un drošību tajā atbild arī Eiropas Aviācijas drošības aģentūra EASA (*European Aviation Safety Agency*). 2015. gada 18. decembrī šī organizācija publicēja formālu dokumentu “Tehniskais uzskats” (*Technical Opinion*), kurā tika apskatīta TGK izmantošana un kas tiek uzskatīts par tālāko TGKS izmantošanas jautājumu pamatu. Šeit iekļaujas likumdošanas un vadlīniju dokumentu izstrāde, kā arī drošības veicināšana, lai garantētu, ka attiecīgās klases gaisa kuģi tiek izmantoti drošā manierē, kā arī to ietekme uz citām

aviācijas sistēmām ir minimāla. EASA Tehnisko uzskatu dokumentā ir iekļauti 27 priekšlikumi maza riska TGKS darbībai. Šie priekšlikumi iekļauj pārsvarā jautājumus, kas saistās nevis ar gaisa kuģu tehnisko aprīkojumu un tehniskajām īpašībām, bet gan vairāk par to izmantošanu un lidojumu veikšanu. Saskaņā ar EASA Pirmo ieteikumu ir izdalītas trīs lietošanas kategorijas bezpilota lidaparātu izmantošanai, kur katrai ir noteikta arī riska pakāpe:

- a) brīvā (zems risks): nepieciešamais drošības līmenis tiek nodrošināts, veicot darbību saskaņā ar noteiktajiem operatīvajiem ierobežojumiem, masas limitiem un paša lidaparāta drošības prasībām;
- b) specifiskā (*vidējs risks*): ir nepieciešams saņemt atļauju lidojumu veikšanai no vietējās aviācijas administrācijas, kā arī operatoram ir nepieciešams veikt tā darbības riska novērtējumu;
- c) sertificētā (*augstāks risks*): prasības lidojumu veikšanai tiek pielīdzinātas tām prasībām, kas attiecināmas uz pilotu vadāmo aviāciju: sertifikācija, licensēšana, gaisa kuģa tehniskā apkope un starptautiska atzīšana. [9., 9.]

Otrais EASA priekšlikums nosaka, ka gaisa kuģu, arī tālvadības gaisa kuģu, operatoriem un importētājiem ir jāievēro likumdošanā noteiktās prasības, kas attiecināmas un konkrētā produkta ražošanu, kā arī jāsniedz klientiem informācija par noteiktajiem operatīvajiem ierobežojumiem Brīvās kategorijas gaisa kuģu izmantošanai. Šāda pieeja ir piemērota maziem bezpilota lidaparātiem. Visi 27 priekšlikumi ir apkopoti iepriekš minētā dokumentā EASA “*Technical Opinion*”, kas ir melnraksts jeb drafta versija Eiropas Komisijas Regulai (EC) No 216/2008. Šī Regula ir iekļauta arī dokumentā “Aviācijas stratēģija konkurētspējīga ES Aviācijas Sektora veicināšanai”. [9., 11.]

1.1.3. Tālvadības gaisa kuģu likumdošanas vadlīnijas Latvijā

Latvijas Republikas Ministru Kabineta noteikumi numur 656 “Kārtība, kādā veicami bezpilota gaisa kuģu un tādu cita veida lidaparātu lidojumi, kas nav kvalificējami kā gaisa kuģi”, kas veidoti saskaņā ar Likuma par aviāciju 47. pantu, nosaka galvenos noteikumus, kas ir jāņem vērā bezpilota lidaparātu sistēmu vai citu bezpilota gaisa kuģu, kas nav klasificēti kā tradicionālie gaisa kuģi, izmantošanā. Šie noteikumi nosaka, kā TGK būtu jādarbojas Latvijas Republikas un tai deleģētajā gaisa telpā- Rīgas Informācijas rajonā.

TGKS ir atļauts darboties Latvijas Republikas kontrolējamā gaisa telpā (tā ir noteiktu

izmēru gaisa telpa, kurā lidojumi tiek veikti saskaņā ar vizuālajiem vai instrumentālajiem lidojumu noteikumiem) vai gaisa telpas daļā, kas atrodas mazāk kā 10 kilometru attālumā no jebkura lidlauka, ņemot vērā sekojošus nosacījumus:

- a) ja nav speciāli norobežotas zonas TGK darbībai, ir atļauts veikt šādus lidojumus, nepārsniedzot vertikālo augstumu 120 metri;
- b) ja TGKS operators ir sasniedzis vismaz 18 gadu vecumu.

Ir iespējams veikt raķešu modeļu vai radio vadāmu lidmodeļu lidojumus, ja attiecīgā persona, kas šo lidojumu kontrolē, nav sasniegusi 18 gadu vecumu, bet tam ir jānotiek instruktora pavadībā, kas nes pilnīgu atbildību gan par lidojumu, gan par iespējamajām sekām.

TGKS lidojumumi darbības laikā nedrīkst jebkādā veidā kaitēt citu cilvēku dzīvībai, veselībai vai īpašumam, lidojumu drošībai un apkārtējai videi. Pašam lidaparātam ir jābūt konstruētam un aprīkotam tā, ka tas spētu nosēsties, kad tas nepieciešams, vai arī pašiznīcināties, ja operators ir zaudējis kontroli pār to.

Kad TGK darbojas nekontrolējamā gaisa telpā, tā operatoram ir jāuztur nepārtraukti divpusēji sakari ar citiem gaisa telpas lietotājiem vienā frekvencē, lai informētu citus par lidaparāta atrašanās vietu un plānoto maršrutu.

Radio vadāmi gaisa kuģi ir tādas bezpilotu lidaparātu sistēmas (izņemot bezpilota gaisa balonus, pūķus un raķetes), kas ir smagāki par 20 kilogramiem (bez degvielas), ieskaitot visu nepeieciešamo aprīkojumu. Latvijas Republikas gaisa telpā ir atļauts izmantot radio vadāmus lidmodeļus, ja TGKS:

- a) nav aprīkota ar metāla vai remontētu propelleri, vai ar nedrošu dzinēju;
- b) astei vai spārniem nav asu priekšējo šķautņu;
- c) radiouztvērējs atrodas vibrācijas absorbējošā iepakojumā (konteinerā);
- d) konstrukcija ir veidota tā, ka nav iespējama smagu detaļu vai balasta atdalīšanās no tā lidojuma laikā;
- e) korpusam ir piestiprināta plāksnīte ar īpašnieka vārdu un uzvārdu vai kompānijas nosaukumu, adresi un telefona numuru.

TGKS lidojuma laikā ir atļauts izmantot tikai tās frekvences vai frekvenču diapazons, kas ir oficiāli apstiprinātas attiecīgai lietošanai. Lidojumiem ir jānotiek gaisa telpas daļā, kuru ir izvēlējis operators un kura ir vismaz 500 metrus plata un 200 metrus gara. Radio vadāma lidmodeļa operatoram ir jāpārliedz, ka šī izvēlēta gaisa telpas daļā un tai apkārt esošajā 50

metru bufera jeb drošības zonā neatrodas cilvēki, dzīvnieki, citi transporta līdzekļi, kā arī ātri uzliesmojoši vai sprāgstoši objekti.

Pirms lidojuma operatoram ir jāpārlicinās, ka:

- a) frekvenci, kurā darbojas operatora vadības pulsts, neizmanto kāds cits;
- b) vadības pulsts ir darba kārtībā pirms un pēc lidaparāta motora iedarbināšanas.

Ja tuvāk nekā 200 metru attālumā no radio vadāmā lidmodeļa palaišanas jeb starta vietas atrodas cilvēki, tad pacelšanās laikā pirmā manevra laikā operatoram ir jāvada modelis uz attiecīgās gaisa telpas vidu. Ja lidojuma laikā notiek sakaru pārrāvums starp operatoru un lidaparātu, tad lidojums ir jāpārtrauc, cik ātri vien iespējams, kā arī lidmodelim ir jāveic nosēšanās. Ja pirms lidojuma netiek veikta lidmodeļa pārbaude, tad pirmais lidojums ir jāveic vismaz 20 metru attālumā no cilvēkiem.

Ir aizliegts vadīt radio vadāmos lidmodeļus, ja:

- a) tas veic lidojumu tuvāk par 200 metriem no ēkām, tiltiem, dzelzceļa, lielceļiem, ceļu pārvadiem, transporta ceļu sazarojumiem, zemsprieguma, augstsprieguma un sakarulīnijām, kapsētām, nacionālajiem parkiem un militārajiem objektiem, kas tiek izmanti Nacionālo bruņoto spēku vajadzībām;
- b) pastāv iespēja, ka lidmodelis nokļūs ārpus operatora redzesloka;

tas veic lidojumu vai tā daļu pāri transporta līdzekļu stāvlaukumiem vai citām vietām, kur pulcējas cilvēki. [40.]

Tālvadības gaisa kuģu pielietošanas sfēras

Sākotnējās TGKS, ko izmantoja Vjetnamas kara laikā, ierakstīja video vai audio materiālus gaisa kuģī iemontētajās sistēmās. Šie lidaparāti bieži vien lidoja vai nu pa taisnas līnijas, vai aplaveida maršrutiem, ierakstot video, līdz tiem beidzās degviela. Pēc nosēšanās filmas tika atjaunoas un pārrakstītas, lai veiktu iegūtā materiāla analīzi. Šo salīdzinoši vienkāršo un daudzkārt atkārtoto operāciju dēļ šādus lidaparātus bieži sauca par dūkoņām. Radio kontroles sistēmu pieejamība deva iespēju kontrolēt TGK lidojumus no distances, tādēļ tos sāka saukt par “no attāluma pilotējamiem transporta līdzekļiem”. Mūsdienu TGK bieži izmanto gan tālvadību, kad arī datorizētu automātikas vadību. Modernākas versijas izmanto arī iebūvētas kontroles un vadības sistēmas, lai pildītu zemāko līmeņu pienākumus, kurus parasti veica piloti, piemēram, ātruma un lidojuma maršruta stabilizācija, kā arī vienkāršas navigācijas funkcijas, piemēram,

sekošanu navigācijas punktiem.

No šī skatu punkta pirmsākumos izmantotie TGK nebija autonomi, lai gan gaisa kuģu autonomijas pakāpe pašlaik ir jauna, progresīva joma, kuru vairāk attīsta militārām vajadzībām, lai izstrādātu kaujas operācijām piemērotas tehnoloģijas. Salīdzinot ar TGK lidojumu sistēmām, šeit autonomijas sistēmu tirgus ir visai neattīstīts un nepieredzējis.

Autonomijas tehnoloģijas, kas ir svarīgas TGK attīstībā, tiek dalītas sekojošās kategorijās:

- a) sensoru jeb devēju saplūšana: informācijas kombinēšana no dažādiem devējiem, lai to izmantotu lidojuma vadībā un kontrolē;
- b) komunikācijas: komunikāciju un koordinācijas uzturēšana starp vairākiem aģentiem, izmantojot pašlaik nepilnīgu un neprecīzu informāciju;
- c) lidojuma maršruta plānošana: optimāla lidojuma maršruta noteikšana, lai tam sekotu noteiktu uzdevumu un misiju izpildes laikā, piemēram, virszemes šķēršļi un degvielas krājumu prasības;
- d) trajektorijas noteikšana (dažreiz tā tiek saukta par kustības plānošanu): optimālu kontroles manevru noteikšana, lai sekotu iepriekš izvēlētajai lidojuma trajektorijai vai lai nokļūtu no viena izvēlētā punkta līdz citam;
- e) trajektorijas regulēšana: specifiska kontroles stratēģija ir nepieciešama, lai lidojuma laikā noturētu lidaparātu noteiktajās precizitātes jeb tolerances robežās;
- f) uzdevumu noteikšana un plānošana: optimāla uzdevumu sadale starp darba grupas biedriem noteiktā laikā un izmantojot noteiktu aprīkojumu;
- g) kooperatīvā taktika: optimālas veicamo darbu secības un apjomu noteikšana un sadale starp grupas biedriem, lai iegūtu maksimālo labumu un panākumus jebkurā misijas scenārijā. [13., 19]

Autonomija parasti ir definēta kā sistēmas spēja pieņemt lēmumu bez cilvēku iejaukšanās. Tādēļ autonomijas mērķis ir iemācīt mašīnām būt “inteliģentām” un rīkoties kā cilvēkiem. Tas varētu būt asociēts ar mākslīgā intelekta izmantošanu, kas aizsākās 20. gadsimta astoņdesmitajos un deviņdesmitajos gados. Lai gan tehnoloģiskās attīstības līmenis šajā jomā ir sekojis “no apakšas un augšu” modelim, piemēram, izmantojot hierarhiskās kontroles sistēmas, šādā veidā attīstot nevis ar datoriem saistīto zinātni, bet gan atsevišķu kontroles zinātni. Autonomija līdz šim ir bijusi un, iespējams, arī būs apskatīta kā kontroles lauka papildinājums.

Zināmā mērā autonomijas tehnoloģijas attīstības mērķis ir aizvietot cilvēku ekipāžu. Būs redzams, vai nākotnes attīstība, tehnoloģijas uztvere, kā arī esošā politiskā vide, ierobežos autonomijas izmantošanu TGKS vajadzībām.

Tā kā TGK nav ierobežojumu, salīdzinot ar cilvēku pilotiem, tad to ekspluatācija varētu būt plašāka. Maksimālais lidojuma ilgums bezpilotu lidaparātiem ir ļoti mainīgs. Iekšdedzes dzinēju gaisa kuģu lidojuma ilgums ir ļoti atkarīgs no degvielas patēriņa un gaisa kuģa svara. Bet Saules enerģijas izmantošana TGK dod potenciālu neierobežotam lidojumu ilgumam. Šāda koncepcija pirmo reizi bija izteikta 1974. gadā AstroFlight Sunrise modeli, bet krietni vēlāk parādījās Aerovironment Helios prototips, kurš tika iznīcināts sadursmē 2003.gadā. Elektriski darbināmi TGK, kurus gaisā neierobežotu laiku notur lāzera stars, tehnoloģiski parādīja citu risinājumu šādu gaisa kuģu lidojuma ilguma jautājumos. Šāda pieeja, pirmkārt, ir asociēta ar Džordinu Keiru un Tomasu Nagentu (*Jordin Kare, Thomas Nugent*).

Viena no galvenajām problēmām TGK sakarā ir nespēja uzpildīt degvielu laikā, kad gaisa kuģis veic lidojumu, atrodas gaisā. 2012. gadā ASV Gaisa spēki veica pētījumus, kas dotu risinājumu šādai uzpildei gaisā. TGK-TGK sistēmas uzpildīšanās simulācija, izmantojot divus Global Hawk gaisa kuģus, tika demonstrēta 2012. gadā.

Mūsdienās TGKS ir atraduši pielietojumu dažādās sfērās, piemēram, lauksaimniecībā, mežsaimniecībā, zinātnē, drošībā un daudzās citās. Lielākoties šādi lidaparāti tiek izmantoti dažādu teritoriju monitoringos. Šīs teritorijas parasti ir ar ierobežotu piekļuvi, vai arī vietas, kur TGK izmantošana ir ekonomiski un tehniski izdevīgāka. Lai gan sākotnēji tie tika izveidoti militārām vajadzībām, tomēr mūsdienās tos aizvien biežāk izmanto civilām vajadzībām. Kā piemērus var minēt:

1) Attālā uzrāde

Attālās uzrādes funkcijas iekļauj dažādu spektru elektromagnētiskos sensorus, gramma staru, bioloģiskos un ķīmiskos sensorus. Parasti TGK sensori iekļauj redzamo spektru, infrasarkanā vai spektrus un infrasarkanās kameras, kā arī radaru sistēmas. Bioloģiskie sensori ir tādi sensori, kas spēj noteikt dažādu mikroorganismu klātbūtni gaisā un citus bioloģiskus faktorus. Ķīmiskie sensori, savukārt, izmanto lāzeru spektroskopiju, lai analizētu ķīmisko elementu koncentrāciju gaisā.

2) Komerčiālā novērošana

Komerčiālā novērošana ir iespējama, izmantojot zemu cenu TGK sistēmas. Novērošanas

pielietošanā ietilpst mājlopu monitorings, ugunsgrēku vietu noteikšana, cauruļvadu drošība, māju drošība, ceļu patrulēšana, kā arī anti pirātisma novērošana. TGK tehnoloģiju izmantošana komerciālos nolūkos ievērojami pieaug, pateicoties arī automatizētai objektu noteikšanas attīstībai.

3) Lokālā policija

TGK izmantošana lokālām policijas vajadzībām aizvien pieaug Kanādā un ASV.

4) Naftas, gāzes un minerāļu izpēte un ražošana

TGKS var izmantot, lai veiktu ģeofiziskas izmeklēšanas, it īpaši ģeomagnētiskas izmeklēšanas, kur apstrādātie Zemes magnētiskā lauka stipruma mērījumi tiek izmantoti, lai noteiktu magnētisko plātņu struktūru. Naftas un gāzes iegūšanas procesā ir iespējams novērot naftas un gāzes cauruļvadu un citu instalāciju stāvokli. Virszemes cauruļvadiem šādu novērošanu var veikt, izmantojot digitālās kameras, kas miestiprinātas pie viena vai vairākiem TGK.

5) Transports

TGK var transportēt preces, izmantojot dažādas tehniskās konfigurācijas. Lielākoties krava tiek glabāta iekšējos kravu nodalījumos, kas atrodas lidaparāta korpusa daļā.

6) Zinātniskie pētījumi

Bezpilotu lidaparāti ir īpaši lietderīgi izmantojami vietās, kur ierastajiem ekipāžas vadāmiem lidaparātiem piekļuve ir bīstama. Šāda TGK izmantošana plašākā mērogā būtu iespējama, ja būtu noteiktas procedūras to darbībai dažādu klašu gaisa telpā.

7) Meklēšanas un glābšanas dienesti

TGK būs aizvien nozīmīgāka loma tieši ar meklēšanu un glābšanu saistītās operācijās. Tas tika demonstrēts 2008. gadā, kad ASV Luiziānas un Teksasas štatos plosījās orkāni. Laikapstākļu izmaiņu noteikšana glābšanas un meklēšanas dienestiem dod iespēju pielāgot veicamos darbus, padarot tos efektīvākus.

8) Mežu ugunsgrēku noteikšana

Cita TGKS izmantošanas iespēja ir mežu ugunsgrēku agrīna noteikšana un novēršana. Nepārtrauktu lidojumu gan dienā, gan naktī iespējamība padara līdz šim izmantotās metodes neefektīgas. Izmantoto TGK kravas nodalījums sastāv no vairākām kamerām (HD, siltuma, hiperspektrālām, u.c.) un daudziem sensoriem, kas spēj sniegt nepieciešamo avārijas novēršanas servisu, ieskaitot informācijas iegūšanu un nodošanu par ugunsgrēka izcelšanās vietu, kā arī daudziem citiem faktoriem (vēja ātrumu, temperatūru, mitrumu, u.c.), kas ir derīgi

ugunsdzēsējiem, lai veiktu uguns lokalizēšanu un dzēšanu. [3; 11-14]

Nākotnē TGKS, iespējams, spēs veikt daudzus unikālus uzdevumus papildus tiem, kurus tās spēj veikt šodien. Pašlaik inženieri strādā, lai izveidotu bezpilotu vadāmus gaisa kuģus, kas spētu veikt gaiss-gaiss kauju uzdevumus, gaisa kuģu uzpildīšanu gaisā, glābšanas un meklēšanas darbus ar cilvēku seju atpazīšanas funkcijām un iegūtās informācijas nodošanu aģentiem, kas atrodas uz zemes. 1.2. tabulā ir apkopotas TGKS izmantošanas iespējas.

1.1. tabula

Tālvadības gaisa kuģu sistēmu izmantošanas iespējas

TGKS darbība			
Valsts sektors	Militārās vajadzības		
	Civilās vajadzības	Valsts nozīmes lidojumi Ar drošību saistītie	Ar Valsts aizsardzību saistītie Policija Muita Robežsardze Krasta apsardze
		Civilie lidojumi Ar drošību saistītie	Civilā aizsardzība Ugunsdzēsēji
Privātais sektors	Komerčiālais gaisa transports	Plānots pēc gaisa serviss Neplānots gaisa serviss Ar ienākumiem saistītas operācijas Ar ienākumiem nesaistītas operācijas	
	Vispārējā aviācija	Izklaide Korporatīvās operācijas Treniņu lidojumi/ instruktāža	
	Komerčiālie aviācijas darbi	Gaisa reklāma Gaisa novērošana Lauksaimniecības gaisa patrulēšana Ugunsdzēsšana	

		Ar valdību saistītie lidojumi, izņemot Valsts nozīmes lidojumus Mežsaimniecība Fotografēšana Glābšanas un meklēšanas
	Gaisa darbi- nekomerciāli	Gaisa reklāma Gaisa novērošana Lauksaimniecības gaisa patrulēšana Ugunsdzēsšana Ar valdību saistītie lidojumi, izņemot Valsts nozīmes lidojumus Mežsaimniecība Fotografēšana Glābšanas un meklēšanas

Starptautiskās civilās aviācijas organizācijas prasības gaisa kuģu tehniskajam aprīkojumam

Pilotu vadāmiem GK pastāv detalizēti raksturota sistēma to izmantošanai dažādu tipu gaisa telpās. Raugoties no GSV viedokļa, pastāv trīs galvenās tehniskā aprīkojuma grupas: komunikāciju, navigācijas un radiolokācijas aprīkojums.

GK ir jābūt aprīkotam ar radio komunikāciju aprīkojumu, kas spēj:

- 1) veikt divu virzienu komunikācijas lidlauka kontroles nolūkos;
- 2) saņemt meteoroloģisko informāciju jebkurā lidojuma laikā;
- 3) veikt divu virzienu komunikācijas jebkurā lidojuma laikā ar vismaz vienu aeronavigācijas staciju, kā arī ar vēl citu aeronavigācijas staciju tādās frekvencēs, kā to noteikusi atbilstoša institūcija.
- 4) papildus šīm prasībām radiokomunikāciju aprīkojumam ir jābūt iespējai uzturēt sakarus aeronavigācijas avārijas frekvencē 121.5 MHz.

Lidojumiem noteiktās gaisa telpas zonās vai pa noteiktām trasēm, kur ir atrunātas nepieciešamās komunikāciju prasības (*Required Communication Performance (RCP)*), GK ir:

- 1) jābūt tādām komunikāciju aprīkojumam, kas spēj nodrošināt sakarus saskanā ar noteiktajām RCP tipa normām;
- 2) jāsaņem atbilstošās operatora valsts atļauja veikt lidojumu attiecīgajā gaisa telpā. [24.]

RCP tipa vērtība satur skaitli, kas tiek piešķirts vairākiem komunikācijas raksturojošiem parametriem:

- Veikšanas laikam

Komunikāciju veikšanas laiks tiek definēts kā laiks, kas ir nepieciešams operatīvo komunikāciju veikšanai, pēc kura iniciators varētu atgriezties pie alternatīvas procedūras;

- Nepārtrauktai darbība

Servisa nepārtrauktība tiek definēta kā varbūtība, ka operatīvo komunikāciju darbība var tikt veikta komunikāciju norises laikā;

- Pieejamībai

Komunikāciju pieejamība tiek definēta kā varbūtība, ka operatīvo komunikāciju darbība var tikt veikta izvēlētajā momentā.

- Integrācijas iespējām

Integritāte tiek definēta kā varbūtība, ka komunikāciju darbības tiek veiktas un pabeigtas komunikāciju norises laikā bez traucējumiem.

1.2. tabulā ir apkopotas galvenās RCP tipu prasības.

Galvenās RCP prasības saskaņā ar ICAO noteikumiem [24.]

RCP tips	Norises laiks	Nepārtrauktība (varbūtība/lidojuma stundas)	Pieejamība (varbūtība/lidojuma stundas)	Integritāte (pieņemamais apjoms/lidojuma stundas)
RCP 10	10	0.995	0.99998	10^{-5}
RCP 60	60	0.99	0.9995	10^{-5}
RCP 120	120	0.99	0.9995	10^{-5}
RCP 240	240	0.99	0.9995	10^{-5}
RCP 400	400	0.99	0.999	10^{-5}

1.2. tabulā ir iekļautas jau noteiktās RCP vērtības, bet ir iespējams arī ieviest citas, kad ir iegūta pieredze RCP ieviešanā.

RCP 10 vērtība tiek izmantota gadījumos, kad noteiktais minimālais attālums starp GK ir 5 NM, tas nozīmē, ka gaisa satiksmes vadībā tiek izmantots 5 NM intervālu nodrošinājums. RCP 60 var pielietot rutīnas komunikācijām datu pārraides sistēmās, lai samazinātu balss komunikāciju noslogojumu. RCP 120 vērtību izmanto 15 NM horizontālo intervālu nodrošināšanas gadījumos, bet RCP 240 gadījumos, kad sānu intervāls ir noteikts 30 NM un garenvirziena arī 30 NM. To apzīmē kā 30/30 intervālu. RCP 400 tiek lietots gadījumos, kad minimālie intervāli ir noteikti lielāki par 30 NM, un alternatīvas tehnoloģijas tiek plānotas, lai sniegtu adekvātas komunikāciju iespējas, piemēram, Iridium balss komunikācijas vai HF datu pārraides. RCP vērtības tika noteiktas, balstoties uz prasībām, kas iekļautas ICAO Doc 4444, PANS-ATM, RTCA DO-290/EUROCAE ED-120, RTCA DO-284, kā arī citām papildus prasībām.

GK ir jābūt tādām navigācijas aprīkojumam, kas spēj darboties:

- 1) Saskaņā ar GK operatīvo lidojuma plānu;
- 2) Saskaņā ar gaisa satiksmes servisu prasībām, izņemot gadījumus, kad lidojums tiek veikts saskaņā ar vizuālo lidojumu noteikumiem, vizuāli orientējoties pēc virszemes orientieriem, ja atbilstoša institūcija to nav izslēgusi.

Operatīvajai darbībai, kur ir noteiktas navigācijas specifiku prasības (*Performance Based*

Navigation (PBN)), ir jāņem vērā vēl sekojošas papildus prasības:

- 1) GK ir jābūt tādām navigācijas aprīkojumam, kurš spēj darboties saskaņā ar PBN prasībām;
- 2) GK ir jāsaņem atbilstošās valsts atļauja veikt attiecīgo lidojumu.

Lidojumu veikšanai gaisa telpas rajonos, kur saskaņā ar Reģionālās gaisa navigācijas līgumiem ir noteiktas minimālās PBN (MPBN) prasības, GK ir jābūt tādām navigācijas aprīkojumam, kas:

- 1) GK ekipāžai var nepārtraukti sniegt ticamu informāciju par GK kursu jebkurā trajektorijas punktā;
- 2) Ir saņemis atļauju no atbilstošas institūcijas par izmantošanu MNPS operatīvajā darbībā.

Noteiktās gaisa telpas daļās, kur, pamatojoties uz Reģionālo gaisa navigācijas līgumu, samazinātas vertikālās ešelonēšanas normas (*Reduced Vertical Separation Minimum (RVSM)*) 300 m (1 000 ft) ir ieviestas augstumos no FL290 līdz FL410, GK ir:

- 1) Jābūt aprīkojumam, kas spēj:
 - a) parādīt ekipāžai ešelonu, kādā GK atrodas;
 - b) automātiski noturēt GK izvēlētajā ešelonā;
 - c) dod ekipāžai brīdinājumu, kad GK novirzās no iepriekš izvēlēta ešlona.
Brīdinājuma signāla sliekšnis nedrīkst pārsniegt ± 90 m (300 ft);
 - d) automātiski sniegt informāciju par GK barometrisko augstumu.
- 2) Jāsaņem atbilstošās valsts atļauja veikt lidojumus attiecīgajā gaisa telpā;
- 3) Jāspēj demonstrēt vertikālās navigācijas precizitāti, kas noteikta ICAO Annex 6 4.pielikumā.

Pirms atļaujas izsniegšanas GK darboties RVSM tipa gaisa telpā, atbildīgajai valstij ir jāpārlicinās, ka:

- 1) GK vertikālās navigācijas sniegums apmierina prasības, kas noteiktas ICAO Annex 6 Appendix 4.;
- 2) Operators ir ieviesis atbilstošas procedūras lidojumderīguma (tehniskās apkopes un remonta) nodrošināšanas procedūrās un programmās;
- 3) Operators ir ieviesis atbilstošas GK ekipāžas procedūras darbībai RVSM tipa gaisa telpā.

Navigācijas specifikācijas tiek lietotas, lai Valsts varētu izveidot un attīstīt lidojuma derīguma un operatīvo darbību apstiprināšanas noteikumus. Navigācijas specifikācijas nosaka, kādam ir jābūt RNAV sistēmu snieguma līmenim, analizējot:

- precizitāti, integritāti, pieejamību un servisa nepārtrauktību;
- kādām funkcionalitātes iespējām ir jābūt RNAV sistēmā;
- kuriem navigācijas sensoriem ir jābūt integrētiem RNAV sistēmā;
- kādas prasības ir noteiktas GK ekipāžai.

Navigācijas specifikācijas ir vai nu RNP specifikācijas, vai RNAV specifikācijas. RNP specifikācijas iekļauj prasības borta aprīkojumam, ko operators uzmana pats, bet RNAV specifikācijās šādas prasības netiek apskatītas.

Borta aprīkojuma snieguma uzraudzīšana un brīdināšana par neprecīzu darbību ir galvenais elements, kas nosaka, vai navigācijas sistēmas sniegums ir saskaņā ar drošības līmeni, kas ir noteikts RNP pielietošanai. Tas ir attiecināms gan uz sānu, gan garenvirziena navigācijas sniegumu. Tas dod iespēju GK ekipāžai noteikt, ka navigācijas sistēmas darbība nav pietiekami precīza vai nevar garantēt 10^{-5} integritāti.

Gan RNAV, gan RNP specifikācijās ir iekļautas prasības noteiktām navigācijas funkcijām. Pamata līmenī, šo funkciju vidū jāiekļauj:

- Nepārtraukta GK atrašanās vietas indikācija attiecībā pret trajektoriju, kas ir attēlota GK kabīnē navigācijas displejā;
- Distances un leņķa rādījums uz aktīvu navigācijas punktu;
- GK zemes ātruma un laika indikācija līdz aktīvam navigācijas punktam;
- Navigācijas datu glabāšanas iespēja;
- Atbilstoša RNAV sistēmas atteicu indikācijas iespēja, ieskaitot sensorus.
- Sarežģītākas navigācijas sistēmu prasības iekļauj prasības navigācijas datu bāzēm un to spējām veikt datu bāžu procedūras. (Attachment B Doc 9613).

Starptautiskās civilās aviācijas organizācijas noteiktais specifiskais aprīkojums tālvadības gaisa kuģiem

Atšķirībā no pilotu vadāmiem GK, TGKS nav konkrēti noteiktu standartu tehniskajam aprīkojumam. ICAO dokumentā Doc10019 “Tālvadības gaisa kuģu sistēmas” ir doti ieteikumi, bet ICAO detalizētus noteikumus atstāj pašu Dalībvalstu un kompetentu iestāžu ziņā.

Nosakot minimāli nepieciešamo tehnisko aprīkojumu TGKS, ir jāņem vērā vairāki ietekmējošie faktori, tādi kā:

- a) TGKS ražotājvalsts specifika un noteikumi;

- b) TGKS ražotāja paša noteikumi un specifika;
- c) TGKS reģistrētāja specifika un noteikumi;
- d) TGKS pilota vai operatora noteikumi un prakse;
- e) Vispārīgi noteiktie starptautiskie vai cita atbilstoša mēroga kritēriji.

Izstrādājot jaunu TGKS, būtu nepieciešams iegūt tā Tipa sertifikātu (*Type Certificate- TC*), kas parādītu, ka konkrētais tālavadības gaisa kuģis un tā asociētās komponentes atbilst noteiktajiem kritērijiem. Parasti TC dod tā valsts, kurā attiecīgais lidaparāts tiek ražots. TV sevī iekļauj vēl citas divas komponentes, kas nosaka precīzāk specifiskus kritērijus tehniskajam aprīkojumam- Lidojumderīguma saglabāšanas instrukcijas (*Instructions for Continuing Airworthiness- ICA*) un Lidojuma rokasgrāmata (*Flight Manual- FM*). ICAO ir reglamentētas prasības FM pilotu vadāmiem GK, kā arī ir ieteikumi, kas būtu jāņem vērā TGK FM sakarā:

- a) TGK nodošanas procedūras no vienas TGK stacijas uz citu, ja tiek izmantotas vairākas;
- b) komandas un kontroles linka jeb kanāla C2 specifika un procedūras, kā reaģēt uz C2 kanāla zudumu;
- c) lidojuma pārtraukšanas procedūras, ja iespējamas un nepieciešamas;
- d) ar drošību saistītas procedūras, kas ir attiecināmas tikai uz TGKS (TGK stacijas drošība, C2 kanāla drošība).

Ja GK atbilst noteiktajām lidojumderīguma normām, tad tam tiek izsniegts lidojumderīguma sertifikāts (*Certificate of Airworthiness- CoA*). TGKS sakarā ICAO dokumentā Doc10019 iesaka aprīkot TGK ar sistēmām, kas būtu spējīgas noteikt sekojošo:

- a) TGK tehniskajam aprīkojuma nav noteiktu standartu, bet aprīkojumā ir jābūt sistēmai, kas identificē un ziņo par sistēmas kļūdām, atteicēm vai citiem defektiem, kas var ietekmēt TGK lidojumderīguma statusu, kā arī TGKS spēju turpināt lidojumu;
- b) Kritisko tehniskā aprīkojuma un konfigurācijas komponentu identifikāciju TGK un TGKS;
- c) TGKS negadījumu un nopietnu incidentu reģistrēšanas un uzskaites sistēmas izveide.

Sistēma “Uztvert un izvairīties” (*DAA- Detect and Avoid*) ir viena no sistēmām, kas ir paredzēta kā papildus aprīkojums tālavadības gaisa kuģiem. DAA tiek definēta kā sistēma ar spēju redzēt, uztvert vai noteikt konfliktējošu gaisa kuģi vai citu bīstamu šķērsli un ar spēju veikt atbilstošu manevru, lai izvairītos no sadursmes. Sistēmas mērķis ir nodrošināt drošu TGK

darbību kopējā gaisa telpā, veicināt to integrēšanu ikvienā gaisa telpas klasē, kuru izmanto arī citi gaisa telpas lietotāji. DAA sistēma ir nepieciešama, lai dotu TGK analogas iespējas, salīdzinot ar pilotu vadāmajiem gaisa kuģiem, kam ir iespēja izmantot vairākas maņas- redzi, dzirdi, tausti un citus asociētos kognitīvos procesus. TGS var būt aprīkoti ar dažādām sistēmām, kā arī DAA sensori var būt ļoti dažādi.

Gaisa telpas daļā, kur tiek nodrošināts gaisa satiksmes vadības serviss visiem gaisa kuģiem, kā arī ir jāievēro noteiktās GSV procedūras, GK apkalpes procedūras un GK aprīkojuma prasības (piemēram, retranslators prasības), kas ir noteiktas drošības apsvērumu dēļ, TGK arī ir jāievēro esošie noteikumi. Attiecīgi TGK ir jābūt tikpat drošiem, cik pārējie pilotu vadāmie GK.

Lai veiksmīgi integrētu TGK kopējā gaisa telpā, kas nav norobežota, un lidlaukos vai lidostās, ir nepieciešams veikt pasākumus, kas samazinātu risku sastapties ar iespējamām briesmām. DAA sistēma un speciālas operatīvās procedūras ir nepieciešamas, lai samazinātu risku sekojošos gadījumos:

- a) Sadursmes ar citiem gaisa kuģiem;
- b) Sadursmes ar virszemes šķēršļiem;
- c) Bīstamām laika parādībām (apledojums, negaiss, turbulence);
- d) Sadursmes ar virszemes transporta līdzekļiem (GK, automašīnām, struktūrām vai cilvēkiem uz zemes);
- e) Sadursmes ar citām briesmām, atrodoties gaisā, ieskaitot, turbulenci, vēja nobīdes, putnus un vulkāna pelnus, u.c.

TGK ir jāatbilst gaisa telpas izmantošanas noteikumiem un procedūrām, un drošības kritērijiem ko ir noteikusi katra valsts atsevišķu un/vai attiecīgais Aeronavigācijas pakalpojumu sniedzējs ANSP. (Latvijas gadījumā kā vienīgo aeronavigācijas pakalpojumu sniedzēju var minēt VAS “Latvijas Gaisa satiksme”).

Objekta noteikšana un pamanāmība ir attiecināma uz TGK spēju būt identificētam no citiem pilotu vadāmajiem GK, citiem TGK, GSV dispečeriem un cita iesaistītā personāla. Šo kritēriju var sasniegt, izmantojot sekundārās radiolokācijas retranslatoru atbilstošajā režīmā vai gaismas signālus, kas pastiprināti TGK vai citus līdzekļus, ko ir apstiprinājusi attiecīgā valsts.

Konfliktu vadības pieeja DAA sistēmu ieviešanai ir sadalīta trīs slāņos, kas darbojas paralēli pilotu vadāmo GK sistēmām, kas paredzētas, lai izvairītos no šķēršļiem. Šie kritēriji ir apkopoti ICAO dokumentā Doc 9854. Konfliktu vadības trīs fāzes ir sekojošas:

- a) Stratēģiskā konfliktu vadības fāze. Vispārīgi šī ir plānošanas fāze, kurā ir nepieciešams iegūt pietiekamu informācijas apjomu, datus, lai varētu veikt lidojumu;
- b) Intervālu nodrošināšana ar citiem GK un šķēršļiem. Šajā fāzē darbības veic visi dalībnieki, lai veiktu drošu lidojumu saskaņā ar attiecīgās gais atlepas prasībām. Šajā fāzē izmanto GSV drošu intervālu nodrošināšanu un pilotu vadāmu vai TGK pilotu “turēties labi tālu” (Remain-well-clear- RWC) koncepciju;
- c) Konflikta brīdinājumu. Šajā fāzē manevri tiek veikti, lai risinātu konfliktus starp diviem GK vai GK un virszemes objektiem, ja stratēģiskās un taktiskās fāzes nav novērsušas bīstamu satuvināšanos.

Briesmu noteikšanai, ieskaitot konfliktējošos GK, TGK var izmantot optiskās vai ne-optiskās tehnoloģijas. Šķēršļu noteikšanai var izmantot arī datu bāzes, piemēram, virszemes šķēršļu noteikšanā. Optiskās tehnoloģijas balstās un redzamo un neredzamo (ultrasarkano vai ultravioleto) elektromagnētisko starojumu- video, gaismas noteikšana un mērīšana (*Light Detection and Ranging- LIDAR*). Jāpiemin, ka šādas tehnoloģijas nav efektīvas instrumentālo meteoroloģisko apstākļu (*Instrument Meteorological Conditions- IMC*) gadījumā. Ja tiek izmantotas ne-optiskās tehnoloģijas, tad tās leilākoties balstās un radio frekvenču elektromagnētisko (ieskaitot mikroviļņu) radiāciju. Ļoti zemu augstumu (*Very Low Level- VLL*) TGK darbība netiek kontrolēta no ICAO puses.

Ja pilotam ir pieejama informācija par apkārt notiekošajiem procesiem, tas palīdz viņam/viņai saprast, kā cita informācija, notikumi vai viņa paša darbība var ietekmēt notikumu attīstību un spēju izvairīties no sadursmes. TGK pilota brīdināšanu konfliktu menedžmenta pieejā var sadalīt trīs fāzēs:

- a) Stratēģiskā konflikta vadības fāzē sekojoši elementi var paaugstināt pilota brīdināšanu, informētību:
 - 1) Lidojuma plānošana;
 - 2) NOTAM ziņojumi;
 - 3) Meteoroloģiskā informācija;
 - 4) Operatīvā vide;
 - 5) Cita noderīga informācija;
- b) Drošu intervālu nodrošināšanas fāzē, sekojoši elementi var paaugstināt pilota brīdināšanu, informētību:

- 1) Borta aprīkojums (radiolokācijas informācija, DAA RWC informācija, borta sadursmju novēršanas sistēma (*Airborne Collision Avoidance System- ACAS*), bīstamu sadursmju ar šķēršļiem brīdinājuma sistēma (*Terrain Awareness Warning System- TAWS*);
 - 2) Gaisa satiksmes vadība;
 - 3) Meteoroloģiskā informācija;
 - 4) Vispārējie lidojuma apstākļi;
- c) Konflikta novēršanas CA fāzē pilotu brīdināšanu un informētību var nodrošināt DAA sistēma vai GSV serviss.

Pašlaik nav noteikti konkrēti standarti un prasības DAA aprīkojumam. Iespējamās DAA funkcijas TGK varētu būt sekojošas:

- a) Uztvert un izvairīties (*detect and avoid*)- DAA spēja nodrošināt specifiskus sadursmju novēršanas manevrus, lai izvairītos no šķēršļa, izmantojot manuālu vai automatizētu darbību kopu. Kā piemēru no pilotu vadāmiem GK var minēt ACAS, kas ir integrēta autopilota sistēmā;
- b) Uztvert un ieteikt (*detect and advise*). DAA spēja informēt un piedāvāt potenciālo konflikta risināšanas manevru diapazonu, lai izvairītos no briesmām, veicot manuālus manevrus. Kā piemēru no pilotu vadāmiem GK var minēt ACAS;
- c) Uztvert un informēt (*detect and inform*). DAA spēja sniegt svarīgu informāciju, ko TGK varētu izmantot, lai izvairītos no sadursmes, lai plānotu iespējamo izvairīšanās manevru. Kā piemēru no pilotu vadāmiem GK var minēt laikapstākļu radaru un tā asociētos displejus.

Komandas un kontroles links (*Command and Control Link- C2*)

TGKS tipiski sastāv no divām pamatdaļām- tālvadības gaisa kuģa un kontroles stacija, kas atrodas uz zemes vai kur citur un tiek izmantota, lai kontrolētu un vadītu tālvadības gaisa kuģi. Lai nodrošinātu abu pamatdaļu savstarpēju darbību, ir nepieciešams komunikāciju kanāls. Kopējā sistēmā ir nepieciešams nodrošināt četru veidu komunikācijas:

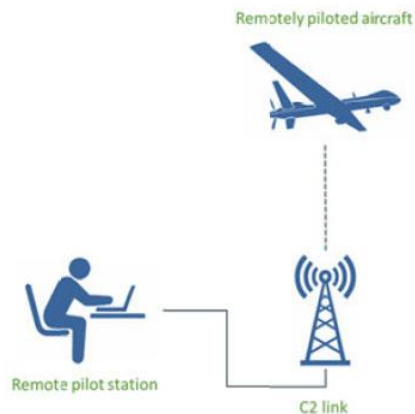
- a) GSV balss komunikācijas (no GSV centra līdz tālvadības gaisa kuģa pilotam, izmantojot pašu tālvadības gaisa kuģi);
- b) GSV balss komunikācijas (no TGK pilota līdz GSV centram, izmantojot TGK);

- c) ATC datu pārraide (GSV centrs līdz TGK pilotam, izmantojot TGK);
- d) ATC datu pārraide (TGK pilots līdz GSV centram, izmantojot TGK).

Viens no svarīgākajiem TGK aprīkojuma elementiem ir komandas un kontroles links (C2), kas nodrošina informācijas plūsmu starp TGK un tā kontroles staciju. C2 parasti nodrošina sekojošus komunikāciju uzdevumus:

- a) Augšupejošo TGK kontroles saiti: datus, lai mainītu TGK uzvedību un tā stāvokli;
- b) Lejupejošo TGK kontroles saiti: datus, kas nepieciešami TGK atrašanās vietas un statusa attēlošanai;
- c) DAA augšupejošā saite: sensoru izvēle un kontrole, kā arī, ja nepieciešams, automātiska reaģēšana uz esošajiem apstākļiem;
- d) DAA lejupejošā saite: sensoru dati un apstrādātā sensoru informācija, kas attiecas uz gaisa satiksmi, laikapstrākļiem, virszemes šķēršļiem, lidostas vizuālo informāciju un informāciju, kas nepieciešama, lai brīdinātu par iespējamiem konfliktiem, sadursmēm ar šķēršļiem, izvairīšanās manevru ieteikumiem, un, ja nepieciešams un iespējams, automātiskas DAA darbības, u.c.;
- e) Datus, kas nepieciešami, lai nodotu TGK citai stacijai- augšupejošo un lejupejošo saiti;
- f) Datus, kas nepieciešami, lai nodrošinātu lidojuma datu reģistrēšanas, ierakstīšanas prasības- augšupejošo un lejupejošo saiti.

C2 kanāla uzbūve parasti ir raksturota, izmantojot terminus RLOS un BRLOS. RLOS (Radio line-of-sight) ir sakaru diapazons, kur informācijas pārraide notiek radio signāla tiešās redzamības diapazonā, neizmantojot papildus ierīces. Vienkāršota RLOS shēma ir parādīta 1.1 attēlā.



