

Istraga i prevencija zrakoplovnih nesreća i nezgoda

Pintar, Velimir

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:961213>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-16**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

ISTRAGA I PREVENCIJA ZRAKOPLOVNIH NESREĆA I NEZGODA

INVESTIGATION AND PREVENTATION OF AIRCRAFT ACCIDENTS AND INCIDENTS

Mentor: prof. dr. sc. Andrija Vidović

Student: Velimir Pintar

JMBAG: 0135247069

Zagreb, srpanj 2022.

Zagreb, 14. veljače 2022.

Zavod: **Zavod za zračni promet**
Predmet: **Istraživanja zrakoplovnih nesreća**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 6588

Pristupnik: **Velimir Pintar (0135247069)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Zračni promet**

Zadatak: **Istraga i prevencija zrakoplovnih nesreća i nezgoda**

Opis zadatka:

U uvodnom dijelu potrebno je definirati predmet istraživanja, svrhu i cilj istraživanja, dati pregled dosadašnjih istraživanja razmatrane tematike, predočiti strukturu rada prema poglavljima te definirati očekivane rezultate istraživanja. Dati presjek najvažnije zakonske regulative i najbitnijih priručnika koji se koriste pri istragama zrakoplovnih nesreća. Izraditi klasifikaciju zrakoplovnih nesreća i prikazati statističku analizu prema najčešćim uzročnicima. Navesti sigurnosne uređaje i sustave za sprječavanje zrakoplovnih nesreća i objasniti princip rada. Ukratko objasniti procedure i postupke istražitelja koji sudjeluju u istraživanju zrakoplovnih nesreća. Prikazati nekoliko primjera najznačajnijih zrakoplovnih nesreća u svijetu s posebnim naglaskom na analizu sigurnosnih preporuka do kojih se došlo tijekom istrage. Izvesti konkretne zaključke o istraživanoj tematici i interpretirati rezultate istraživanja.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:



prof. dr. sc. Andrija Vidović

SAŽETAK

Današnji zračni promet karakterizira sve veća potražnja, rezultat čega su sve veća zagušenja na zračnim lukama i prometnim tokovima. Razina sigurnosti mora biti na najvećoj mogućoj razini, a ista se, između ostalog, održava korištenjem sigurnosnih sustava poput TCAS i GPWS. Iako postoje sigurnosne procedure i sustavi za sprečavanje i izbjegavanje neželjenih događaja poput zrakoplovnih nesreća i nezgoda, do njih svejedno dolazi. Nakon što se nesreća ili nezgoda dogodi, potrebno je provesti istragu zrakoplovne nesreće/nezgode prema smjernicama ICAO-a specificiranima u Dodatku 13. Najvažniji postupci u istrazi su organizacija i planiranje, aktivnosti na mjestu nesreće i obavješćivanje, nakon koje slijedi istraživanje nesreće, te naposljetku izrada završnog izvješća u kojem se nalaze sigurnosne preporuke koje služe za uvođenje promjena u svrhu poboljšanja sigurnosti zračnog prometa i prevencije budućih nesreća. Istraga zrakoplovne nesreće ne utvrđuje krivnju, već služi za utvrđivanje potrebnih aktivnosti koje je potrebno poduzeti za sprečavanje budućih nesreća.

KLJUČNE RIJEČI: TCAS; GPWS; zrakoplovne nesreće; zrakoplovne nezgode; istraživanje nesreće; sigurnosne preporuke

SUMMARY

Air traffic in modern world is characterized by ever increasing demand which results in increase of congestion at airports and traffic flows. The level of safety must be at the highest level possible, and the same is maintained, among other things, by using safety systems such as TCAS and GPWS. Although there are safety procedures and systems in place to prevent and avoid adverse events such as plane crashes and accidents, they do occur. After an accident or incident occurs, an air accident/incident investigation should be conducted according to ICAO guidelines specified in Annex 13. The most important investigative procedures are organization and planning, accident site activities and notification, followed by accident investigation, and finally preparation of a final report containing safety recommendations that serve to introduce changes to improve safety and prevent future accidents. The accident investigation does not establish guilt but serves to determine necessary actions to be taken to prevent future accidents.

KEY WORDS: TCAS; GPWS; aircraft accidents; aircraft incidents; investigation of the accident; safety recommendations