1.1. att. C2 kanāla arhitektūra- RLOS (28., Fig. 11-1)

BRLOS C2 konfigurācija ir attiecināma uz jebkuru konfigurāciju, kur raidītājs un uztvērējs neatrodas tiešajā redzamībā. TGK gadījumā parasti kā starpnieks tiek izmantotas satelīta sistēmas, kas var nodrošināt TGK komunikācijas ar vairāk kā vienu virszemes kontroles staciju. Šāda tipa arhitektūra vienkāršoti ir parādīta 1.2 attēlā.



1.2. att. C2 kanāla arhitektūra- RLOS (28., Fig. 11-2)

C2 saitei starp TGK un TGKS ir galvenā loma drošības un lidojuma nepārtrauktības nodrošināšanā, un Starptautiskajā telekomunikāciju vienībā (International Telecommunication Union- ITU) tas tiek identificēts kā ceļa servisa spektrs. Šis diapazons parasti netiek dalīts ar citiem servisiem, kas nav saistīti ar drošību vai dzīvības nodrošināšanu, un arī tiek pakļauts nozīmīgām traucējumu tehniskajām analīzēm, pirms jauni servisi tiek iekļauti esošajā frekvenču diapazonā.

2007.gadā ITU uzsāka pētījumus, lai identificētu TGK C2 saites spektru. Izmeklējumi beidzās ar frekvenču diapazonu noteikšanu TGK, kas bija piemēroti RLOS un BRLOS saitēm. Tika veiktas arī ITU radio frekvenču diapazona modifikācijas, lai piemērotu to TGK darbībai.

Saskaņā ar ITU Radio frekvenču izmantošanu sekojoši frekvenču diapazoni ir piemēroti TGK darbībai:

- a) 960- 1 165 MHz priekš RLOS;
- b) 1 545- 1 555/1 646.5- 1 656.5 MHz un 1 610- 1 626.5 MHz priekš BRLOS;
- c) 5 030- 5 091 MHz priekš RLOS un BRLOS.

TGK un TGKS, ieskaitot to kontroles displejus un komunikāciju sistēmas, kas pievienotas tām, ieskaitot C2 kanālu, ir jābūt saskaņā ar RCP (Required Communication Performance) parametriem. Specifiskās C2 un RCP vērtības būs atkarīgas no konkrētā TGK konstrukcijas un darbības parametriem, kas, savukārt, ir atkarīgs no konkrētā ražotāja. Šie parametri iekļaus:

- a) Komunikāciju transakciju laiks: maksimālais laiks, kas nepieciešams operatīvo komunikāciju transakciju veikšanai, pēc kura iniciatoram vajadzētu atgriezties uz alternatīvu procedūru;
- b) Servisa nepārtrauktība: varbūtība, ka operatīvo komunikāciju transakcija var tikt nodrošināta komunikāciju transakcijas laikā;
- c) Servisa pieejamība: varbūtība, ka operatīvo komunikāciju transakcija var notikt, kad tā ir nepieciešama;
- d) Servisa integritāte: varbūtība vienai vai vairākām neatklātām kļūdām komunikāciju transakcijas laikā.

Nodaļas secinājumi

Nodaļā ir doti ar tālavadības gaisa kuģiem saistītu terminu skadrojumi, to vēsturiska attīstība, izmantošanas iespējas, kā arī ieskats saistītā likumdošanā. Likumdošanas jautājumi ir sadalīti trīs daļās- starptautiskā, par ko ir atbildīga ICAO, Eiropas mēroga, par ko ir atbildīga Eurocontrol, kā arī vietējā likumdošana, kas tiek piemērota tikai vietējā Latvijas mērogā. Iepazīstoties ar attiecīgo likumdošanu, var secināt, ka pašlaik nav un tuvākajā laikā nebūs konkrētu noteikumu, kā TGK drīkst vai nedrīkst veikt lidojumus dažādās gaisa telpas daļās. Tas raisa idejas koncentrēties uz vietējo Latvijas iniciatīvu šādu noteikumu izstrādei Rīgas LIR.

Nodaļā liela uzmanība ir pievērsta faktoriem, kas ir jāņem vērā, plānojot lidojuma maršrutu- ne tikai pilotu vadāmajiem gaisa kuģiem, bet arī tālavadības gaisa kuģiem. Šeit kā

galvenos ietekmējošos faktorus var minēt gaisa telpas klasifikāciju, kas balstās uz ICAO gaisa telpu klasēm, kas nosaka sakarību starp pilota brīvību, veicot lidojumu, pakļaušanos gaisa satiksmes vadības dispečera komandām un to, kurš ir atbildīgs par drošību konkrētajā gaisa telpas daļā. Ir jāņem vērā arī jautājumi, kas saistīti ar ierobežotas izmantošanas, speciālajām zonām Rīgas lidojumu informācijas rajonā, radiolokācijas aprīkojuma pieejamību, kā arī laikapstākļu ietekmi uz lidojumu drošību.

2. TĀLVADĪBAS GAISA KUĢU PROCEDŪRU IZSTRĀDE LIDOJUMU VEIKŠANAI RĪGAS LIDOJUMU INFORMĀCIJAS RAJONĀ

Lidojuma plānošanas un maršruta izstrādes galvenie ietekmējošie faktori

2.1.1. Gaisa telpas tips, kurā tiek veikts lidojums, un apkārtējās vides ietekme uz lidojuma plāna izstrādi

Lidojuma laikā gaisa kuģis ir pakļauts dažādiem ierobežojumiem, kas ir noteikti gan saskaņā ar attiecīgās gaisa telpas klases noteikumiem, gan sniegtā gaisa satiksmes vadības vai lidojumu informācijas servisa prasībām, gan arī ar dažādiem īslaicīgiem ierobežojumiem, kas var būt saistīti ar atsevišķu speciālas izmantošanas zonu aktivizēšanu, gan laikapstākļiem, gan arī ar citiem ietekmējošiem faktoriem.

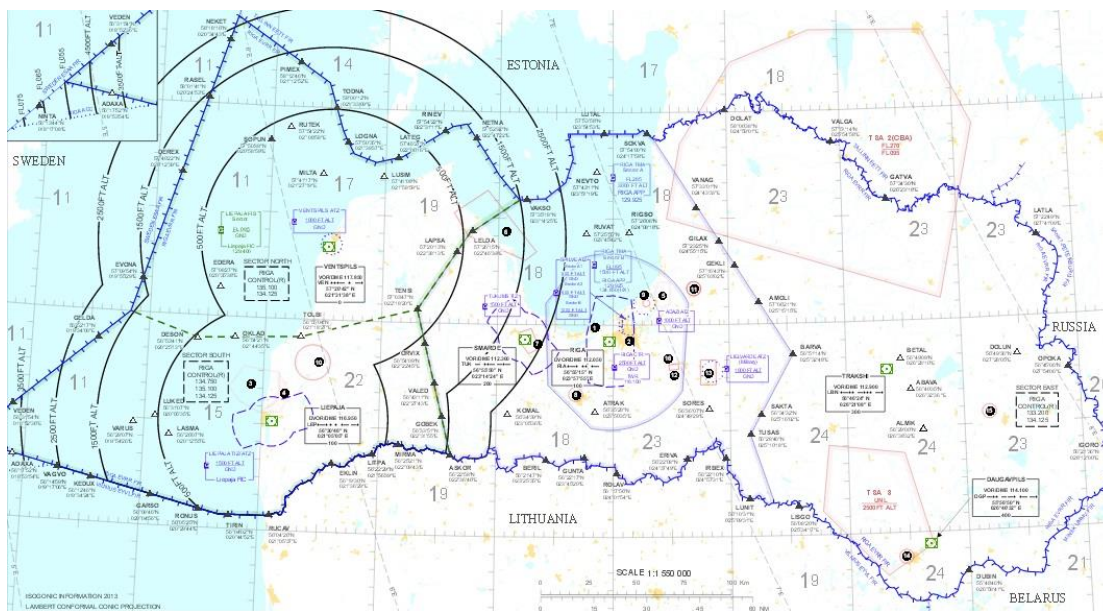
Kā galvenos TKG optimālākā maršruta izveides ietekmējošos faktoros var minēt:

- a) speciālas izmantošanas zonu aktivizēšana;
- b) lidojuma garums un tā veikšanai nepieciešamais degvielas daudzums;
- c) apdzīvotības blīvums un izvietojums Latvijas teritorijā;
- d) primārās un sekundārās radiolokācijas radaru darbības pārklājums;
- e) laikapstākļi un to ietekme uz lidojumu drošību.

Tālāk tiks veikts katra galvenā ietekmējošā faktora raksturojums un analīze, lai vēlāk to izmantotu BLA optimālākā maršruta plānošanas izveidē.

Lidojumam bīstama zona ir definēta kā noteikta izmēra gaisa telpa, kuras robežās noteiktos laika periodos var notikt darbības, kas ir bīstamas gaisa kuģa lidojumam. [4., 220.] Vēl tiek izdalītas aizliegtās un ierobežotu lidojumu zonas. Aizliegtā zona tiek definēta kā noteiktu izmēru gaisa telpa virs valsts teritorijas vai teritoriālajiem ūdeņiem, kurā gaisa kuģu lidojumi ir aizliegti. [4., 271.] Savukārt, ierobežotu lidojumu zona ir noteiktu izmēru gaisa telpa virs valsts teritorijas vai teritoriālajiem ūdeņiem, kuras robežās gaisa kuģu lidojumi ir ierobežoti ar attiecīgiem nosacījumiem. [4., 281.]

Ierobežotas izmantošanas zonas ir iekļautas arī Rīgas LIR gaisa telpas diagrammā EVRR Lower Airspace, kas parādīta 2.1. attēlā.



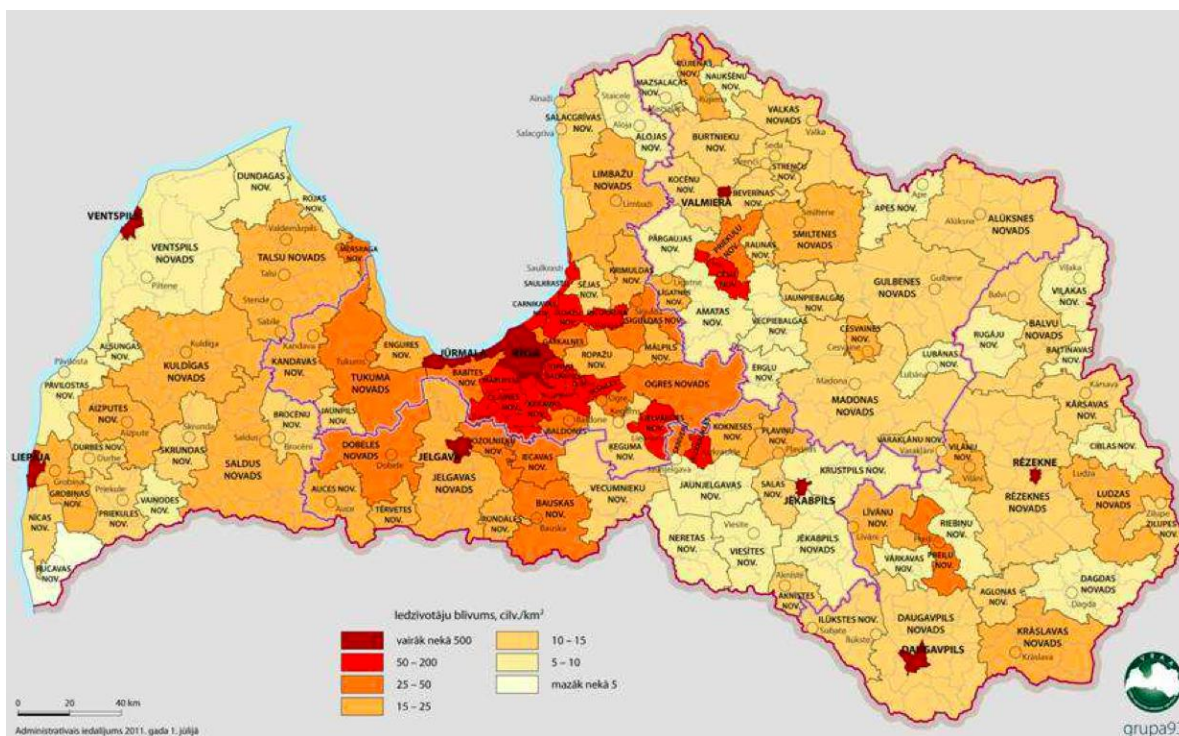
2.1.att. Rīgas LIR gaisa telpas izkārtojums augstumos no zemes līdz FL095

Viens no galvenajiem ietekmējošajiem faktoriem optimālākā lidojuma maršruta izstrādē ne tikai TGK ir lidojuma ceļa garums un tā veikšanai nepieciešamie resursi.

Lielākoties mazi TGK izmanto elektriski lādējamās baterijas, kas dod salīdzinoši nelielu triksni. Mūsdienās izmantojamās TGK, kas veic lidojumus augstumos 200-300 pēdas vai augstāk, parasti nevar dzirdēt, tādējādi lidojuma maršrutā esošie cilvēki, kas atrodas uz zemes, nav ietekmēti. Turpretim, lielākā daļa pilotu vadāmo GK, it īpaši helikopteri, rada lielu troksni, it īpaši pie pacelšanās un nolaišanās, atrodoties tuvu zemei. Bieži vien cilvēki, kas atrodas tuvu zemu lidojošu lidaparātu darbības zonām, sūdzas par to radīto troksni. Tas attiecas arī uz policijas, robežsardzes un ātrās palīdzības gaisa kuģiem. TGKS izmantošana šādiem nolūkiem ievērojami samazinātu gaisa transporta ietekmi uz apdzīvotām vietām.

ICAO Čikāgas Konvencijas 2. Pielikumā ar nosaukumu „Rules of the Air” punktā 3.1.2. nosaka, ka gaisa kuģiem, ieskaitot TGK, nav ieteicams lidot virs apdzīvotām vietām, pilsētām, ciemiem vai vietām, kur pulcējas liels daudzums cilvēku, ja vien tas nav nepieciešams, lai veiktu gaisa kuģa pacelšanos un nolaišanos. [6., 3.1.2.]

Izstrādājot optimālākā BLA maršruta izveides modeli, ir jāņem vērā arī šis faktors, tādēļ ir lietderīgi apskatīt iedzīvotāju blīvumu Latvijas teritorijā, kas ir attēlots 2.2. attēlā.



2.2. att. Iedzīvotāju blīvums pašvaldību teritorijās 2011. gadā (PMLP dati, „Reģionu attīstība Latvijā 2010. gadā”, VRAA)

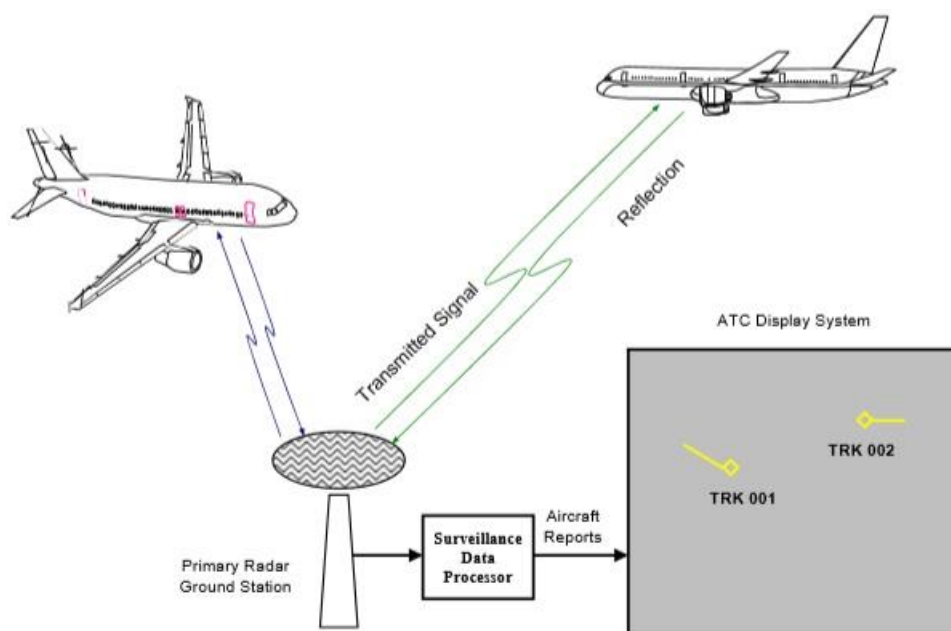
Saskaņā ar Čikāgas Konvenciju, daļa Baltijas jūras ir deleģēta Latvijai, kas nozīmē, ka tā tiek iekļauta Rīgas LIR sastāvā. Šī gaisa telpas daļa ir pieskaitāma pie Starptautiskajiem ūdeņiem, kas ir raksturojami kā ūdeņi, kas ir pieejami visām valstīm, bet nevienai valstij nav tiesību pretendēt uz kādas starptautisko ūdeņu daļas pakļaušanu savai suverenitātei. Starptautisko ūdeņu brīva pieeja tiek īstenota atbilstoši Konvencijas prasībām un citām starptautisko tiesību normām, un to brīva pieejamība gan attiecībā uz piekrastes valstīm, gan valstīm, kurām nav izejas uz jūru, inter alia ietver:

- kuģošanas brīvību;
- zvejas brīvību;
- brīvību ierīkot zemūdens kabeļus un cauruļvadus;
- brīvību veikt pārlidojumus pār starptautiskajiem ūdeņiem [4., 2. pants]

2.1.2. Primārās un sekundārās radiolokācijas radaru pārklājums Rīgas LIR

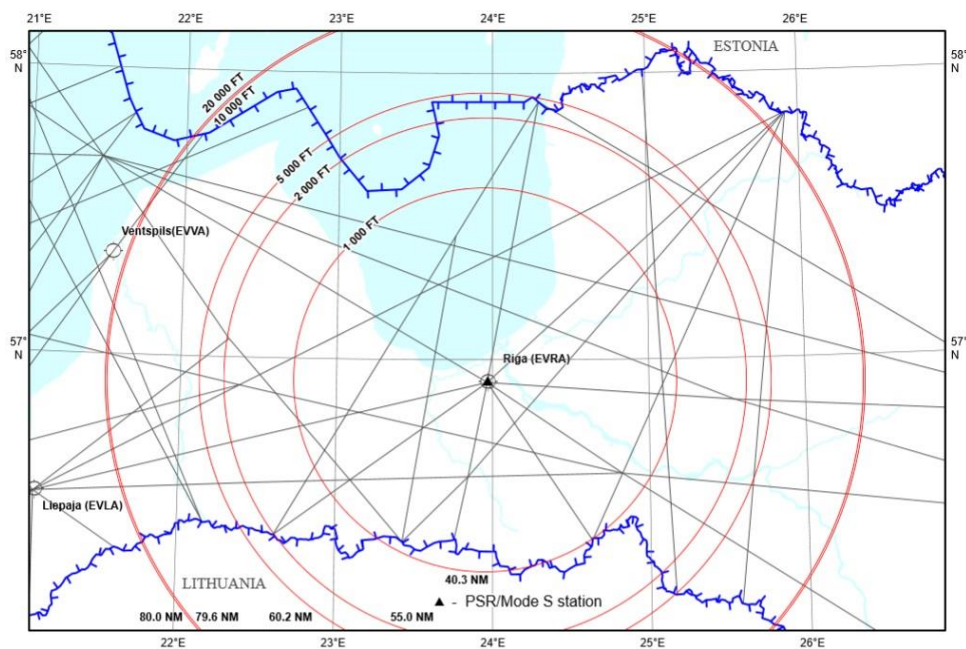
Rīgas LIR tiek izmantoti primārās un sekundārās radiolokācijas radari. Primārās radiolokācijas radars (Primary Surveillance Radar- PSR) ICAO PANS-ATM Doc 4444

2001.gada 14.izdevuma 1.nodaļā tiek definēts kā radiolokācijas jeb novērošanas radars, kas izmanto atstarotus radio signālus. Savukārt, Eurocontrol dokumentā „Radaru sensoru snieguma analīze” SUR ET1.ST03.1000-STD-01-0 tas tiek definēts kā radars, kas nosaka mērķa klātbūtni, balstoties uz radara enerģiju, kas atstarota no šī mērķa. ICAO nosaka, ka LIR TMA zonā ir jābūt vienkārtīgam primārās radiolokācijas jeb pasīvā radara pārklājumam, lai GSV un citi servisi varētu uzraudzīt un kontrolēt lidostas tuvumā esošo GK un citu objektu kustību. Tā kā pasīvais radars spēj noteikt gaisā esošu objektu klātbūtni bez speciāla borta aprīkojuma palīdzības, tad šāds radars uzrāda ne tikai tā pārklājuma robežās esošos GK, bet arī mākoņus, putnus un citus objektus. Vienkāršots PSR darbības princips ir parādīts 2.3. attēlā.



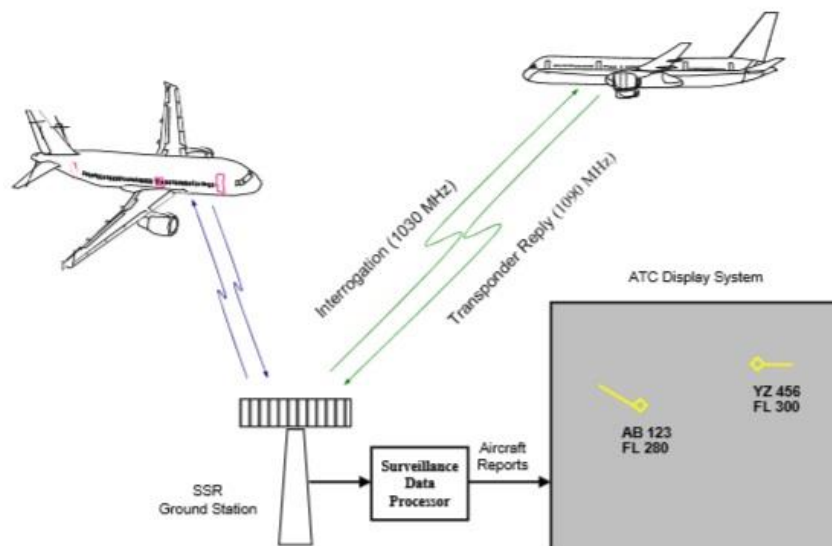
2.3.att. Primārās radiolokācijas radara darbības princips [26]

2.4. attēlā ir parādīts PSR pārklājums Rīgas LIR. Tā darbības diapazons ir gaisa telpas daļā, kas ir 80 NM rādiusa attālumā no virszemes stacijas, bet pārklājums vertikālajā plaknē konusveidā sniedzas līdz 20 000 pēdu augstumam. [27., 35.]



2.4. att. Rīgas PSR pārklājums [38., AIP ENR 1.6.-4]

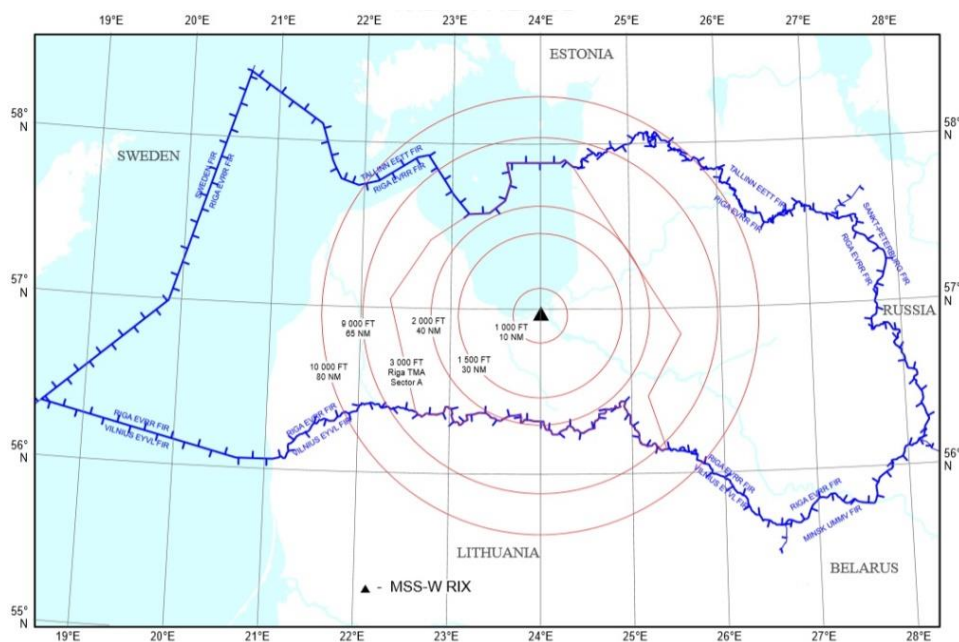
Sekundārās radiolokācijas radars SSR atšķirībā no PSR spēs uzrādīt tikai tos GK, kas ir aprīkoti ar atbilstošiem transponderiem. Uz borta esošais transponders uztvers virszemes stacijas raidīto signālu un sūtīs atbildes ziņojumu. Vienkāršots SSR darbības princips ir parādīts 2.5. attēlā.



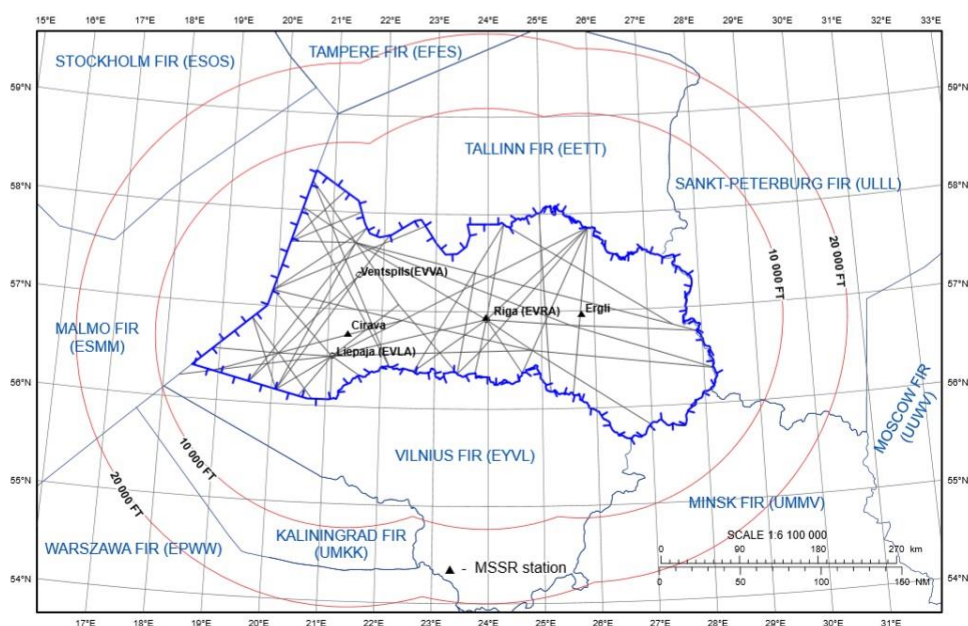
2.5.att. Sekundārās radiolokācijas radara darbības princips [26.]

Izmantojot SSR transpondera kodu, kas sastāv no četriem cipariem, ir iespējams

identificēt konkrēto GK. Pavisam ir 4096 funkcionālie kodi, kas ir sadalīti atkarībā atbilstoši valsts teritorijas izmēram un tajā esošās gaisa satiksmes intensitātes. Rīgas LIR ir piešķirti kodi 4300-4377, kas tiek izmantoti starptautisko lidojumu apkalpošanai, kā arī 0060-0077 un 1600-1617 vietēja mēroga lidojumiem. (AIP Latvia) SSR darbības pārklājums sniedzas līdz 200 NM rādiusam (2.6. un 2.7. attēls)

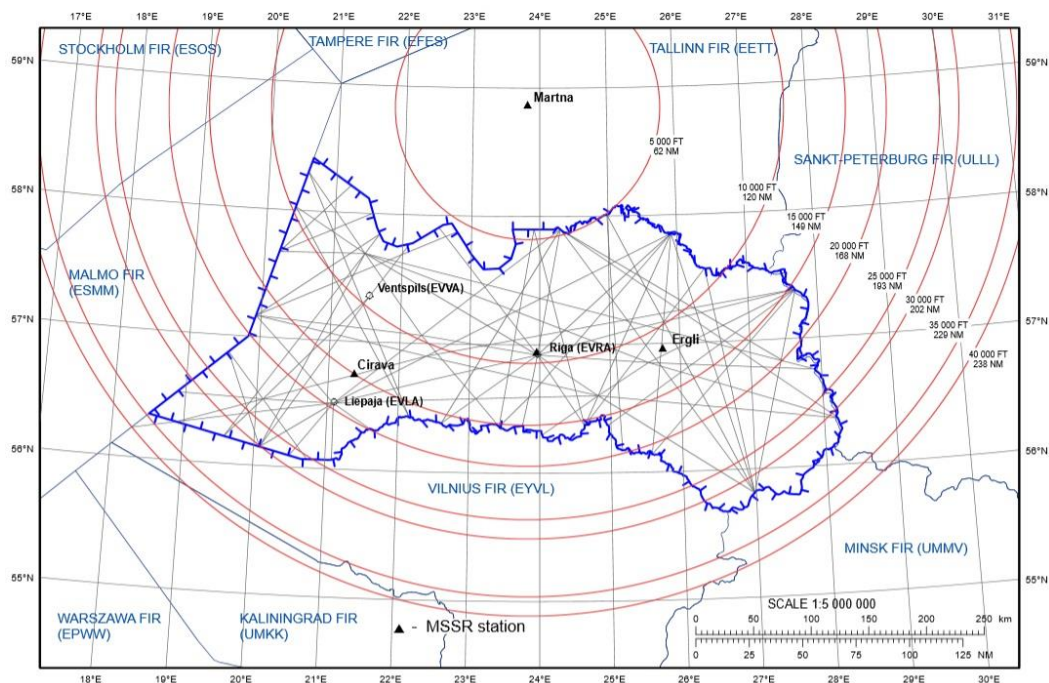


2.6.att. Rīgas sekundārā radiolokācijas radara pārklājums [38.]



2.7.att. Latvijas sekundāro radiolokācijas radaru pārklājums (AIP Latvia) [38., ENR. 1.6-3]

Lai uzlabotu kopējo radaru pārklājumu Rīgas LIR, tiek izmantota arī informācija, kas saņemta no Tallinas LIR esošās SSR radara stacijas. SSR Martna pārklājums ir 200 NM un Rīgas LIR tas sedz tikai daļēji, kā tas ir parādīts 2.8. attēlā.



2.8. SSR pieejamais pārklājums Rīgas FIR no SSR Martna [38., AIP 1.6.-5]

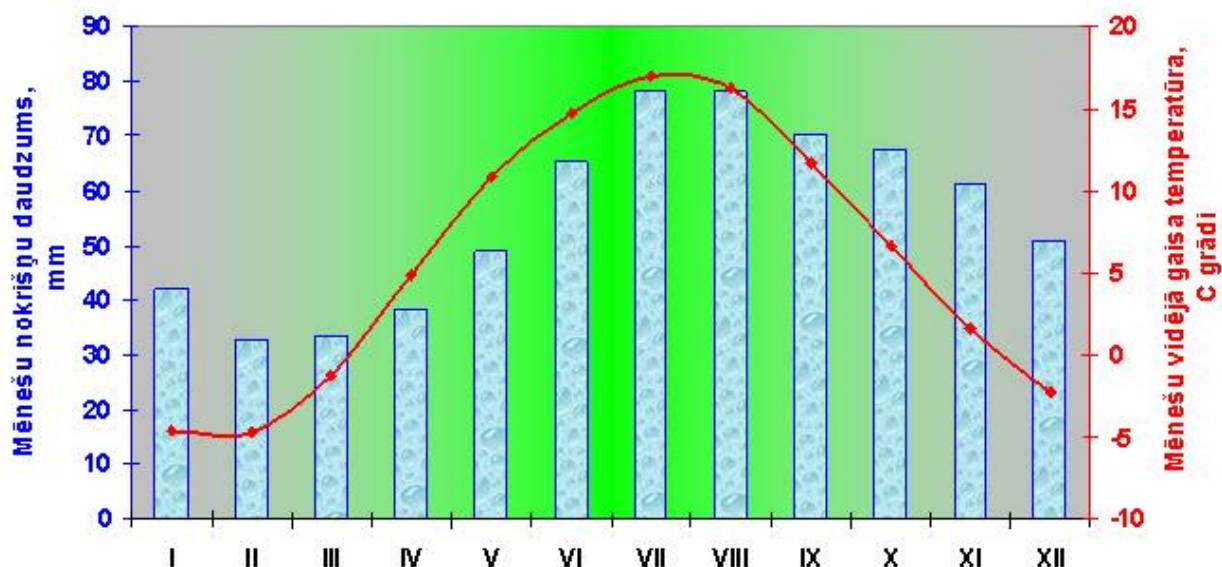
2.1.3. Laikapstākļu raksturojums un analīze Latvijā

Latvija atrodas Eiropas austrumu daļā, mērenā klimata joslā, kur ir novērojami četri gadalaiki- vasara, rudens, ziema un pavasaris. Laikapstākļus rakturo ar diviem galvenajiem rādītājiem- gaisa temperatūru un nokrišņu daudzumu.

Gada vidējā temperatūra Latvijā ir $+5.9^{\circ}\text{C}$, un gada vissiltākais mēnesis ir jūlijs. Šī mēneša laikā vidējā temperatūra ir $+17^{\circ}\text{C}$, bet vidējā maksimālā temperatūra ir $+21.5^{\circ}\text{C}$. Gada aukstākie mēneši ir ziemas periodā- janvāris un februāris. To vidējā gaisa temperatūra attiecīgi ir -4.6°C un -4.7°C , bet vidējā minimālā temperatūra- attiecīgi -7.5°C un 7.9°C . Līdz šim Latvijā visaugstākā novērotā temperatūra bijusi $+36.4^{\circ}\text{C}$, bet viszemākā: -43.2°C .

Otrs rādītājs, kuru izmanto laikapstākļu raksturošanai, ir nokrišņu daudzums. Latvijā vidējais nokrišņu daudzums gada laikā ir 667mm, kur visvairāk nokrišņu ir vērojami vasaras mēnešos- jūlijā un augustā. Katrā no šiem mēnešiem vidējais nokrišņu daudzums ir ap 78mm. Attiecīgi vismazākais nokrišņu daudzums ir vērojams ziemas un pavasara gadalaiku mijā-

februārī un martā. Katrā no šiem mēnešiem vidējais nokrišņu daudzums ir 33mm. 2.9. attēlā ir parādīta ikmēneša vidējā gaisa temperatūra Celsija grādos, kā arī nokrišņu daudzums milimetros.



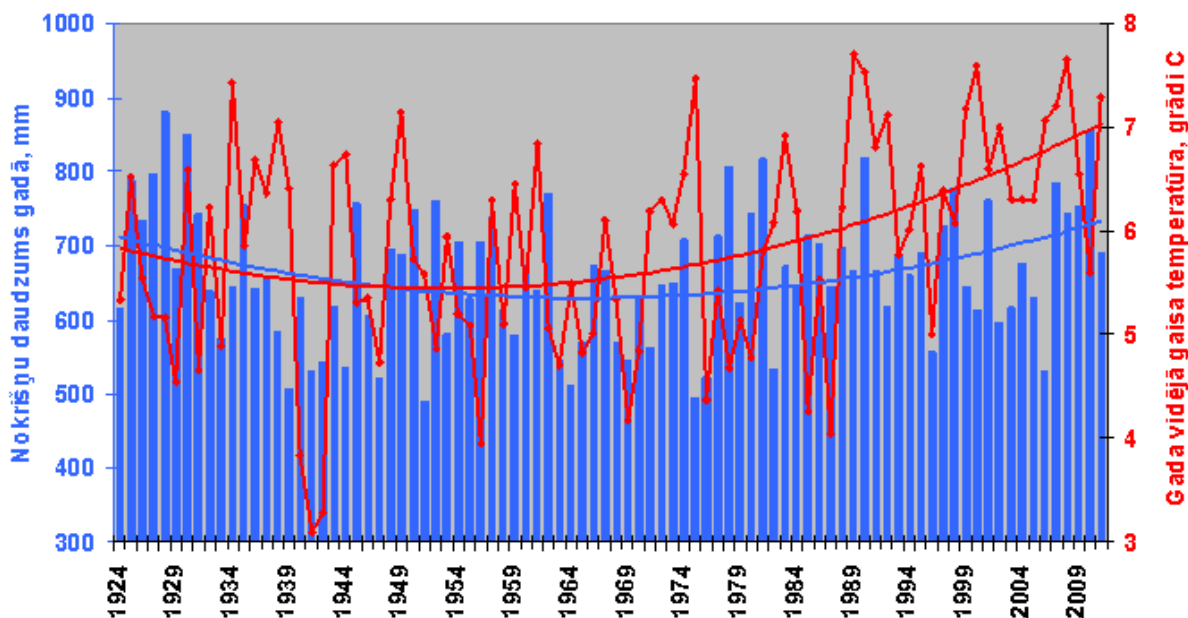
2.9. Mēnešu vidējā gaisa temperatūra un nokrišņu daudzums Latvijā, LVĢMC datu bāze

Lai raksturotu laikapstākļus, var izmantot arī tādus rādītājumus kā vidējo gaisa relatīvo mitrumu, vēja virzienu un stiprumu, kā arī saulaino dienu ilgumu.

Latvijas teritorijā vidējais gaisa relatīvais blīvums ir 81%. Vismazākā šī rādītāja vidējā vērtība ir novērojama maijā- 71%, bet vislielākā- novembrī un decembrī- katrā mēnesī 88%. Valsts teritorijā saule vidēji spīd 1790 stundas gadā, kas ir aptuveni puse no iespējamā saules spīdēšanas ilguma, kad ir novērojams skaidrs laiks. Visvairāk saulaino dienu ir novērojams ap vasaras mēnešiem- no maija līdz augustam- kas ir vidēji 28-30 dienas. Šajā laika periodā saules spīd vidēji 8 līdz 10 stundas dienā. Attiecīgi vismazāk saulaino dienu ir rudens beigu un ziemas sākuma mēnešos- no novembra līdz janvārim. Šeit saule spīd vidēji 10-12 dienas, kas attiecīgi dod vidēji 2 līdz 3 saulainas stundas dienā.

Latvijā valdošie ir dienvidu, dienvidrietumu un rietumu vēji. Lielākais vēja ātrums ir parasti ir novērojams novembrī, decembrī un janvārī, kur vidējā vēja ātruma vērtība ir 3.9 līdz 4.0 m/s. Savukārt, mazākais vēja ātrums ir novērojams vasaras mēnešos- jūlijā un augustā. Šo mēnešu vidējais vēja ātrums ir 2.8 m/s). Ņemot 10 minūšu vidējā vēja ātruma vērtību, līdz šim vislielākais vēja ātrums ir bijis 30 m/s, bet visstiprākās vēja brāzmas Valsts teritorijā ir bijušas 48 m/s. 2.10. attēlā ir apkopota Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra novērojumu

staciju ilggadīgie vidējo gada nokrišņu daudzumu un vidējo gada gaisa temperatūru dati no 1924. līdz 2014.gadam.



2.10. Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra novērojumu staciju ilggadīgie vidējo gada nokrišņu daudzumu un vidējo gada gaisa temperatūru dati no 1924. līdz 2014.gadam

Latvijas klimata analīzes veikšanai tika apskatīti laikapstākļu dati pēdējo triju gadu laikā - no 2012. gada līdz 2014. gadam. Tika apskatīti gaisa temperatūras un gaisa mitruma rādītāji. Lai noteiktu, cik lielā mērā ir mainījušies atbilstošie rādītāji, fiksētās vērtības tika salīdzinātas ar iepriekš noteiktajām normām. Iegūtie dati ir apkopoti sekojošās tabulās un grafikos.

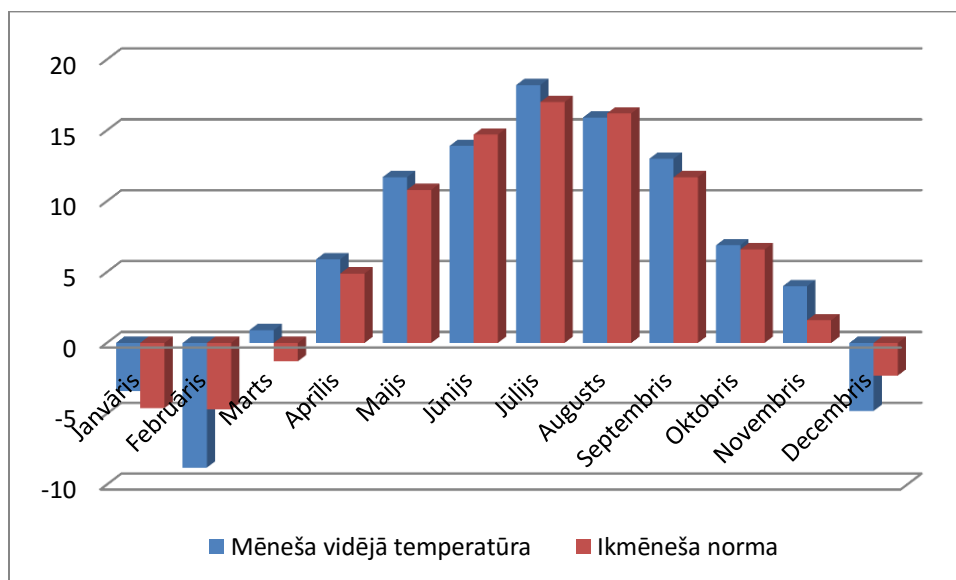
2.1. tabula

Vidējās mēnešu temperatūras un to nobīdes no normas Latvijā 2012. Gadā, °C

	Mēneša vidējā temperatūra	Nobīde no normas	Ikmēneša norma
Janvāris	-3.4	1.2	-4.6
Februāris	-8.8	-4.1	-4.7
Marts	0.9	2.2	-1.3
Aprīlis	5.9	1	4.9
Maijs	11.7	0.9	10.8

Jūnijs	13.9	-0.8	14.7
Jūlijs	18.2	1.2	17
Augusts	15.9	-0.3	16.2
Septembris	13	1.3	11.7
Oktobris	6.9	0.3	6.6
Novembris	4	2.4	1.6
Decembris	-4.8	-2.5	-2.3

Tabulā 2.1. ir parādītas mēneša vidējās temperatūras 2012. gadā, kā arī tonobīdes no noteiktās normas. No šejienes var redzēt, ka būtībā gaisa temperatūra ir bijusi augstāka nekā ieasts, jo astoņos mēnešos no divpadsmit gaisa temperatūru nobīde no normas ir bijusi pozitīva. Negatīva nobīde ir bijusi februārī, jūnijā, augustā un decembrī. Savukārt, nobīde no ikmēneša normas, negatīva ir bijusi ziemas mēnešos- decembrī, janvārī, februārī, kā arī neliela- martā. Iegūtie dati vizuāli ir parādīti 2.11. attēlā.



2.11. Vidējās mēnešu temperatūras un to nobīdes no normas Latvijā 2012. Gadā, °C

2.2. tabulā ir attēlota nokrišņu daudzuma analīze 2012. gadā. Arī šie dati ir salīdzināti ar ikmēneša noteikto normu un ir arī izteikti procentos no ikgadīgās normas. Pēc datu apkopošanas var redzēt, ka nokrišņiem bagātākie mēneši ir bijuši jūnijs, oktobris un novembris. Nokrišņu daudzuma izmaiņu tendence ir pozitīva, kas nozīmē, ka 2012.gads ir bijis mitrāks par normu,

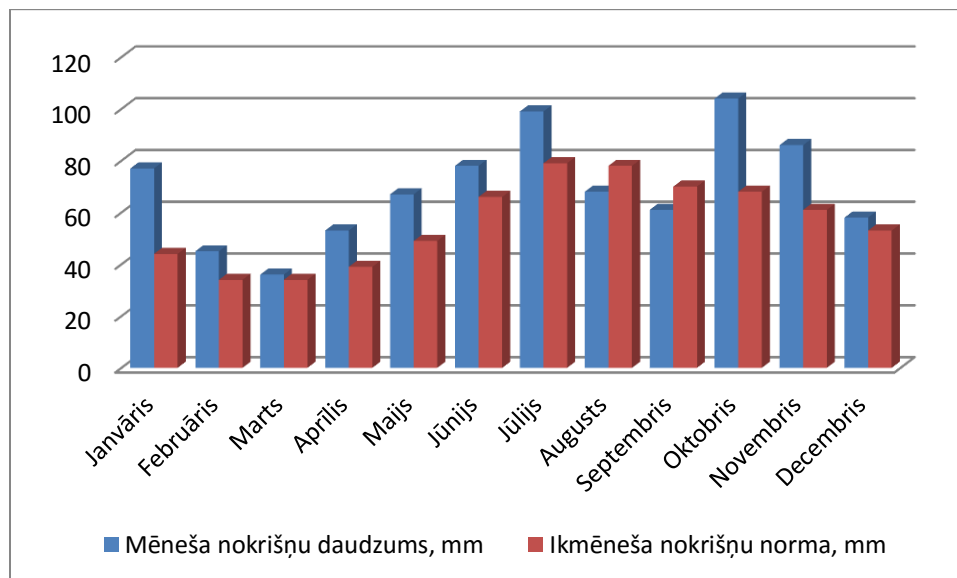
izņemot augustu un septembri, kur nokrišņu daudzums bija 87-88% no ilggadējās normas.

2.2. tabula

Nokrišņu daudzums un to nobīdes no normas Latvijā 2012. gadā

	Nokrišņu daudzums, mm	% no ilggadējās normas	Ikmēneša norma
Janvāris	77	182	44
Februāris	45	138	34
Marts	36	107	34
Aprīlis	53	139	39
Maijs	67	138	49
Jūnijs	78	120	66
Jūlijs	99	126	79
Augusts	68	88	78
Septembris	61	87	70
Oktobris	104	154	68
Novembris	86	141	61
Decembris	58	110	53

Iegūtā informācija no 2.2. tabulas ir apkopota 2.12. attēlā.



2.12.att. Nokrišņu daudzums un to nobīdes no normas Latvijā 2012. gadā

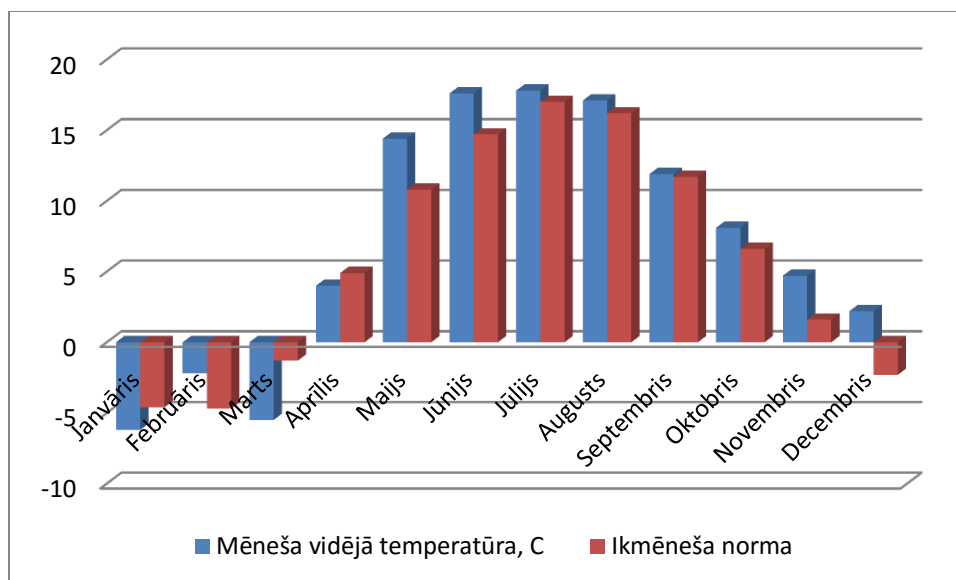
2013.gada laikapstākļu analīzes informācija ir apkopota 2.3. tabulā. Šeit arī ir salīdzinātas attiecīgajā gadā fiksētās vērtības ar ikmēneša normu. Salīdzināšanas nolūkos ir noteiktas arī temperatūru nobīdes no noteiktās ikmēneša normas. No iegūtiem datiem var redzēt, ka arī 2013. gads ir bijis siltāks par noteikto normu.

2.3. tabula

Vidējās mēnešu temperatūras un to nobīdes no normas Latvijā 2013. Gadā, °C

	Mēneša vidējā temperatūra	Nobīde no normas	Ikmēneša norma
Janvāris	-6.2	-1.6	-4.6
Februāris	-2.2	2.5	-4.7
Marts	-5.5	-4.2	-1.3
Aprīlis	4	-0.9	4.9
Maijs	14.4	3.6	10.8
Jūnijs	17.6	2.9	14.7
Jūlijs	17.8	0.8	17
Augusts	17.1	0.9	16.2
Septembris	11.9	0.2	11.7
Oktobris	8.1	1.5	6.6
Novembris	4.7	3.1	1.6
Decembris	2.2	4.5	-2.3

Tabulas dati ir apkopoti 2.13 attēlā.



2.13.att. Vidējās mēnešu temperatūras un to nobīdes no normas Latvijā 2013. Gadā, °C

2014. gada nokrišņu daudzuma analīze ir apkopota 2.4. tabulā. Tā ir veikta, salīdzinot fiksētās katra mēneša temperatūras ar iepriekš noteiktajām ikmēneša normām. Procenti no ikgadējās normas rāda, ka svārstības, salīdzinot ar noteikto ikmēneša normu, attiecīgajā gadā ir bijušas nepastāvīgas, lielākoties gads ir bijis sausāks par noteikto normu.

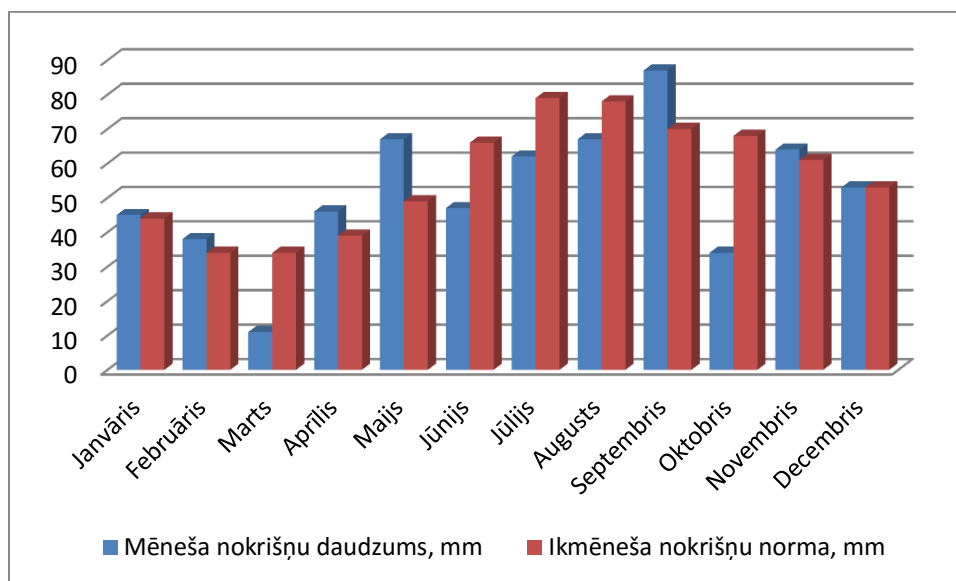
2.4 tabula

Nokrišņu daudzums un to nobīdes no normas Latvijā 2014. Gadā, mm

2013	Nokrišņu daudzums, mm	% no ilggadējās normas	Ikmēneša norma
Janvāris	45	103	44
Februāris	38	111	34
Marts	11	33	34
Aprīlis	46	118	39
Maijs	67	137	49
Jūnijs	47	71	66
Jūlijs	62	79	79
Augusts	67	86	78
Septembris	87	122	70
Oktobris	34	50	68

Novembris	64	104	61
Decembris	53	100	53

Nokrišņu daudzuma analīzes informācija ir apkopota 2.14. attēlā.



2.14. Nokrišņu daudzums un to nobīdes no normas Latvijā 2013. Gadā, mm

Tāda pati analīze ir veikta arī trešajam gadam- 2014. Temperatūras analīzē var redzēt, ka gads kopumā ir bijis siltāks par noteikto normu, jo temperatūru nobīdes no noteiktās ikmēneša normas ir bijušas pozitīvas deviņos mēnešos no divpadsmit.

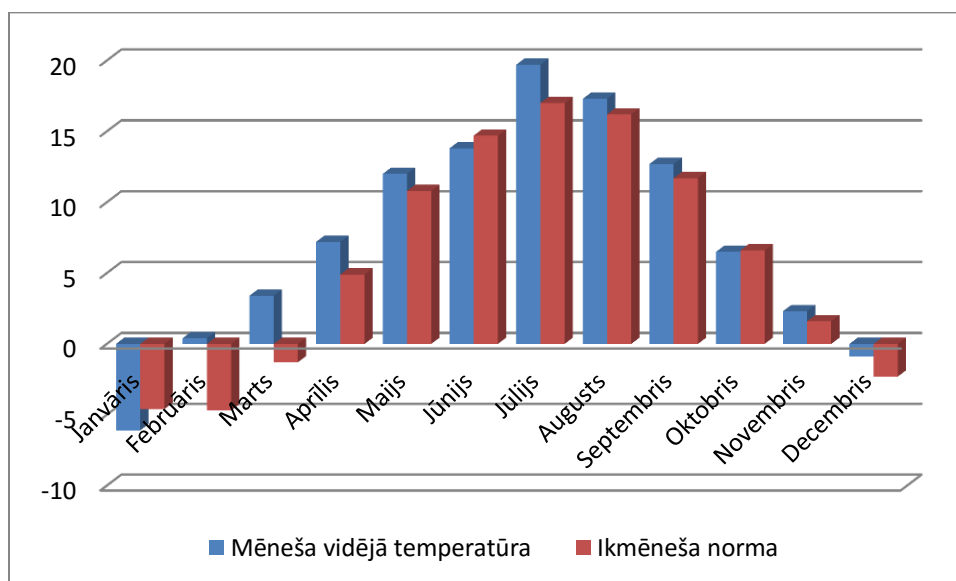
2.5.tabula

Vidējās mēnešu temperatūras un to nobīdes no normas Latvijā 2014. Gadā, °C

2014	Mēneša vidējā temperatūra	Nobīde no normas	Ikmēneša norma
Janvāris	-6.1	-1.5	-4.6
Februāris	0.4	5.1	-4.7
Marts	3.4	4.7	-1.3
Aprīlis	7.2	2.3	4.9
Maijs	12	1.2	10.8
Jūnijs	13.8	-0.9	14.7
Jūlijs	19.7	2.7	17

Augusts	17.3	1.1	16.2
Septembris	12.7	1	11.7
Oktobris	6.5	-0.1	6.6
Novembris	2.3	0.7	1.6
Decembris	-0.9	1.5	-2.3

Analīzes dati par 2014.gadu ir vizuāli attēloti 2.15. attēlā.



2.15. Vidējās mēnešu temperatūras un to nobīdes no normas Latvijā 2014. Gadā, °C

Tāpat ir veikta arī nokrišņu daudzuma analīze attiecīgajam gadam, kuras rezultāti ir apkopoti 2.6. tabulā.

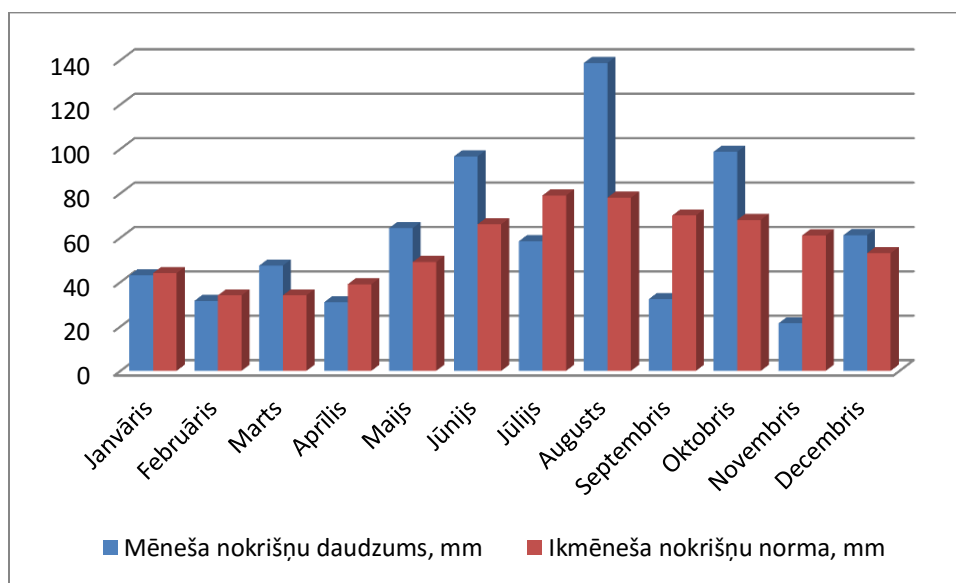
2.6 tabula

Nokrišņu daudzums un to nobīdes no normas Latvijā 2014. Gadā, mm

2014	Nokrišņu daudzums, mm	% no ilggadīgās normas	Ikmēneša norma
Janvāris	43	98	44
Februāris	31.5	92	34
Marts	47.4	137	34
Aprīlis	30.9	79	39
Maijs	64.3	131	49

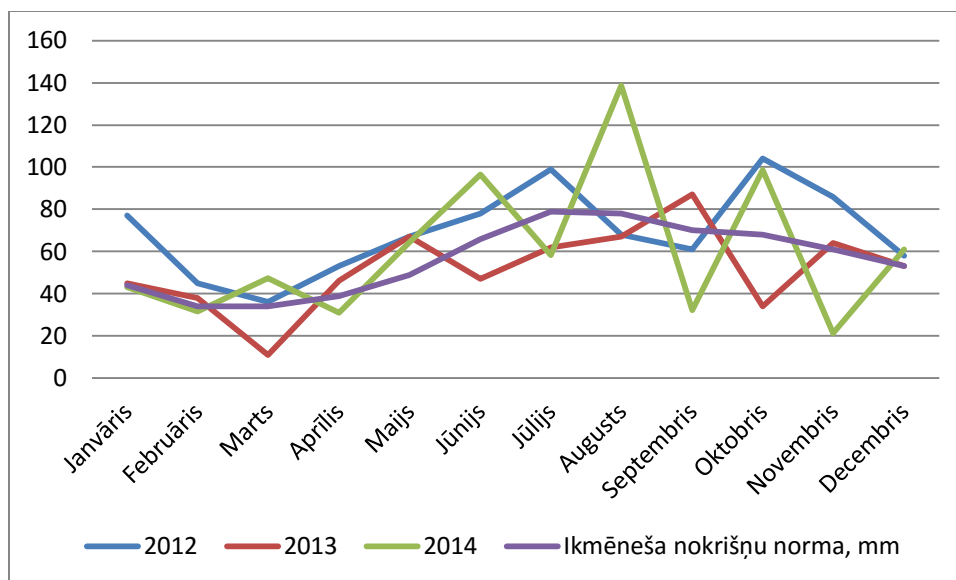
Jūnijs	96.6	146	66
Jūlijs	58.4	74	79
Augusts	138.7	178	78
Septembris	32.3	46	70
Oktobris	98.7	145	68
Novembris	21.4	35	61
Decembris	61.1	115	53

Labākai informācijas uztveršanai, analīze ir vizualizēta 2.16. attēlā.



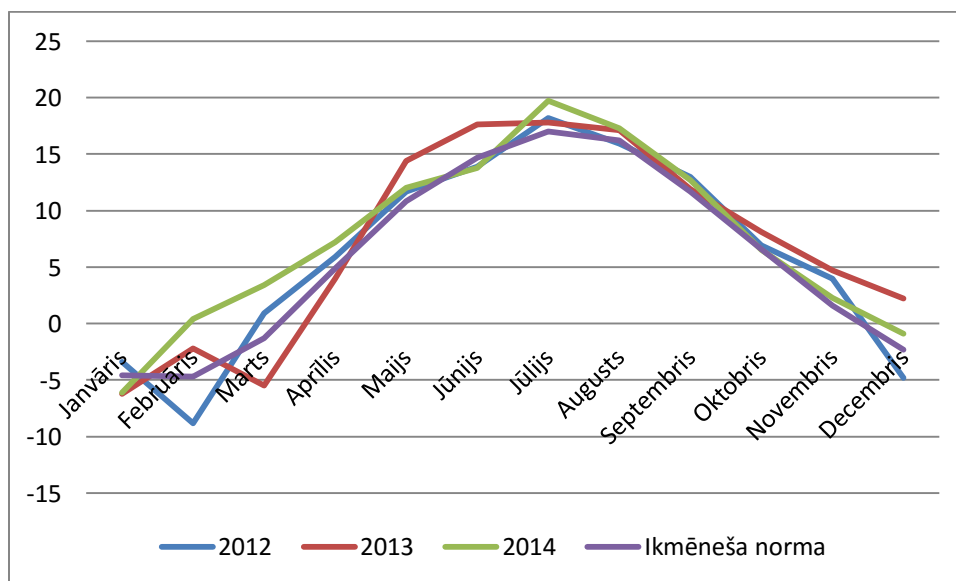
2.16. att. Nokrišņu daudzums un to nobīdes no normas Latvijā 2014. Gadā, mm

Vidējais mēneša nokrišņu daudzums no 2012.līdz 2014.gadam ir apkopots 2.17. attēlā. Šeit var redzēt, ka 2012. un 2013. gada nokrišņu daudzums ir bijis tuvs ikmēneša noteiktajai normai, to tendence gada laikā ir bijusi līdzīga. Lielākās svārstības ir bijušas 2014.gadā, kur nobīde no normas ir bijusi vislielākā.



2.17. att. Vidējais mēneša nokrišņu daudzums no 2012.līdz 2014.gadam, mm

Vidējā mēneša temperatūra no 2012.līdz 2014.gadam ir parādīta 2.18. attēlā.



2.18. att. Vidējā mēneša temperatūra no 2012.līdz 2014.gadam, °C

Tehniskā aprīkojuma prasības lidojumu veikšanai Rīgas LIR

Latvijas Aeronavigācijas informācijas publikācijās (AIP) ir noteiktas prasības, kas ir jāievēro, veicot lidojumus Rīgas LIR. Saskaņā ar šo dokumentu visiem GK, kas veic lidojumus Latvijas teritorijā, ir jāievēro ICAO Annex 6 noteikumus un ICAO Reģionālos papildus noteikumus, kas ir apkopoti dokumentā Doc 7030/4-EUR.

Tā kā Latvijas teritorijā no FL290 līdz FL410 ir RVSM tipa gaisa telpa, tad lai veiktu lidojumus šajā gaisa telpas daļā, GK ir jābūt RVSM apstiprinātam aprīkojumam, vai arī tam ir jābūt Valsts nozīmes GK. RVSM aprīkojuma apstiprinājumu saņem GK operators, un to izsniedz vai nu valsts, kurā operators atrodas, vai arī GK registrācijas valsts.

Lidojumu veikšanai Rīgas LIR kontrolējamā gaisa telpā, GK ir jābūt aprīkotam ar darbaspējīgu sekundārās radiolokācijas (SSR) retranslatoru ar 4096 indentifikācijas kodu iespējām. Retranslatoriem ir jādarbojas A/3 un C režīmos ar automātisku GK spiediena augstuma informācijas pārraidīšanu. Normālos darbības apstākļos, neskaitot ārkārtas un avārijas situācijas, GK ir jāizmanto SSR kods, kas ir iegūts no GSV servisa. Ja GSV instrukcijas nav šādu kodu devušas, tad GK operatoram ir jāizmanto A/3+C režīms 20 vai 2000, ja ekipāža plāno veikt lidojumu vai tā daļu no Rīgas LIR nekontrolējamās gaisa telpas uz kontrolējamu. Ir izmantojami arī speciālu gadījumu SSR kodi. GK ekipāžai ir jāizmanto sekojoši identifikācijas kodi sekojošās situācijās:

- 7500- GK nolaupīšanas vai citu prettiesisku darbību gadījumā;
- 7600- GK komunikāciju sistēmu atteices gadījumā;
- 7700- GK avārijas situācijas gadījumā.

Visiem GK, izņemot Valsts nozīmes GK, veicot lidojumus Rīgas LIR kontrolējamā gaisa telpā augstumos no FL095 līdz FL460, izņemot pacelšanās trajektorijas SID (*Standard Instrument Departure*) un nolaišanās trajektorijas STAR (*Standard Arrival Route*), aprīkojuma ir jānodrošina sniegums saskaņā ar vismaz RNAV aprīkojumu RNP5. Prasības ir apkopotas ICAO EUR Regional Supplementary Procedures (DOC 7030/4, EUR/RAC) dokumenta 18.nodaļā. Turklāt RNAV aprīkojumam ir jābūt uzstādītam, apstiprinātam un lietojamam saskaņā ar JAA ACJ 20x4 lidojuma derīguma un operatīvajiem kritērijiem navigācijas sistēmu izmantošanā Eiropas B-RNAV gaisa telpā (*Airworthiness Approval and Operational Criteria for the Use of Navigation Systems in European Airspace Designated for Basic RNAV Operations*).

Pirms lidojuma GK operatoram vai ekipāžai ir jāpārlicinās, ka tā aprīkojums ir darbspējīgs- ILS Localizer un VOR radiobākas uztvērēji ir uzstādīti un pilda FM imunitātes prasības.

Saskaņā ar Eiropas Komisijas Regulu (Commission Implementing Regulation (EU)) 1079/2012, kas tika pieņemta 2012.gada 16.novembrī, GK nedrīkst lidot augstāk par FL195, ja tas nav aprīkots ar radio, kam ir 8.33 kHz kanālu solis. Aizpildot lidojuma plānu, operatoriem vai GK pilotam ir jāpārlicinās, ka lidojuma plāna 10 laukā ir ievadīts burts „Y”, kas apzīmē radio 8.33 kHz kanālu soļa spēju. Jāpiemin arī, ka saskaņā ar ICAO EUR Region regiona lēmumu, šāds aprīkojums būs nepieciešams visiem lidojumiem, kas darbosies Eiropas gaisa telpā. Noteikumi stāsies spēkā 2018.gada 1.janvārī.

Visiem GK, kas veic lidojumu Rīgas LIR, ir jābūt iespējai kontrolēt VHF avārijas frekvenci 121.5 MHz, izņemot periodus, kas GK komunicē citā VHF frekvencē, vai kad pastāv borta aprīkojuma ierobežojumi, vai arī pilotu kabīnes procedūras neatļauj vienlaicīgu divu frekvenču noklausīšanos. Ir noteikts, ka visiem GK ir jāklausa VHF avārijas frekvence 121.5 MHz vietās vai gaisa trašu daļās, kur pastāv iespēja sastapt kādu citu GK vai pastāv cita bīstama situācija. Parasti šādas gaisa telpas daļas ir apzīmētas un atbildīgā institūcija ir noteikusi oficiālas prasības tās izmantošanā.

Visiem turbīņu dzinēju GK, kuru maksimālā sertificētā pacelšanās masa pārsniedz 5 700 kg vai kuri ir saņēmuši atļauju pārvadāt vairāk kā 19 pasažierus, ir jābūt aprīkotiem ar sadursmju novēršanas sistēmu ACAS II vai TCAS 7.1 versiju. Operatoriem, kuru GK ACAS II sistēma īstaicīgi ir darba nespējas stāvoklī, bet joprojām apmierina MEL prasības, nav nepieciešama papildus atļauja veikt lidojumus Rīgas LIR.

Latvijas AIP nosaka, ka visiem turbīnu GK, kuru maksimālā sertificētā pacelšanās masa nepārsniedz 5 700 kg vai kuri ir autorizēti pārvadāt vairāk kā 9 pasažierus, ir jābūt aprīkotiem ar par bīstamu tuvošanos zemei brīdināšanas sistēmu (GPWS), kam ir šķēršļu uzraudzīšanas funkcija (TAWS- Terrain Awareness and Warning System). Savukārt, visiem virzuļdzinēju GK, kuru maksimālā sertificētā pacelšanās masa pārsniedz 5 700 kg vai kuri ir sertificēti pārvadāt vairāk kā 9 pasažierus, ir nepieciešams GPWS sistēma, kas sniedz brīdinājumus arī par pārāk strauju augstuma samazināšanu un ievērojamu augstuma samazināšanu pēc pacelšanās vai aiziešanas uz otro apli procedūras, kā arī brīdinājumus par nedrošu šķēršļu izvairīšanās atļauju. Arī šajā gadījumā sistēmai ir jābūt iespējai uzraudzīt GK ceļā esošos virszemes šķēršļus. Ja

GPWS ir pieejama, tad tai ir jābūt funkcijai sniegt GK ekipāžai gan vizuālus, gan arī skaņas signālus laicīgi, lai ekipāžai būtu pietiekami daudz laika, lai izvairītos no sadursmes.

Visiem GK, kas ir reģistrēti Latvijā, izņemot planierus un ultra vieglos GK, ir jābūt aprīkoti ar automātiskiem avārijas lokācijas bākas raidītājiem ELT, kas spēj raidīt avārijas signālus frekvencē 121.5 MHz un 406 MHz. Izņēmuma gadījumi ir, kas GK veic lidojumu uz vietu, kur šis raidītājs tiks uzstādīts vai labots. GK operatoram ir jāpārliedz, ka uzstādītais ELT spēj raidīt tādu signālu frekvencē 406 MHz, kas tiek kodēts saskaņā ar ICAO Annex 10 prasībām un kas ir reģistrēts Aeronavigācijas glābšanas koordinācijas centrā vai citā atbildīgajā institūcijā.

Esošie ierobežojumi lidojumu veikšanai Rīgas LIR

Pastāv gan starptautiski, gan arī lokāli normatīvi, kas nosaka minimāli nepieciešamo gaisa kuģu tehnisko aprīkojumu lidojumu veikšanai noteiktos apstākļos. Šāds aprīkojums ir nepieciešams, lai gaisa kuģim varētu izsniegt lidojumderīguma sertifikātu. Bez tam ir noteiktas prasības arī lidojuma instrumentiem, aprīkojumam un dokumentācijai, ko apstiprina un kontrolē gaisa kuģa reģistrācijas valsts. Vispārīgā gadījumā un gaisa kuģa borta ir jābūt operatora darbības sertifikātam, kā arī specifikācijām, kas ir attiecināmas uz konkrēto gaisa kuģi. Operatoram gaisa kuģa (GK) darbības rokasgrāmatā ir jāiekļauj minimāli nepieciešamais aprīkojuma saraksts (Minimum Equipment List- MEL), ko ir apstiprinājusi tā Valsts. Šāds saraksts dod iespēju GK apkalpei noteikt, vai lidojumu tehniski ir iespējams veikt, vai arī kāda aprīkojuma vienība vai sistēma neatrodas darbības stāvoklī. Gadījumā, ja reģistrācijas un operatora valstis ir dažādas, tad operatora valstij ir jāpārliedz, ka MEL neietekmē GK spēju darboties saskaņā ar reģistrācijas valsts lidojuma derīguma noteikumiem. GK operatoram ir jānodrošina GK apkalpei pieeja darbības rokasgrāmatai katram tā flotē esošajam GK, un tam ir jāsaturs informācija par veicamajām procedūrām normālos lidojuma apstākļos, ārkārtas, kā arī avārijas situācijās.

ICAO Čikāgas Konvencijas 6. pielikuma 6.2.1. punkts nosaka, ka GK ir jābūt aprīkotam tā, lai tā apkalpei būtu iespēja kontrolēt GK lidojuma trajektoriju, veikt nepieciešamās procedūras un manevrus, kā arī uzraudzīt darbības limitus gaidāmajos apstākļos.

Rīgas LIR vertikālā ešelonēšana tiek veikta saskaņā ar ICAO Annex 2 kreisēšanas augstumu tabulu. Tolerances jeb lidojuma līmeņa noturēšanas vērtības, kas tiek pielietotas GK barometriskā augstuma noteikšanā un tiek attēlotas arī uz GSV dispečera radara ekrāna, ir jāparāda ar precizitāti ± 60 m (± 200 ft) RVSM tipa gaisa telpā. Cita tipa gaisa telpā šīs tolerances

vērtība ir ± 90 m (300 ft), izņemot gadījumus, kad atbilstoša institūcija ir noteikusi citādi, ja tas tiek uzskatīts par nepieciešamu un piemērotāku variantu, bet ne mazāk kā ± 60 m (± 200 ft), kā to nosaka ICAO PANS-ATM Doc 4444 8.5.5.1.1. pants. Tāpat ir noteikts, ka GK lidojuma līmenis tā ekipāžai ir jāapstiprina vismaz vienu reizi, lidojuma laikā mainot GSV centru vienības. Parasti tas notiek laikā, kad GK maina GSV sektoru frekvenci, veicot pirmreizējos sakarus ar attiecīgo kontroles vienību. Gadījumā, ja uz radara attēlotā lidojuma līmeņa vērtība atšķiras par vērtību, kas ir lielāka nekā pieļaujamā tolerances vērtība, tad GSV dispečerim ir jāprasa ekipāžu apstiprināt attēloto augstumu, pirms tam pārbaudot altimetra barometriskā spiediena iestatījuma vērtību. Doc 4444 panti no 8.5.5.2.2. līdz 8.5.5.2.5. nosaka pieļaujamās tolerances vērtības dažādiem gadījumiem, kas saistīti ar noteikta GK augstuma sasniegšanu, noturēšanu un atstāšanu. Tiek uzskatīts, ka GK ir ieņēmis attiecīgo augstumu, ja tā spiediena augstuma rādītāja lidojuma līmeņa indikators uzrāda vērtību, kas ir 8.5.5.1.1. pieļaujamajās robežās. GK atstāj iepriekš ieņemto augstumu, ja lidojuma līmeņa indikācija izmainās par vairāk kā 90 m (300 ft) GK vertikālā manevra virzienā. Noteiktas augstums ir šķērsots, augstumu ņemot vai samazinot, ja barometriskā spiediena noteiktā lidojuma līmeņa indikācija mainās arī par 90 m (300 ft). Savukārt, ir noteikts, ka GK ir ieņēmis konkrēto augstumu, ja GSV dispečera radara attēls atjaunojies trīs reizes vai 15 sekunžu laikā atkarībā, kura no šīm vērtībām ir lielāka, kā arī GK augstuma indikācija ir iepriekš noteikto tolerances vērtību pieļaujamajās robežās.

Minimālo intervālu nodrošināšana starp GK horizontālajā plaknē ir cieši saistīta ar gaisa telpas izmantošanas efektivitāti un attiecīgā GSV sektora kapacitāti. Noteiktie horizontālie intervālu minimumi ir atkarīgi no radiolokācijas aprīkojuma specifikas, precizitātes un izvietojuma, pārklājuma attiecīgajā GSV sektorā. Vertikālās ešelonēšanas minimumi, kā tas ir raksturots iepriekš lielākoties ir vieni un tie paši dažādās gaisa telpās, bet intervālu minimumi horizontālajā plaknē var krasi atšķirties. ICAO ir noteikti sekojoši minimumi:

- 1) RNP5 apstākļos šis intervāls starp diviem GK vienādā augstumā var būt 5 jūras jūdzes, ja attiecīgajā gaisa telpā ir pieejams dubults SSR pārklājums;
- 2) Ja dubults SSR pārklājums nav pieejams, tad minimālais intervāls starp diviem GK horizontālajā plaknē tiek palielināts līdz 10 jūras jūdzēm;
- 3) Noteiktos apstākļos, ja radionavigācijas aprīkojums ir atbilstošs, ir iespējams samazināt šo intervālu, ja ir pieejams dubults radara pārklājums, bet intervāls nedrīkst būt mazāks par 3 jūras jūdzēm. (18., Ch 8).

Minimālo augstumu raksturojums un to pielietojums Rīgas LIR

MINIMUM SECTOR ALTITUDE (MSeA) (ICAO) — mazākais augstums, ko drīkst izmantot avārijas situācijā, kuš garnatētu vismaz 300 metru (1000 pēdu) intervālu no visiem virszemes šķēršļiem sektorā, kas ir 46 kilometru (25 jūras jūdžu) rādiusa attālumā no radiobākas vai cita navigācijas līdzekļa.

MINIMUM SAFE ALTITUDE (MSA) — augstums, kas ir attēlots instrumentālās nosēšanās diagrammā un kas ir definēts kā minimālais drošais augstums, kas dod 300 metru (1000 pēdu) intervālu no visiem virszemes šķēršļiem 25 jūras jūdžu rādiusā no navigācijas līdzekļa, no kura MSA ir noteikts. Ja noteiktais rādiusa limits ir cits, tā ērtība ir jāpublicē attiecīgos dokumentos un diagrammās. Šo augstumu izmanto tikai avārijas situācijās un tas negarantē navigācijas līdzekļu atbilstošu prasībām darbību. Ja MSA ir dalīta sektoros, tad katram sektoram ir cits noteiktais minimālais augstums, kas tiek saukts par minimālo sektora augstumu (minimum sector altitude).

Instrumentālo un vizuālo lidojumu noteikumu raksturojums

Latvijas un tai deleģētajā gaisa telpā tiek piemēroti Eiropas noteikumi par gaisa telpas izmantošanu. Eiropas Komisijas Regula (ES) Nr. 923/2012, kas tika pieņemta 2012.gada 26. septembrī nosaka kopējos noteikumu gaisa transporta darbībai un papildina noteikumus, kas iekļauti regulās (ES) Nr. 1035/2011, 1265/2007, 1794/2006, 730/2006, 1033/2006 un 255/2010.

Lidojumu ir iespējams veiks saskaņā ar divu veidu noteikumiem:

- vizuālajiem lidojuma noteikumiem (Visual Flight Rules- VFR);
- instrumentālajiem lidojuma noteikumiem (Instrument Flight Rules- IFR);
- noteiktos apstākļos, saņemot īpašu GSV centra atļauju- Speciālajiem VFR noteikumiem (Special VFR- SVFR).

VFR lidojumi, ja tie netiek veikti kā SVFR, ir jāveic atbilstoši laikapstākļu noteiktajām prasībām, kas ir apkopotas 2.8. tabulā. Tiek apskatītas redzamības un attāluma no mākoņiem minimāli pieļaujamās vērtības.

VFR lidojumu noteikumu meteoroloģiskās prasības [38.]

Gaisa telpas klase	C	G	
		Virs 3000 pēdām AMSL 1.	3000 pēdu AMSL augstumā un zemāk
Attālums no mākoņiem		1500 metri verizontāli 1000 pēdas vertikāli	Brīvs no mākoņiem un virszeme redzeslokā
Redzamība lidojumā		8 km 10 000 pēdu AMSL augstumā un augstāk 5 km zem 10 000 pēdu AMSL augstumos 2.	5 km

AMSL- Above Mean Sea Level

Helikopteriem ir atļauts veikt lidojumus, ja redzamība lidojumā ir 1 500 metri diennakts gaišajā laikā gadījumos, ja varbūtība sastapt gaisā kādu citu GK ir maza, kā arī ja helikoptera IAS ir 140 mezgli (260 km/h) vai mazāks. Helikopteriem ir atļauts arī veikt lidojumu, ja redzamība lidojumā ir zem 800 metriem diennakts gaišajā laikā, ja zeme ir apkalpes redzeslokā visu laiku un ja helikopteris ir vadāms tādā ātrumā, kas ir adekvāts lai uzraudzītu citus tuvumā esošus GK un nepieciešamības gadījumā izvairītos no tiem.

A un B kategoriju GK ir atļauts veikts lidojumus, ja redzamība lidojumā ir 3000 metri gadījumos, ja varbūtība sastapt gaisā kādu citu GK ir maza un tā IAS ir 140 mezgli (260 km/h) vai mazāks.

Ir jāpiemin, ka ir atļauts veikt helikopteru lidojumus, ja redzamība lidojumā ir mazāka par 5 kilometriem, bet šajā gadījumā horizontālā redzamība no helikoptera kabīnes nedrīkst būt mazāka par distanci, ko tas nolidotu 30 sekunžu laikā. Tas ir nepieciešams, lai dotu pietiekamu laiku ekipāžai izvairīties no iespējamās sadursmes ar citu GK vai kādu virszemes šķērsli. Lidojuma redzamības un rekomendētā patiesā helikoptera ātruma ieteikumi ir apkopoti 2.9. tabulā.

Lidojuma redzamības un rekomendētā patiesā helikoptera ātruma ieteikumi [38.]

Redzamība lidojumā, metri	Ieteicamais patiesais ātrums TAS, mezgli
800	50
1 500	100
2 000	120

Veicot VFR lidojumu, ir aizliegts ielidot jebkādā mākonī, kā arī ir aizliegts ielidot kontrolējamā gaisa telpā bez GSV dispečera atļaujas. Šāds lidojums tiek veikts, izmantojot dažādus virszemes objektus kā galvenos orientierus, tādējādi netiek izmantoti radionavigācijas marķieri vai kādi citi navigācijas instrumenti. Ja GK ekipāža nav saņēmusi GSV dispečeru atļauju darboties kā SVFR, tad VFR lidojumiem ir aizliegts pacelties vai veikt nosēšanos kontroles zonās CTR vai ielidot ATZ zonā, ja:

- a) mākoņu zemākā vertikālā (cloud ceiling) robeža ir zemāk nekā 1 500 ft (450 m), vai
- b) redzamība uz zemes ir mazāka par 5 km.

Pastāv arī ierobežojumi vietām, kur drīkst veikt VFR lidojumus. Latvijas AIP iesaka, ka, ja vien tas nav nepieciešams, lai veiktu GK pacelšanos vai nolaišanos, vai ja to nav izņēmuma kārtā noteikusi Latvijas Civilās aviācijas aģentūra, nav ieteicams veikt VFR lidojumus:

- a) virs apdzīvotām pilsētām, to daļām, miestiem vai cilvēku pūļu pulcēšanās vietām augstumos, kas ir mazāki kā 1000 pēdas no augstākā virszemes šķēršļa 600 m rādiusā no attiecīgā GK;
- b) visos gadījumos, kas minēti iepriekšējā punktā, bet augstumos, kas mazāki par 500 pēdām virs ūdens vai zemes.

Pastāv arī atšķirības VFR lidojumu veikšanai dažādu tipu gaisa telpās. Tā kā Rīgas LIR pastāv tikai divu tipu gaisa telpas- kontrolējama „C” klases un nekontrolējama „G” klases-, tad tiek apskatīti noteikumi GK vertikālajiem augstumiem, kas ir jāievēro, veicot lidojumu attiecīgās klases gaisa telpā. Ja lidojums tiek veikts kontrolējamā gaisa telpas daļā augstumā 3000 pēdas virs zemes vai ūdens vai augstāk, tad tas ir jāveic augstumā vai lidojuma līmenī, kas atbilst GK izvēlētajam kursam, atsaucoties uz ICAO Annex 2 vai Latvijas AIP ENR-1.7. publicēto tabulu. Ja lidojums tiek veikts nekontrolējamā gaisa telpas daļā augstumos 3500 pēdas virs zemes vai

ūdens vai augstāk, tad lidojums ir jāveic arī saskaņā ar iepriekš minēto GK augstumu 2.9 tabulu.

2.9. tabula

Lidojumu augstumu noteikumi nekontrolējamā gaisa telpas daļā augstumos 3500 pēdas virs zemes vai ūdens vai augstāk [38.]

Magnētiskais kurss											
IFR lidojumi			VFR lidojumi			IFR lidojumi			VFR lidojumi		
Augstums			Augstums			Augstums			Augstums		
FL	Metri	Pēdas	FL	Metri	Pēdas	FL	Metri	Pēdas	FL	Metri	Pēdas
010	300	1000	-	-	-	020	600	2000			
030	900	3000	035	1050	2500	040	1200	4000	045	1350	4500
050	1500	5000	055	1700	5500	060	1850	6000	065	2000	6500
070	2150	7000	075	2300	7500	080	2450	8000	085	2600	8500
090	2750	9000	095	2900	9500	100	3050	10000	105	3200	10500
110	3350	11000	115	3500	11500	120	3650	12000	125	3800	12500
130	3950	13000	135	4100	13500	140	4250	14000	145	4400	14500
150	4550	15000	155	4700	15500	160	4900	16000	165	5050	16500
170	5200	17000	175	5350	17500	180	5500	18000	185	5650	18500
190	5800	19000	195	5950	19500	200	6100	20000	205	6250	20500
210	6400	21000	215	6550	21500	220	6700	22000	225	6850	22500
230	7000	23000	235	7150	23500	240	7300	24000	245	7450	24500
250	7600	25000	255	7750	25500	260	7900	26000	265	8100	26500
270	8250	27000	275	8400	27500	280	8550	28000	285	8700	28500
290	8850	29000				300	9150	30000			
310	9450	31000				320	9750	32000			
330	10050	33000				340	10350	34000			
350	10650	35000				360	10950	36000			
370	11300	37000				380	11600	38000			
390	11900	39000				400	12200	40000			
410	12500	41000				430	13100	43000			

450	13700	45000				470	14350	47000			
490	14950	49000				510	15550	51000			
etc.	etc.	etc.				etc.	etc.	etc.			

Veicot VFR lidojumu nekontrolējamā gaisa telpā, nav nepieciešams uzturēt divpusējus sakarus ar attiecīgo GSV vienību, taču drošības nolūkos, lai veiktu sakarus ar citiem gaisa telpā esošajiem nekontrolējamiem GK, ir ieteicams uzmanīt frekvenci 123.950 MHz, kā arī raidīt šajā frekvencē informāciju par savu atrašanās vietu un nolūkiem. Ja ir plānots veikt VFR lidojumu ATZ tipa gaisa telpas daļā (plānota GK pacelšanās, nosēšanās vai plānots lidojuma laikā šķērsot ATZ zonu), pilotam pastāvīgi ir jāuzmana gaiss-gaiss komunikācijas frekvencē 123.950 MHz vismaz 10 minūtes pirms ATZ zonā esošā lidlauka sasniegšanas vai zonas šķērsošanas gadījumā lai saņemtu informāciju par gaisa transporta situāciju, kā arī lai paziņotu citiem gaisa telpas lietotājiem sekojošu informāciju:

- ielidojošie GK:
 - GK atrašanās vieta un augstums, turpmākie nolūki- vismaz 3 minūtes pirms ielidošanas vai 10 km (5 NM) attālumā no lidlauka;
 - skrejceļa indikatoru, kuru izmantos lai veiktu nosēšanos;
 - brīdi, kas GK atbrīvo skrejceļu.
- izlidojošie GK
 - pacelšanās nolūkus;
 - skrejceļa numuru, ko izmantos, lai veiktu pacelšanos;
 - plānoto lidojuma virzienu un augstumu vai riņķošanu.

Instrumentālo lidojumu noteikumi ir raksturoti ICAO Annex 2 5.1 paragrāfā. Vispārīgi tie nosaka GK tehniskā aprīkojuma, lidojuma augstuma, kā arī pārejas no IFR uz VFR kritērijus. Visiem GK, kas veic IFR lidojumus, ir jābūt aprīkoti ar attiecīgajai gaisa telpas klasei atbilstošu navigācijas un GK pilotāžas aprīkojumu. Ja vien tas nav nepieciešams, lai veiktu nosēšanos vai pacelšanos, kā arī izņemot gadījumus, kad ir saņemta speciāla atļauja rīkoties citādi, nav atļauts veikt IFR lidojumus zemāk par noteikto minimālo lidojuma augstumu. Minimālais lidojuma augstums parasti tiek noteikts, ņemot vērā augstākā virszemes šķēršļa augstumu un pieskaitot tam 300 m (100ft) drošības intervālu. Šis augstums ir jāievēro vismaz 8 km attālumā no konkrētā virszemes šķēršļa. Lai veiktu lidojuma maiņu no IFR uz VFR lidojuma

laikā, ja iepriekš ir pieteikts lidojuma plans, GK ekipāžai ir jāinformē atbilstošā ATS vienība par lidojuma noteikumu maiņu. Attiecīgi, ja laikapstākļi ir atbilstoši, šī ATS vienība apstiprinās maiņu un veiks izmaiņas esošajā lidojuma plānā.

Veicot IFR lidojumu Rīgas LIR kontrolējamā gaisa telpā, GK ir jādarbojas saskaņā ar ICAO Annex 2 3.6 paragrāfu, ja vien Latvijas Republikas AIP nenosaka citus noteikumus. Pirms lidojuma veikšanas ir nepieciešams iesniegt atbilstošu lidojuma plānu, kurā informācija ir sniegta atbilstoši prasībām. Lidojums ir jāveic augstumos, kas ir noteikti pēc ICAO standartiem un kas ir apkopoti ICAO Annex 2 Appendix 3 GK lidojumu augstumu tabulā atbilstoši to lidojuma noteikumiem. Ja IFR lidojums tiek veikts nekontrolējamā gaisa telpas daļā, piemēram, Rīgas LIR gadījumā "G" tipa gaisa telpā, Latvijas CAA ir noteikusi, ka IFR lidojumus nedrīkst veikt augstumos, kas ir zemāki par 4 500 pēdām MSL. Lai uzturētu gaisa-zeme sakarus un lai drošības apsvērumu dēļ GK varētu uzraudzīt atbilstošo komunikāciju kanālu jeb frekvenci, ir nepieciešams piemērots komunikāciju aprīkojums.