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREGLED ZAKONSKE REGULATIVE O ISTRAŽIVANJU ZRAKOPLOVNIH NESREĆA	3
2.1. Uloga ICAO-a i dodaci Čikaške Konvencije	3
2.2. Dodatak 13 Međunarodne organizacije civilnog zrakoplovstva	5
2.3. Europske organizacije za sigurnost zračnog prometa.....	9
2.4. Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu..	11
3. KLASIFIKACIJA ZRAKOPLOVNIH NESREĆA	14
4. SIGURNOSNI SUSTAVI ZA IZBJEGAVANJE I SPREČAVANJE ZRAKOPLOVNIH NESREĆA. 18	
4.1. Uloga i princip rada sekundarnog nadzornog radara u zračnom prometu	18
4.1.1. Kombinacija primarnog i sekundarnog nadzornog radara	20
4.1.2. Prednosti i nedostaci sekundarnog nadzornog radara.....	21
4.2. Tehničko-tehnološke značajke TCAS (ACAS) sustava u zračnom prometu.....	21
4.2.1. Način rada, upozorenja i tipovi ACAS-a	22
4.2.2. Tehničke značajke TCAS II (ACAS II) sustava	24
4.3. Sustav za izbjegavanje (informiranje) i upozoravanje na podlogu (TAWS)	25
4.3.1. Implementacija TAWS-a.....	26
4.3.2. Funkcije i klasifikacije TAWS opreme.....	26
5. PROCEDURE I POSTUPCI TIJEKOM ISTRAGE ZRAKOPLOVNE NESREĆE.....	29
5.1. Uspostavljanje Regionalne organizacije za nesreće i nezgode (RAIO).....	29
5.2. Organizacija, planiranje i cilj istrage zrakoplovne nesreće ili nezgode	31
5.2.1. Struktura, zakonodavstvo, financije i osoblje organizacije za istragu zrakoplovnih nesreća.....	31
5.2.2. Planiranje velike i male istrage zrakoplovne nesreće	32
5.2.3. Osiguranje snimaka i dokumenata u istrazi zrakoplovne nesreće	34
5.3. Obavješćivanje o nesreći ili nezgodi zrakoplova	34
5.3.1. Obavješćivanje unutar države u kojoj se dogodila nesreća.....	34
5.3.2. Odgovornosti države u kojoj se nesreća dogodila	35
5.3.3. Odgovornosti država koje primaju obavijest	36
5.4. Aktivnosti na mjestu nesreće	36
5.4.1. Čuvanje dokaza u operaciji spašavanja.....	37
5.4.2. Zaštita olupine.....	37
5.4.3. Psihološki stres uzrokovan nesrećom	38

5.5.	Faze istrage zrakoplovnih nesreća	39
5.5.1.	Prikupljanje podataka	40
5.5.2.	Analiza podataka.....	41
5.5.3.	Prikaz nalaza.....	41
5.6.	Završno izvješće.....	41
5.6.1.	Izvješće skupina.....	42
5.6.2.	Države distribucije završnog izvješća i objavljivanje sigurnosnih preporuka	43
5.6.3.	Analiza sigurnosnih preporuka	46
6.	STATISTIKA ZRAKOPLOVNIH NESREĆA.....	49
7.	PREGLED ZNAČAJNIH ZRAKOPLOVNIH NESREĆA U SVIJETU	53
7.1.	Sudar u zraku iznad Grand Canyon-a	53
7.2.	Sudar u zraku iznad Los Angeles-a	54
7.3.	Katastrofa na Tenerifima.....	55
7.4.	Pad leta 123 Japan Airlinesa.....	56
8.	ZAKLJUČAK	58
	POPIS LITERATURE.....	60
	POPIS KRATICA	64
	POPIS SLIKA.....	68
	POPIS TABLICA	68
	POPIS GRAFIKONA.....	68

1. UVOD

Unatoč tome što je zračni promet najmlađa prometna grana, zbog svoje dugogodišnje tradicije istraživanja nesreća i prijavljivanja incidentnih situacija, zračni promet je danas jedan od najsigurnijih oblika prijevoza.

Kako bi letenje bilo još sigurnije, provode se nezavisne istrage nesreća koje su ključne radi identificiranja uzroka nesreće ili nezgode kojima se odgovara na pitanja „Što se dogodilo?“ i „Što se može učiniti kako bi se spriječile slične nezgode ili nesreće u budućnosti?“. Na temelju istraga se donose zaključci prema kojima se objavljuju preporuke za podizanje razine sigurnosti koje se nazivaju „sigurnosnim preporukama“.

Zračne luke i zračni prijevoznici trebaju poštivati sigurnosne preporuke kako bi se zračni promet mogao odvijati na siguran način, te kako bi se smanjila mogućnost događanja zrakoplovne nesreće ili nezgode.

Svrha istraživanja u ovom diplomskom radu je prikazati procedure i postupke koje se koriste pri istraživanju zrakoplovnih nesreća s posebnim naglaskom na analizu sigurnosnih preporuka koje su jedan od glavnih rezultata završnog izvješća o zrakoplovnoj nesreći ili nezgodi.

Cilj istraživanja u diplomskom radu je prikazati na koji su način sigurnosne preporuke koje su proizašle iz istraživanja zrakoplovnih nesreća i nezgoda doprinijele povećanju sigurnosti letnih operacija.