Tālvadības gaisa kuģu darbības procedūras Rīgas lidojumu informācijas rajona kontrolējamā gaisa telpā

Saskaņā ar vizuālo lidojumu noteikumiem, kas raksturoti Čikāgas Konvencijas 2. pielikumā, VFR lidojumiem ārpus speciāli norobežotām zonām un neapdzīvotās vietās ir jāievēro vismaz 500 pēdu intervāls no zemes līmeņa, izņemot gaisa telpas daļā virs ūdens. Lidojot virs apdzīvotām vietām, pilsētām, vietām, kur pulcējas cilvēki ir jāievēro 1000 pēdu intervāls no augstākā šķēršļa 2000 pēdu radiusā. Ņemot vērā šo 500 pēdu noteikumu, lai neradītu risku pilotu vadāmiem VFR lidojumiem, TGK nevajadzētu lidot virs 500 pēdu augstumam, ja tam nav derīga lidojuma plāna un ja lidaparāts nav aprīkots ar SSR retranslatoru. Ir iespējami gadījumi, kad VFR pilotu vadāms GK lido tieši 500 pēdu augstumā virs zemes, tad TGK darbība šādā pašā augstumā nebūtu pieļaujama. Drošības apsvērumu dēļ būtu jānodrošina bufera zona, lai iepriekš minētajā gadījumā novērstu iespējamās sadursmes starp pilotu vadāmiem un neidentificētiem TGK lidojumiem. Rezultātā augšējā gaisa telpas robeža TGK bez lidojuma plāna, SSR retranslatora un bez sakariem ar attiecīgo GSV vienību, nedrīkstētu pārsniegt 400 pēdas virs zemes līmeņa, kur būtu piemērota 100 pēdu bufera zona Saskaņā ar ICAO Doc9574 "Manual on Implementation of a 300m (1000 ft) Vertical Separation Minimum Between Flight Levels" altimetrijas sistēmas kļūda (Altimetry System Error- ASE) nedrīkst pārsniegt ±80ft. Šī

tolerances vērtībā ir noapaļota līdz tuvākajiem simtem, iegūstot 100 pēdu bufera zonu. Mazākais augstums šādiem lidojumiem ir atkarīgs no operatora izvēles, bet visā lidojuma laikā lidaparātam jābūt brīvam no šķēršļiem, tas nedrīkst radīt risku apkārt esošajām ēkām, būvēm, cilvēkiem, kā arī jābūt drošā attālumā no speciāli norobežotām zonām. Nekontrolējamā gaisa telpā (Rīgas LIR tā ir G klases gaisa telpa) līdz 400 pēdu augstumam būtu nepieciešams ieviest arī ātruma ierobežojumus TGK darbībai, lai citi gaisa telpas lietotāji varētu adekvāti noreagēt, ieraugot šādu lidaparātu gaisā, kā arī lai uzlabotu TGK manevrēšanu. Šis ātruma ierobežojums varētu būt 50 mezgli gaisa telpas daļā no zemes līmeņa līdz 400 pēdu augstumam.

Minimālo sektora augstumu (MSeA) var noteikt kā augšējo robežu TGK lidojumiem ar lidojumam derīgu un apstiprinātu lidojuma plānu un sakaru nodibināšanu ar GSV vienību. Ņemot vērā to, ka Rīgas LIR IFR lidojumi ir aizliegti zemāk par 4500 pēdām, tad attiecīgi zemākos augstumos ir iespējams lidot tikai saskaņā ar VFR noteikumiem. Avārijas situācijā pilotu vadāmie GK var nolaisties līdz MSeA augstumam. Šī iemesla dēļ būtu jānosaka arī bufera zona, kas nodrošinātu intervālu starp avārijas situācijā esošajiem GK, kam ir prioritāte gaisa telpas izmantošanā. ICAO dokumentā PANS-ATM dokumentā Doc4444 ir teikts, ka īslaicīgi, ja situācijā nepieciešams, ir iespējams ierasto 1000 pēdu vertikālā intervāla vietā izmantot 500 pēdu intervālu. Sekojoši-

augstākais darbības augstums šādiem TGK= MSeA-500ft

Lidojumiem augstumos no 400 pēdām līdz MSeA ir nepieciešams informēt GSV par plānotajām darbībām. Informācija būtu jānodod, izmantojot NOTAM ziņojumu (Notice to Airman), lai visu GK epipāžas, kas veic lidojumus Rīgas LIR nekontrolējamajā gaisa telpā bez lidojuma plāna, būtu informēti par TGKS darbību. Ziņojumā būtu jāiekļauj informācija par TGK plānoto maršrutu, darbības zonu, augstumu un ātrumu. Ir neliela atšķirība noteikumos, kas saistīta ar TGK maksimālo pacelšanās svaru. Ja lidaparāta MTOW ir līdz 2.5 kilogramiem, tad tā IAS nedrīkstētu pārsniegt 50 mezglus, darbojoties jebkurā augstumā. Ja tomēr ir plānots pārsniegt šo ātrumu, tad lidaparātam būtu jāievēro visi noteikumi, kas attiecināmi uz lidaparātiem ar MTOW virs 2.5 kilogramiem.

Ja TGK MTOW pārsniedz 2.5 kilogramus, tad papildus NOTAM ziņojumam ir nepieciešams arī sekundārās radiolokācijas (SSR) retranslators. SSR Mode A dod GK identifikācijas informāciju (četrus ciparus identifikācijas kodu, kas vēlāk tiek asociēts ar attiecīgā

lidojuma plānu), Mode C režīms sniedz informāciju par GK augstumu atbilstoši Eurocontrol prasībām, bet Mode S retranslatora režīmā GK tiek dots unikāls identifikācijas kods, kurš tiek izmantots visos lidojumos, kā arī ir vēl citas priekšrocības, salīdzinot ar A un C režīmiem.

Ja TGK ir aprīkots ar SSR retranslatoru, tad tas tiks attēlots arī uz GSV dispečeru radaru ekrāniem, tādējādi GSV dispečeri spēs sniegt lidojumam nepieciešamo servisu. SSR Mode A identifikācijas kods dod iespēju asociēt SSR atzīmi, kas attēlota uz radara, ar attiecīgā lidojuma plānu. Neskaitot SSR retranslatoru un lidojuma plānu, kā jau iepriekš tas tika minēts, šajā kategorijā, lidaparātiem ar MTOW virs 2.5 kilogramiem ir nepieciešams arī informēt citus gaisa telpas lietotājus par konkrēto lidojumu. Tas tiek veikts ar NOTAM ziņojuma palīdzību.

NOTAM ir īss ziņojums, kurā ir iekļauta svarīga informācija par specifiskām aktivitātēm, radiobāku, komunikāciju līdzekļu stāvokli vai darba procedūrām. Visiem TGK, kas darbojas G klases gaisa telpā augstumā virs 400 pēdām, būtu nepieciešams iesniegt NOTAM ziņojumu. Ir nepieciešams informēt citus gaisa telpas lietotājus par lidaparāta aktivitāšu vietu, lai arī atvieglotu glābšanas un meklēšanas darbus īpašās nestandarta situācijās, kas iepriekš nav paredzamas. Procedūras TGK lidojumiem ir apkopotas 2.10 tabulā.

2.10. tabula

Iespējamie noteikumi BLAS izmantošanai Rīgas LIR dažādās gaisa telpas daļās [19.]

Augstums	TGK maksimālais MTOW	
	2.5kg un mazāk	Virs 2.5kg
zeme - 400ft	- mazākais lidojuma augstums ir atkarīgs no TGKS operatora izvēles, bet lidaparātam ir jābūt brīvam no šķēršļiem visā lidojuma laikā, kā arī nedrīkst apdraudēt cilvēku dzīvību, īpašumu, transporta līdzekļus vai dabu; - maksimālais IAS (inducētais GK ātrums) max 50kts	
400 pēdas - (MSeA- 500 pēdas)	- maksimālais IAS 50 mezgli; - nepieciešams NOTAM ziņojums, iekļaujot darbības zonu, augstumu, lidaparāta MTOW un maksimālo IAS	- nepieciešams NOTAM ziņojums, iekļaujot darbības zonu, augstumu, lidaparāta MTOW un maksimālo IAS; -nepieciešams sekundārās

		radiolokācijas radara (SSR) retranslators (A/C/S režīmi) - nepieciešams lidojuma plāns
virs (MSeA-500 pēdas)	- nepieciešams NOTAM ziņojums, iekļaujot darbības zonu, augstumu, lidaparāta MTOW un maksimālo IAS - nepieciešams sekundārās radiolokācijas radara (SSR) retranslators (A/C/S režīmi) - nepieciešams lidojuma plāns	

Lidojumiem, kas plānoti augstumos virs MSeA-500 pēdām, ir jānotiek saskaņā ar noteikumiem, kas piemērojami TGK ar MTOW virs 2.5 kilogramiem augstumos virs 400 pēdām.

Lidojuma plāna pieskaņošana TGK darbībai Rīgas LIR

2.1.4. Lidojuma plāna ICAO formāta raksturojums

Lidojuma plāns ir dokuments, kuru aizpildījis pilots vai lidojumu dispečers pirms lidojuma veikšanas. Dokumentā ir norādīts plānotais maršruts vai tā daļa, un tā formāts ir parādīts ICAO PANS-ATM (Gaisa satiksmes menedžments) dokumentā Doc4444. Lidojuma plānā būtībā ir iekļauta visa informācija par izmantojamo GK, iekļaujot tā tipu un aprīkojumu, plānoto maršrutu, augstumus un lidojuma ātrumu, kā arī izlidošanas lidostu un galamērķi. Visi lidojuma plāni tiek aizpildīti, izmantojot vienotu standarta formātu, lai būtu vieglāk un ātrāk vēlāk izmantot tajā sniegtās ziņas.

Lidojuma plāns sastāv no 19 vienībām, kur katra no tām tiek aizpildīta specifiskā veidā. Visu vienību saraksts ir sekojošs:

- (7) GK identifikācija (Aircraft identification);
- (8) Lidojuma noteikumi un lidojuma tips (Flight rules and type of flight);
- (9) GK skaits un tips (Number and type of aircraft);
- (10) GK aprīkojums (Aircraft equipment);
- (13) Izlidošanas lidlauks un laiks (Departure aerodrome and time);
- (14) Maršruts (Route);
- (16) Galamērķa lidlauks un kopējais lidojumā pavadītais laiks (Estimated elapsed time),

galamērķa rezerves lidlauks(i) (Destination aerodrome and total elapsed time, destination alternate aerodrome(s));

(18) Cita informācija (Other information);

(19) Papildinformācija (Supplementary information).

Iekavās ir norādīts numurs, kurai vienībai no 19 informācija atbilst. Pirmās sešas vienības tiek aizpildītas automātiski, raksturojot iestādi, kas lidojuma plānu ir pieņēmusi. Šeit tiek norādīts arī iestādes autorizācijas kods, lidojuma plāna pieņemšanas laiks un datums.

2.1.5. Lidojuma plānā iekļautās informācijas īss apraksts

(7) GK identifikācija (maksimums 7 zīmes)

GK identifikācijas kods sastāv maksimāli no 7 zīmēm. Tas ir kods, kurš tiek piešķirts katram GK individuāli un kurš tiks izmantots lidojuma laikā. Tas sastāv tikai no burtiem vai burtiem un cipariem, neizmantojot kādus citus simbolus:

ICAO aviokompānijas trīs burtu apzīmējums, kam seko konkrēta reisa numurs (piemēram, BTI1M1, ART125, MTL61);

GK reģistrācijas numurs (piemēram, YLCAA, CGAJS)

(8) Lidojuma noteikumi un lidojuma tips

Lidojuma noteikumu laukā var izmantot sekojošus burtus:

- I viss lidojums tiks veikts saskaņā ar IFR noteikumiem;
- V viss lidojums tiks veikts saskaņā ar VFR noteikumiem;
- Y sākumā lidojums tiks veikts saskaņā ar IFR noteikumiem, kam sekos lidojuma noteikumu maiņa;
- Z sākumā lidojums tiks veikts saskaņā ar VFR noteikumiem, kam sekos lidojuma noteikumu maiņa.

Lidojuma plāna 15. vienībā ir jānorāda, kurā punktā ir plānota lidojuma noteikumu maiņa.

Lidojuma tipa laukā var izmantot sekojošus burtus:

- S lidojums pēc grafika (scheduled air service)
- N lidojums ne pēc grafika (non-scheduled air transport operation)
- G vispārējā aviācija (general aviation)
- M militārais (military)

X cita kategorija (other than any of the defined categories above).

Ja šajā laukā ir norādīts X burts, tad plāna 18. laukā lidojuma tips ir jāprecizē, izmantojot indikatoru STS. Ja ir nepieciešams apzīmēt vēl kādu citu iemeslu specifiskai darbībai, tad šis iemesls arī ir jānorāda 18. laukā, izmantojot RMK indikatoru.

(9) GK skaits un tips, turbulences kategorija

Lidojumā izmantojamo GK skaits ir jānorāda ar vienu vai diviem cipariem.

Lidojuma tips ir rakstāms, izmantojot 2 līdz 4 zīmes. Pareizo GK tipa apzīmējumu ir jāizvēlas saskaņā ar ICAO dokumentu Doc 8643 Gaisa kuģu tipu apzīmējumi (Aircraft Type Designators). Ja konkrētajām GK tipam nav noteikta apzīmējuma vai gadījumos, kad lidojumā piedalās vairāki GK un to tipi ir dažādi, tad 18. laukā ir jānorāda kods ZZZZ un aiz tā ir jānorāda iesaistīto GK tipi vai tips. 18. laukā šo informācija raksta, izmantojot TYP/ apzīmējumu.

GK turbulences kategoriju uzrāda ar vienu ciparu. Sekojošas kategorijas tiek lietotas:

S SUPER SMAGS (SUPER HEAVY) (GK maksimālā sertificētā pacelšanās masa ir 145 000kg vai vairāk)

H SMAGS (HEAVY) (GK maksimālā sertificētā pacelšanās masa ir vienāda ar vai lielāka par 136 000 kg, bet mazāka par 145 000 kg)

M VIDĒJS (MEDIUM) (GK maksimālā sertificētā pacelšanās masa ir mazāka par 136 000 kg, bet lielāka par 7 000 kg)

L VIEGLS (GK maksimālā sertificētā pacelšanās masa ir 7 000 kg vai mazāka)

(10) aprīkojums un spējas

GK spējas ietver sekojošus elementus:

- a) attiecīga aprīkojuma esamība uz GK borta, kam nepieciešama apkope;
- b) aprīkojuma spējas, kas saistītas ar GK apkalpes kvalifikāciju;
- c) kur nepieciešams, apstiprinājums no atbilstošas iestādes.

Pastāv divas galvenās aprīkojuma grupas- komunikāciju, navigācijas un tuvošanās līdzekļu aprīkojums.

Radio komunikāciju, navigācijas un tuvošanās līdzekļu aprīkojums un spējas

N lidojuma laikā GK nav COM/NAV/approach borta aprīkojuma vai arī tas nav lidojumam derīgs;

S GK ir standarta COM/NAV/approach aprīkojums un tas ir lidojumam derīgs (Standarta aprīkojumā ietilpst VHF RTF sakari, VOR un ILS, ja atbildīgā ATS iestāde nav lēmusi citādi)

Plašākai informācijai par aprīkojumu ir iespējams izmantot burtus un to nozīmes, kas attēlotas 2.11. tabulā.

2.11. tabula

Radio komunikāciju, navigācijas un tuvošanās līdzekļu aprīkojuma un spēju attēlošana lidojuma plānā [19.]

A	GBAS nosēšanās sistēma	J6	CPDLC FANS 1/A SATCOM (MTSAT)
B	LPV (APV ar SBAS)	J7	CPDLC FANS 1/A SATCOM (Iridium)
C	LORAN C	K	MLS
D	DME	L	ILS
E1	FMC WPR ACARS	M1	ATC RTF SATCOM (INMARSAT)
E2	D-FIS ACARS	M2	ATC RTF (MTSAT)
F	PDC ACARS	M3	ATC RTF (Iridium)
G	ADF	O	VOR
H	HF RTF	P1-P9	Rezervēts priekš RCP
I	Inerciālā navigācija	R	PBN apstiprināts
J1	CPDLC ATN VDL Mode 2	T	TACAN
J2	CPDLC FANS 1/A HF DL	U	UHF RTF

J3	CPDLC FANS 1/A VDL Mode 4	V	VHF RTF
J4	CPDLC FANS 1/A VDL Mode 2	W	RVSM apstiprināts
J5	CPDLC FANS 1/A FANS 1/A SATCOM (INMARSAT)	X	MNPS apstiprināts
Z	Cits aprīkojums vai citas spējas	Y	VHF ar 8.33 kHz kanālu soli

* Ja ir izmantots G burts, tad lidojuma plāna 18. laukā ir jānorāda ārējais GNSS avots aiz indikatora NAV/ .

* Ja ir izmantots R burts, tad lidojuma plāna 18. laukā ir jānorāda PBN navigācijas līmeņi aiz indikatora PBN/ .

* Ja ir izmantots Z burts, tad cits GK aprīkojums vai tā spējas ir jānorāda 18. laukā aiz indikatora COM/ , NAV/ vai DAT atkarībā no aprīkojuma pielietojuma.

Novērošanas aprīkojums un spējas

Ja netiek izmantots novērošanas aprīkojums vai ja tas nav lidojumam derīgs, tad ir jāraksta burt N. Gadījumā, ja šāds aprīkojums ir, tad tas ir jāprecizē, izmantojot speciālas nozīmes burtus (maksimums 20 zīmes). Apzīmējumi, kas nav iekļauti 2.12 tabulā, ir rezervēti.

2.12. tabula

Novērošanas aprīkojuma un spēju attēlošana lidojuma plānā [19.]

	Sekundārās radiolokācijas radara (SSR) retranslators	Apraksts
SSR Mode A and C		
A	A	4 cipari (4096 identifikācijas kodi)
C	A	4 cipari (4096 identifikācijas kodi) and Mode C (spiediena augstums)

SSR Mode S		
E	Mode S	Ieskaitot GK identifikāciju, spiediena augstumu (ADS-B) iespējas
H	Mode S	Ieskaitot GK identifikāciju, spiediena augstumu un uzlabotās novērošanas spējas
I	Mode S	Ieskaitot GK identifikāciju, bet bez spiediena augstuma spējām
L	Mode S	Ieskaitot GK identifikāciju, spiediena augstumu, ārējo „troksni” (ADS-B) un uzlabotās novērošanas spējām
P	Mode S	Ieskaitot barometriskā augstuma informāciju, bet ne GK identifikāciju
S	Mode S	Ieskaitot gan barometriskā augstuma, gan GK identifikācijas informāciju
X	Mode S	Bez barometriskā augstuma un GK identifikācijas informācijas
ADS-B		
B1	ADS-B	Ar 1090 MHz ADS-B “ārā” spējām
B2	ADS-B	Ar 1090 MHz ADS-B “ārā” un “iekšā” spējām
U1	ADS-B	“ārā” spējas, izmantojot UAT
U2	ADS-B	“ārā” un “iekšā” spējas, izmantojot UAT
V1	ADS-B	“ārā” spējas, izmantojot VDL Mode 4
V2	ADS-B	“ārā” un “iekšā” spējas, izmantojot VDL Mode 4
ADS-C		
D1	ADS-C	Ar FANS 1/A spējām
G1		ADS-C ar ATN spējām

(13) izlidošanas lidlauks un laiks

Lai parādītu izlidošanas lidlauku, ir jāizmanto ICAO atrašanās vietu indikators

attiecīgajam izlidošanas lidlaukam, kas ir iekļauts ICAO dokumentā Doc7910 “Atrašanās vietu indikatori” (Location Indicators). Gadījumā, ja vietai nav noteikta indikators, tad lidojuma plānā šajā lauciņā ir jāraksta ZZZZ kods. Tālāk šādā gadījumā 18. laukā aiz koda DEP/ ir jānorāda izlidošanas lidlauka nosaukums un atrašanās vieta.

Gadījumos, kas lidojuma plāns ir saņemts no GK, kas tā iesniegšanas brīdī atradās gaisā, ir jānorāda kods AFIL un 18. laukā, kas ir SPECIFY lauks, ir jānorāda čertu burtu ICAO kods, kas apzīmētu to GSV vienību, kas pieņēma konkrēto lidojuma plānu. Šī informācija ir jānorāda ar koda DEP/.

Pēc tam aiz izlidošanas lidlauka koda bez atstarpes ir jāraksta EOBT (Estimated off-block time). Ja lidojuma plāns ir saņemts no GK, kas iesniegšanas laikā atradies gaisā, tad ir jānorāda faktiskais vai aprēķinātais laiks, kad GK sasniegs lidojuma plāna maršrutā pirmo norādīto navigācijas punktu.

(15) maršruts

Šajā laukā tiek norādīta visa informācija par plānoto lidojuma maršrutu, par to, kā tas sekos no izlidošanas lidostas līdz galamērķim, arī norādot kreisēšanas ātrumus un augstumus.

Kreisēšanas ātrums (līdz 5 zīmēm)

Pavisam ir iespējams izmantot piecas zīmes, lai izteiktu lidojuma ātrumu. Lidojuma plānā ātrums tiek dots kā lidojuma patiesais ātrums. To var izteikt sekojošos veidos:

- kilometros stundā, norādot K burtu, kam seko 4 zīmes (piemēram, K0830 nozīmē, ka attiecīgo lidojuma daļu ir plānots veikt ar ātrumu 830km/h);
- mezglos, norādot N burtu, kam seko 4 zīmes (piemēram, N0485 nozīmē, ka attiecīgo lidojuma daļu ir plānots veikt ar ātrumu 485 mezglī);
- Patiesais M skaitlis (True Mach Number), ja tādas ir prasības un ja tā ir noteikusi atbilstoša ATS iestāde. Šī vērtība tiek noapaļota līdz tuvākajai M-skaitļa vērtības simtdaļai un tiek attēlota ar M burtu, kam seko 3 cipari. (piemēram, M082).

Kreisēšanas augstums (līdz 5 zīmēm)

Šī vērtība norāda, kādā augstumā tiks veikts slidojums vai tā daļa. Kreisēšanas ātrumu var izteikt sekojoši:

- Lidojuma līmenis jeb ešelons, rakstot F burtu, kam seko 3 cipari (piemēram, F085, F330);

- Standarta metriskais lidojuma līmenis, kas izteikts metru desmitos, norādot S burtu, kam seko 4 cipari, ja tā noteikusi atbilstoša ATS iestāde (piemēram, S1130 jeb metriskais lidojuma līmenis 11300 metri);
- Augstums pēdu simtos, norādot A burtu (Altitude), kam seko 3 cipari (piemēram, A045 nozīmē 4500 pēdas);
- VFR, ja lidojumu plānots veikt nekontrolējamā gaisa telpas daļā saskaņā ar vizuālo lidojumu noteikumiem.

Plānotais liduma maršruts

Šajā laukumā tiek iekļautas arī ziņas par ātruma, augstuma un/vai lidojuma noteikumu izmaiņām, ja nepieciešams. Ir divi varianti, kā šo lauku aizpildīt. Ja izlidošanas lidlauks atrodas uz kādas ATS trases (ATS route) vai ir ar to savienots, tad ir jānorāda sākumā šīs trases indikators. Ja izlidošanas lidlauks neatrodas uz šādas trases un nav ar to savienots, tad sākumā ir jāraksta DCT un tad navigācijas punktu, kurā lidojuma maršruts savienosies ar kādu gaisa trasi. Jebkādas ātruma, augstuma vai lidojuma noteikumu izmaiņas ir jānorāda, paredzētajās izmaiņu vietās norādot attiecīgo simbolu un vērtību.

Lidojuma trases nosaukums sastāv no 2 līdz 7 zīmēm un kodēta apzīmējuma, kas norāda uz gaisa trasi vai trases daļu, standarta izlidošanas vai ielidošanas ceļu (piemēram, UM846, KODAP2A, B1).

Nozīmīgie navigācijas punkti tiek apzīmēti, izmantojot 2 līdz 11 zīmes. Kodētais apzīmējums sastāv no 2 līdz 5 burtiem, un tas tiek veltīts vienam konkrētam punktam. (Piemēram, UM, MAY, ORVIX).

Ja punktam nav speciāla apzīmējuma, tad ir trīs iespējas, kā nosaukt attiecīgo punktu:

- izmantojot tikai vērtības, kas izteiktas grādos, ar 7 zīmēm (2 Ziemeļiem (N) vai Dienvidiem (S)) un 4 Austrumiem (A) vai Rietumiem (W)). (Piemēram, 46N078W);
- izmantojot grādus un minūtes ar 11 zīmēm (4 Ziemeļiem (N) vai Dienvidiem (S) un 5 Austrumiem (E) vai Rietumiem (W)). (Piemēram, 4620N07805W);
- izmantojot radiālu un distanci no references punkta. Šajā gadījumā radiāls (magnētiskais) ir izteikts ar 3 cipariem un distance arī ar 3 cipariem. (Piemēram, RIA180040)

(16) galamērķa lidlauks un kopējais lidojumā pavadītais laiks, galamērķa rezerves lidlauks vai lidlauki

Šajā laukā iespējamais maksimums 8 zīmes. Lai nosauktu konkrētās vietas, lidostas, tiek

izmantoti ICAO četru burtu indikatori, kas ir publicēti ICAO dokumentā Doc7910 “Atrašanās vietu indikatori” (Location Indicators). Ja šāds indikators vietai nav piešķirts, laukā ir jānorāda kods ZZZZ, un lidojuma plāna 18. laukā ir jānorāda konkrēta lidlauka vieta, izmantojot kodu DEST/. Pēc tam kopējais lidojumā pavadītais laiks ir jāraksta bez atstarpes/ Katram lidojumam ir jābūt arī galamērķa rezerves lidlaukam, kura indikatoram arī ir jābūt saskaņā ar ICAO dokumentu Doc7910. Ja ir izvēlēti vairāki rezerves lidlauki, starp indikatoriem ir jābūt atstarpei. Ja šāda koda lidlaukam nav, tad attiecīgajā vietā ir jānorāda ZZZZ, un plāna 18. laukā jāprecizē informācija, izmantojot kodu ALTN/.

(18) Cita informācija

Šajā laukā būtu jāizmanto tikai domuzīmes un slīpsvītras. Ja citu informāciju nav nepeicišams norādīts, tad attiecīgajā vietā ir jānorāda nulle (0). Ir nepieciešami speciālos indikatorus, kurus pieņēmusi ICAO, citādi lidojuma plānu tā pieņemšanas un apstrādes laikā var noraidīt. Visi indikatori un to nozīmes ir apvienoti ICAO PANS/ATM dokumenta Doc4444 2. Pielikumā. Šeit ir daži piemēri:

STS/ Reason for special handling by ATS (glābšanas un meklēšanas misija)

PBN/ RNAV un/vai RNP spēju indikācija

NAV/ Īpaša informācija, kas saistīta ar navigācijas aprīkojumu, izņemot PBN/ , kā tonoteikusi atbilstoša ATS iestāde.

COM/ Norāda speciāla komunikāciju aprīkojuma vai spēju pielietošanu, kas netika minēts 10. lauka punktā a).

DAT/ Norāda speciāla datu aprīkojuma vai spēju pielietošanu, kas netika minēts 10. lauka punktā a).

SUR/ Norāda speciāla novērošanas aprīkojuma vai spēju pielietošanu, kas netika minēts 10. lauka punktā b).

DEP/ Izlidošanas lidlauka nosaukums un atrašanās vieta, ja 13. laukā tika norādīts ZZZZ, vai arī gadījumā, ja tika pieņemts AFIL.

(19) Papildus informācija

Endurance (E/).

Šajā laukā ir iekļauta informācija, kas dod papildus ziņas par konkrēto lidojumu. Piemēram,

endurance, kas norāda laiku, cik ilgi konkrētais GK var būt gaisā ar tam esošo degvielas krājumu. Lidojuma plānā tas ir norādīts stundās un minūtēs kā četru ciparu grupu.

Personas uz borta (P/).

Tas ir kopējais personu skaits uz GK borta- pasažieri un apkalpe. Ja šis skaitlis nav zināms lidojuma plāna aizpildīšanas brīdī, tad tas ir jānorāda kā TBN/ (to be notified) jeb “tiks precizēts”.

Avārijas un glābšanas aprīkojums. Atkarībā no tā, virs kādas teritorijas lidojums tiks veikts, ir jāuzrāda zonai atbilstošs speciālais aprīkojums. Tas varētu noderēt ārkārtas sistuācijās gadījumā. Sekojoši indikatori ir iespējami:

R/ RADIO (RADIO)

U- UHF nav pieejams frekvencē 243.0 MHz, V- ja VHF nav pieejams frekvencē 121.5 MHz; E- ja ELT nav pieejams.

S/ IZDZĪVOŠANAS APRĪKOJUMS (SURVIVAL EQUIPMENT)

Visi indikatori šajā laukā būtu jāizsvītro, ja GK nav nekāda avārijas glābšanas aprīkojuma. P- polārais izdzīvošanas aprīkojums nav pieejams, D- tuksneša, M- jūras, J- džungļu.

J/ GLĀBŠANAS VESTES (JACKETS)

Visi indikatori šajā laukā būtu jāizsvītro, ja GK glābšanas vestes nav pieejamas. L- glābšanas vestes, kas atrodas GK, nav aprīkotas ar gaismu. F- vestes nav gaismu atrarojošas. U vai V- lai parādītu glābšanas vestu radio iespējas, ja tādas ir (U- UHF, V- VHF)

D/ GLĀBŠANAS LAIVAS (DINGHIES)

D un C būtu jāizsvītro, ja glābšanas laivas nav pieejamas. Ja GK ir šāds aprīkojums, tad ir jānorāda vienību skaits, kā arī katras laivas ietilpība, pārsegi (C), ja laivas ir iespējams apsegt, pārklāt, kā arī būtu jānorāda glābšanas laivu krāsa.

A/ GK KRĀSA UN MARKĒJUMS (AIRCRAFT COLOR AND MARKINGS)

Šeit jānorāda GK krāsa, kā arī specifisks marķējums, ja tāds ir.

N/ PIEZĪMES (REMARKS)

N būtu jāizsvītro, ja piezīmju nav, vai arī jānorāda cits glābšanas aprīkojums, kad ir pieejams. Ja papildus ziņas par iepriekš minēto aprīkojumu, tad tās ir jāprecizē šajā laukā.

C/ PILOTS (PILOT)

Šeit būtu jānorāda pilota vārds.

2.1.6. TGKS lidojuma plāna iespējamais formāts

ICAO iesaka, lai TGKS darbības procedūras ievērojami neietekmētu jau esošās pilotu vadāmo GK procedūras. Šī iemesla dēļ TGKS lidojuma plāna formātam arī būtu jābūt tādām, kādu noteikusi ICAO un raksturojusi PANS-ATM dokumenta Doc4444 2. Pielikumā. Bet tā kā TGKS ir vērā ņemamas atšķirības, darbības specifika, tad būtu nepieciešams veikt nelielas korekcijas jau esošā lidojuma plāna formātā.

Šajā nodaļā ir apskatīts, kādas izmaiņas būtu nepieciešams ieviest, lai iegūtu piemērotāko variantu, kurš būtu gan viegli lietojams, gan arī sniegtu pietiekamu informāciju drošu lidojumu veikšanai.

Item 3- ziņojuma tips (message type)

FPL- lidojuma plāns (flight plan)

NFPL- notification flight plan

Item 7- GK identifikācija (aircraft identification)

Parasti GK identifikācijas laukā tiek uzrādīts ICAO apzīmējums, kas var būt GK sauklis (call sign), kas tiek izmantots arī radio sakaros, var būt arī GK reģistrācijas numurs vai cits apzīmējums. TGKS, kas tiek izmantotas oficiālos, publicētos lidojumos, ir jāreģistrē attiecīgā ATS iestādē saskaņā ar visām prasībām. Pirmkārt, katram lidaparātam ir jāiegūst apstiprināts reģistrācijas numurs, kas ir piecu elementu identifikācijas kods, kurš Latvijā reģistrētiem GK sākas ar YL, kur Y nozīmē, ka tas ir ziemeļaustrumu Eiropas GK, bet L- ka tas ir reģistrēts Latvijā. Šīs identifikācijas apzīmējums ir jālieto arī lidojuma plānā, ja netiek izmantots cits identifikators, piemēram, kurš norādītu piederību kādai aviokompānijai.

Klasiskais piemērs:

ABC389, where:

ABC- operatora apzīmējums

389- reisa numurs

TGKS piemērs:

RTU234

RTU- operatora apzīmējums

234- reisa numurs

Item 8- lidojuma noteikumi

Šeit tiek parādīti lidojuma noteikumi un lidojuma tips.

Pirmais burts:

I	IFR	S	scheduled
V	VFR	N	non-scheduled
Y	IFR mainās uz VFR	G	vispārējā gaisa satiksme
Z	VFR mainās uz IFR	M	militārais
X	cits		

Klasiskais piemērs:

ABC389- IN

I	IFR
N	non-scheduled

TGKS piemērs:

RTU235- UX

U	TGKS
X	cits

RTU235 ir šī lidojuma call sign. Tas sastāv no divām daļām- trīs burtu kombinācijas, kas norāda TGKS operatoru, un trīs ciparu kombināciju, kas norāda lidojuma numuru jeb reisa numuru.

Pašlaik lidojuma noteikumos ir iespējami četri varianti- I, V, Y uz Z. TGKS specifikas dēļ, šādu lidojumu kontroles un vadāmības dēļ neviens no iepriekš minētajiem variantiem īsti neatbilst. Lidaparāta vadīšana no distances nevar garantēt, ka tuvākā apkārtnē būs tā operatora redzeslokā visu laiku, pat gadījumos, ja lidaparāts atrodas operatora redzeslokā visu laiku. Šī iemesla dēļ ir neiespējami darboties saskaņā ar visiem noteikumiem, kas iekļauti Čikāgas Konvencijas 2. Pielikumā. Tāpat TGKS nevar darboties saskaņā ar IFR noteikumiem un

procedūrām. Tādēļ lidojuma plānā laukā, kur jānorāda lidojuma noteikumi, būtu derīgi norādīt, ka tas ir bezpilotu lidaparāts, tādā veidā uzsverot tā specifiku.

Lidojuma tipa laukā šeit ir lietots “X” burts, kas norāda, ka lidojums nav ne plānots lidojums pēc grafika, ne neplānots, ne arī militārais. Saskaņā ar noteikumiem, ja šajā laukā ir ierakstīts “X” burts, tad lidojuma plāna 18. laukā ir jāsniedz precīzāka informācija, kas sekotu aiz koda STS/.

Item 9- GK skaits, GK tips un turbulences kategorija

GK turbulences kategoriju, pirmkārt, nosaka tā maksimālais sertificētais pacelšanās svars. Ir iespējami sekojoši varianti:

- L līdz 7 000kg un ieskaitot
- M vairāk par 7 000kg, bet mazāk par 136 000kg
- H vairāk par 136 000kg, bet mazāk par 145 000kg
- J vairāk par 145 000kg

Klasiskais piemērs:

I/ A320/ M

1- lidojumā iesaistīts viens GK

A320- GK tips ir A320

M- vidējā turbulences kategorija

TGKS piemērs:

I/ ZZZZ/ L

1- lidojumā izmantots viens GK

ZZZZ- ICAO dokumentā Doc8643 nav norādīts šāds GK tips. Ja ZZZZ ir izmantots šajā laukā, tad lidojuma plāna 18. laukā ir jānorāda patiesais lidaparāta tips pēc koda TYP/. Lielākoties civilās aviācijas pārstāvji nepazīst TGKS tipus, turklāt šādu lidaparātu skaits un tipi aizvien pieaug, un katram ir savas īpašības. Lai sniegtu priekšstatu par konkrēto TGK tipu lidojuma plānā, lai ATS lietotājiem būtu vispārējas ziņas par to, plāna 18. laukā pēc koda TYP/ būtu jānorāda sekojoša informācija:

- TGKS tipa nosaukums
- maksimālais sertificētais pacelšanās svars;
- GK izmēri;
- maksimālais GK darbības augstums (maksimālais augstums pēdās);
- maksimālais ātrums (IAS, kts) mezglos.

Item 10 aprīkojums

Klasiskais piemērs:

SDFGIRWXY/LB1

S	standarta COM/NAV/tuvošanās aprīkojums (VHF RTF, VOR, ILS)
D	DME
F	ADF
G	GNSS
I	Inerciālā navigācija
R	PBN apstiprināts (performance-based navigation, 18. laukā PBN/)
W	RVSM apstiprināts
X	MNPS apstiprināts
Y	VHF ar 8.33 kHz kānālu soli
L	Mode S retranslators, ieskaitot GK identifikāciju, spiediena augstumu, u.c.
B1	ADS-B ar dedicated 1090 MHz ADS-B “ārā” iespēju

TGKS piemērs:

Lidojuma laikā lidaparātam ir jābūt iespējai ziņot tā atrašanās vietu, augstumu un ātrumu jebkurā brīdī, kad nepieciešams. Ja kāds no parametriem nav pieejams, tad šāds stāvoklis tiek uzskatīts par tehnisku problēmu. Nopietnākos gadījumos GK ir spiests nosēsties tuvākajā piemērotajā lidlaukā, lai tas neradītu briesmas citiem gaisa telpas lietotājiem, īpašumam, dabai vai citiem cilvēkiem. Ir noteiktas standarta procedūras, kuras ir jāņem vērā šādās ārkārtas situācijās. Iepriekš teiktais ir attiecināms arī uz TGKS. Normālai TGKS darbībai ārpus īpaši norobežotām gaisa telpas daļām ir nepieciešams šāds aprīkojums:

- nepārtrauktas komunikācijas starp TGK un tā operatoru (ne balss komunikācijas);

- ir jābūt sistēmai vai sistēmām, kas nodrošinātu nepārtrauktu operatora vadību un kontroli pār TGK tā lidojuma laikā. Kā arī operatoram ir jāzina, kādus manevrus TGK veic un ko plāno veikt. Parasti TGKS ir autopilots, kas nodrošina attiecīgos manevrus;
- visā lidojuma laikā lidaparāta augstumam un ātrumam ir jābūt zināmam;
- nopietnas sistēmas atteices, komunikāciju pārrāvuma vai operatora kontroles zuduma pār TGK gadījumos ir jābūt noteiktām procedūrām (atkarībā no lidaparāta un sistēmas kopumā tipa, kā arī no autopilota tipa), kā lidaparāts rīkosies.

Item 13 izlidošanas lidlauks

Klasiskais piemērs:

LTAI 0330

LTAI- ICAO kods Antālijas Starptautiskajai lidostai

0330- paredzētais izlidošanas laiks (UTC)

TGKS piemērs:

ZZZZ 0330

ZZZZ- izvēlētajam lidlaukam vai izlidošanas vietai nav oficiāla ICAO identifikatora, tādēļ ir jāizmanto šāds kods. Lai precizētu izvēlēto vietu, lidojuma plāna 18. laukā pēc koda DEP/ ir jānorāda informācija par to ģeogrāfisko koordināšu veidā. Parasti TGKS darbojas arī saskaņā ar NOTAM ziņojumu, tādēļ lidojuma plānā būtu jānorāda arī šī ziņojuma numurs.

0330- paredzētais izlidošanas laiks

Item 15- kreisēšanas ātrums, augstums un maršruts

Klasiskais piemērs:

N0436F360 EKSEN UA16 VADEN/K0817F360 N618 SOMOV/N0440F360 UY553 TIXIP
UL602 LALES UT247 DOBIL UL624 HDO UM748 RENDO/N0391F280 Q230 BEBEX T235
MITNI

N0436F360- sākotnējais ātrums 436 knots, FL360

EKSEN UA16- navigācijas punkts

ADEN/K0817F360- punktā ADEN ātrums 817km/h, FL360

N618- navigācijas punkts

SOMOV/N0440F360- punktā SOMOV ātrums mainās uz 440 mezgliem, FL360

UY553 TIXIP UL602 LALES UT247 DOBIL UL624 HDO UM748- navigācijas punkti

RENDON0391F280- punktā RENDON ātrums mainās uz 391 mezgliem, FL280

Q230 BEBEX T235 MITNI- navigācijas punkti

TGKS piemērs:

N0050A012 7014N01234E DCT 7023N01223E DCT 7023N 01234E

N0050A012- sākotnējais ātrums 50 mezgli, augstums 1200 pēdas

7014N01234E , 7023N01223E, 7023N 01234E- navigācijas punktu koordinātes

Item 16- galamērķa lidlauks, kopējais lidojumā pavadītais laiks un rezerves lidlauki

Klasiskais piemērs:

EDDP 0312 EDDT

EDDP- galamērķa lidosta (Berlin Schonefeld Airport)

0312- kopējais lidojumā pavadītais laiks

EDDT- rezerves lidlauks (Berlin Tegel Airport)

TGKS piemērs:

ZZZZ0100

ZZZZ- galamērķa lidlaukam nav noteikta ICAO indikatora, tādēļ šajā laukā ir jāraksta ZZZZ kods, bet lidojuma plāna 18. laukā pēc koda DEST/ ir jāprecizē izvēlēta vieta.

Item 18- cita informācija

Šajā laukā tiek norādīta informācija, kas netika minēta iepriekš, bet ir svarīga lidojuma

veikšanā. Ja kādā laukā iepriekš tika norādīts ZZZZ kods, tad šeit ir jādod attiecīgā koda skaidrojums, kas sekos pēc konkrētā jautājuma speciālā koda. Ir doti divi piemēri, kā šo lauku var aizpildīt- klasiskam pilotu vadāma GK lidojuma plānam un TGKS.

Klasiskais piemērs:

PBN/A1B2B3B4B5D1 NAV/GPS DOF/140430 REG/YLABC EET/LTBB0029 LBSR0058
LRBB0118 LHCC0149 LZBB0207 LKAA0218 EDUU0243 SEL/DFGH RVR/200 OPR/BCD
TALT/LTBS RMK/TCAS EQUIPPED)

PBN/A1B2B3B4B5D1- performance based navigation- RNAV specifikācijas

A1- RNAV 10 (RNP10)

B2- RNAV 5 visi atļautie sensori

B3- RNAV 5 GNSS

B4- RNAV 5 VOR/DME

B5- RNAV 5 INS or IRS

D1- RNAV 1 visi atļautie sensori

NAV/GPS- navigācijas aprīkojumā ir iekļauta GPS navigācija

DOF/140430- lidojuma datums 2014.gada 30. aprīlis

REG/YLABC- GK reģistrācijas numurs

EET/LTBB0029- paredzamais lidojumā pavadītais laiks (EET) lai sasniegtu LTBB (???) 29 minūtes

LBSR0058- EET lai sasniegtu LBSR (Sofijas LIR (FIR)) 58 minūtes

LRBB0118- EET lai sasniegtu LRBB (Bukarestes LIR) 1 hour 18 minūtes

LHCC0149- EET lai sasniegtu LHCC (Budapeštas LIR) 1 hour 49 minūtes

LZBB0207- EET lai sasniegtu LZBB (Bratislavas LIR) 2 hours 7 minūtes

LKAA0218- EET lai sasniegtu LKAA (Prāga) 2 stundas 18 minūtes

EDUU0243- EET lai sasniegtu EDUU (Vācija, Berlīne) 2 stundas 43 minūtes

SEL/DFGH- ja GK ir nepieciešamais aprīkojums, šeit būtu jābūt SELCAL (SSR Mode S Selective Call) kodam

RVR/200- RVR minimum ir 200 metri

OPR/BCD- GK operators ir BCD

TALT/LTBS- pārejas augstuma (transition altitude)

RMK/TCAS EQUIPPED- piezīmes- GK ir aprīkots ar TCAS (Traffic Collision Avoidance System)

TGKS piemērs:

NAV/GPS DDL DOF/140430 REG/YLRTU RMK/PHOTOFLIGHT)

NAV/GPS- svarīga navigācijas informācija, kas nav iekļauta PBN/ . GPS navigācija ir pieejama

DOF/140430- lidojuma datums ir 2014. gada 30. aprīlis

REG/YLRTU- GK reģistrācijas marķējums ir YLRTU

RMK/PHOTOFLIGHT- lidojuma mērķis- fotografēšanas lidojums

NOTAM ziņojuma formāta pieskaņošana tālvadības gaisa kuģu darbībai Rīgas lidojumu informācijas rajonā

2.1.7. NOTAM ziņojuma ICAO formāta raskturojums

Jau iepriekš tika minēts, ka TGKS ir specifiskas sistēmas ar īpašu darbības specifiku, tādēļ pašlaik izmantojamais NOTAM ziņojuma formāts būtu jāpielāgo, lai labāk informētu gan TGKS operatorus, gan arī citus gaisa telpas lietotājus. Bet vienalga pamatā ir jāatstāj jau esošais ICAO šī ziņojuma formāts.

Tālāk ir doti divu NOTAM ziņojumu piemēri par bepilotu lidaparātu darbību Lielbritānijā. Pirmajā ziņojumā ir teikts, ka 0.5 jūras jūdžu rādiusa attālumā no noteikta ģeogrāfiska punkta darbosies gaisa balons. Ģeogrāfiskā punkta koordinātes ir dotas ICAO standarta formātā. Gaisa balons darbosies augstumos no zemes līmeņa līdz 300 pēdām virs zemes līmeņa. NOTAM ziņojumā ir dots arī operatora telefona numurs, kā arī lidojuma datums.

Q) EGTQ/QWCLW/IV/M/AW/000/005/5105N00020W001

CAPTIVE UNMANNED HELIUM BALLOON WI 0.5NM RADIUS 510454N 0001948W

**(WARNHAM, HORSHAM). MAX HGT 300FT AGL. ON-SITE CTC, TEL 07968596417.
14-03-0311/AS 5.**

Otrajā piemērā ir dota informācija par bezpilotu lidaparāta darbību Lielbritānijā. Lidojums ir plānots 0.25 jūras jūdžu rādiusa attālumā no noteikta ģeogrāfiska punkta, kura koordinātes arī ir dotas. Iekavās ir norādīts izvēlētajās vietas nosaukums vai kādas tuvumā esošas ēkas nosaukums, lai citi lietotāji varētu labāk interpretēt sniegto informāciju. Lidojumu plānots veikt augstumos no zemes līdz 300 pēdām virs zemes. Tāpat kā iepriekšējā piemērā, ir dots operatora telefona numurs un lidojuma datums.

Q) EGT/WW/IV/BO/AW/000/004/5129N00009W001

**UNMANNED AERIAL SYSTEMS OPERATING WL 0.25NM RADIUS OF 512855N
0000841W (BATTERSEA POWER STATION, LONDON). MAX HGT 300FT AGL.
OPS CTC, TEL 07525 657199. 14-03-0117/AS 5.**

No šiem piemēriem ir redzams, ka pamata NOTAM ziņojuma formāts paliek nemainīgs. Brīvā angļu valodā, neizmantojot kodus, ir papildus norādīts TGK tips. Bet no otras puses norādot lidaparāta tipu, iespējams, nav īsti saprotams, kāds konkrētais lidaparāts izskatās un cik lielā mērā tas var radīt briesmas citiem GK.

Ir četras lietas, ko vajadzētu iekļaut NOTAM ziņojumā, kas precizētu informāciju par TGKS lidojumiem. Šeit būtu jāmin:

- konkrētā lidojuma datums un laiks, precizējot tā sākumu un beigas;
- izmantojamā lidaparāta tipu. Šajā laukā papildus būtu jānorāda lidaparāta maksimālais darbības augstums un maksimālais inducētais ātrums, lai būtu iespējams novērtēt risku, ko šis lidaparāts var radīt. Šeit ir pieņemts, ka TGK, kas spēj lidot ātrāk un augstāk, rada lielāku risku citiem;
- Zonu, kurā ir plānots veikt lidojumu. Ja TGK darbosies ārpus īpaši norobežotās zonas, bet ar lidojuma plānu un NOTAM ziņojumu, tad zona, kurā tas darbosies, jānorāda, izmantojot ģeogrāfiskās koordinātes. Ja tiek izmantots digitālais NOTAM ziņojums, tad šo informāciju varētu arī attēlot kartē labākai informācijas uztveršanai;
- TGKS operatora atrašanās vieta.

Nemot vērā visu iepriekš minēto informāciju, tālāk ir dots iespējamais NOTAM ziņojuma formāta apraksts, kas pielāgots TGKS darbībai Rīgas Lidojumu informācijas rajonā (LIR).

Šeit ir parādīts NOTAM ziņojums, kas bija izmantots darbībai Rīgas LIR.

EVRR- RIGA FIR

A0212/14 NOTAMN

Q) EVRR/QRDCA/IV/BO/W/095/250/5617N02003E034

A) EVRR B) 1404010700 C) 1404021000

D) DAILY 0700-1000

**E) TEMPORARY DANGER AREA FOR MILITARY EXERCISE ESTABLISHED
WITHIN LATERAL LIMITS: 560407N 0205739E, THEN ALONG THE COMMON
RIGA/VILNIUS FIR BOUNDARY TO 560619N 0202310E 562518N 0190632E- 562942N-
560407N 0205739E**

VERTICAL LIMITS: FL095 / FL250

ALL NONPARTICIPATING AIRCRAFT EXPECT ATC VECTORING.

F) FL095 G) FL250

Ziņojumā numur A0212 ir rakstīts, ka no 2014. gada 1. aprīļa līdz 2014. gada 2. aprīlim darbosies bīstamā zona, kas atrodas pie Latvijas un Lietuvas robežas un kuras ģeogrāfiskās koordinātes ir norādītas. Zona būs aktīva militārajām vajadzībām no 95. līdz 250. lidojumu līmenim.

Informācija ir attēlota, izmantojot standarta ICAO formātu- lauki no A līdz G. Tādēļ NOTAM ziņojumi, kas informēs par TGKS darbību Rīgas LIR, arī jāveido pēc šāda paša parauga. Īss ziņojuma apraksts un piemērs ir apskatīts nākamajos sadaļā.

2.1.8. NOTAM formāts TGKS lietotājiem Rīgas LIR

NOTAM ir īss ziņojums, kur citiem gaisa telpas lietotājiem tiek sniegta informācija par specifiskiem notikumiem noteiktajā gaisa telpā, LIR vai lidostā. Kad tas nepieciešams saskaņā ar gaisa telpu klasifikāciju un lidaparāta darbības veidu, TGKS operatoram vai citai atbildīgajai personai ir jāiesniedz aizpildīta NOTAM ziņojuma forma. Tekstam ir jābūt angļu valodā,

izmantojot speciālo frazeoloģiju, kodus vai brīvo tekstu.

Ziņojuma sākumā ir īss NOTAM iekļautās informācijas apraksts, un šeit ir astoņu dašādi lauki. Cits no cita šīde lauki ir atdalīti ar slīpsvītru (/). Labākais treksta uztverei visa tālākā ziņojumā ietvertā informācija ir arī atdalīta un prezentēta sekojošā formātā:

virs ziņojuma ir jānorāda, kurai gaisa telpai informācija ir attiecināma. Šajā gadījumā, šajā piemērā

NOTAM ir spēkā Rīgas LIR:

EVRR- RIGA FIR

- NOTAM sērijas numura standarta formāts ir viens burts un četri cipari. Pēc numura seko divi lauciņi, kur norādīt gadu, kurā konkrētais lidojums ir plānots

B0001/14

Q)

LIR apzīmējums ir norādīts, izmantojot ICAO indikatoru. Tā kā šis NOTAM ziņojums attiecas uz Rīgas LIR, tad būtu jāizmanto EVRR indikators.

EVRR- Rīgas Lidojumu informācijas rajons (Riga Flight Information Region)

NOTAM kods, kurš sastāv no pieciem burtiem. Pirmais burts parasti ir Q. Otrais un trešais burts nosaka ziņojuma tēmu. Ziņojuma iespējamās tēmas ir dotas PANS-ABS dokumentā Doc8400. Visi saīsinājumi tiek dalīti četrās grupās- lidlauki, gaisa satiksmes menedžments, komunikācijas, kā arī radiolokācijas un navigācijas brīdinājumi. Otrais burts norādīs grupu, kurai ziņojums pieder.

NOTAM ziņojumā izmantojamie saīsinājumi ir attēloti 2.13 tabulā.

NOTAM ziņojumā izmantotie saīsinājumi [25.]

Apzīmējums	Nozīme jeb atšifrējums
AGA- lidlauki (Aerodromes)	
L	Apgaismojums (lightning facilities)
M	Movement and landing area
F	Iespējas un servisi (facilities and services)
ATM- gaisa satiksmes menedžments (air traffic management)	
A	Gaisa telpas organizēšanas menedžments (airspace organization management)
S	Gaisa satiksmes un VOLMET servisi (air traffic and VOLMET services)
P	Gaisa satiksmes procedūras (air traffic procedures)
CNS- komunikācijas un radiolokācija (communications and surveillance)	
C	Komunikācijas un radiolokācijas iespējas (communications and surveillance facilities)
I	Instrumentālā un mikroviļņu nosēšanās sistēma (instrument and microwave landing systems)
G	GNSS servisi (GNSS services)
N	Termināla un lidojumiem maršrutā navigācijas iespējas (terminal and en-route navigation facilities)
Navigācijas brīdinājumi (navigation warnings)	
R	Gaisa telpas ierobežojumi (airspace restrictions)
W	Brīdinājumi (warnings)
O- cita informācija (other information)	

Daži kodu piemēri, kas varētu tikt izmantoti TGKS sakarā, ir doti 2.14.- 2.16. tabulās.

Gaisa telpas organizēšanas vadība (A) [6-10]

NOTAM ziņojumā izmantojamie saīsinājumi- gaisa telpas organizēšana [25.]

NOTAM kods	Nozīme	Saīsinājums
AA	Minimum altitude (specify en-route/crossing/safe)	mnm alt
AC	Control zone	ctr
AD	Air defense identification zone	adiz
AE	Control area	cta
AF	Flight information region	fir
AH	Upper control area	uta
AL	Minimum usable flight level	mnm usable fl
AN	Area navigation route	rnav rte
AO	Oceanic control area	oca
AP	Reporting point (specify name or coded designator)	rep
AR	ATS route (specify)	ats rte
AT	Terminal control area	tma
AU	Upper flight information region	uir
AV	Upper advisory area	uda
AX	Significant point	sig point
AZ	Aerodrome traffic zone	atz

Gaisa telpas ierobežojumi (R) [41.]

2.15. tabula

NOTAM ziņojumā izmantojamie saīsinājumi- gaisa telpas ierobežojumi [25.]

NOTAM kods	Nozīme	Saīsinājums
RA	Airspace reservation (specify)	Airspace reservation
RD	Danger area (specify)	.. d ..
RM	Military operating area	moa
RO	Overflying of ... (specify)	overflying
RP	Prohibited area (specify)	.. p ..
RR	Restricted area	.. r ..
RT	Temporary restricted area (specify area)	Tempo restricted area

Ceturtais un piektais burts kodā norāda subjekta stāvokli. Pavisam ir piecas grupas, kur katra no tām norāda specifisku stāvokli. Tabulā 2.16 ir iekļautas visas grupas, kas ir rasktuotas ICAO dokumentā Doc8400.

2.16. tabula

NOTAM ziņojumā izmantojamie saīsinājumi- subjekta stāvoklis [25.]

A	pieejamība
C	izmaiņas
H	Bīstami apstākļi
L	Ierobežojumi
XX	Brīvā valodā (Angļu valodā tikai, neizmantojot speciālus kodus)

Ja būtu nepieciešams informēt citus gaisa telpas lietotājus par TGKS aktivitātēm Rīgas LIR, kas

risināsies noteiktā datumā, noteiktā laikā, tad ts būtu jāpieraksta sekojoši:

2.1.9. NOTAM ziņojuma formāts piemērs par tālavadības gaisa kuģu darbību Rīgas
lidojumu informācijas rajonā

QAFLW

AF- lidojumu informācijas rajons (precizē otrais un trešais burts)
(flight information region (seconds and third letter as a subject))

LW- aktivitāte notiks (to nosaka trešais un ceturtais burts)
(will take place (fourth and fifth letter as a condition))

Trešajā sekcijā ir jānorāda lidojuma noteikumi, saskaņā ar kuriem lidojums tiks veikts. Ja tie ir IFR, tad ir jānorāda I, ja VFR, tad V, ja NOTAM ir kā pārbaude, tad K. Gadījumā, ja lidojuma noteikumi tiks kombinēti, tad jānorāda IV. Bet tā kā TGKS nespēj darboties, stingri ievērojot kādus no šiem noteikumiem, tad ir ieteikums, norādīt burtu U, kas pateiktu, ka lidojumu veiks bezpilotu lidaparāts.

U- TGKS darbībā (unmanned aerial system in operation)

Lai NOTAM ziņojumā norādītu, ka tas veltīts TGKS darbībai, norādot lidojuma mērķi, būtu jāizmanto NOTAM kods, kurš norāda uz lidaparāta darbību.

O- NOTAM ziņojums, kas saistīts ar lidojuma veikšanu (NOTAM concerning flight operations)

lidojuma sfēra

A- lidlauki (aerodromes)

E- lidojumi maršrutā (en-route)

sestajā un septītajā sekcijā būtu jānorāda TGKS paredzētais zemākais un augstākais darbības augstums. Katrs augstums ir jānorāda, izmantojot trīs ciparu kodu.

000/999- no zemes līdz neierobežotam augstumam (from ground to unlimited)

000/003- no zemes līdz 300 pēdām VZL (from ground to 300 feet AGL)

koordinātes vai zonas rādītājs, kurā norisināsies TGKS darbība. Iekavās būtu jānorāda vietas vai ēkas nosaukums, kas atrodas izmantojamajā zonā, lai citi gaisa telpas lietotāji vieglāk varētu uztvert šo informāciju.

565928N0240430E (EVRS, Spilve Airport)- EVRA, Spilves lidosta

A) Šeit ir norādīts LIR kods, kurā tiks veikts attiecīgais lidojums

EVRR- Riga FIR

B) laiks un datums, kad aktivitātes sāksies, lietojot sekojošu secību: gads, mēnesis, datums, laiks UTC (ggmmddllll)

1404031230

C) laiks un datums, kas aktivitātes beigsies, lietojot sekojošu secību: gads, mēnesis, datums, laiks UTC (ggmmddllll)

1404041400

D) Ja aktivitātes notiks vairākas dienas, tad šajā sekcijā būtu tas jānorāda vārds “DAILY”, kā arī laiks no cikiem, līdz cikiem.

DAILY 1230-1400

Vēl papildus, izmantojot brīvu, nekodētu angļu valodu, būtu detalizētāk jānorāda TGKS darbības nolūki. Šai sadaļai NOTAM ziņojumā jāietver sešas daļas:

E) ziņojums, kas rakstīts vienkāršā angļu valodā

TGKS tips, norādot tā maksimālo darbības inducēto ātrumu mezglos, turklāt simbolu “IAS” nedrīkst izlaist

UAS TYPE: XXXXX MAX IAS: 190KTS

GAISA TELPAS ROBEŽAS HORIZONTĀLĀ PLAKNĒ, kurā TGKS darbosies, sekciju uzsākot ar vārdiem “LATERAL LIMITS”. Šeit būtu jānorāda ģeogrāfiskās koordinātes vai arī platība jāizsaka kā rādiuss no konkrēta ģeogrāfiska punkta. Informācija ir jānorāda jūras līmenī, bet koordinātes, ievērojot WGS-84 formātu (XXXXN0XXXXE).

LATERAL LIMITS: 0.25NM RADIUS OF 565928N0240430E

VERTIKĀLĀ ROBEŽA būtu jānorāda, precizējot minimālo un maksimālo augstumu, kādā lidojums tiks veikts. Informācija ir jānorāda pēdās.

VERTICAL LIMITS: FROM GROUND TO 300FT AGL

AKTIVITĀŠU LAIKS būtu jānorāda stundās un minūtēs, kas attiecīgais pasākums notiks. Laiks būtu jānorāda UTC. Ja norādīts ir cits laiks, tad tas ir jāatzīmē. (UTC- Universal Time Coordinated, LCL- lokālais laiks). Ziņojumā vārdus “FROM” (no) un “UNTIL “līdz” nedrīkst izlaist.

TIME OF ACTIVITY: FROM 12:30 UTC UNTIL 14:00 UTC.

OPERATORA ATRAŠANĀS VIETA arī būtu jānorāda, jo TGKS darbojas kā sistēma- bezpilotu lidaparāts un tā operators. Avārijas situācijas gadījumā vai kādā citā īpašā gadījumā šāda

informācija varētu būt derīga. Atrašanās vieta būtu jānorāda, izmantojot WGS-84 formātu ģeogrāfisko koordinātu norādīšanai.

OPERATORA ATRAŠANĀS VIETA:

OPERATOR LOCATION: 565928N0240430E (EVRS, Spilve Airport)

Iesaistīto personu KONTAKTINFORMĀCIJA. TGKS NOTAM ziņojumā būtu jānorāda tā operatora telefona numurs.

TEL. + 371 2745 45 45

F) vēlreiz būtu jānorāda zemākā lidaparāta darbības robeža, kādā lidojums tiks veikts. Šajā gadījumā:

GND- ground

E) vēlreiz būtu jānorāda augšējā lidaparāta darbības robeža, kādā lidojums tiks veikts. Šajā gadījumā:

300ft- 300 feet

Rezultātā pilnais NOTAM ziņojums izskatās šādi:

EVRR- RIGA FIR

B0001/14 NOTAM

Q) EVRR/QAFLW/U/OE/000/003/565928N0240430E

A) EVRR B) 1404031230 C) 1404041400

D) DAILY

E) UNMANNED AERIAL SYSTEM OPERATION TYPE: XXXX/ MAX IAS 190KTS. LATERAL LIMITS: 0.25NM RADIUS OF 565928N0240430E. VERTICAL LIMITS: FROM GROUND TO 300FT AGL. TIME OF ACTIVITY: FROM 12:30 UTC UNTIL 14:00 UTC OPERATOR LOCATION: 565928N0240430E (EVRS, Spilve Airport) TEL. + 371 2745 45 45.

F) GND G) 300FT

Nodaļas secinājumi

Otrā nodaļa ir veltīta gaisa satiksmes vadības procedūru izstrādei tālvadības gaisa kuģu lidojumu veikšanai Rīgas lidojumu informācijas rajonā. Galvenokārt ir jābalstās uz jau esošām procedūrām, kas raksturotas ICAO PANS/ATM dokumētā “4444” “Gaisa satiksmes menedžments”, kurā ir apkopoti starptautiski standarti gaisa satiksmes vadības servisa sniegšanā.

Kā otru nozīmīgāko dokumentu var minēt Latvijas Aeronavigācijas informācijas publikācijas, kurā ir apkopoti noteikumi un standarti lidojumu veikšanai Rīgas LIR.

Izstrādātās GSV procedūras balstās uz noteikumu diferencēšanu atkarībā no tālvadības gaisa kuģa maksimālā pacelšanās svara, tā lidojuma augstuma un komunikāciju, navigācijas un radiolokācijas aprīkojuma. Lai arī citi gaisa telpas lietotāji būtu informēti par attiecīgo lidojumu, darbā ir piedāvāts risinājums, kā varētu pielāgot lidojuma plāna un NOTAM ziņojuma formātus efektīvākai apziņošanai par attiecīgo lidojumu veikšanu. Lidojumu plānā galvenais ir parādīt attiecīgā gaisa kuģa tipu, lai GSV dispečeri, kas apkalpos lidojumu, apzinātos tā tehnisko specifiku. NOTAM ziņojumā, savukārt, ir ieteikums norādīt TGK tipu, ieskaitot tā maksimālo lidojuma ātrumu jūras jūdzēs, darbības zonas raksturojumu horizontālā un vertikālā plaknē, plānoto aktivitāšu ilgumu, kā arī operatora atrašanās vietu un tālruņa numuru.

3. RĪGAS LIDOJUMU INFORMĀCIJAS RAJONA SEKTORIZĀCIJA ATKARĪBĀ NO GAISA TRANSPORTA INTENSITĀTES NO ZEMES LĪDZ FL100

Bezpilotu lidaparātu sistēmas nākotnē tiks pilnībā integrētas vispārējās gaisa satiksmes vidē, kas ir definēta kā gaisa satiksme, kas darbojas saskaņā ar ICAO noteikumiem un procedūrām.

Lai gan pašlaik nav noteiktu procedūru, kā TGKS vajadzētu veikt lidojumus, tomēr augošais šādu lidaparātu pieprasījums dažādu iemeslu dēļ liek tiem sarboties ne tikai speciāli norobežotās gaisa telpas daļās, bet arī ārpus tām. Darbojoties ārpus norobežotām zonām, TGK var radīt problēmas citiem gaisa telpas lietotājiem. Ir jāņem vērā, ka bezpilotu lidaparāti ievērojami atšķiras no ierastajiem pilotu vadāmajiem- gan tehniskajos jautājumos, gan arī operatīvajos. Viena no galvenajām atšķirībām ir tā, ka TGK nav SSR retranslatora, tādēļ šādi lidaparāti netiek prezentēti uz GSV dispečeru radaru ekrāniem. Tas nozīmē, ka GSV dispečeri nedrīkst kontrolēt šādus lidojumus, dodot specifiskas komandas. Bet augošais TGKS pieprasījums veicina to izmantošanu dažādām vajadzībām, neinformējot GSV dienestu par lidaparāta atrašanās vietu, nolūkiem un citu informāciju. Atsevišķu klašu gaisa telpās tas ir atļauts, bet ir jāņem vērā, ka jo vairāk šādu TGK bez retranslatora un komunikācijām ar GSV ir gaisā, jo augstāks ir risks sadurties ar kādu citu GK. Šī iemesla dēļ ir lietderīgi veiks gaisa transporta plūsmas analīzi gaisa telpas daļā, kur plānots TGK izmantot.

Rīgas Lidojumu informācijas rajons (LIR) ir Ziemeļeiropas gaisa telpas daļa, un tā ietver gaisa telpu, kas sniedzas augšup no Latvijai piederošās teritorijas, kā saskaņā ar Čikāgas Konvenciju tā iekļauj arī daļu no gaisa telpas, kas atrodas virs Baltijas jūras. Arī šeit TGK lidojumu skaits palielinās. Lai noskaidrotu, cik droši ir veikt šādus lidojumus Latvijas gaisa telpā, ir veikta gaisa transporta plūsmas analīze.

Līdz šim TGKS, kas veikuši lidojumus Rīgas LIR, nebija aprīkoti ar sekundārās radiolokācijas retranslatoriem, tādēļ tiem nav atļauts darboties Rīgas LIR kontrolējamā gaisa telpā. ICAO GK aprīkojuma prasībās ir noteikts Minimālā aprīkojuma saraksts (Minimum Equipment List) vai MMEL (Master Minimum Equipment List).

Lai saņemtu gaisa satiksmes vadības vai lidojumu informācijas servisu, ir nepieciešams arī apstiprināts lidojuma plāns. Tas ir detalizēts konkrētā lidojuma apraksts, kurā ietverta arī

informācija par lidaparātu, plānoto maršrutu, lidojuma parametriem u.c.. [55.]

Lidojuma plānam ir oficiāli apstiprināts ICAO formāts, un tas ir jāaizpilda un jāiesniedz atbilstošā iestādē pirms lidojuma veikšanas šādos gadījumos:

- lidojumam vai tā daļai tiks sniegts gaisa satiksmes vadības serviss;
- IFR lidojumiem informatīvajā gaisa telpā;
- speciālās gaisa telpas daļās vai izmantojot speciālas gaisa trases, ja tā ir noteikusi atbilstoša ATS vienība, lai saņemtu lidojuma informācijas, glābšanas un meklēšanas servisu;
- speciālās gaisa telpas daļās vai izmantojot speciālas gaisa trases, ka tā ir noteikusi atbilstoša ATS vienība, lai veiktu koordināciju ar atbilstošām militārajām vienībām vai ar kaimiņu gaisa satiksmes servisu vienībām lidojuma identifikācijas nolūkos;
- visiem lidojumiem, šķērsojot valstu robežas. [19., 3.3.1.2.]

Saskaņā ar ICAO gaisa telpu klasifikāciju F un G klases ir klasificējamās kā nekontrolējama gaisa telpa, kur tiek sniegts lidojumu informācijas vai konsultatīvais serviss. Neskatoties uz to, GK ir iespējams darboties šeit bez GSV informēšanas, kā arī bez apstiprināta lidojuma plāna vai noteikta lidojuma maršruta. Citiem vārdiem- pētījumā izmantojamās TGKS tehniskais aprīkojums ir pietiekams, lai tas varētu veikt lidojumus G tipa gaisa telpā (Rīgas LIR nekontrolējamā gaisa telpa ir G klases), nepārkāpjot likumu. Bet no otras puses- Ministru Kabineta noteikumi numur 656, kas ir veidoti saskaņā ar Likumu par aviāciju, nosaka, ka TGK lidojumi ir jāveic tā, lai tie nenodarītu nekādu kaitējumu cilvēku dzīvībai, veselībai, īpašumam un vispārējai lidojumu drošībai. Rezultātā drošības apsvērumu dēļ ir nepieciešams noteikt zonas, kur TGK darbība Rīgas LIR varētu sastapt citus GK ar vismazāku varbūtību. Šeit ir pieņemts, jo lielāka ir gaisa satiksmes intensitāte, jo bīstamāk tas ir TGKS darbībai.

Lai to izdarītu, ir nepieciešams veikt Rīgas LIR gaisa satiksmes plūsmas analīzi. Būtu jāapskata visi lidojumi attiecīgajā gaisa telpā augstumos no zemes līdz 100 lidojuma līmenim jeb FL100. Apskatāmās zonas augšējā robeža tika izvēlēta, pamatojoties uz to, ka TGK pašreiz nelido augstākos lidojuma līmeņos, kā arī Rīgas LIR nekontrolējamā zona lielākoties sniedzas no zemes līdz FL95.

Lidojumu intensitātes analīze Rīgas Lidojumu informācijas rajonā no zemes līdz FL100 no 2010.gada līdz 2015. gadam

Lidojumu intensitātes analīze Rīgas LIR tika veikta laika periodam no 2010.gada 1. janvāra līdz 2014.gada 31. decembrim. Iegūtie lidojuma dati tika sadalīti pa MSA sektoriem atkarībā no katra GK lidojuma maršruta. Pavisam tika izdalīti 23 MSA sektori. Katrs lidojuma maršruts tika analizēts, ņemot vērā tā izlidošanas lidlauku, lidostu vai radio navigācijas punktu. Sekojošo, tika uzskaitītas lidojuma vienības katrā laika periodā, kas ir šķērsojušas attiecīgo MSA sektoru. Iegūtie dati ir apkopoti tabulās.

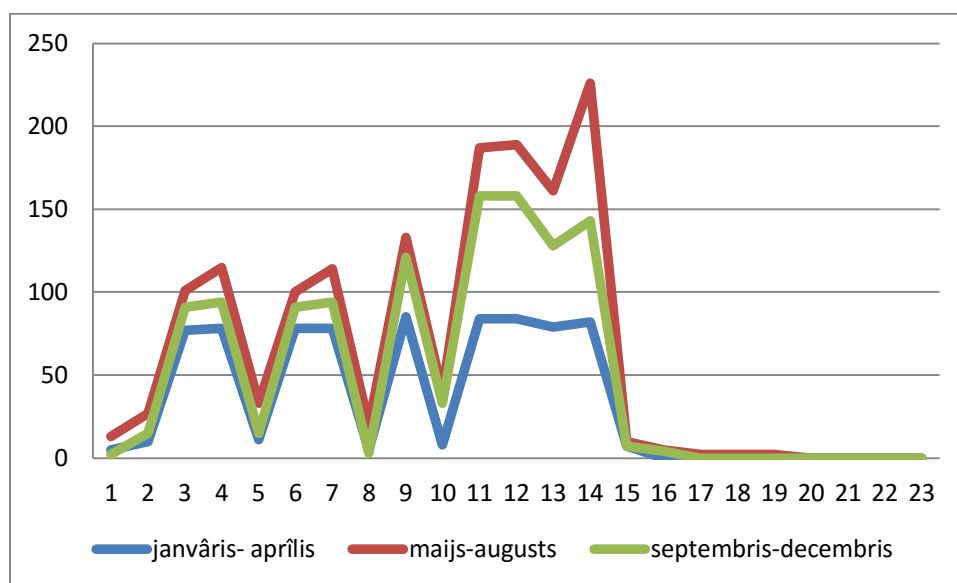
Lidojumu intensitāte 2010.gadā. GND-FL100, sadalījums pa ceturkšņiem un kopējais lidojumu skaits ir parādīta 3.1 tabulā un 3.1 attēlā.

3.1. tabula

Lidojumu intensitāte Rīgas LIR 2010.gadā. GND-FL100, gaisa kuģi

MSA sektors	janvāris- aprīlis	maijs-augusts	septebriš-decembris	kopējais lidojumu skaits
1	5	13	2	20
2	10	27	15	52
3	77	101	91	269
4	78	115	94	287
5	11	33	15	59
6	78	100	91	269
7	78	114	94	286
8	5	20	3	28
9	85	133	121	339
10	8	40	33	81
11	84	187	158	429
12	84	189	158	431
13	79	161	128	368
14	82	226	143	451
15	7	10	7	24

16	0	5	4	9
17	0	2	0	2
18	0	2	0	2
19	0	2	0	2
20	0	0	0	0
21	0	0	0	0
22	0	0	0	0
23	0	0	0	0



3.1. att. Lidojumu intensitāte 2010.gadā. GND-FL100. Sadalījums pa ceturkšņiem, gaisa kuģi

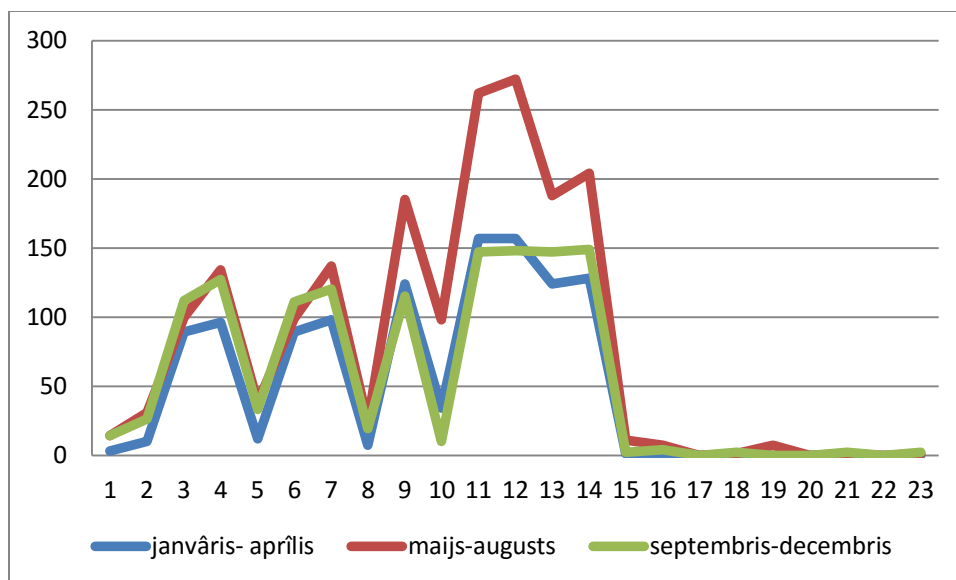
Lidojumu intensitāte 2011.gadā. GND-FL100, sadalījums pa ceturkšņiem un kopējais lidojumu skaits ir apkopots 3.2 tabulā un 3.2 attēlā.

3.2. tabula

Lidojumu intensitāte Rīgas LIR 2011.gadā. GND-FL100, gaisa kuģi

MSA sektors	janvāris- aprīlis	maijs-augusts	septembris-decembris	kopējais lidojumu skaits
1	3	14	14	31
2	10	31	26	67
3	89	100	112	301

4	96	134	127	357
5	12	38	33	83
6	89	99	111	299
7	98	137	120	355
8	7	24	19	50
9	124	185	115	424
10	34	98	10	142
11	157	262	147	566
12	157	272	148	577
13	124	188	147	459
14	128	204	149	481
15	1	11	2	14
16	0	7	4	11
17	0	0	0	0
18	0	1	2	3
19	0	7	0	7
20	0	0	0	0
21	0	1	2	3
22	0	0	0	0
23	0	1	2	3



3.2. att. Lidojumu intensitāte 2011.gadā. GND-FL100. Sadalījums pa ceturkšņiem, gaisa kuģi

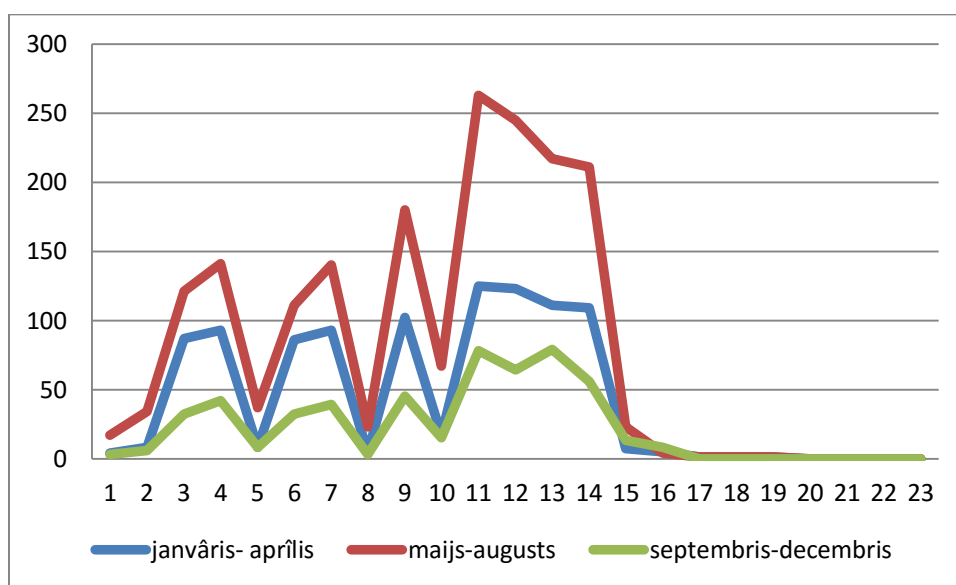
Lidojumu intensitāte 2012.gadā. GND-FL100, sadalījums pa kvartāliem un kopējais lidojumu skaits ir apkopoti 3.3 tabulā un 3.3 attēlā.

3.3. tabula

Lidojumu intensitāte Rīgas LIR 2012.gadā. GND-FL100, gaisa kuģi

MSA sektors	janvāris- aprīlis	maijs-augusts	septembris-decembris	kopējais lidojumu skaits
1	4	17	3	24
2	8	34	6	48
3	87	121	32	240
4	93	141	42	276
5	8	37	8	53
6	86	111	32	229
7	93	140	39	272
8	4	23	3	30
9	102	180	45	327
10	17	67	15	99
11	125	263	78	466
12	123	245	64	432

13	111	217	79	407
14	109	211	56	376
15	7	23	13	43
16	5	4	8	17
17	1	1	0	2
18	1	1	0	2
19	1	1	0	2
20	0	0	0	0
21	0	0	0	0
22	0	0	0	0
23	0	0	0	0



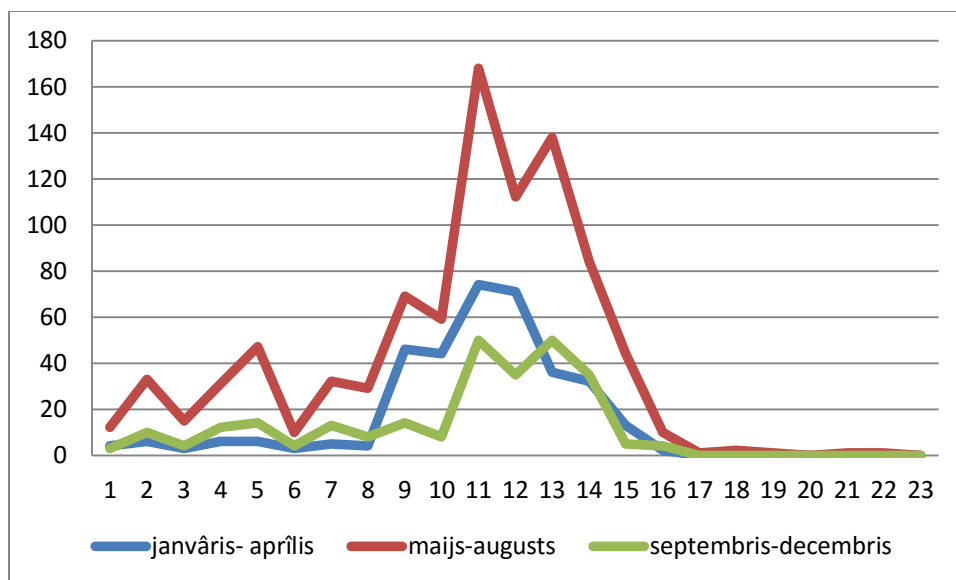
3.3. att. Lidojumu intensitāte 2012.gadā. GND-FL100. Sadalījums pa ceturkšņiem, gaisa kuģi

Lidojumu intensitāte 2013.gadā. GND-FL100, sadalījums pa ceturkšņiem un kopējais lidojumu skaits ir attēlots 3.4 tabulā un 3.4 attēlā.

3.4. tabula

Lidojumu intensitāte Rīgas LIR 2013.gadā. GND-FL100, gaisa kuģi

MSA sektors	janvāris- aprīlis	maijs-augusts	septebriš-decembris	kopējais lidojumu skaits
1	4	12	3	19
2	6	33	10	49
3	3	15	4	22
4	6	31	12	49
5	6	47	14	67
6	3	10	4	17
7	5	32	13	50
8	4	29	8	41
9	46	69	14	129
10	44	59	8	111
11	74	168	50	292
12	71	112	35	218
13	36	138	50	224
14	32	84	35	151
15	13	44	5	62
16	2	10	4	16
17	0	1	0	1
18	0	2	0	2
19	0	1	0	1
20	0	0	0	0
21	0	1	0	1
22	0	1	0	1
23	0	0	0	0



3.4. att. Lidojumu intensitāte 2013.gadā. GND-FL100. Sadalījums pa ceturkšņiem, gaisa kuģi

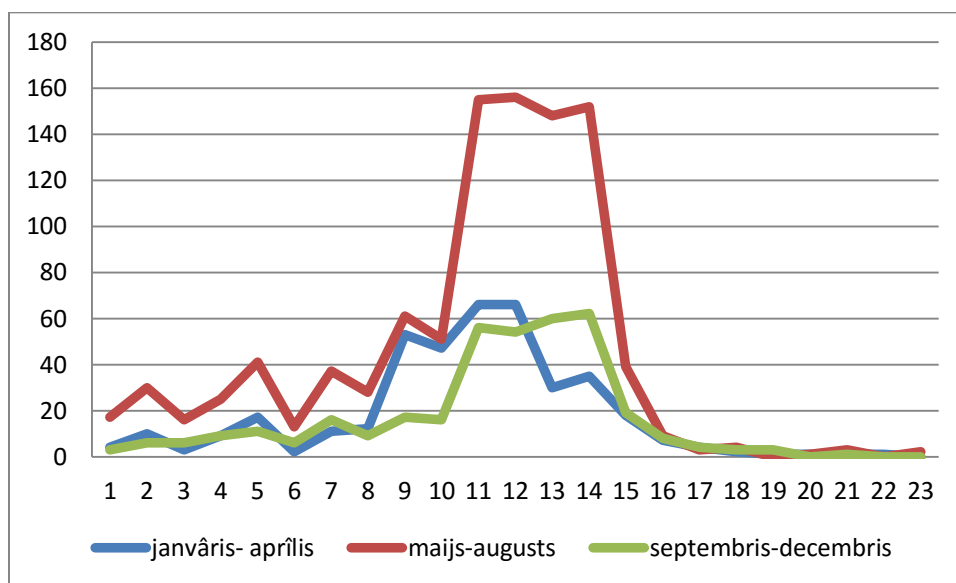
Lidojumu intensitāte 2014.gadā. GND-FL100, sadalījums pa ceturkšņiem un kopējais lidojumu skaits ir attēlots 3.5 tabulā un 3.5 attēlā.

3.5. tabula

Lidojumu intensitāte Rīgas LIR 2014.gadā. GND-FL100, gaisa kuģi

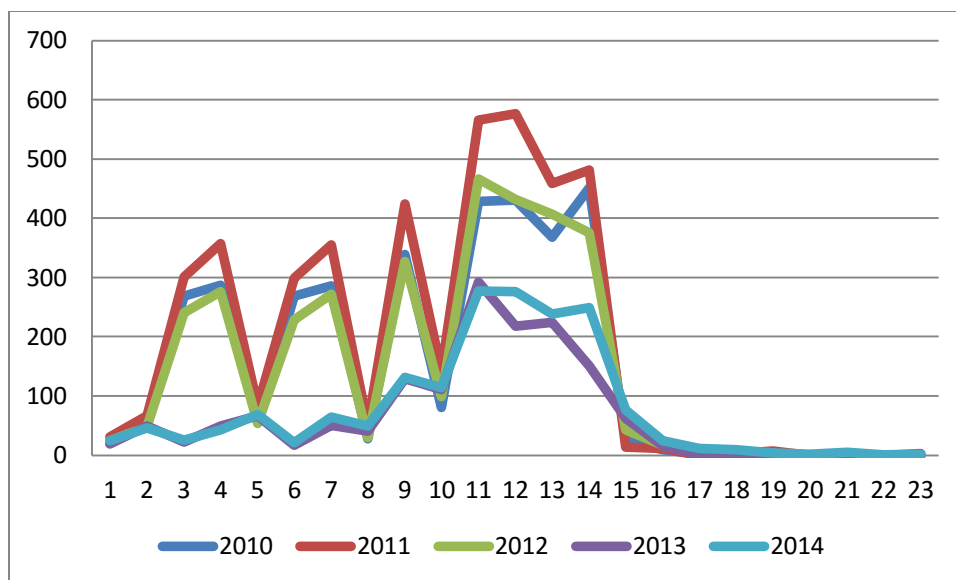
MSA sektors	janvāris- aprīlis	maijs-augusts	septembris-decembris	kopējais lidojumu skaits
1	4	17	3	24
2	10	30	6	46
3	3	16	6	25
4	9	25	9	43
5	17	41	11	69
6	2	13	6	21
7	11	37	16	64
8	12	28	9	49
9	53	61	17	131
10	47	51	16	114
11	66	155	56	277
12	66	156	54	276

13	30	148	60	238
14	35	152	62	249
15	18	39	19	76
16	7	9	8	24
17	4	3	4	11
18	2	4	3	9
19	1	0	3	4
20	1	1	0	2
21	1	3	1	5
22	1	0	0	1
23	0	2	0	2



3.5. att. Lidojumu intensitāte 2014.gadā. GND-FL100. Sadalījums pa ceturkšņiem, gaisa kuģi

Kopējā lidojumu plūsma pa gadiem no 2010. gada līdz 2014. Gadam un sadalījums pa MSA sektoriem ir attēlots 3.6 attēlā.



3.6. att. Kopējā lidojumu plūsma pa gadiem no 2010. gada līdz 2014. gadam, gaisa kuģi

Lielākā lidojumu plūsmas intensitāte ir otrajā ceturksnī no maija līdz augustam, jo šajā laika periodā laikapstākļi ir piemērotākie treniņu lidojumu veikšanai un izklaides lidojumiem; Noslogotākie ir MSA sektori, kas atrodas Rīgas LIR vidusdaļā (MSA 11-14), jo šajā daļā atrodas Starptautiskā lidosta „Rīga” un Spilves lidlauks.

Augstumos no zemes līdz FL100 lielākā intensitāte bija no 2010. Gada līdz 2012., bet vēlākos gados intensitāte samazinājās. Tas varētu būt skaidrojams ar aviokompānijas „airBaltic” veiktajiem lidojumiem no lidostas „Rīga” uz Liepājas lidostu, kas apskatāmā laika perioda beigās tika pārtraukta.

Rīgas LIR gaisa satiksmes plūsmas dalījums pa sektoriem atkarībā no lidojumu intensitātes

Analizējamie gaisa satiksmes plūsmas dati tika iegūti 2012. gadā, un vēlāk tika sadalīti trīs periodos- no janvāra līdz aprīlim, no maija līdz augustam un no septembra līdz decembrim. Attiecīgi analīze tika veikta atkarībā no laika posma. Pamatā tika ņemts vērā GK izlidošanas un lidojuma galamērķa faktiskais punkts. Ja lidojums bija veikts, šķērsojot Valsts robežu, tad tika ņemti izejas un ieejas punkti, šķērsojot Rīgas LIR robežu. Ja lidojums veikts, paceļoties un nosēžoties vienā un tajā pašā vietā, tad tika atzīmēti attiecīgo lidlauku punkti. Visi ieejas un izejas punkti ir apzīmēti ar oficiālajiem ICAO piecu burtu identifikatoriem, piemēram,

radionavigācijas punkts NINTA, kur atrodas uz Rīgas LIR un Zviedrijas LIR robežas. Lidlauki un lidostas ir apzīmēti, izmantojot to oficiālos ICAO četru burtu identifikatorus, piemēram, EVRA, apzīmējot Lidostu “Rīga”. Visa gaisa transporta plūsmas analīzē iegūtā informācija ir attēlota 3.6. tabulā.

Lai aizsargātu Latvijas gaisa navigācijas servisa sniedzēja politiku un tiesības, gaisa transporta intensitāte 3.6 tabulā ir parādīta procentos no kopējās gaisa transporta plūsmas, nevis absolūtās vērtībās.

3.6. tabula

Lidojumu plūsmas Rīgas LIR no GND līdz FL100 sadalījums pa maršrutiem

MARŠRUTS	Gaisa transporta intensitāte, % no kopējā	MARŠRUTS	Gaisa transporta intensitāte, % no kopējā
ASKOR- VALGA	0.62	LOGNA- NINTA	0.62
DOLAT- LUNIT	0.62	LUNIT- DOLAT	0.62
ERIVA- EVRA	3.11	LUTAL- BERIL	0.62
EVAD- SOKVA	0.62	LUTAL- EVRA	3.11
EVCA- VALGA	0.62	LUTAL- EVRS	0.62
EVONA- LOGNA	1.24	NEKET- EVRA	0.62
EVRA-ERIVA	0.62	NINTA- EVRA	1.24
EVRA- EVRA	1.86	NINTA- IGORO	0.62
EVRA-EVRS	0.62	NINTA- NINTA	0.62
EVRA- GUNTA	0.62	OPOKA- NINTA	0.62
EVRA- LATEG	1.24	PARKS- VISTA	0.62
EVRA- NEKET	52.17	RASEL- EVRA	0.62
EVRA- NINTA	0.62	SOKVA- EVRA	0.62
EVRA- SOKVA	2.48	SOKVA- GUNTA	0.62

EVRS- EVRA	1.24	SOKVA- NINTA	0.62
EVTJ- EVTJ	0.62	TIRIN- GELDA	1.86
GARSO- NINTA	0.62	TODNA- DEREK	1.24
GELDA- NINTA	0.62	TUSAS- LISGO	0.62
GUNTA- SOKVA	1.86	VALGA- DUBIN	0.62
KEDUX- LATEG	0.62	VALGA- EVRS	1.24
LISGO- VALGA	0.62	VALGA- NINTA	0.62

EVAD- Ādažu lidlauks

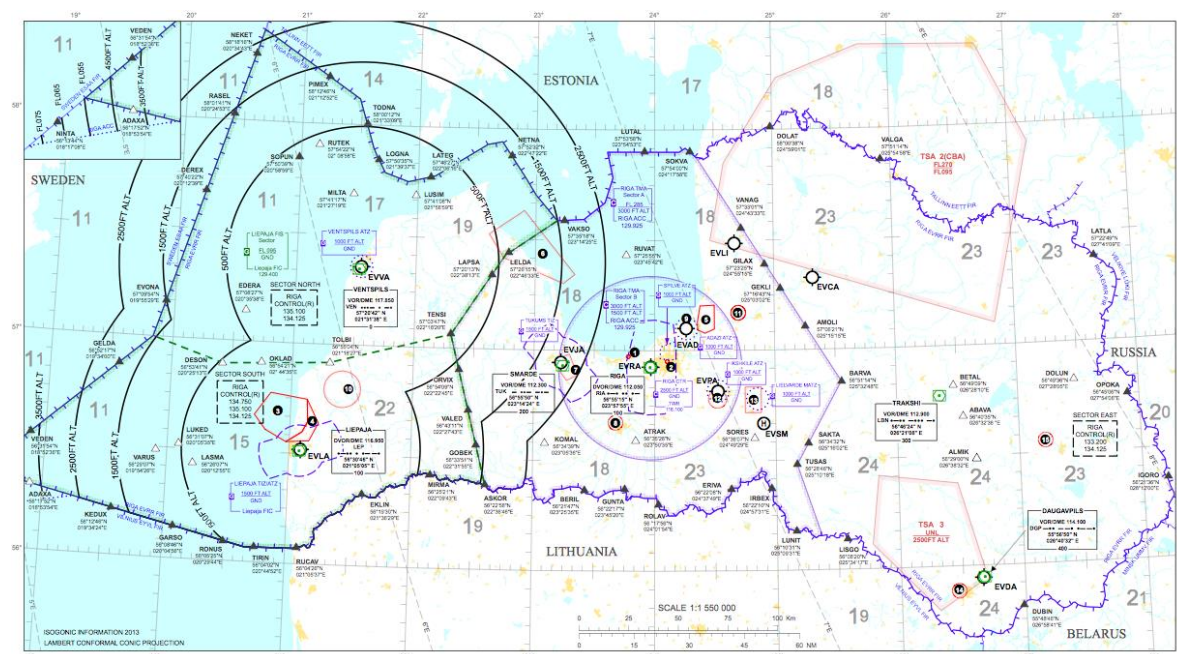
EVCA- Cēsu lidlauks

EVRA- Starptautiskā lidosta "Rīga"

EVRS- Spilves lidlauks

EVTJ- Tukuma lidosta

Gaisa transporta plūsmas analizē tika izmantots Rīgas LIR Minimum Safe Altitude (MSA) Chart (3.7 attēls). Pavisam ir 23 sektori, un katram sektoram ir noteikts izmērs un robežas. Katrs sekotrs tika analizēts, lai noteiktu satiksmes intensitāti tajā.



3.7.att. MSeA diagramma Rīgas LIR [38.]

Katrs MSA sektors tika apskatīts atsevišķi, un katrs lidojums tika apskatīts, ņemot vērā tā maršrutu. Piemēram, ja lidojums tika veikts no Starptautiskās lidostas “Rīga” uz Zviedriju, robežu šķērsojot punktā NEKET, tad lidojuma laikā tika šķērsots 3., 6., 7., 9., 11. un 12. MSA sektors.

Sekojoši, gaisa transporta blīvums katā MSA sektorā nosaka TGKS darbības drošuma pakāpi- jo vairāk noslogota ir zona, jo lielāks risks ir sastapt kādu citu GK. Tika izveidotas piecas transporta intensitātes klases, kas tika izmantotas analīzē, nosakot riska pakāpi. Šīs riska klases ir: ļoti zems noslogojums, zems noslogojums, zems līdz vidējs, vidējs un augsts. Šī klasifikācija ir parādīta 3.7 tabulā.

3.7. tabula

Gaisa satiksmes intensitātes sadalījums pa intensitātes grupām

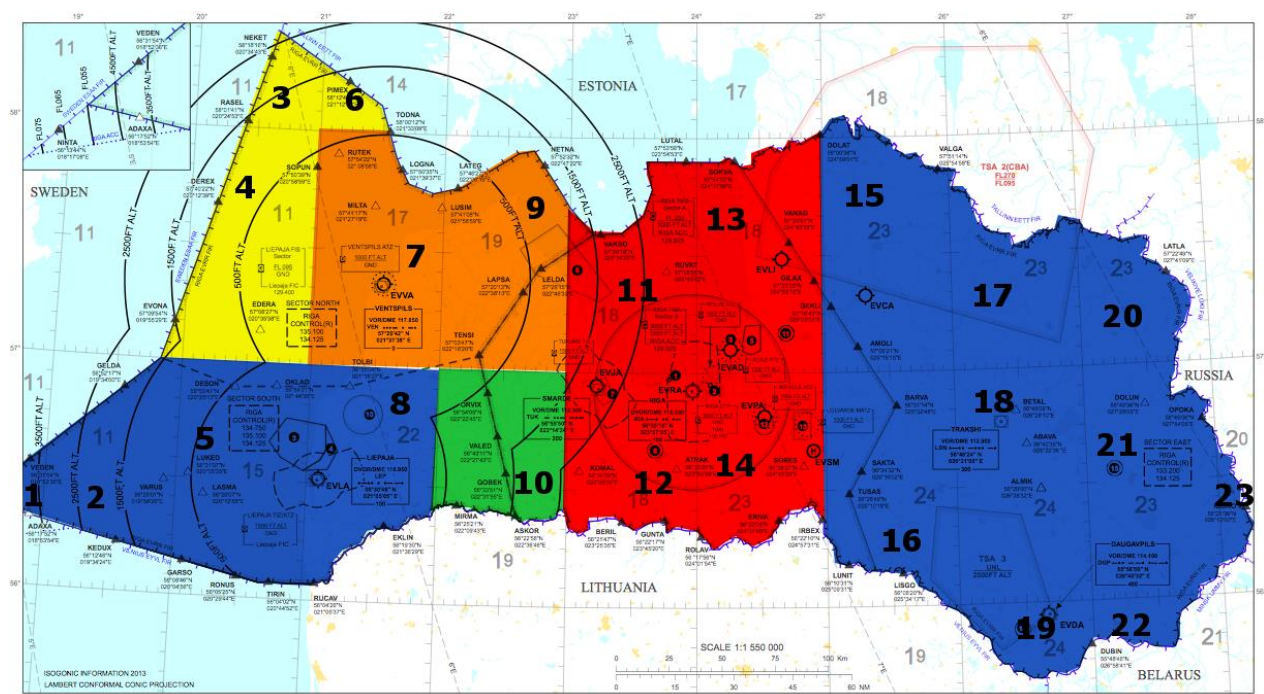
	Gaisa transporta intensitāte	Grupa	Atšifrējums	Atbilstošā krāsa
1	1 ... 50	VL	Ļoti zema	
2	51 ... 100	L	Zema	
3	101 ... 150	L/M	Zema līdz vidēja	
4	151 ... 200	M	Vidēja	
5	201 un vairāk	H	Augsta	

Beigās visi 23 MSA sektori tika klasificēti saskaņā ar 3.8 tabulu. Tā kā apskatāmais laika periods tika sadalīts trīs daļās, tad katram no tiem tika izveidots grafisks attēls, kurš raksturo katru periodu atsevišķi. Šādā veidā tika iegūta informācija, kas precīzāk raksturo gaisa transporta plūsmu, kas ir arī atkarīga no sezonas. Rezultāti ir apkopoti 3.7 tabulā.

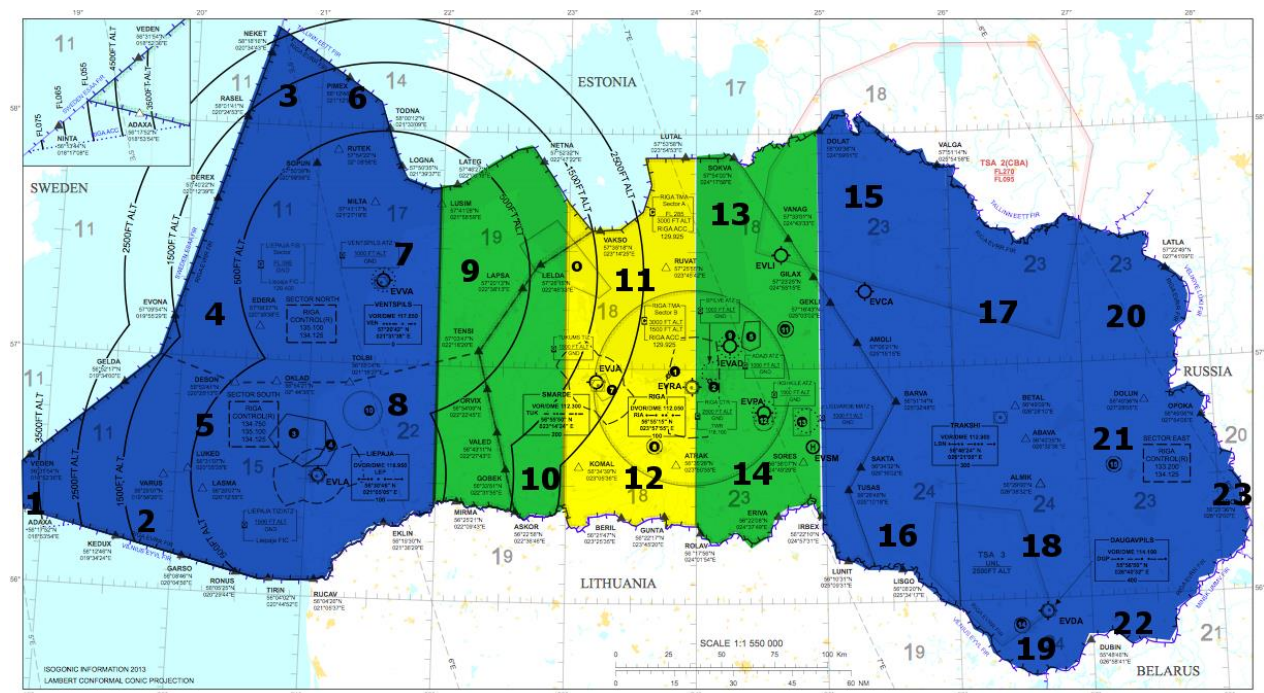
MSeA sektoru klasifikācija atkarībā no gaisa atransporta intensitātes Rīgas LIR

MSA Sectors	Laika periods un gaisa satiksmes intensitāte, kustību vienības					
	Janvāris- aprīlis		maijs- augusts		septembris- decembris	
1	11	VL	20	VL	6	VL
2	15	VL	39	VL	12	VL
3	86	L	119	L/M	34	VL
4	92	L	147	L/M	48	VL
5	13	VL	47	VL	12	VL
6	88	L	126	L/M	37	VL
7	93	L	175	M	49	VL
8	8	VL	40	VL	6	VL
9	91	L	184	M	58	L
10	95	L	91	L	54	L
11	140	M	257	H	119	L/M
12	140	M	264	H	118	L/M
13	143	M	243	H	78	L
14	141	M	230	H	75	L
15	9	VL	34	VL	16	VL
16	6	VL	13	VL	12	VL
17	2	VL	8	VL	0	VL
18	4	VL	3	VL	2	VL
19	1	VL	1	VL	0	VL
20	0	VL	0	VL	0	VL
21	3	VL	1	VL	2	VL
22	1	VL	0	VL	0	VL

Lai uzskatāmi prezentētu iegūto informāciju, kas apkopota 3.7 tabulā, tika izveidotas trīs diagrammas (3.8-3.10 attēli), izmantojot iepriekš raksturoto krāsu kodēšanu atkarībā no gaisa transporta intensitātes.



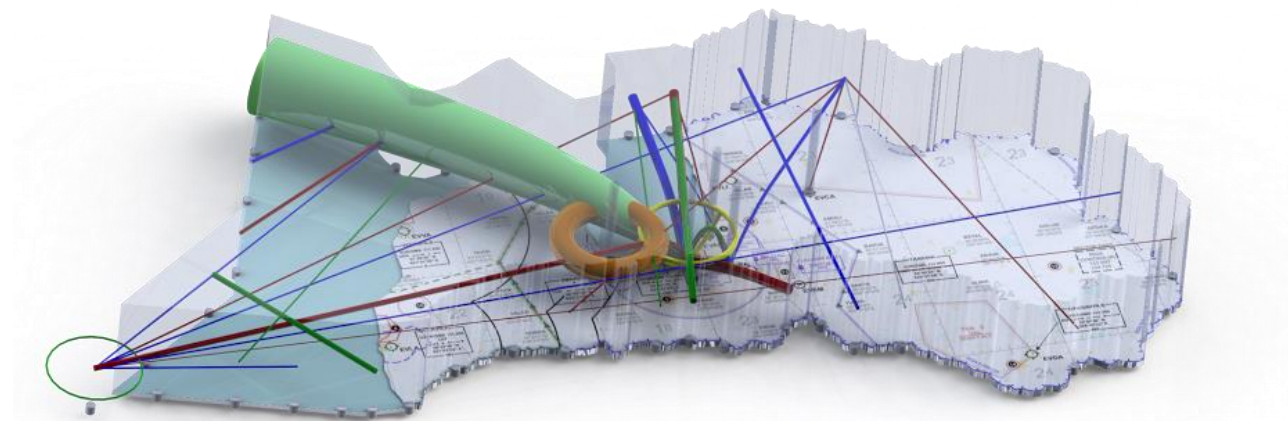
3.9. att. MSA sektoru krāsu kodēšana atkarībā no gaisa satiksmes plūsmas intensitātes no 2012. gada maija līdz augustam



3.8. att. MSA sektoru krāsu kodēšana atkarībā no gaisa satiksmes plūsmas intensitātes no 2012. gada septembra līdz decembrim

No diagrammām var redzēt, ka Rīgas LIR daļa, kas iekļauj MSA sektorus no 15 līdz 23, Latvijas austrumu daļa, ir vismazāk noslogotā gaisa telpas daļa. Tas nozīmē, ka gaisa transporta, ieskaitot TGK, darbība šeit ir visdrošākā gadījumos, ja konkrētais GK veic lidojumu, nesaņemot ne gaisa satiksmes vadības, ne lidojumu informācijas servisu. Tāds pats intensitātes līmenis- ļoti zems, bija novērots 1., 2. un 5. MSA sektorā. 4., 6. un 7. sektorā intensitāte mainās, it īpaši vasaras periodā (no maija līdz augustam), jo 2012. gadā tika reģistrēti 150 GK kustības. Rīgas LIR noslogotākā gaisa telpas daļa ir tās vidū, jo, pirmkārt, šeit atrodas intensīvākās satiksmes lidosta Latvijā- Starptautiskā lidosta “Rīga”, kā arī netālu atrodas Spilves un Jūrmalas lidostas. Šīs lidostas bieži izmanto treniņu lidojumiem, apmācot jaunus pilotus.

Gaisa satiksmes plūsma, kas tika novērota 2012. gadā no janvāra līdz aprīlim, ir attēlota 3D projekcijā attēlā. Šiet var redzēt, ka intensīvākā gaisa satiksme, kas veica lidojumus ausgtumos līdz FL100, bija maršrutā no radiobākas RIA uz navigācijas punktu NEKET, kā arī Rīgas LIR centrālajā daļā. Vismazāk noslogotā gaisa telpa ir Latvijas austrumu daļa, kas būtu arī visdrošākā gaisa telpas daļa TGKS darbībai bez lidojuma plāna un komunikācijām ar GSV dispečeriem.



3.10 att. MSA sektoru krāsu kodēšana atkarībā no gaisa satiksmes plūsmas intensitātes no 2012. gada janvāra līdz aprīlim 3D projekcijā

Nodaļas secinājumi

Nodaļā tika veikta satiksmes intensitātes analīze lidojumiem Rīgas LIR augstumos no zemes līdz FL100. Tika izmantoti lidojumu intensitātes dati laika posmam no 2010.gada līdz 2015.gadam, attēlojot gada datus aeronavigācijas kartē trīs periodos, lai noteiktu sezonālātes ietekmi uz lidojumu intensitāti. Apkopojot rezultātus, tika secināts, ka lielākā lidojumu intensitāte Rīgas LIR ir centrālajā daļā, kas ir saistīta ar Starptautiskās lidostas “Rīga” un Spilves lidlauka atrašanās vietu, bet mazākā intensitāte ir Rīgas LIR austrumu daļā. Rezultāti parādīja, ka ir būtiskas izmaiņas lidojumu skaitā ziemas un vasaras mēnešos.

No iegūtās informācijas, kas ir attēlota aeronavigācijas kartē, var redzēt, kurās Rīgas LIR daļās tālvadības gaisa kuģu lidojumu veikšana bez saskāņošanas ar atbildīgo iestādi, bez lidojuma plāna, retranslatora un NOTAM ziņojuma, drošāka būs vietās, kur lidojumu intensitāte ir zemāka.

4. MATEMĀTISKĀ MODELĒŠANA GAISA SATIKSMES INTENSITĀTES ANALĪZEI RĪGAS LIDOJUMU INFORMĀCIJAS RAJONĀ NO ZEMES LĪDZ FL100 NO 2010.GADA LĪDZ 2015.GADAM

Matemātiskā modeļa raksturojums un pielāgošana gaisa satiksmes intensitātes analīzei

Rīgas LIR

Dažādu procesu analīzei un novērtēšanai bieži izmanto matemātiskos modeļus, kas apskata laika sprīžu izmaiņas dažādos periodos. Viens no šādiem modeļiem ir autoregresīvais integrētais slīdošā vidējā process ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*), kas tiek izmantots, lai prognozētu laukrindas nākotnes tendences, izmantojot laukrindas diskreto vērtību diferencēšanu, lai gala rezultātā iegūtu “statisku” vērtību kopu. Brīvi izvēlēts mainīgais, kas pieder noteiktajai laukrindai, tiek uzskatīts par statistisku, ja tā statistiskās īpašības laika gaitā ir konstantas. Stacionārām rindām nav trenda, tā variācijai ap vidējo vērtību ir konstanta amplitūda, kā arī to izmaiņām ir noteikts periodiskuma raksturs.

Par laukrindu sauc novērojumu virkni $x_{t1}, x_{t2}, \dots, x_{tN}$, kuru iegūst, novērojot gadījuma lielumu x_t secīgos laika momentos $t_1, t_2, \dots, t_N$. [34.]

ARIMA ietver sevī divus dažādus matemātiskos modeļus:

- a) autoregresīvo modeli, kas tiek apzīmēts ar (AR) (Autoregressive Model);
- b) slīdošā vidējā modeli, kas tiek apzīmēts ar (MA) (Moving Average Model).

Autoregresīvais modelis ir matemātiskais statistikas modelis, kurā periodiski mainīgā vērtība vienā periodā tiek salīdzināta ar mainīgā vērtībām iepriekšējos periodos. AR(p) ir autoregresīvais modelis, kurā ir iekļauti p-skaita periodi:

$$y_t = \mu + \sum_{i=1}^p \gamma_i y_{t-i} + \epsilon_t, \text{ kur} \quad (4.1.)$$

y_t - atkarīgais mainīgais, meklējamā vērtība laika intervālā t

μ - konstante

p- periodu skaits laikrindā

γ_i - autoregresijas koeficients

γ_{t-i} - iepriekšējā perioda vērtība

ϵ_t - “baltais troksnis”

Vienkāršotu AR modeli var parādīt, izmantojot AR(1). Šajā gadījumā laikrindas vērtība meklējamajā periodā var būt izteikta sekojoši:

$$y_t = \mu + \gamma y_{t-1} + \epsilon_t = \mu + \gamma(Ly_t) + \epsilon_t \text{ vai} \quad (4.2.)$$

$$(1 - \gamma L)y_t = \mu + \epsilon_t \quad (4.3.)$$

Ja y_t apzīmē mainīgā vērtību laika sprīdī t , tad y_{t-1} norāda laikrindas vērtību iepriekšējā periodā $t-1$. Šo pašu elementu var apzīmēt arī kā Ly_t , kas ir arī parādīts vienādojumā.

AR(1) modelī AR(1) koeficients norāda, cik ātri laikrinda atgriezīsies līdz tās vidējais vērtībai:

- a) ja šis koeficients ir tuvs 0, tad laikrinda atgriežas līdz tās vidējai vērtībai ātri,
- b) ja šis koeficients ir tuvs 1, tad vidējo vērtību rindas vērtības sasniegs lēni.

Slīdošā vidējā (MA) modelis nosaka saistību starp mainīgo un laikrindas vērtībām no iepriekšējiem periodiem. MA(q) ir slīdošā mainīgā modelis ar q skaita periodiem:

$$y_t = \mu + \epsilon_t + \theta_i \epsilon_{t-1}, \text{ kur} \quad (4.4.)$$

Θ_q - kļūdas koeficients laika sprīdī $t-q$. (coefficient for the lagged error term in time)

MA(1) koeficients norāda iepriekšējā perioda ietekmi uz esošo situāciju;

MA(2) koeficients norāda perioda, kas bija divus periodus atpakaļ, ietekmi uz esošo situāciju;

MA(3) koeficients norāda perioda, kas bija trīs periodus atpakaļ, ietekmi uz esošo situāciju.[1]

ARIMA modeļi parasti pieraksta kā ARIMA (p, d, q), kur

p- autoregresīvā polinoma kārtā;

d- integrācijas kārtā (diferenču operatora kārtā);

q- slīdošā vidējā polinoma kārtā.

Ja ARIMA modelī ir iekļauta arī sezonālā pazīme, tad šo modeli standartā pieraksta, izmantojot vēl papildus parametrus: $ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)_s$, kur

p- autoregresīvā polinoma kārtā;

d- integrācijas kārtā (diferenču operatora kārtā);

q- slīdošā vidējā polinoma kārtā;

P- sezonālā autoregresīvā polinoma kārtā;

D- sezonālā diferencu operatora kārtā;

Q- sezonālā vidējā polinoma kārtā;

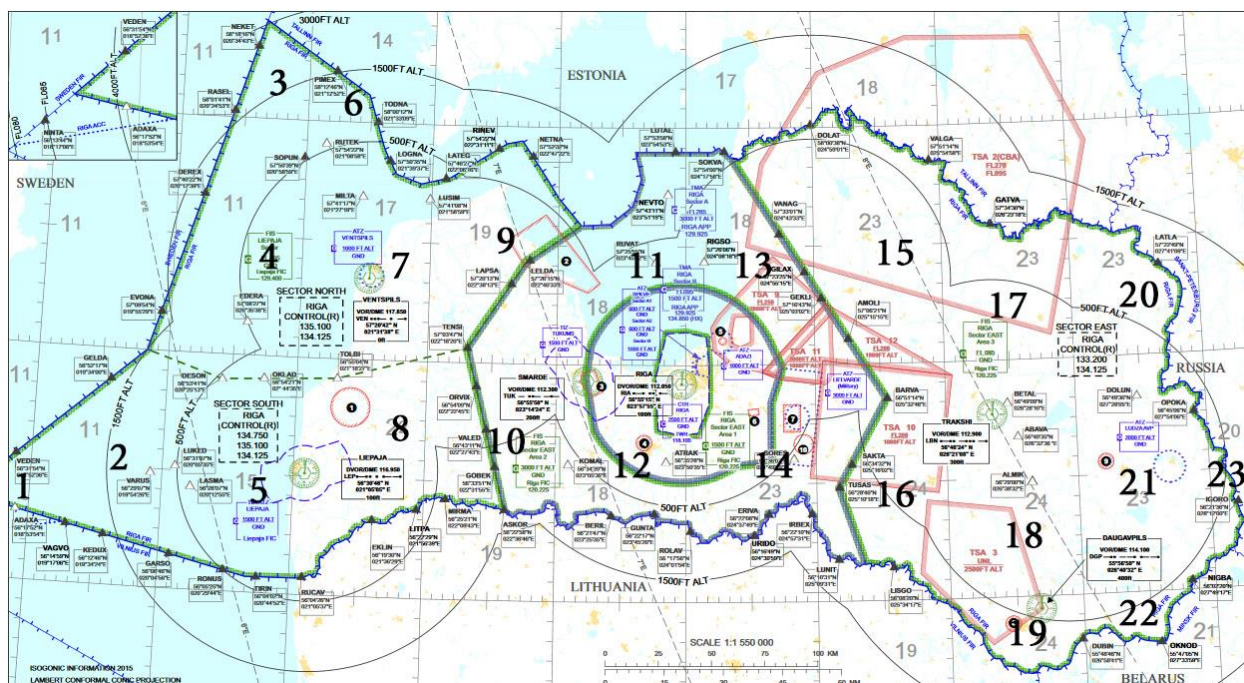
s- sezonālītātes komponente. [2.]

$ARIMA(1, 0, 0)$ - $AR(1)$

$ARIMA(0, 1, 0)$ - $I(1)$

$ARIMA(0, 0, 1)$ - $MA(1)$

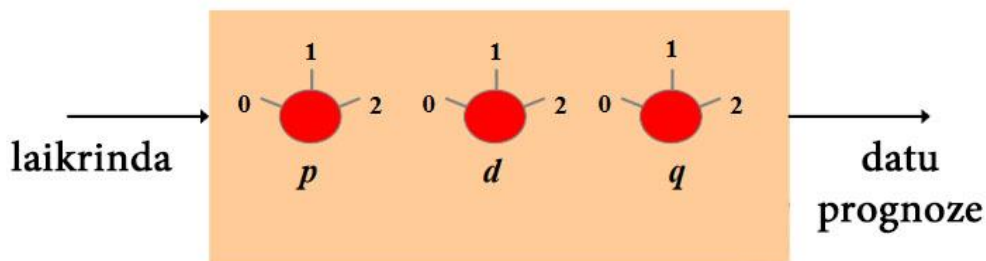
Gaisa transporta plūsmas analīzei Rīga Lidojumu informācijas rajonā augstumos no zemes līdz FL100 tiek izmantots iepriekš raksturotais matemātiskās statistikas modelis ARIMA. Datu analīze un prognozēšana tiek veikta, izmantojot statistikas programmu “R Studio 3.2.4.”, ar mērķi prognozēt iespējamo gaisa transporta plūsmas intensitāti katrā no MSeA sektoriem, kas atrodas Rīgas LIR. Pavisam ir noteikti 23 MSeA sektori, kas ir attēloti 4.1 attēlā.



4.1. Rīgas LIR sadalījums MSeA sektoros un to numerācija

Tālāk tiks raksturots modelis jeb kārtība, kā tika veikta datu analīze un prognozēšana.

Kā jau iepriekš tika minēts, ARIMA modelis sastāv no divām daļām- (p, q, d), kas apskata nesezonālo izmaiņu daļu, un (P, Q, D), kas apskata laikrindas sezonālās izmaiņas. 4.2. attēlā ir parādīts vienkāršots ARIMA filtrs, kas parāda modeļa pamatprincipu. Tiek izmantotas attiecīgi trīs vai sešas pogas, kas atbilst iepriekš minētajām ARIMA funkcijām- p, d, q, P, D un Q. Modeļa mērķis ir novietot pogas tā, lai atlikušās laikrindas datu vērtību sastādītu tikai “baltais troksnis”, lai pārējās laikrindas komponentes būtu izfiltrētas.



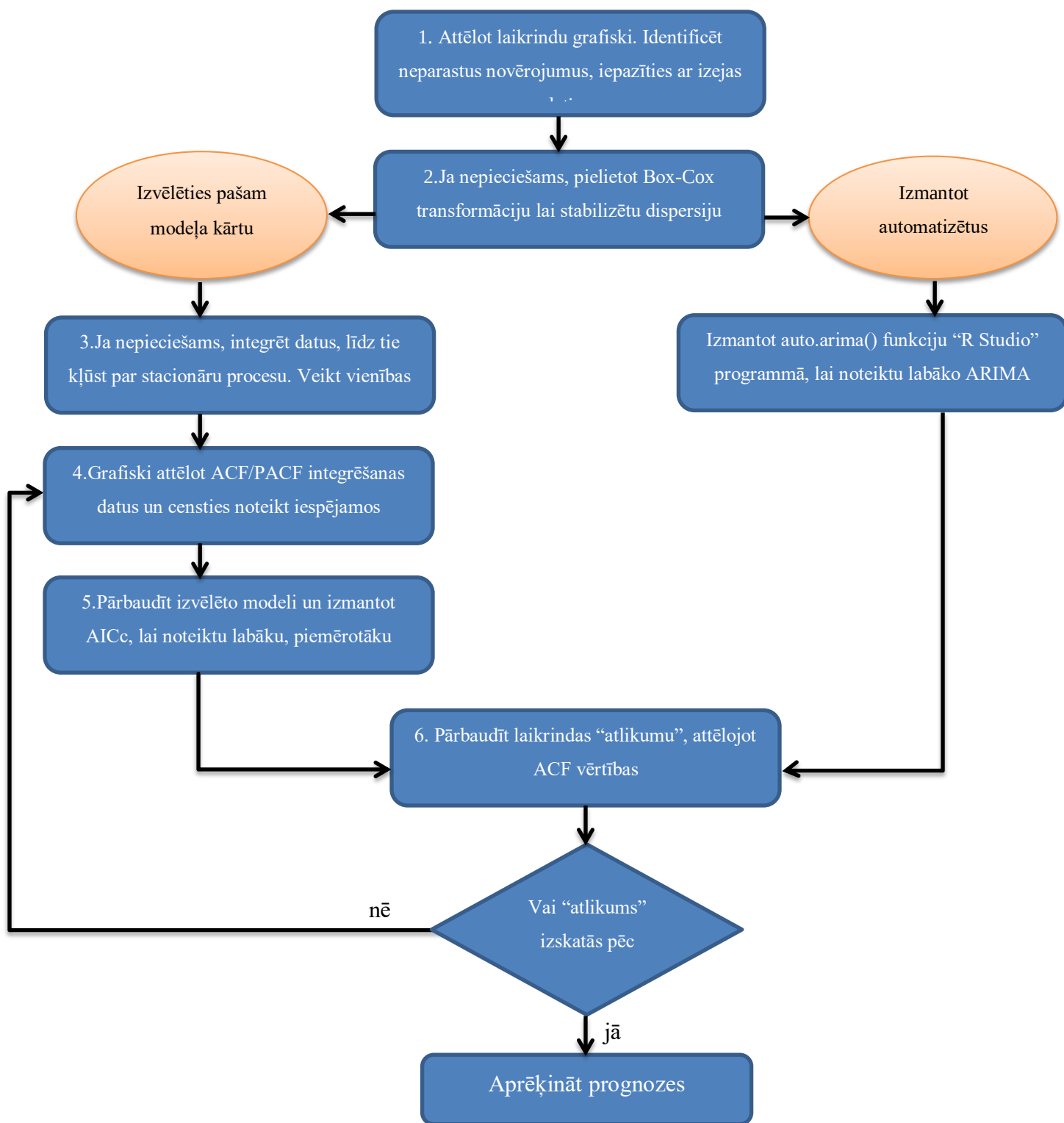
4.2. ARIMA matemātiskā modeļa darbības princips [2.]

Sākmā ir jāpārbauda, vai process katrā no MSeA sektoriem ir stacionārs vai nav stacionārs. To veic, izmantojot *Unit Root Test*, nosakot p-value vērtību. Jāpiemin, ka ARIMA prognozēšanu un analīzi var piemērot tikai stacionārām laikrindām.

Statistikā stacionārs process ir gadījuma process, kurā gadījuma lielumu varbūtību sadalījums laika gaitā nemainās. Laikā nemainās attiecīgi arī tādi parametri kā vidējā vērtība un dispersija. Lai pārbaudītu, vai dotā laikrinda ir stacionārs process, ir jāveic vienības saknes procesa pārbaudi. To var veikt, izmantojot Dikeja-Fullera testu, kura rezultātā iegūst koeficienta p vērtību, pārbaudot nulles hipotēzi. Ja $p < 0.05$, tad apskatāmā laikrinda nav stacionārs process. Nākamais solis matemātiskajā modelī ir korelācijas pārbaude, apskatot ACF un PACF koeficientus. Izmantojot autokorelācijas funkciju (ACF- Autocorrelation Function), ir iespējams noteikt autoregresijas (AR- Autoregression) un/vai slīdošā vidējā (MA- Moving Average) kārtas. ACF ir korelācijas koeficientu stabiņu diagramma, kas parāda korelāciju starp laikrindu un kārtām. PACF izolē dažus no rādītājiem, tādēļ ACF funkcija galīgo rezultātu parāda lēnāk. Ja PACF diferencētajām laikrindām parāda straujas izmaiņas un/vai lag-1 autokorelācija ir pozitīva, t.i., ja laikrinda izskatās kā ne līdz galam diferencēta, tad ir jāpalielina AR vērtība modelī. Kārta, kurā PACF vērtība noslēdzas, ir norādāmais AR kārtu numurs. Turpretim, ja integrējamās laikrindas parāda strauju kritumu un/vai lag-1 autokorelācija ir negatīva, t.i., ja laikrinda izskatās pa daudz integrēta, tad būtu nepieciešams palielināt MA kārtu modelī. Integrēšanas kārta, kurā ACF strauji samazinās, parāda meklējamo MA vērtību. [29.]

Lai veiktu Rīgas LIR gaisa transporta analīzi augstumos no zeme slīdz FL100, tika izmantots ARIMA matemātiskais modelis. Vēlāk šī paša modeļa ietvaros tika veikta matemātiskā prognozēšana, lai prognozētu iespējamās gaisa transporta intensitātes vērtības divos turpmākajos gados.

Matemātiskajai modelēšanai un prognozēšanai tikai izmantota programma “R Studio 3.2.4.”. Šī programma dod divas iespējas, kā veikt prognozēšanu- manuāli vai automātiski. Ilustrācijā ir parādīti galvenie soļi, kas ir jāveic, izvēloties manuālu datu apstrādi un automātiski (4.3 attēls).



4.3. att. ARIMA matemātiskā modeļa algoritms

**Rīgas LIR aeronavigācijas kartes modelēšana, izmantojot ARIMA, gaisa transporta
plūsmas intensitātes attēlošanai**

Tabulā 4.1 ir attēloti visu MSeA sektoru statistisko datu kopsavilkuma rezultāti- minimālā gaisa transporta intensitātes vērtība, maksimālā, vidējais aritmētiskais un mediāna

4.1. tabula

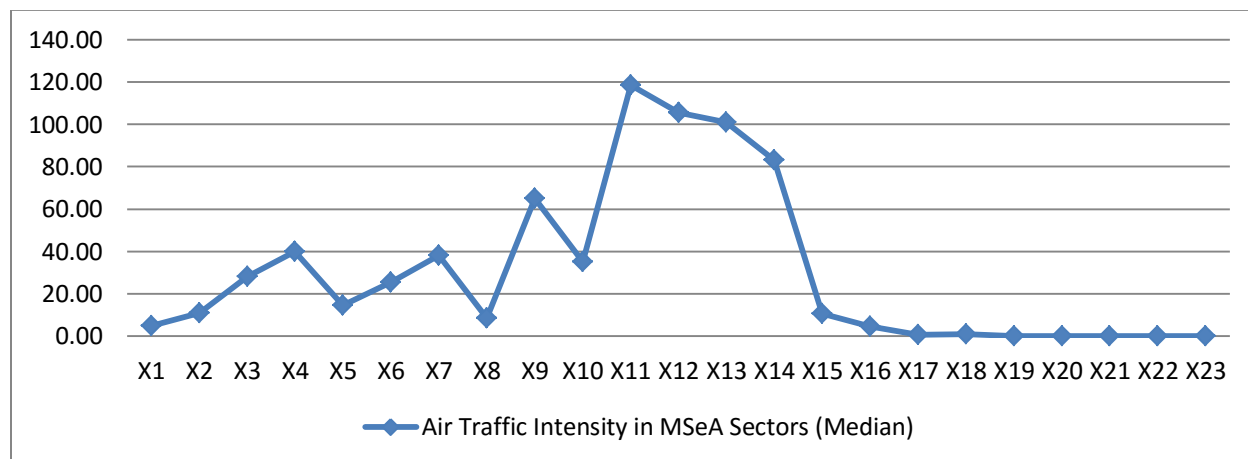
MSeA sektoru statistisko datu kopsavilkuma rezultāti no ARIMA modelēšanas

MSe Sektors	X1	X2	X3	X4	X5	X6
Minimālā vērtība	2.00	6.00	1.00	6.00	6.00	0.00
Pirmais kvadrants	3.25	10.00	6.00	12.00	11.00	4.50
Mediāna	5.00	11.00	28.00	40.00	14.50	25.50
Vidējais aritmētiskais	8.11	17.61	49.33	59.33	21.83	47.67
Trešais kvadrants	13.75	29.25	90.50	95.50	36.00	90.50
Maksimālā vērtība	17.00	34.00	121.00	141.00	47.00	111.00
MSe Sektors	X7	X8	X9	X10	X11	X12
Minimālā vērtība	5.00	2.00	14.00	8.00	50.00	35.00
Pirmais kvadrants	13.75	4.25	45.25	15.25	68.00	64.50
Mediāna	38.00	8.50	65.00	35.00	118.50	105.50
Vidējais aritmētiskais	59.89	12.33	80.39	35.39	125.50	119.60
Trešais kvadrants	97.00	19.75	119.50	46.25	157.80	156.80
Maksimālā vērtība	140.00	29.00	185.00	98.00	263.00	272.00
	X13	X14	X15	X16	X17	X18
Minimālā vērtība	30.00	28.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Pirmais kvadrants	60.50	57.50	7.00	3.25	0.00	0.00
Mediāna	101.00	83.00	10.50	4.50	0.50	1.00
Vidējais aritmētiskais	104.60	105.10	14.78	5.44	1.22	1.17
Trešais kvadrants	144.80	147.50	18.75	7.75	2.00	2.00
Maksimālā vērtība	217.00	226.00	44.00	5.00	4.00	4.00
Maksimālā vērtība	7.00	1.00	3.00	1.00	2.00	

MSe Sektors	X19	X20	X21	X22	X23	
Minimālā vērtība	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Pirmais kvadrants	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mediāna	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Vidējais aritmētiskais	0.89	0.17	0.61	0.11	0.33	
Trešais kvadrants	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	
Maksimālā vērtība	7.00	1.00	3.00	1.00	2.00	

Lielākā uzmanība šeit tiek pievērsta katra sektora mediānai jeb datu kopas vidum - puse kopas elementu ir vienādi vai mazāki par mediānu un puse kopas elementu ir vienādi vai lielāki par mediānu. Mediāna daudz precīzāk par vidējo aritmētisko raksturo kopu gadījumos, kad tajā ir atsevišķi ļoti lieli vai ļoti mazi elementi, tādēļ satiksmes intensitātes novērtēšanas nolūkos tiek izmantota šī vērtība. Sekojoši iegūtās mediānu vērtības ir attēlotas grafiski 4.4 attēlā.

No grafika var redzēt, ka lielākā gaisa satiksmes intensitāte ir novērota sektoros no 12 līdz 14, kas atrodas Rīgas LIR centrālajā daļā. Lielākā transporta plūsma ir saistīta nenoliedzami ar to, ka Latvijas visnoslogotākā starptautiskā lidosta “Rīga” atrodas tieši šajā rajonā. Turpretim Latvijas austrumu daļā, kur atrodas MSeA sektori no 16 līdz 23, satiksme ir neliela. Satiksmes intensitāti var tieši saistīt ar lidojumu drošību katrā no sektoriem. Attiecīgi- jo lielāka ir gaisa transporta plūsma, jo lielāka ir varbūtība sastapt citu gaisa kuģi, līdz ar to drošības līmenis ir zemāks. Iegūtie statistikas dati ir tālāk attēloti aeronavigācijas kartē, kā tas ir parādīts 4.5 attēlā.



4.4. att. MSeA sektoru mediānu vērtības lidojumu intensitātei Rīgas LIR no 2010. līdz 2015. gadam augstumos no zemes līdz FL100, gaisa kuģi

Mediānas vērtības analīze katram MSeA sektoram

Izmantojot šos datus no “R Studio” kopsavilkuma, var iegūt Rīgas LIR aeronavigācijas karti, kas parādīs trīs līmeņu gaisa transporta intensitāti augstumos no zemes līdz FL100. Trīs līmeņu apzīmējums balstās un mediānas vērtību. Tā kā šeit to vērtības ir diapazonā no 0 līdz 120, tad ir izdalīts sekojošs dalījums, kur katram atbilst noteikta krāsa kartē:

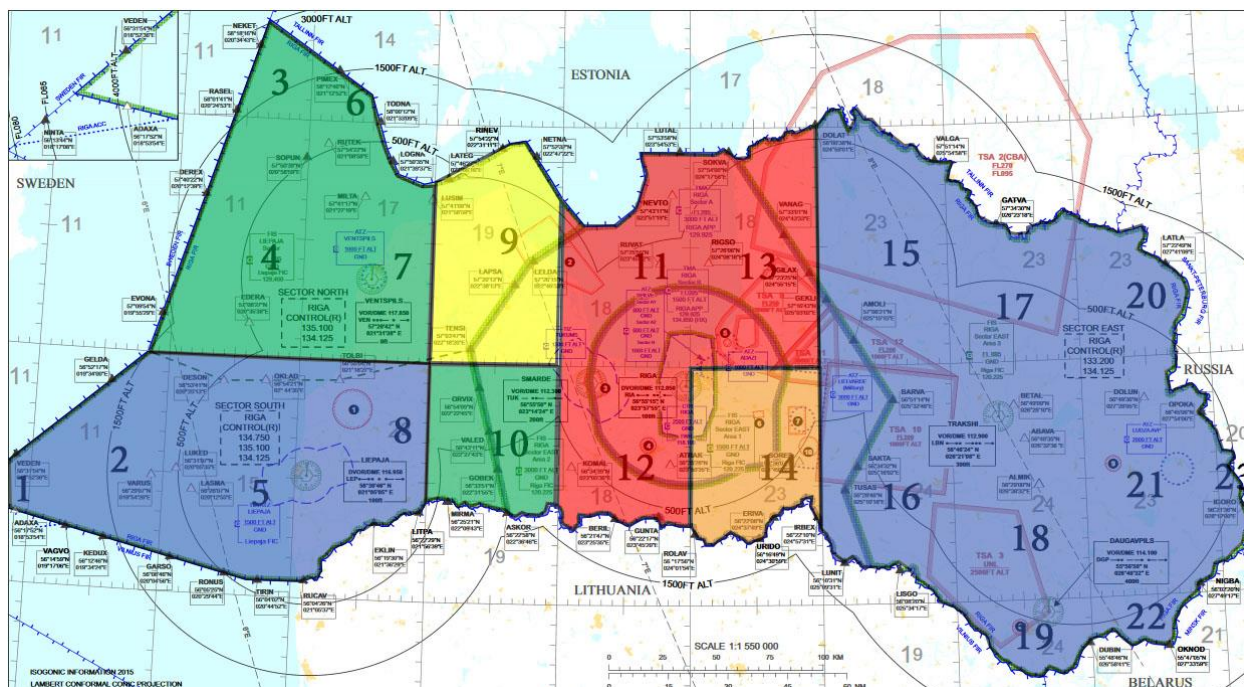
- a) satiksmes intensitāte no 0 līdz 25, neieskaitot, kam atbilst zila krāsa;
- b) satiksmes intensitāte no 25 līdz 50, neieskaitot, kam atbilst zaļa krāsa;
- c) satiksmes intensitāte no 50 līdz 75, neieskaitot, kam atbilst dzeltena krāsa;
- d) satiksmes intensitāte no 75 līdz 100, neieskaitot, kam atbilst oranža krāsa;
- e) satiksmes intensitāte no 100 un vairāk, kam atbilst sarkana krāsa.

Rīgas LIR karte gaisa transporta plūsmas intensitāte GND-FL100 no 2010. līdz 2015. gadam - mediānu vērtības un to dalījums atkarībā no vērtības ir parādīts 4.2 tabulā un 4.5 attēlā.

4.2. tabula

MSeA sektoru mediānas vērtība lidojumu intensitātei Rīgas LIR no 2010. līdz 2015. gadam
augstumos no zemes līdz FL100

Satiksmes intensitātes intervāls (SII)	Atbilstošie MSeA sektori	Atbilstošā krāsa Rīgas LIR kartē	
$0 < SII < 25$	1, 2, 5, 8, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23	Zila	
$25 \leq SII_1 < 50$	3, 4, 6, 7, 10	Zaļa	
$50 \leq SII_2 < 75$	9	Dzeltena	
$75 \leq SII_3 < 100$	14	Oranža	
$100 \leq SII_4$	11, 12, 13	Sarkana	



4.5. MSeA sektoru mediānas vērtība lidojumu intensitātei Rīgas LIR no 2010. līdz 2015. gadam
augstumos no zemes līdz FL100, gaisa kuģi

Piemērotākā ARIMA matemātiskā modeļa atrašana satiksmes intensitātes prognosešanai

Dikeja-Fullera testa rezultāti tika iegūti, lai noteiktu, vai laikrinda ir stacionārs vai nestacionārs process. Šeit p-value vērtība norāda: ja tā ir pazāka par 0.05, tad process ir nestacionārs. 4.3 tabulā ar sarkanu ir izdalīta 16.sektora vērtība, kas nozīmē, ka šī laikrinda nav stacionāra, un uzreiz ARIMA analīzi veikt nav iespējams.

4.3. tabula

ARIMA modelēšanas Dikeja-Fullera testa rezultāti

Sector	DFT	Lag order	p-value
1	-1.796	2	0.650
2	-1.774	2	0.658
3	-1.722	2	0.678
4	-1.614	2	0.720
5	-1.998	2	0.573
6	-1.800	2	0.649

7	-1.638	2	0.710
8	-1.234	2	0.864
9	-1.905	2	0.609
10	-3.052	2	0.172
11	-2.814	2	0.262
12	-1.917	2	0.604
13	-2.100	2	0.535
14	-1.349	2	0.821
15	-0.697	2	0.959
16	-6.929	2	0.010
17	-2.560	2	0.359
18	-2.161	2	0.511
19	-2.393	2	0.423
20	-1.544	2	0.746
21	-2.092	2	0.537
22	-1.343	2	0.823
23	-2.886	2	0.235

Tālāk ir parādīts, kā var iegūt precīzāko (p, q, d)(P, Q, D) kārtu, lai pēc iespējas precīzāk raksturotu katru atsevišķo MSeA sektoru. Tabulā 4.4 ir attēlotas ARIMA koeficientu autoregresijas AR, sezonalitātes SAR un integrēšanas Intercept vērtības, kā arī to standartnovirzes, kas ir apzīmētas ar s.e. (*Standard Error*).

Sākotnēji ir izvēlēts modelis (1,0,0)(1,0,0). R Studio pieraksts izskatās sekojoši:

```
> arimax14_1 <- Arima(Book1X14,order=c(1,0,0), seasonal=c(1,0,0))
> print(arimax14_1)
Series: Book1X14
ARIMA(1,0,0)(1,0,0)[3] with non-zero mean

Coefficients:
      ar1      sar1  intercept
    0.3616  0.6649   103.2208
s.e.  0.2089  0.1715    37.8521

sigma^2 estimated as 2436:  log likelihood=-95.06
AIC=198.12  AICC=201.2  BIC=201.68
>
> arimax14_2 <- Arima(Book1X14,order=c(0,0,0), seasonal=c(1,1,0))
> print(arimax14_2)
Series: Book1X14
ARIMA(0,0,0)(1,1,0)[3]
```

```

Coefficients:
      sar1
    -0.2842
s.e.    0.2396

sigma^2 estimated as 2887:  log likelihood=-80.65
AIC=165.3  AICc=166.3  BIC=166.72
> arimax14_3 <- Arima(Book1X14,order=c(1,0,0), seasonal=c(1,1,0))
> print(arimax14_3)
Series: Book1X14
ARIMA(1,0,0)(1,1,0)[3]

Coefficients:
      ar1      sar1
    0.7967  -0.7743
s.e.  0.1465   0.1481

sigma^2 estimated as 1269:  log likelihood=-75.35
AIC=156.7  AICc=158.88  BIC=158.82
> auto.arima(Book1X14)
Series: Book1X14
ARIMA(1,0,0)(1,1,0)[3]

Coefficients:
      ar1      sar1
    0.7967  -0.7743
s.e.  0.1465   0.1481

sigma^2 estimated as 1269:  log likelihood=-75.35
AIC=156.7  AICc=158.88  BIC=158.82
>
> arimax14_4 <- Arima(Book1X14,order=c(2,0,0), seasonal=c(1,1,0))
> print(arimax14_4)
Series: Book1X14
ARIMA(2,0,0)(1,1,0)[3]

Coefficients:
      ar1      ar2      sar1
    1.0552  -0.2608  -0.8352
s.e.  0.3287   0.3037   0.1297

sigma^2 estimated as 1203:  log likelihood=-75
AIC=158.01  AICc=162.01  BIC=160.84
>
> arimax14_5 <- Arima(Book1X14,order=c(1,0,1), seasonal=c(1,1,0))
> print(arimax14_5)
Series: Book1X14
ARIMA(1,0,1)(1,1,0)[3]

Coefficients:
      ar1      ma1      sar1
    0.7676   0.1607  -0.8094
s.e.  0.1723   0.2743   0.1436

sigma^2 estimated as 1290:  log likelihood=-75.18
AIC=158.36  AICc=162.36  BIC=161.2
>

```

```

> arimax14_6 <- Arima(Book1X14,order=c(0,0,0), seasonal=c(1,1,0))
> print(arimax14_6)
Series: Book1X14
ARIMA(0,0,0)(1,1,0)[3]
Coefficients:
      sar1
    -0.2842
s.e.    0.2396
sigma^2 estimated as 2887:  log likelihood=-80.65
AIC=165.3   AICc=166.3   BIC=166.72

```

Pilnu pierakstu “R Studio” 3.2.4. ir iespējams aplūkot 1. pielikumā.

4.4. tabula

ARIMA modelēšanas testu rezultāti- autoregresija, diferencēšana, sezonālitate, koeficienti

Sector	ARIMA order	Sesonal order	AR1_1	AR1_s.e	SAR1_1	SAR1_s.e	Intercept	Intercept_2
1	1,0,0	1,0,0	-0.152	0.248	0.590	0.203	8.065	1.758
2	1,0,0	1,0,0	-0.085	0.253	0.774	0.135	17.715	4.083
3	1,0,0	1,0,0	0.747	0.151	0.247	0.239	47.145	25.958
4	1,0,0	1,0,0	0.673	0.152	0.499	0.193	55.674	31.582
5	1,0,0	1,0,0	-0.031	0.265	0.740	0.158	21.038	5.555
6	1,0,0	1,0,0	0.804	0.134	0.189	0.245	45.289	27.221
7	1,0,0	1,0,0	0.683	0.148	0.536	0.181	54.926	32.967
8	1,0,0	1,0,0	0.099	0.278	0.677	0.186	10.708	4.303
9	1,0,0	1,0,0	0.575	0.172	0.679	0.143	71.484	37.924
10	1,0,0	1,0,0	-0.072	0.296	0.539	0.217	33.680	7.723
11	1,0,0	1,0,0	0.494	0.202	0.814	0.103	108.113	55.833
12	1,0,0	1,0,0	0.461	0.202	0.705	0.142	108.615	46.846
13	1,0,0	1,0,0	0.435	0.203	0.775	0.120	94.143	40.246
14	1,0,0	1,0,0	0.362	0.209	0.665	0.172	103.221	37.852
15	1,0,0	1,0,0	0.072	0.232	0.631	0.160	13.666	4.685
16								
17	1,0,0	1,0,0	0.428	0.268	-0.231	0.336	1.146	0.469
18	1,0,0	1,0,0	0.244	0.234	0.025	0.247	1.140	0.343
19	1,0,0	1,0,0	-0.251	0.229	0.085	0.233	0.895	0.337
20	1,0,0	1,0,0	0.206	0.225	0.310	0.252	0.163	0.138
21	1,0,0	1,0,0	0.248	0.238	0.128	0.245	0.595	0.277
22	1,0,0	1,0,0	-0.104	0.234	-0.113	0.227	0.116	0.061
23	1,0,0	1,0,0	-0.035	0.245	-0.251	0.229	0.345	0.122

ARIMA modelis ir jāizvēlas tā, lai AR, SAR un I vērtības būtu pēc iespējas mazākas. Lai pārbaudītu, vai iegūtā vērtība ir mazākā iespējamā, šādas darbības ir jāveic arī ar citiem modeļiem. Piemērs manuālai ARIMA modeļai izveidei ir attēlots 4.5 tabulā, kur ir apskatīts 14. MSeA sektors.

4.5. tabula

Piemērs manuālai ARIMA modeļai izveidei, koeficienti

	p,q,d	P,Q,D	AR	AR_s.e	AR	AR_s.e	MA	MA_s.e	SAR	SAR_s.e	Intercept	Intercept_s.e	AIC	AICc	BIC
1	1,0,0	1,0,0	0.3616	0.2089					0.6649	0.1715	103.221	37.8521	198.12	201.2	201.68
2	0,0,0	1,1,0							-0.2842	0.2396			165.3	166.3	166.72
3	1,0,0	1,1,0	0.7967	0.1465					-0.7743	0.1481			156.7	158.88	158.82
4	2,0,0	1,1,0	1.0552	0.3287	-0.2608	0.3037			-0.8352	0.1297			158.01	162.01	160.84
5	1,0,1	1,1,0	0.7676	0.1723			0.1607	0.2743	-0.8094	0.1436			158.36	162.36	161.2
6	0,0,0	1,1,0							-0.2842	0.2396			165.3	166.3	166.72
auto	1,0,0	1,1,0	0.7967	0.1465					-0.7743	0.1481			156.7	158.88	158.82

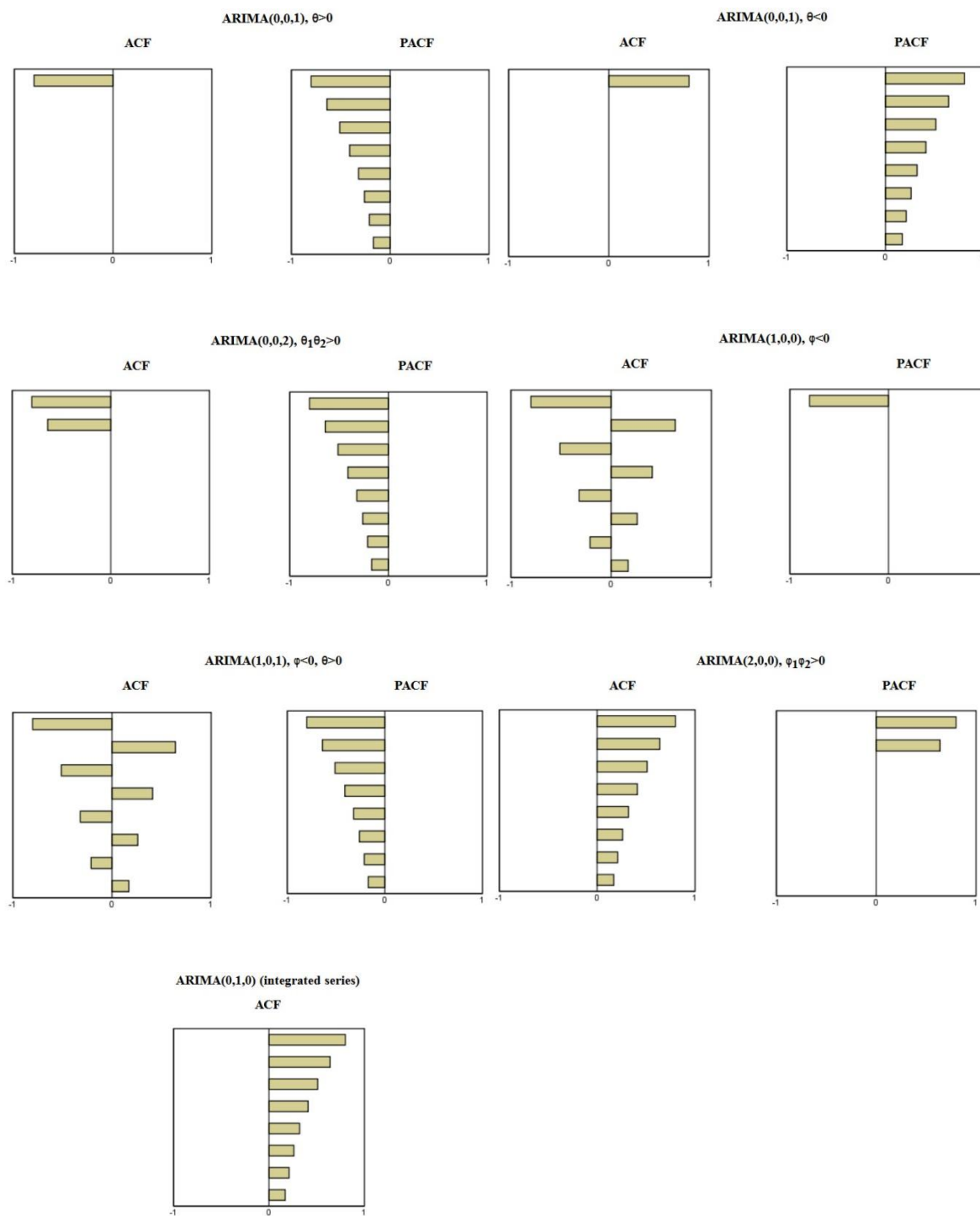
No šejienes var redzēt, ka mazākās SAR vērtības ir -0.7743 un SAR_s.e. 0.1481. P-value tiek pārbaudīt, atrodot šo vērtību dalījumu. Tas tiek saukts par iepriekš minēto Dikeja-Fullera test. Attiecīgi:

$$p\text{-value}_{MSeA14} = \frac{-0.7743}{0.1481} = 5.2282 > 1.96 \quad (4.1.)$$

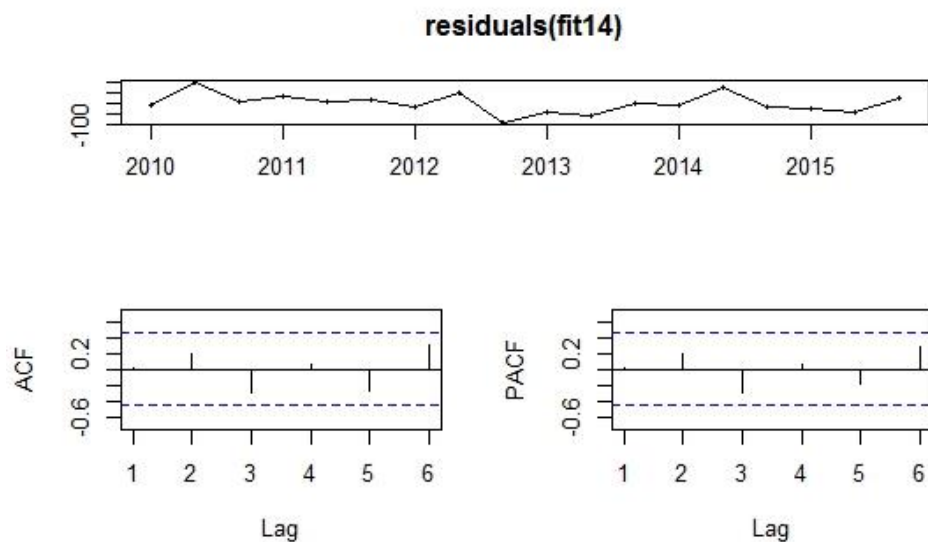
Tā kā šis dalījums pārsniedz vērtību 1.96, kas atbilst 95% precizitātes klasei, tad attiecīgā laikrinda ir stacionārs process.

“R Studio” attēlotie koeficienti AIC, AICc un BIC arī tiek izmantoti, lai pārbaudītu iegūtā ARIMA modeļa precizitāti. Arī šiem koeficientiem ir jābūt pēc iespējas mazākiem. Tabulā 4.5. ar zaļu ir izdalītas zemākās vērtības. No šejienes izriet, ka gan manuāli, gan automātiski iegūtais modelis (1,0,0)(1,1,0) ir vispiemērotākais MSeA 14.sektoram.

Analizējot ARIMA modeļus, izmanto arī autokorelācijas koeficientus ACF un PACF. Attēlojot laikrindas datus grafiski un iepazīstoties ar to izkārtojumu, ir iespējams prognozēt, kāds būs piemērotākais modelis. ACF un PACF analīzes varianti ir attēloti ilustrācijās.

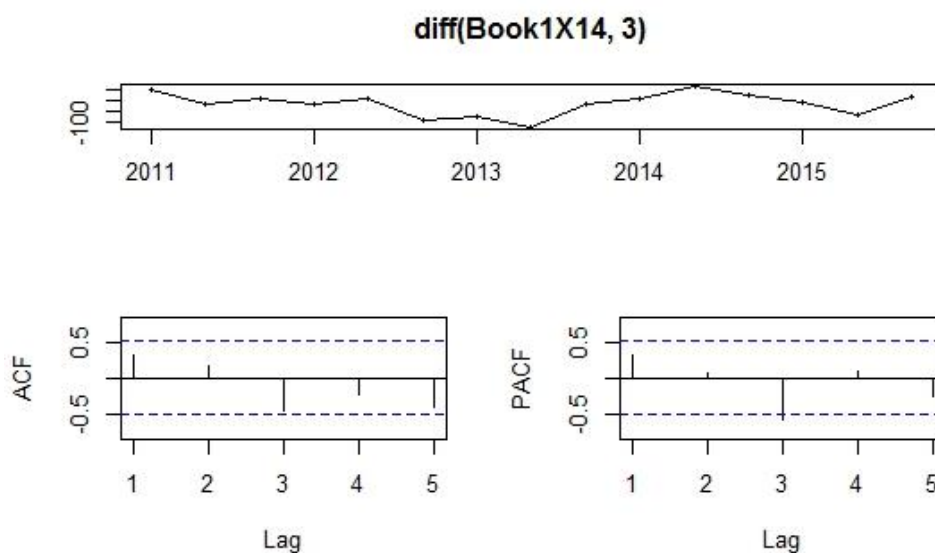


14.MSeA sektora laikrindas grafiskais attēls ar ACF un PACF koeficientiem ir parādīts 4.6 attēlā.



4.6. att. 14.MSeA sektora laikrindas grafiskais attēls ar ACF un PACF koeficientiem

14. MSeA sektora laikrindas integrēšanas jeb differences rezultāti ar ACF un PACF koeficientiem ir parādīts 4.7 attēlā.



4.7. att. 14. MSeA sektora laikrindas integrēšanas jeb differences rezultāti ar ACF un PACF koeficientiem

Ja mēs salīdzinām šos rezultātus ar iespējamajiem variantiem ACF un PACF analizē, tad var redzēt, ka piemērotākais ir (1,0,0) variants. Šī iemesla dēļ sākotnēji tikai izvēlēts tieši šis modelis. Iegūtie rezultāti ARIMA automātiskajai modelēšanai ir apkopoti tabulās no 4.6 līdz 4.8.

4.6. tabula

ARIMA modelēšanas automātiski iegūtie koeficienti Rīgas LIR MSeA sektoriem

Sector	Sigma^2	log likelihood	AIC	AICc	BIC
1	21.760	-52.270	112.540	115.620	116.110
2	46.140	-59.760	127.520	130.600	131.080
3	757.000	-84.180	176.350	179.430	179.910
4	897.600	-85.990	179.990	183.070	183.550
5	92.660	-65.850	139.700	142.780	143.260
6	620.800	-82.460	172.910	175.990	176.470
7	819.500	-85.290	178.580	181.650	182.140
8	54.930	-60.880	129.760	132.830	133.320
9	1061.000	-87.870	183.740	186.810	187.300
10	411.500	-78.600	165.190	168.270	168.750
11	1505.000	-91.620	191.240	194.320	194.800
12	2236.000	-94.530	197.060	200.140	200.620
13	1253.000	-89.640	187.280	190.360	190.840
14	2436.000	-95.060	198.120	201.200	201.680
15	86.850	-64.840	137.680	140.760	141.240
16					
17	2.369	-31.830	71.650	74.730	75.210
18	1.410	-27.020	62.050	65.120	65.610
19	3.166	-34.310	76.630	79.700	80.190
20	0.146	-6.760	21.510	24.590	25.070
21	0.768	-21.580	51.170	54.240	54.730
22	0.115	-4.430	16.870	19.940	20.430
23	0.495	-17.670	43.340	46.410	46.900

4.7. tabula

ARIMA modelēšanas automātiskie autoregresijas, diferencēšanas un sezonālītātes koeficienti un ARIMA piemērotākais modelis
katram Rīgas LIR MSeA sektoram

Sector	ARIMA order	Seasonal order	Note	AR1_1	AR1_s.e.	MA_1	MA_s.e.	Intercept	Intercept_ 2	SAR1_1	SAR1_s.e.	SMA_1	SMA_s.e.
1	0,0,1	1,1,0								-0.6788	-0.6788		
2	0,0,0	1,1,0								-0.5684	0.2015		
3	0,1,0									758.9	-80.49		
4	0,1,0	1,0,0								0.4768	0.1997		
5	0,0,0	1,1,0								-0.6531	0.1797		
6	0,1,0									589.8	-78.35		
7	0,1,0	1,0,0								0.5281	0.1854		
8	0,0,0	2,0,0	with non-zero mean						12.061 4	0.2262	0.5982		
									3.9821	0.1923	0.218		
9	0,1,0	1,0,0	3					1196		0.687	0.1417		
10	0,0,0	1,0,0	3					33.298 2	8.4502	0.5664	0.1745		
11	1,0,0	0,1,0	3	0.5764	0.217								
12	1,0,0	0,1,0	3	0.5328	0.2172								
13	0,1,0	1,0,0	3	0.8098	0.104								

14	1,0,0	1,1,0	3	0.7967	0.1465					-0.7743	0.1481		
15	0,0,0	0,1,0	3	95.93									
16	1,0,0	1,1,1	with drift- 0.3429/0.0611	-0.9589	0.0582					-0.0798	1.4114	10.163 4	1.4025
17	1,1,0			-0.7366	0.1978								
18	0,0,1	2,1,0	3			0.776	0.4292			-0.714	0.1761		
										-0.85	0.1483		
19	0,0,0	1,1,0	3							-0.6368	0.1995		
20	0,0,0	0,1,0	3										
21	0,0,1	0,1,1	3			0.7459	0.2338			-0.9089	1.3464		
22	0,0,0	1,1,0	3							-0.532	0.207		
23	0,0,0		with non-zero mean					0.3333	0.1571				

4.8. tabula

ARIMA modelēšanas automātiskie koeficienti un ARIMA piemērotākais modelis katram Rīgas LIR MSeA sektoram

Sector	Sigma^2	log likelihood	AIC	AICc	BIC
1	13.660	-41.300	86.600	87.600	88.020
2	30.200	-46.910	97.820	98.820	99.240
3	162.990	163.250	163.820		
4	967.600	-82.430	168.860	169.720	170.530
5	52.000	-51.230	106.470	107.470	107.890
6	158.700	-78.350	158.700	158.970	159.530
7	874.400	-81.670	167.340	168.200	169.010
8	38.620	-58.680	125.370	128.440	128.930
9	1196.000	-84.800	173.600	174.450	175.260
10	384.400	-78.630	163.250	164.970	164.970
11	1530.000	-75.970	155.940	156.940	157.350
12	2448.000	-79.460	162.910	163.910	164.330
13	1499.000	-87.360	178.720	179.580	180.390
14	1269.000	-75.350	156.700	158.880	158.820
15	95.930	-55.510	113.020	113.330	113.730
16	2.179	-25.990	61.970	68.640	65.510
17	1.950	-29.670	63.350	64.200	65.010

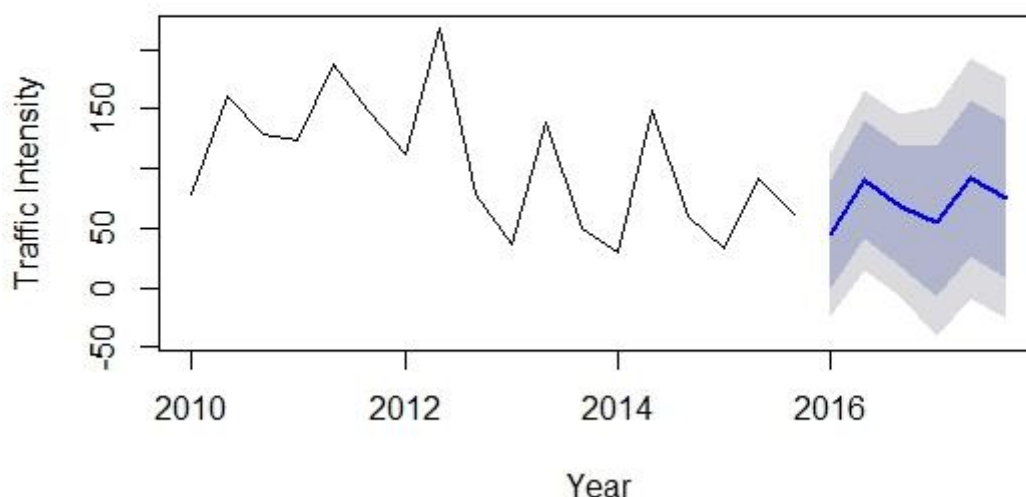
18	0.755	-21.880	51.770	55.770	54.600
19	3.598	-31.150	66.300	67.300	67.720
20	0.200	-9.210	20.430	20.730	21.130
21	0.620	-18.790	43.580	45.760	45.700
22	0.194	-8.980	21.960	22.960	23.380
23	0.471	-18.240	40.490	41.290	42.270

Gaisa transporta intensitātes prognozēšana Rīgas LIR, izmantojot ARIMA modeli

ARIMA matemātisko modelēšanu un statistikas programmu “R Studio var izmantot ne tikai statistikas datu analīzei kas ir jau pieejami, bet arī matemātiskajai prognozēšanai, lai noteiktu satiksmes intensitātes attīstību balstoties uz iepriekš izstrādātiem modeļiem.

Iepriekš automātiski iegūtie ARIMA modeļi (p, q, d) (P, Q, D) tiks izmantoti, lai prognozētu satiksmes intensitāti katrā no 23 Rīgas LIR esošajiem MSeA sektoriem 2016. un 2017. gadam. Iegūtie prognozēšanas rezultāti ir attēloti 4.8 attēlā un 4.9. tabulā.

Forecasts from ARIMA(1,0,0)(1,0,0)[3] with non-zero mean



4.8.att. ARIMA prognozēšana gaisa satiksmes intensitātei Rīgas LIR MSeA sektoros, gaisa kuģi
Iegūtie ARIMA prognozes rezultāti parāda prognozējamo vērtību attiecīgajā laikā, kā arī to vērtību ar 80 un 95% varbūtību. Iegūtās vērtības MSeA 14 ir parādītas 4.9 tabulā.

4.9. tabula

ARIMA prognozēšana gaisa satiksmes intensitātei Rīgas LIR 14. MSeA sektorā

	Laika intervāls	Prognoze	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
Setors 14						
	2016_1	60.43	14.79	106.08	-9.37	130.24

	2016_2	157.50	99.14	215.86	68.25	246.75
	2016_3	82.08	16.92	147.23	-17.57	181.72
	2017_1	48.98	-24.23	122.18	-62.98	160.93
	2017_2	109.14	31.26	187.03	-9.97	228.26
	2017_3	85.26	4.55	165.98	-38.18	208.71

No 4.9 tabulas var redzēt, ka ausgtākā intensitāte gaisa transporta plūsmai ir gaidāma 2016.gada otrajā kvartālā, bet zemākā vērtība- 2017.gada pirmajā kvartālā. Pārējo MSeA sektoru prognozēšanas rezultāti ir apkopoti 3. pielikumā.

4.10 tabulā ir apkopotas ARIMA prognozēšanas vērtības 2016.gada otrajam kvartālam.

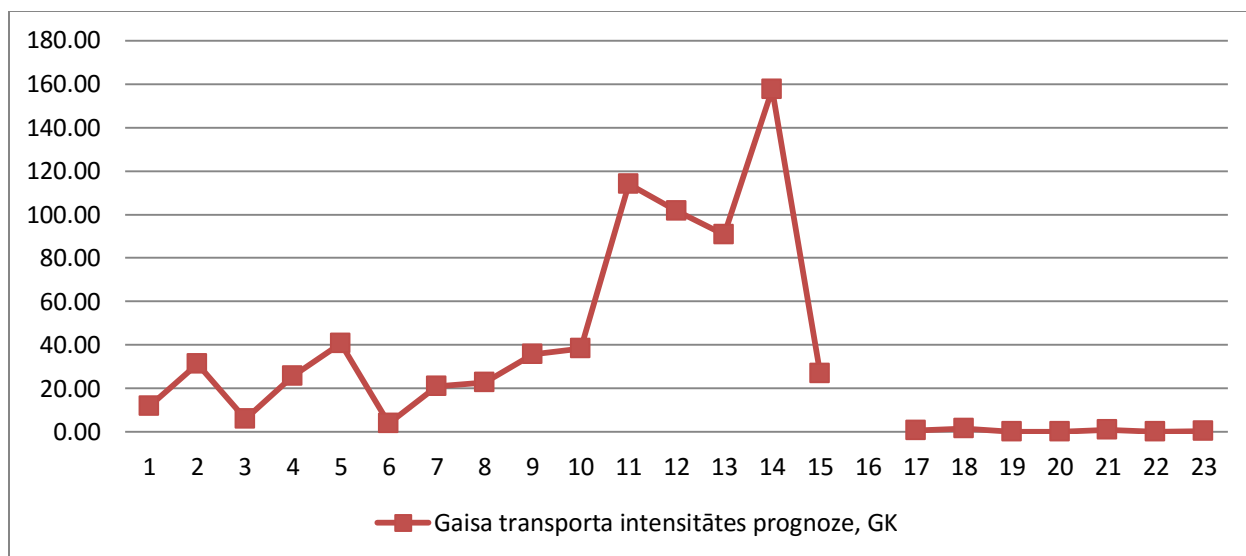
4.10. tabula

ARIMA prognozēšana gaisa satiksmes intensitātei Rīgas LIR MSeA sektoros 2016. gada otrajā kvartālā, gaisa kuģi

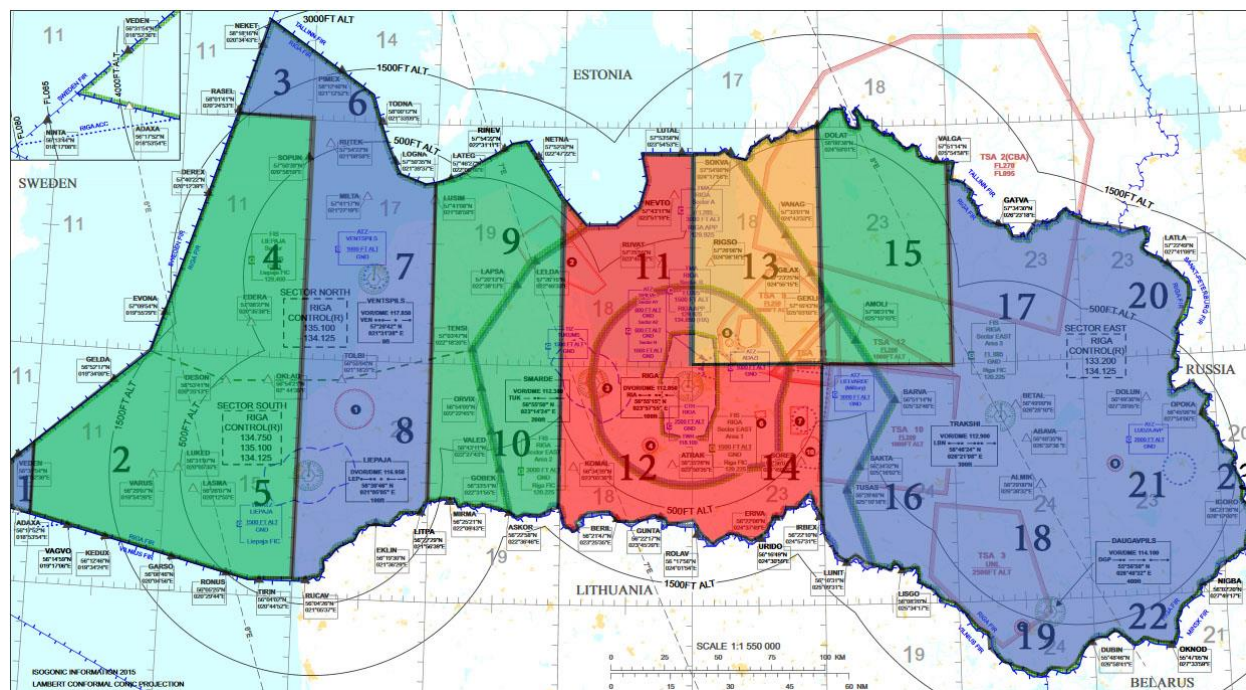
MSeA sektors	1	2	3	4	5	6	7	8
Satiksmes intensitātes prognoze, GK	11.82	31.29	6.00	25.83	40.65	4.00	20.92	22.71
MSeA sektors	9	10	11	12	13	14	15	16
Satiksmes intensitātes prognoze, GK	35.61	38.23	113.99	101.56	90.63	157.50	27.00	-
MSeA sektors	17	18	19	20	21	22	23	
Satiksmes intensitātes prognoze, GK	0.78	1.44	0.00	0.00	1.02	0.00	0.33	

No iegūtajiem prognozēšanas rezultātiem, kas apkopoti 4.10 tabulā, var redzēt, ka lielākā satiksmes intensitāte ir gaidāma 13. MSeA sektorā, sasniedzot 113.99 gaisa kuģu skaitu. Zemākā intensitāte arī šajam laika posmam ir gaidāma Rīgas LIR austrumu daļā no sektora 17 līdz 23, kur gaidāmi 0 līdz 1.2 gaisa kuģi.

Grafiski satiksmes intensitātes prognozes rezultāti ir attēloti 4.9 un 4.10 attēlā.



4.9. att. ARIMA prognozēšana gaisa satiksmes intensitātei Rīgas LIR MSeA sektoros 2016. gada otrajā kvartālā, gaisa kuģi



4.10. att. ARIMA prognozēšana gaisa satiksmes intensitātei Rīgas LIR MSeA sektoros 2016. gada otrajā kvartālā

4.11 tabulā ir apkopotas ARIMA prognozēšanas vērtības 2016.gada otrajam kvartālam.

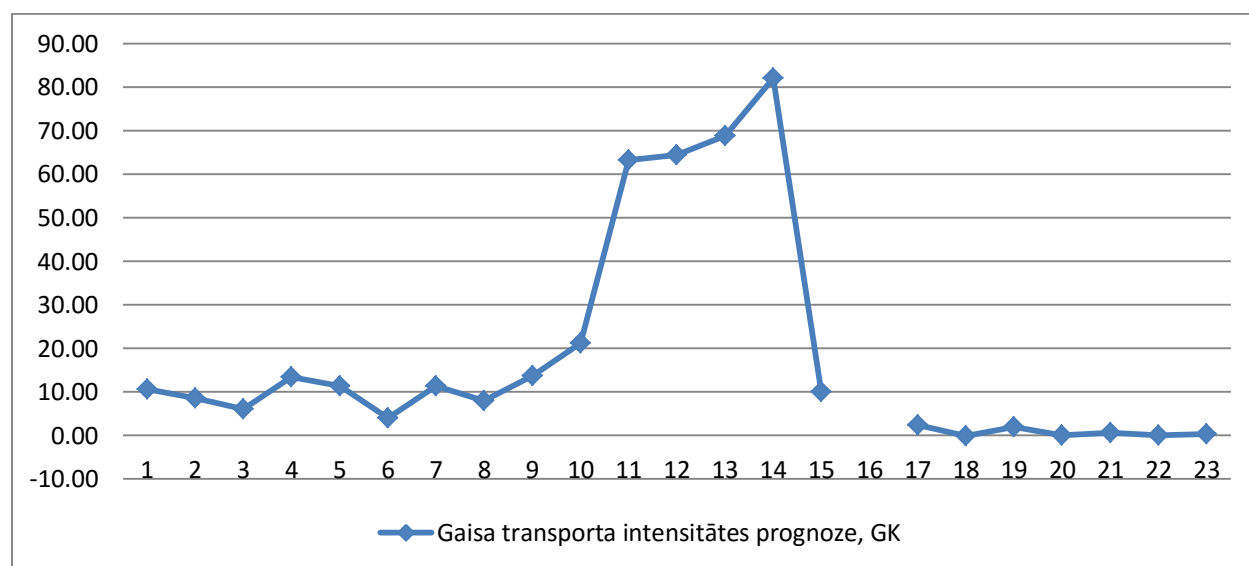
4.11. tabula

ARIMA prognozēšana gaisa satiksmes intensitātei Rīgas LIR MSeA sektoros 2016. gada trešajā kvartālā, gaisa kuģi

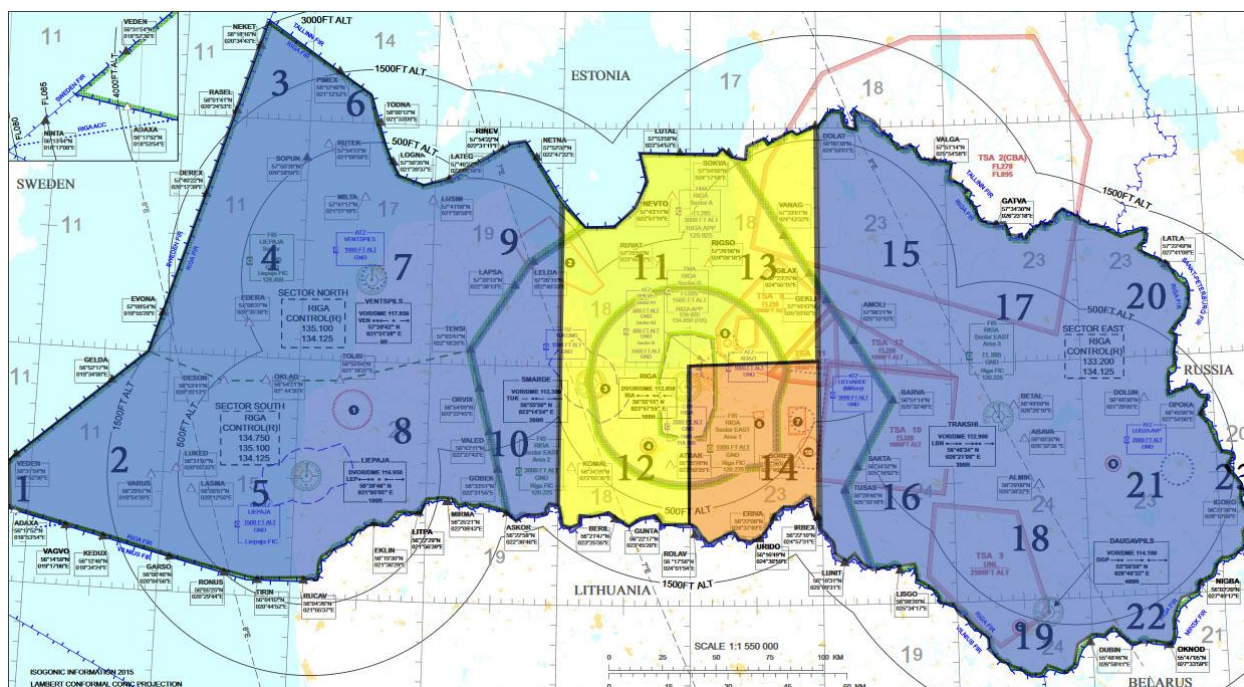
MSeA sektors	1	2	3	4	5	6	7	8
Satiksmes intensitātes prognoze, GK	10.54	8.59	6.00	13.43	11.35	4.00	11.42	7.95
MSeA sektors	9	10	11	12	13	14	15	16
Satiksmes intensitātes prognoze, GK	13.63	21.23	63.15	64.36	68.78	82.08	10.00	-
MSeA sektors	17	18	19	20	21	22	23	
Satiksmes intensitātes prognoze, GK	2.37	-0.12	1.91	0.00	0.67	0.00	0.33	2.37

No iegūtajiem prognozēšanas rezultātiem, kas apkopoti 4.11 tabulā, var redzēt, ka lielākā satiksmes intensitāte ir gaidāma 14. MSeA sektorā, sasniedzot 82.08 gaisa kuģu skaitu. Zemākā intensitāte arī šajam laika posmam ir gaidāma Rīgas LIR austrumu daļā no sektora 17 līdz 23, kur gaidāmi 0 līdz 2.37 gaisa kuģi.

4.11 tabulā ir apkopotas ARIMA prognozēšanas vērtības 2016.gada pirmajam kvartālam., bet grafiski satiksmes intensitātes prognozes rezultāti ir attēloti 4.11 un 4.12 attēlā.



4.11. ARIMA prognozēšana gaisa satiksmes intensitātei Rīgas LIR MSeA sektoros 2016. gada trešajā kvartālā, gaisa kuģi



4.12. att. ARIMA prognozēšana gaisa satiksmes intensitātei Rīgas LIR MSeA sektoros 2016. gada trešajā kvartālā

4.12 tabulā ir apkopotas ARIMA prognozēšanas vērtības 2017. gada pirmajam kvartālam.

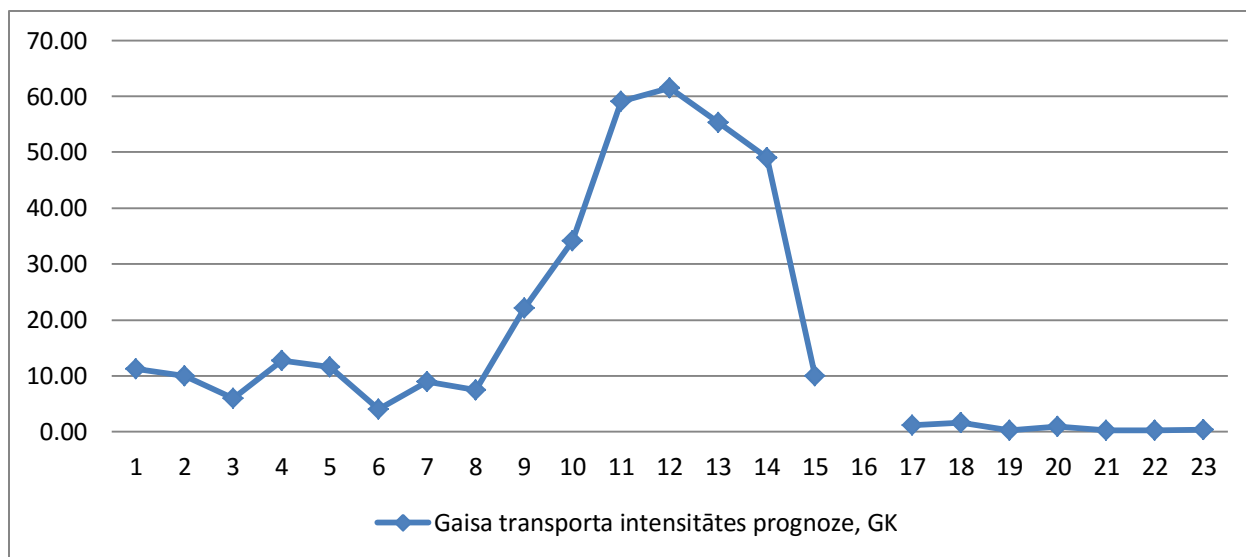
4.12. tabula

ARIMA prognozēšana gaisa satiksmes intensitātei Rīgas LIR MSeA sektoros 2017. gada pirmajā kvartālā, gaisa kuģi

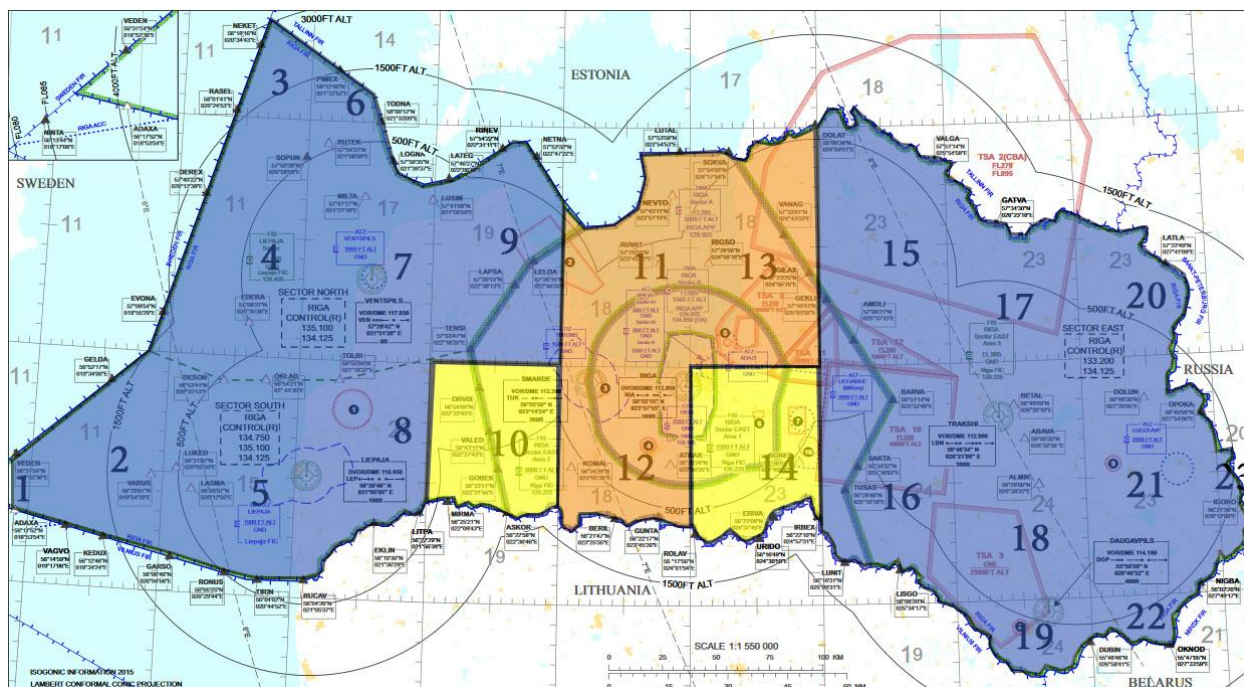
MSeA sektors	1	2	3	4	5	6	7	8
Satiksmes intensitātes prognoze, GK	11.27	10.00	6.00	12.75	11.59	4.00	8.91	7.47
MSeA sektors	9	10	11	12	13	14	15	16
Satiksmes intensitātes prognoze, GK	22.12	34.16	59.12	61.52	55.34	48.98	10.00	-
MSeA sektors	17	18	19	20	21	22	23	
Satiksmes intensitātes prognoze, GK	1.20	1.63	0.23	1.00	0.23	0.25	0.33	

No iegūtajiem prognozēšanas rezultātiem, kas apkopoti 4.12 tabulā, var redzēt, ka lielākā satiksmes intensitāte ir gaidāma 12. MSeA sektorā, sasniedzot 61.52 gaisa kuģu skaitu. Zemākā intensitāte arī šajam laika posmam ir gaidāma Rīgas LIR austrumu daļā no sektora 17 līdz 23, kur gaidāmi 0 līdz 1.2 gaisa kuģi.

Grafiski satiksmes intensitātes prognozes rezultāti ir attēloti 4.13 un 4.14 attēlā



4.13. ARIMA prognozēšana gaisa satiksmes intensitātei Rīgas LIR MSeA sektoros 2017. gada pirmajā kvartālā, gaisa kuģi



4.14. att. ARIMA prognozēšana gaisa satiksmes intensitātei Rīgas LIR MSeA sektoros 2017. gada pirmajā kvartālā

Prognozēšanas rezultātu novērtēšana

Lai pārbaudītu iegūto prognozēšanas rezultāti ticamību, ir jāveic to novērtēšana. Tika izvēlēts viens no MSeA sektoriem laikam nevis kā iepriekš laikam no 2010. gada līdz 2015. gadam, bet gan no 2010.gada līdz 2013.gadam. Atlikušajiem diviem gadiem tika veikta tāda pati ARIMA prognozēšana kā iepriekšējos gadījumos. Prognozēšanas algoritms “R Studio” programmā izskatās sekojoši:

```
> predict(fit, n.ahead = 6, frequency=3)
$se
Time Series:
Start = 13
End = 18
Frequency = 1
[1] 28.96708 80.96563 50.17245 28.96708 40.96563 50.17245
```

Pēc prognozes veikšanas iegūtie dati tika salīdzināti ar esošajiem, lai noteiktu prognozēšanas kļūdu. Kļūdas aprēķins ir parādīts 4.13 tabulā.

4.13. tabula

ARIMA prognozēšanas kļūdas aprēķins

	Novērotā vērtība (x)	ARIMA prognoze (x _a)	x _i	$(x_{vid}-x_i)^2 = \sigma^2$
2014_1	35	28.9671	6.03292	213.2821
2014_2	152	80.9656	71.03437	5045.882
2014_3	62	50.1725	11.82755	139.8909
2015_1	28	28.967	-0.96708	0.935244
2015_2	81	40.966	40.03437	1602.751
2015_3	75	50.172	24.82755	616.4072
		$x_i = x - x_a$	$x_{vid} = \frac{\sum_{i=1}^n x - x_i}{6} = 25.79$	$\frac{\sum_{i=1}^n (x_{vid} - x_i)^2}{6} = 591.91 = \sigma^2$

Ģenerālkopas dispersija tiek iegūta pēc sekojošas sakarības:

$$\frac{\sum_{i=1}^n (x_{vid} - x_i)^2}{6}$$

Ģenerālkopas standartnovirze tie iegūta, izmantojot sekojošu sakarību:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{vid} - x_i)^2}{n}}$$

kur:

σ^2 = ģenerālkopas dispersija

σ - ģenerālkopas standartnovirze

n- novērojumu skaits

x - reāli novērtotā gaisa satiksmes intensitātes vērtība

x_a - ARIMA prognozētā gaisa satiksmes intensitātes vērtība

x_{vid} - reāli novēroto un ARIMA prognozēto gaisa satiksmes intensitātes vērtību vidējā aritmētiskā vērtība

$$\sigma^2 = \frac{(6.03 - 25.79)^2 + (71.03 - 25.79)^2 + (11.82 - 25.79)^2 + (-0.97 - 25.79)^2}{6} + \frac{(40.03 - 25.79)^2 + (24.83 - 25.79)^2}{6} = 582.75 \text{ gaisa kuģi}$$

Vidējā kvadrātiskā kļūda:

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{vid} - x_i)^2}{n}} = \sqrt{582.75} = \pm 24.14 \text{ gaisa kuģi.}$$

[39.]

Nodaļas secinājumi

Detalizētākai lidojumu plūsmas analīzei Rīgas LIR var izmantot ARIMA (Autoregressive Integer Moving Average) matemātisko modelēšanu, lai pētītu GK skaita izmaiņas, kā arī sezonālās ietekmi uz to. Iegūtie rezultāti parādīja tādu pašu tendenci kā iepriekšējā nodaļā- lielākā lidojumu intensitāte ir Rīgas LIR centrālajā daļā, kā arī vasaras mēnešos- no maija līdz augustam- lidojumu intensitāte ir augstāka. Rezultāti parādīja arī ievērojamu gaisa transporta plūsmu Rīgas LIR ziemeļrietumu daļā, kas ir saistīta ar noslogotāka maršruta atrašanās vietu- no navigācijas punkta RIA, kas apzīmē Rīgas VOR staciju, līdz navigācijas punktam NEKET, kas atrodas uz Latvijas un Zviedrijas kontroles gaisa telpu robežas.

ARIMA modelis tika izmantots arī, lai prognozētu gaisa transporta intensitāti tuvākajā nākotnē- 2016. un 2017.gadam. Iegūtie dati tika attēloti aeronavigācijas kartē vieglākai informācijas uztverei un ērtākai izmantošanai. Prognoze parādīja, ka 2016.gada vasaras mēnešos lidojumu intensitāte noslogotākajā zonā, centrālajā daļā būs no 63 līdz 82 GK, savukārt, ziemas mēnešos, 2017.gada sākumā vien 48 līdz 61 GK.

5. APMĀCĪBU PROGRAMMU IZVEIDE GSV DISPEČERIEM UN TĀLVADĪBAS GAISA KUĢU OPERATORIEM

Vispārējās prasības apmācību programmu izveidē

Saskaņā ar Valsts pārvaldes iekārtas likuma 72. panta pirmās daļas 2. punktu Izglītības un zinātnes ministrijas (IZM) iekšējie noteikumi nosaka kārtību, kādā tiek izstrādātas un noformētas izglītības programmas- profesionālās vidējās izglītības programmas, arodizglītības programmas, profesionālās pamatzglītības programmas, profesionālās tālākizglītības un profesionālās pilnveides izglītības programmas. Šajā darbā izstrādātā TGKS apkalpošanas metodoloģija ir pieskaitāma pie profesionālās pilnveides izglītības programmas. Šeit tiks izstrādāts mācību plāns, ieskaitot ilgumu, apjomu un prasības, kas būtu jāņem vērā, īstenojot to praksē.

Profesionālās izglītības programmas izstrādes kārtība nosaka, ka izglītības iestādei ir jāizstrādā mācību programma, balstoties uz Profesionālās izglītības likuma prasībām. Ir jānosaka attiecīgās programmas mērķi, uzdevums, saturs, ieviešanas plāns, kā arī prasības izglītības līmenim, uzsākot apmācību. Programmas izstrādē ir jāatrunā arī mācību programmas īstenošanai nepieciešamie resursi- personāla, finansu un materiālo līdzekļu resursi. Saistībā ar profesionālās pilnveides izglītības programmu ir noteikts, ka šāda veida programma ir jāizstrādā atbilstoši tirgus prasībām, kā arī ir jānodrošina iespēja personai apgūt jaunākās tendences attiecīgajā jomā, pilnveidojot savas zināšanas un prasmes.

Tālākās darbības iekļauj izglītības programmas iesniegšanu izvērtēšanai Valsts izglītības satura centrā, lai saskaņotu to ar IZM. Pēc iespējamu grozījumu veikšanas un saskaņošanas ir jāiesniedz Izglītības valsts kvalitātes dienestam rīkojums, apstiprinot izdarītos grozījumus. Tāpat ir jāiesniedz arī aktualizētā programma, ja izglītības iestāde to ir veikusi un ir saņēmusi apstiprinājumu Valsts izglītības satura centrā un IZM. Jāpiemin, ka profesionālās pilnveides izglītības programmu ilgums, kā arī mācību forma- klātie vai neklātie- netiek reglamentētas.

Pilnvērtīgs izglītības programmas plāns sastāv no trim galvenajām pamatdaļām:

- a) teorijas;
- b) prakses;
- c) pārbaudījumiem.

Zināšanu un iemaņu papildināšanas kursā nav stingri noteikts, kādai ir jābūt šo pamatdaļu

attiecībai. Programmā ir jābūt noteiktam apmācību:

- a) ilgumam;
- b) apjomam;
- c) saturam;
- d) prasībām iepriekšējai izglītībai, uzsākot mācības.

IZM 2010.gada 11.oktobra iekšējo noteikumu numur 22 otrais pielikums nosaka profesionālās tālākizglītības programmu un profesionālās pilnveides programmu apjomus. Atbilstošās prasības ir apkopotas 5.1 tabulā.

5.1. tabula

Profesionālās tālākizglītības programmu un profesionālās pilnveides programmu apjoms

Profesionālās izglītības programmas veids	Iegūstamās profesionālās kvalifikācijas līmenis	Prasības attiecībā uz iepriekš iegūto izglītību	Programmas minimālais apjoms (stundās)	Izglītības dokuments, kas apliecina profesionālās izglītības programmas apguvi
Profesionālās tālākizglītības programma	Trešais	Vidējā izglītība vai arodizglītība	960	Profesionālās kvalifikācijas apliecība
	Otrais	Bez iepriekšējās izglītības ierobežojuma	480 vai 640	
	Pirmais	Bez iepriekšējās izglītības ierobežojuma	480	
Profesionālās pilnveides izglītības programma	-	Bez iepriekšējās izglītības ierobežojuma	160	Apliecība par profesionālās pilnveides izglītību

Veidojot apmācību programmas tālvadības gaisa kuģu operatoriem un papildus apmācību programmu gaisa satiksmes vadības dispečeriem, ir jāņem vērā visas iepriekš minētās prasības, ko ir noteikusi IZM.

Saskaņā ar ICAO dokumentu Doc10019, personāla licencēšanu, ir ieteicams apmācību programmās iekļaut sekojošas tēmas:

- a) aviācijas likumdošana;
- b) vispārīgas ziņas par TGKS;
- c) lidojuma sniegums, veikšana un plānošana;
- d) cilvēka faktors;
- e) meteoroloģija;
- f) navigācija;
- g) operatīvās procedūras;
- h) lidojuma principi;
- i) radiosakaru veikšana.

Iespējamās prasības, uzsākot apmācību :

- a) GSV dispečeriem: derīga GSV dispečera licence, medicīnas sertifikāts (3. klase), ELPAC (English Language Proficiency for Aeronautical Communications) angļu valodas tests (4. līmenis vai augstāk)
- b) TGKS operatoriem: vidējā izglītība (vēlams tehniskā un saistīta ar aviāciju), derīgs medicīnas sertifikāts (3. klase), atbilstošs angļu valodas līmenis (ELPAC 4.līmenis vai augstāk).

Gan GSV dispečeru, gan TGKS operatoru apmācību programmas var sadalīt divās galvenajās daļās- teorētiskajā un praktiskajā. Teorētiskā daļa ir saistīta ar galveno terminu, likumdošanas un tehnisko jautājumu apskatīšanu klasē, kas nepieciešami tālākaikvalitatīvu praktisko uzdevumu veikšanai. Praktiskā apmācību daļa būtu, pirmkārt, saistīta ar iepazīšanos ar nepieciešamo aprīkojumu TGKS pilnvērtīgai darbībai, kā arī ar praktisko lidojumu veikšanu kā sadaļas galveno daļu.

Tālāk ir apkopotas galvenās prasības un nosacījumi katras apmācību sadaļas veikšanai.

Apmācību programma tālvadības gaisa kuģu sistēmu operatoriem

Teorētiskā apmācību daļa TGKS operatoriem

5.2 tabulā ir apkopotas galvenās sadaļas, kas būtu jāapskata apmācības ietvaros, kā arī nepieciešamais apjoms, kas izteikts stundās, un pamata dokumenti un citi literatūras avoti, kas apskata konkrēto jautājumu.

5.2. tabula

TGKS operatoru apmācības programmas galvenās sadaļas un apjoms

	Nosaukums	Saturs	Apjoms, stundas
1.	Ievads	TGKS ieskats vēsturē un to izmantošanas iespējās mūsdienās	1
2.	Ar TGKS saistītā likumdošana	Starptautiska, Eiropas un Latvijas mēroga likumdošana, kas saistīta ar TGKS	4
3.	TGKS tehniskā specifikācija	• Uzbūves īpatnības • Tehniskais aprīkojums: ○ komunikācijas; ○ radiolokācija (SSR); ○ navigācija. • Laikapstākļu ietekme	6
4.	TGKS lidojuma plāna sastādīšana + praktiskais darbs	• Lidojuma noteikumu īpatnības: ○ Instrumentālie lidojuma noteikumi (IFR); ○ Vizuālo lidojumu noteikumi (VFR); ○ Speciālo vizuālo lidojumu noteikumi (SVFR); ○ Bezpilotu lidaparātu sistēmu lidojumu noteikumi (TGKS). • Specifisku ģeogrāfisko un vietu norādīšana navigācijas nolūkos	2

		• Lidojuma maršruta daļas (15. lauka) aizpildīšanas specifika • Papildus informācijas norādīšana lidojuma plānā (18. lauks standarta ICAO lidojuma plāna formātā)	
5.	NOTAM ziņojuma sastādīšana + praktiskais darbs	• NOTAM ziņojuma īpatnības • Aktīvās zonas vai lidojuma maršruta norādīšanas specifika • Ievads aviācijas meteoroloģijā un pamata aviācijas ziņojumi (METAR, TAF, ATIS, GAMET)	2
6.	Ar TGKS saistītās GSV procedūras Rīgas LIR	• TGKS klasifikācija: ○ atkarībā no lidojuma augstuma; ○ atkarībā no lidaparāta MTOW, • TGKS lidojuma veikšana atkarībā no gaisa telpas klases, kurā tiks veikts lidojums: ○ ICAO gaisa telpu klasifikācija; ○ Ierobežotas izmantošanas zonas; ○ Gaisa telpas uzbūve Latvijā- Rīgas Lidojumu informācijas rajon • TGKS lidojumu specifika un operatīvās procedūras Rīgas LIR	6
7.	Standarta frazeoloģija TGKS apkalpošanā	• Vizuālo lidojumu noteikumu standarta ICAO frazeoloģija; • Instrumentālo lidojumu noteikumu standarta ICAO frazeoloģija; • Izmaiņas standarta frazeoloģijā, kas saistītas ar TGKS apkalpošanu	1

Teorētiskā kursa beigās seko zināšanu pārbaude testa vai kādā citā ērtā formālā, lai pārliecinātos, ka pretendents ir pietiekami zinošs, lai varētu kvalitatīvi veikt nākamās uzdevumus, kas saistīti ar reālu TGK lidojumiem. Praktiskās daļas apraksts ir parādīts 5.3. tabulā.

Praktiskās nodarbības ir nepieciešamas, lai pārbaudītu, vai pretendents ir ieguvis pietiekami labas teorētiskās zināšanas, kā arī lai pārlicinātos, ka turpmāk, veicot TGK lidojumus bez instruktoru palīdzības, viņš vai viņa spēs adekvāti pieņemt lēmumus un spēs veikt lidojumus pēc iepriekš sagatavota plāna vai scenārija. Praktisko apmācību daļu var sadalīt divās daļās- lidojumi normālos apstākļos un lidojumi ārkārtas situācijā. Ārkārtas situācijā var būt inscinēts jebkāds scenārijs, kas ietklautu kādu neikdienišķu situāciju. Šeit kā piemēru var minēt laikapstākļus, kas negatīvi ietekmē lidojuma veikšanu, tālvadības gaisa kuģa mehānisku vai elektronisku atteici, kas attiecīgi var negatīvi ietekmēt gaisa kuģa lidotspēju vai vadāmību. Praktiskās apmācību daļas galvenās vadlīnijas ir apkopotas 5.3 tabulā.

5.3. tabula

Praktiskās apmācību daļas saturs TGKS operatoriem

	Praktiskais uzdevums	Uzdevuma saturs	Apjoms, stundas
1.	Iepazīšanās ar TGKS aprīkojumu	• Darbavietas iekārtošana; • Lidojuma veikšanai nepieciešamās dokumentācijas pārbaude un aizpildīšana; • Lidojumam izmantojamā aprīkojuma un gaisa kuģa pārbaude	2
2.	Praktisko lidojumu veikšana	• TGK lidojumu veikšana normālos apstākļos; • TGK lidojumu veikšana nestandarta situācijās	vismaz 2

Apmācību beigās pretendents ir jābūt spējīgam demonstrēt pietiekamas teorētiskās zināšanas un praktiskās iemaņas. Teorētiskajā pārbaudē, kas var būt testa vai kādā citā ērtā formā, ir jāsniedz pareizas atbildes vismaz uz 75% no kopējā jautājumu skaita. Pamata prasības ir apkopotas 5.4 tabulā.

Teorētisko zināšanu un praktisko iemaņu pārbaude TGKS operatoru apmācībā

	Pārbaudījuma veids	Pārbaudījuma forma	Apjoms, stundas	Prasības nokārtošanai
1.	Teorētisko zināšanu pārbaude	Tests	1	75% pareizas atbildes
2.	Praktisko iemaņu pārbaude	Lidojuma veikšana pēc iepriekš sagatavota scenārija	1	Pretendentam ir jāparāda spēja sastādīt lidojuma maršrutu, veikt nepieciešamās aprīkojuma pārbaudes, kā arī ir jādemonstrē pietiekamas iemaņas TGK vadībā.

Gaisa satiksmes vadības dispečeru apmācība tālvadības gaisa kuģu apkalpošanai Rīgas Lidojumu informācijas rajonā

Otrā apmācību programmas daļa ir veltīta gaisa satiksmes vadības dispečeriem. Tā kā TGKS ir savas gan tehnikās, gan operatīvās īpatnības, ir nepieciešams sniegt attiecīgās teorētiskās zināšanas un praktiskās iemaņas arī GSV vai cita servisa sniedzējiem, lai uzturētu attiecīgajā gaisa telpā pienācīgu drošības līmeni.

Izveidojot apmācību programmu, ir jāņem vērā, ka GSV dispečeri jau ir profesionāli savā jomā, ka ir nepieciešams sniegt tikai to, kas saistīts ar specifisku TGKS izmantošanu. Teorētiskajā daļā būtu jāapskata tikai galvenās TGKS uzbūves un vadāmības īpatnības, kā arī izmaiņas, kas varētu rasties GSV dispečeru darbā, apkalpojot tieši šādas klases gaisa kuģus. Teorētiskā kursa galvenās vadlīnijas, saturs un apmācību apjoms ir parādīts tabulā.

Galvenie jautājumi, kas būtu jāapskata teorētiskās apmācības kursā GSV dispečeriem, ir apkopoti 5.5 tabulā.

Teorētiskā apmācību daļa GSV dispečeriem

	Nosaukums	Saturs	Apjoms, stundas
1.	Ievads	TGKS ieskats vēsturē un to izmantošanas iespējās mūsdienās	1
2.	Ar TGKS saistītā likumdošana	Starptautiska, Eiropas un Latvijas mēroga likumdošana, kas saistīta ar TGKS	1
3.	TGKS tehniskā specifikācija	• Uzbūves īpatnības • Tehniskais aprīkojums: ○ komunikācijas; ○ radiolokācija (SSR); ○ navigācija. • Laikapstākļu ietekme	1
4.	Ar TGKS saistītās GSV procedūras Rīgas LIR	• TGKS klasifikācija: ○ atkarībā no lidojuma augstuma; ○ atkarībā no lidaparāta MTOW, • TGKS lidojumu specifika un operatīvās procedūras Rīgas LIR	1
5.	Standarta frazeoloģija TGKS apkalpošanā	• Izmaiņas standarta frazeoloģijā, kas saistītas ar TGKS apkalpošanu	1

Praktiskā apmācību daļa GSV dispečeriem

GSV dispečeru praktiskā apmācība ir jāveic pie simulatora, kur ir iespējams inscinēt lidojumu kādā no Rīgas LIR kontroles sektoriem jauktas satiksmes apstākļos. Jauktas satiksmes apstākļi šeit ir pieņemti tādi, kur ir gan pilotu vadāmi, gan arī tālvadības gaisa kuģi. Praktisko apmācību galvenās vadlīnijas ir parādītas 5.6 tabulā.

5.6. tabula

Praktiskā apmācību daļa GSV dispečeriem

	Praktiskais uzdevums	Uzdevuma saturs	Apjoms, stundas
1.	Praktisko lidojumu simulācija	- TGK lidojumu simulācija normālos apstākļos; - TGK lidojumu simulācija nestandarta situācijās	2

Teorētisko zināšanu un praktisko iemaņu pārbaude GSV dispečeriem

Teorētisko zināšanu pārbaude GSV dispečeriem tāpat kā TGKS operatoriem var tikt veikta testa veidā. Ja GSV dispečeris ir atbildējis uz vismaz 75% testa jautājumu pareizi, tad to var uzskatīt par nokārtotu. Praktiskās iemaņas var pārbaudīt, izmantojot simulatoru. Galvenās teorētisko un praktisko iemaņu vadlīnijas ir apkopotas 5.7 tabulā.

5.7. tabula

Galvenās teorētisko un praktisko iemaņu vadlīnijas GSV dispečeru apmācībai

	Pārbaudījuma veids	Pārbaudījuma forma	Apjoms, stundas	Prasības nokārtošanai
1.	Teorētisko zināšanu pārbaude	Tests	1	75% pareizas atbildes
2.	Praktisko iemaņu pārbaude	Lidojumu simulācija pēc iepriekš sagatavota scenārija apstākļos, kur ir gan ar pilotu vadāmiem gaisa kuģiem, gan TGKS	1	GSV dispečerim ir jādemonstrē pietiekamas iemaņas attiecīgā servisa sniegšanā TGKS atkarībā no gaisa telpas, kurā tas atrodas

Nodaļas secinājumi

Darba piektā nodaļa ir veltīta apmācību programmu izstrādei tālvadības gaisa kuģu operatoriem un gaisa satiksmes vadības dispečeriem. Mācību programmas tiek veidotas saskaņā ar Valsts pārvaldes iekārtas likuma 72. panta pirmās daļas 2. punktu Izglītības un zinātnes ministrijas (IZM) iekšējiem noteikumiem, kas nosaka kārtību, kādā tiek izstrādātas un noformētas izglītības programmas. Attiecīgi šīs apmācību programmas tiek pieskaitītas pieprofesionālās pilnveides izglītības programmām

Katra apmācību programma sastāv no trim daļām- teorijas, prakses un zināšanu un iemaņu pārbaudēm. Saskaņā ar noteikumiem ir izvirzītas prasības, uzsākot kursu- izglītības līmenim, veselības stāvoklim un angļu valodas prasmēm. Kandidāti, kas veiksmīgi nokārtojuši pārbaudījumus, apmācību beigās saņem sertifikātu, kas dod iespēju veikt tālvadības gaisa kuģu lidojumus Rīgas LIR.

SECINĀJUMI

1. Tālvadības gaisa kuģu lidojumu nodrošināšanas esošo procedūru analīzes rezultātā starptautiskā, Eiropas un Latvijas mērogā, tika konstatēts, ka nepastāv konkrētu likumu vai noteikumu, kas regulē TGK izmantošanu dažādās gaisa telpas daļās. Esošā situācija rosina koncentrēties uz lokālas, Latvijas likumdošanas izveidi TGK izmantošanai Rīgas LIR, lai novērstu iespējamus drošības, privātuma un interešu konfliktus draudus.
2. Tālvadības gaisa kuģu aprīkojumam ir jābūt pietiekamam, lai tas varētu veikt tādas pašas funkcijas kā pilotu vadāmie gaisa kuģi atkarībā no gaisa telpas klases. Komunikāciju aprīkojumam ir jānodrošina sakari starp TGK un tā kontroles staciju jeb TGK pilotu, izmantojot kontroles un komandu datu kanālu C2. Ja gaisa telpas klase to pieprasa, ir jābūt iespējai nodrošināt divpusējus sakarus starp TGK un GSV vienību, kā arī citiem gaisa telpas lietotājiem. Navigācijas aprīkojumam ir jābūt iespējai noteikt TGK atrašanās vietu, tā kursu un augstumu jebkurā lidojuma brīdī, bet radiolokācijas aprīkojumā ir jābūt sekundārās radiolokācijas retranslatoram attiecīgi A/C/S režīmā. Papildus ir izmantojamas ir “*Detect and Avoid*” vai “*Sense and Avoid*” sistēmas, lai izvairītos no iespējamām sadursmēm lidojuma laikā.
3. Tika izstrādāti jauni formāti ziņojumiem apkalpei NOTAM un lidojuma plānam, kas ir jāstandartizē, lai informācijas nodošana būtu efektīvāka. Ziņojumā ir ieteicams iekļaut tālvadības gaisa kuģa tipu, ieskaitot tā maksimālo lidojuma ātrumu (inducēto ātrumu), darbības zonas raksturojumu horizontālajā un vertikālajā plaknē, plānoto aktivitāšu ilgumu, kā arī operatora atrašanās vienu un tālruna numuru.
4. Tika izstrādātas GSV procedūras TGK apkalpošanai Rīgas LIR kontrolējamā gaisa telpā. Saskaņā ar Čikāgas Konvencijas 2. pielikumu “Rules of the Air”, gaisa kuģiem, kas darbojas saskaņā ar vizuālajiem noteikumiem VFR, ir jāievēro 500 pēdu attālums no zemes vai šķēršļiem. Izstrādājot TGK operatīvās procedūras, tika atklāts, ka, piemērojot 100 pēdu bufera zonu, iegūst maksimālo darbības augstumu 400 pēdas, kurā TGK parasti nepastāv iespēja sadurties ar kādu citu pilotu vadāmu gaisa kuģi. Tā kā gaisa kuģis avārijas situācijā var nolaisties līdz minimālajam sektora augstumam MSeA, tad, piemērojot minimālo 500 pēdu bufera zonu, iegūst augstumu MSeA-500 pēdas, kurā TGK izvairīsies no sadursmēm ar instrumentālajiem IFR vai komerciālajiem lidojumiem. Tālvadības gaisa kuģu operatīvās

procedūras ārpus speciāli norobežotām zonām ir jāregulē atkarībā no to maksimālā pacelšanās svara, darbības augstuma un tehniskā aprīkojuma.

5. Veicot gaisa transporta plūsmas analīzi Rīgas lidojumu informācijas rajonā laika periodam no 2010. līdz 2015. gadam, tika iegūts, ka intensīvākā satiksme ir maršrutā no Starptautiskās lidostas “Rīga”, ko ICAO apzīmē kā EVRA, līdz navigācijas punkta NEKET, kas atrodas uz robežas starp Rīgas LIR un Zviedrijas gaisa telpu. Dati rāda, ka 52.17% no kopējās satiksmes ir virzīti pa šo maršrutu. Sadalot Rīgas LIR MSeA sektoros, pēc lidojumu intensitātes analīzes laikā no 2010. līdz 2015. gadam, iegūst, ka 2015. gada pirmajā ceturksnī, no janvāra līdz aprīlim, lielākā lidojumu intensitāte novērota Rīgas LIR centrālajā daļā, attiecīgi robežās no 140 līdz 143 lidojumiem. Savukārt, zemākā intensitāte ir bijusi arī Rīgas LIR austrumu daļā, attiecīgi no 0 līdz 4 lidojumiem. Vasaras mēnešos, ceturksnī no maija līdz augustam, lielākā lidojumu intensitāte bijusi arī Rīgas LIR centrālajā daļā, attiecīgi no 257 līdz 264 lidojumiem. Mazākā intensitāte bijusi arī Latvijas austrumu daļā, attiecīgi no 0 līdz 8 lidojumiem. 2015. gada trešajā ceturksnī, no septembra līdz decembrim, intensīvākā satiksme bijusi Rīgas LIR centrālajā daļā, attiecīgi 119 un 118 gaisa kuģu kustības. Mazākā intensitāte šajā periodā bijusi austrumu daļā, kur lidojumu intensitāte bija no 0 līdz 2 gaisa kuģiem periodā. Jāpiemin, ka jo mazāka ir satiksmes intensitāte noteiktajā gaisa telpas daļā, jo drošāk ir lidot TKG bez speciāla aprīkojuma. Iegūtie rezultāti pa ceturkšņiem tika attēloti aeronavigācijas kartē.
6. Tika veikta gaisa transporta plūsmas analīze Rīgas LIR, izmantojot autoregresīvo integrēto slīdošā vidējā procesu ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*). Iegūtie statistiskās dati parādīja, ka lielākā lidojumu intensitāte bijusi centrālajā daļā, kur attiecīgo MSeA sektoru mediānas vērtība iegūta 118.5 un 105.5 lidojumi. Izmantojot ARIMA modelēšanu, tika iegūts, ka lidojumu intensitāte Rīgas LIR austrumu daļā ir ļoti zema, jo mediānas vērtības ir tuvas 0. Tas norāda uz augstu drošības pakāpi, veicot TKG lidojumus.
7. Tika veikta gaisa satiksmes intensitātes prognozēšana Rīgas LIR, kuras rezultātā tika iegūts, ka augstākā lidojumu intensitāte 2016. gada vasaras mēnešos, no maija līdz septembrim, gaidāma tāpat Rīgas LIR centrālajā daļā, attiecīgi robežās no 63.68 līdz 82.08 lidojumiem. Savukārt, zemākā intensitāte tāpat Rīgas LIR austrumu daļā, kur gaidāmi 0 līdz 2 lidojumi attiecīgajā laika periodā. Prognoze 2017. gada pirmajiem četriem mēnešiem rāda, ka intensīvākā satiksme joprojām būs Rīgas LIR centrālajā daļā, robežās no 48.98 līdz 61.52. Ir

ievērojams kritums, salīdzinot ar vasaras mēnešiem, kas parāda sezonālātes ietekmi un lidojumu intensitāti Rīgas LIR arī prognozēs.

8. Tika izstrādāta apmācību programma TGK operatoriem un GSV dispečeriem par TGKS izmantošanu Rīgas LIR. Apmācību programmās ir paredzēts izdalīt teorētisko kursu, praktisko, kuru vēl var sadalīt lidojumos normālos apstākļos un ārkārtas situācijās. Apmācību programmās ir iekļautas sekojošas galvenās tēmas: ievads TGKS, ieskats vēsturē un izmantošana, saistītā aviācijas likumdošana, TGKS tehniskā specifikācija un to lidojumu plānošana, lidojuma plāna un NOTAM ziņojuma sastādīšana, ar TGK saistītās GSV procedūras Rīgas LIR un standarta frazioloģija komunikācijās ar GSV vienību un citiem gaisa telpas lietotājiem.

IZMANTOTIE INFORMĀCIJAS AVOTI

1. Academy of Econometrics: ARIMA Time series analysis/ Internet.- <https://sites.google.com/site/econometricsacademy/econometrics-models/time-series-arma-models>
2. ARIMA Modeling: non-seasonal models/ Internet.- http://people.duke.edu/~rnau/Notes_on_nonseasonal_ARIMA_models--Robert_Nau.pdf
3. ARIMA Modeling in R: t-series analysis/ Internet.- <http://127.0.0.1:14790/library/tseries/html/adf.test.html>
4. Avionics Today: Europe's Answer: UAVs in Controlled Airspace/ Internet. - http://www.aviationtoday.com/av/issue/feature/Europes-Answer-UAVs-in-Controlled-Airspace_1022.html#.Uklzp7Hj9oJ
5. AIXM Class. NOTAM Data Model (Presentation). AIXM 5.0 RC2. Washington D.C. - October 10.-11. 2007.
6. Blom J. D. Unmanned Aerial Systems: A Historical Perspective. - Kansas, USA: Combat Studies Institute Press, US Army Combined Arms Center Fort Leavenworth, 141 pages
7. Carr E. B. Unmanned aerial Vehicles. Examining the Safety, Security, Privacy and Regulatory Issues of Integration into U.S. Airspace. - USA, 2012.
8. Chesebro J. Unmanned Aircraft Systems (UAS) US Description. - USA, 2012. - 12 p.
9. EASA "Technical Opinion" Introduction to a Regulatory Framework for the Operation of Unmanned Aircraft", Related A-NPA: 2015-10- RMT.0230-December 18, 2015 – 50 pages
10. Eurocontrol. Eurocontrol Specifications for the Use of Military Remotely Piloted Aircraft as Operational Air Traffic Outside Segregated Airspace. Eurocontrol- SPEC-0102 – February 2012.
11. EUROCONTROL (1997) doc. "Radar Sensor Performance Analysis" SUR.ET1.ST03.1000-STD-01-0
12. Eurocontrol: Unmanned Aerial Systems/ Internet.- <http://www.eurocontrol.int/articles/unmanned-aerial-systems>
13. Gaszczak, A., Breckon, T.P., Han, J. Real-time People and Vehicle Detection from UAV Imagery// Proc. SPIE Conference Intelligent Robots and Computer Vision XXVIII: Algorithms and Techniques 7878 (78780B). doi: 10.1117/12.876663 - November 5, 2013
14. Gelman, A., Hill, J. (2006) Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical Models. Cambridge University Press.
15. Guntis Arnicāns. LU FizMat. Lekciju materiāli, 2006., Rīga
16. Hayashi, Fumio. (2000) Econometrics, Princeton University Press.
17. Grady M. FAA Issues UAV Policy// Avweb – February 14, 2007
18. ICAO. Doc 4444 ATM/501. Procedures for Air Navigation Services. Air Traffic Management. Edition. - ICAO
19. ICAO. Annex 2 to the Chicago Convention of International Civil Aviation. Rules of the Air. Tenth Edition. -ICAO. - July 2005.
20. ICAO. Annex 11 to the Chicago Convention of International Civil Aviation. Air Traffic Services. -ICAO.
21. ICAO. Chicago Convention on International Civil Aviation, Doc 7300/9, Ninth Edition. - ICAO.

22. ICAO. Annex 15 to the Chicago Convention of International Civil Aviation. Aeronautical Information Services. Fourteenth Edition. -ICAO. - July 2013
23. ICAO. Cir 328 AN/190, Unmanned aircraft Systems (UAS). - Quebec, Canada, 2011.
24. ICAO Doc9869 AN/462 First Edition Manual on Required Communication Performance (RCP) 3-1 2006
25. ICAO Aeronautical Information services-aeronautical information management study group (AIS-AIMSG). Fifth meeting. Montreal, 7 November, 2011. Agenda Item 3: AIM information and data assembly, exchange and promulgation. NOTAM Guidance.
26. ICAO Guidance Material on Comparison of Surveillance Technologies. First Edition. September 2007. Page 9
27. ICAO Flight Planning Amendment 1-2012. Training Module. ICAO Flight Plan Form Changes. (Presentation). -2012.
28. ICAO Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems. ICAO. May 2015.
29. Investopedia: Introduction of stationary and non-stationary processes/ Internet.- <http://www.investopedia.com/articles/trading/07/stationary.asp>
30. John H. Cochrane, "Time Series for Macroeconomics and Finance", Graduate School of Business, University of Chicago, spring 1997.
31. J.W. Galbraith, V. Zinde-Walsh, "Autoregression based estimators for ARFIMA models", CIRANO Working Papers, No: 2011s-11, Feb 2001
32. J. Scott Armstrong, "Findings from evidence-based forecasting: Methods for reducing forecast error", International Journal of Forecasting 22 (2006), pages: 583–598.
33. J. Scott Armstrong, "Combining Forecasts", Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners; J. Scott Armstrong (ed.): Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers, 2001.
34. J.D. Hamilton. Time Series Analysis. Princeton, 1984
35. Kenneth P. Werrell. The Evolution of the Cruise Missile. Maxwell Air Force Base, Alabama: Air University Press, 1985.
36. Kenneth P. Werrell. For a thorough discussion of both the German and American programs.
37. Laurence R. Newcome, Unmanned Aviation: A Brief History of Unmanned Aerial Vehicles. - Barnsley, South Yorkshire: Sword and Pen, 2007.
38. Latvian Civil Aviation Agency. Aeronautical Information Publications of Republic of Latvia - Riga, -2013.
39. Latvijas Universitātes e-studiju materiāli: Dispersijas analīze/ Internet.- http://estudijas.lu.lv/pluginfile.php/91586/mod_resource/content/0/Jaunais_sators/2/Dispersiju_analize.pdf
40. Ministru kabineta noteikumi Nr.656. "Kārtība, kādā veicami bezpilota gaisa kuģu un tādu cita veida lidaparātu lidojumi, kuri nav kvalificējami kā gaisa kuģi" saskaņā ar likumu "Par aviāciju". - Rīga – 2006.gada 15.augusts -37lpp
41. Montgomery, D.C. (2013) Introduction to Linear Regression Analysis, Fifth Edition Set. Wiley
42. M. Nathan, Cooper J., Zakrzewski E. Integrating Unmanned Aircraft Into NextGen Automation Systems, The MITRE Corporation. 31st Digital Avionics Systems Conference. – October 16-20, 2012.
43. P. van Merlin. Ikhana. Unmanned Aircraft System Western States Fire Mission. -NASA. Washington D.C. 2009. -123 pages.

44. R. Austin. Unmanned Aircraft Systems. UAVS Design, Development and Deployment. A John Wiley and Sons, Ltd, Publications. -USA -365 pages
45. R. Yanushevsky. Guidance of Unmanned Aerial Vehicles. -CRC Press. Taylor & Francis Group. Florida, USA, 2011. -371 pages
46. R. Adhikari, R. K. Agrawl "An Introductory Study on Time Series Modeling and Forecasting". -USA. 2006. -63 pages
47. R. J. Hyndman. Forecasting: Principles and Practise. University of Western Australia. 2014. - 138 pages
48. R. Nau. Lecture Notes on Forecasting. Duke University. Fuqua School of Business. 2014
49. Riga Declaration on Remotely Piloted Aircraft (drones) "Framing the Future of Aviation". Riga -6 March 2015.
50. Santamaria E., Royo P., Barrado C. Mission Aware Flight Planning for Unmanned Aerial Systems. American Institute of Aeronautics and Astronautics. AIA Guidance, Navigation and Control Conference and Exhibit, Honolulu, Hawaii, August 18-21, 2008.
51. Schwarz, C. J. (2014) Sampling, Regression, Experimental Design and Analysis for Environmental Scientists, Biologists, and Resource Managers, In course notes for beginning and Intermediate Statistics, Department of Statistics and Actuarial Science, Simon Fraser University
52. Sokalski, J., Breckon, T.P., Cowling, I. Automatic Salient Object Detection in UAV Imagery// Proc. 25th International Conference on Unmanned Air Vehicle Systems. - November 5, 2013.
53. Texts online. Opean-access Textbooks. Seasonal ARIMA models. <https://www.otexts.org/fpp/8/9>
54. Tirans I. Bezpilota lidaparāti Latvijā. Militārais Apskats. 2009. Nr.2
55. The American Heritage® Dictionary of the English Language, Fourth Edition copyright ©2000 by Houghton Mifflin Company. Updated in 2009. Published by Houghton Mifflin Company
56. The Swedish Transport Agency's regulations on unmanned aircraft systems (UAS) Ch1, Section
57. UK Ministry of Defense. Joint Doctrine Note 2/11, The UK Approach to Unmanned Aircraft Systems. - United Kingdom:, March 30, 2011.
58. UK Ministry of Defense. Joint Doctrine Note 3/10 Unmanned Aircraft Systems: Terminology, Definitions and Classification. - United Kingdom, Shrivenham. - 2010. - 21 p.
59. UNAV, LLC UNAV 3500 Autopilot. User's Manual rev. 1.31. - Marysville, WA, USA. - September 2009
60. U.S. Airforce. Fact Sheets / Internet. - <http://www.af.mil/AboutUs/FactSheets.aspx>
61. UVS International. Civil Remotely Piloted Aircraft System Operations, RPAS CivOpsCat-120812. - France, Paris: Blyenburgh & Co, 2012
62. А. Самарский, А. Михайлов. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. Физико- математическая литература. Москва, 2001. 319 стр.
63. Егоренков и др. Основы математического моделирования. Анализ и построение моделей с примерами на языке MATLAB. djv. 190 стр.
64. Кузнецов. Численное моделирование стохастических дифференциальных уравнений и стохастических интегралов. Книга посвящена проблеме численного решения стохастических дифференциальных уравнений Ито. 460стр

65. Колемаев. Экономико-математическое моделирование. Моделирование макроэкономических процессов и систем. 2005 год. 295 стр
66. Самарский, Михайлов. Математическое моделирование: идеи, методы, примеры. 2001 год. 320 стр.
67. Шикин, Чхартишвили. Математические методы и модели в управлении. МГУ. 2004 год. 440 стр.
68. Н. Я. Васи́лин. Беспилотные летательные аппараты. Боевые. Разведывательные. - Попурри, 2003 г. - 272. стр.
69. Т. МакЛэйн, Р. Биард. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика. - 312. Стр
70. М. Павлушенко, Г. Евстафьев, И. Макаренко. Беспилотные летательные аппараты: история, применение, угроза распространения и перспективы развития. Издательство «Права человека» Москва 2005. - 612. Стр
71. М.И.Павлушенко, Г.М.Евстафьев, И.К.Макаренко. Беспилотные летательные аппараты: история, применение, угроза распространения и перспективы развития.
72. В. Фетисов, Л. Неугодникова, В. Адамовский, Р. Красноперов. Беспилотная авиация: терминология, классификация, современное состояние. Уфа: ФОТОН, 2014. – 217 стр.