Rad se sastoji od 8 poglavlja:

1. Uvod
2. Pregled zakonske regulative o istraživanju zrakoplovnih nesreća
3. Klasifikacija zrakoplovnih nesreća
4. Sigurnosni sustavi za izbjegavanje i sprečavanje zrakoplovnih nesreća
5. Procedure i postupci tijekom istrage zrakoplovne nesreće
6. Statistika zrakoplovnih nesreća
7. Analiza značajnih zrakoplovnih nesreća
8. Zaključak

Predmet, svrha i cilj istraživanja, te struktura ovog diplomskog rada su prikazani u uvodnom dijelu, a u drugom poglavlju su nabrojani dodaci (aneksi) zračnog prometa, te pojmovi koji su bitni za razumijevanje Dodatka 13 i ostalih priručnika za istraživanje zrakoplovnih nesreća i nezgoda. Također, u sklopu poglavlja su navedene najvažnije organizacije koje se bave tematikom istraživanja zrakoplovnih nesreća i općenito sigurnosti letnih operacija.

U trećem poglavlju je prikazana klasifikacija zrakoplovnih nesreća te su navedeni najčešći uzroci zbog kojih do nesreća dolazi.

Uloga, izvedbe i modeli sigurnosnih sustava za izbjegavanje i sprečavanje zrakoplovnih nesreća su opisani u četvrtom poglavlju. Navedene su kategorije takvih uređaja i objašnjen je princip rada.

U petom poglavlju su opisani postupci tijekom provođenja istrage zrakoplovne nesreće, koja počinje prikupljanjem podataka, a završava izradom završnog izvješća u kojem se nalaze sigurnosne preporuke, odnosno preporuke za podizanje razine sigurnosti letnih operacija.

U šestom poglavlju je prikazana statistička analiza uzroka zrakoplovnih nesreća, te iz koje vrste događaja proizlazi najviše sigurnosnih preporuka.

U sedmom poglavlju je dan prikaz značajnih zrakoplovnih nesreća koje su nakon provedene istrage rezultirale donošenjem sigurnosnih preporuka koje su u znatnoj mjeri poboljšale sigurnost odvijanja letnih operacija.

U osmom, zaključnom poglavlju, su izneseni konkretni zaključci o tematici istraživanja u ovom diplomskom radu.

2. PREGLED ZAKONSKE REGULATIVE O ISTRAŽIVANJU ZRAKOPLOVNIH NESREĆA

Let koji je označio početak razvoja zrakoplovstva kakvog danas poznajemo se dogodio 17. prosinca 1903. godine, kada su braća Wright izveli prvi motorni let letjelicom težom od zraka. Od tada se zrakoplovstvo počelo razvijati munjevitom brzinom, a u isto vrijeme su se počela postavljati pitanja vezana uz sigurnost odvijanja letnih operacija.

Tijekom godina osnovane su različite organizacije i donesene razne konvencije koje reguliraju odvijanje letnih operacija. Te organizacije su u početku regulirale odvijanje letnih operacija regionalnog karaktera, ali su protekom vremena, razvojem bržih zrakoplova koji su imali i veće dolete i globalizacijom tržišta osnovane organizacije koje reguliraju letne operacije na svjetskoj razini.

Dvije najznačajnije organizacije koje reguliraju odvijanje letnih operacija na svjetskoj razini su Međunarodna organizacija za civilno zrakoplovstvo (engl. *International Civil Aviation organization* – ICAO) i Međunarodno udruženje zračnih prijevoznika (engl. *International Air Transport Association* - IATA), koje okupljaju većinu zemalja svijeta. ICAO i IATA međusobno koordiniraju kada se radi o pitanjima važnim za sigurnost odvijanja zračnog prometa [1].

2.1. Uloga ICAO-a i dodaci Čikaške Konvencije

Iako u svim granama prometa postoje regulative i one se prilagođavaju prema potrebi, regulative u zračnom prometu se konstantno mijenjaju i ažuriraju, a za to su, između ostalog, zaslužne tehnološke inovacije koje zrakoplovstvo čini najsigurnijom prometnom granom. Kao primjer takvih tehnoloških inovacija može se izdvojiti sustav oglašavanja opasnog približavanja zemlji (engl. *Ground Proximity Warning System* - GPWS) čijom se primjenom uvelike smanjio broj nesreća uzrokovanih sudarom zrakoplova sa zemljom [1].

Međunarodna organizacija za civilno zrakoplovstvo (ICAO) je financirana od strane 193 nacionalne vlade i pod nadležnošću je Organizacije ujedinjenih naroda (engl. *Organization of United Nations* - OUN). Utemeljena je u Chicagu 1944. godine, a njezino ustrojstvo i djelokrug

rada definirani su u odredbama osnivačke Konvencije i međunarodnom civilnom zrakoplovstvu (Čikaška konvencija) [1, 2].

ICAO po uputama i odobrenjima vlada kroz ICAO skupštinu ili Vijeća ICAO-a koje skupština bira, donosi propise vezane za sigurnost, zaštitu, učinkovitost i zaštitu okoliša. ICAO, isto tako, regulira prakse i procedure koje se koriste u zrakoplovstvu u svrhu očuvanja sigurnosti letnih operacija [2].

U zrakoplovstvu su sva pravila normativno obuhvaćena nizom međunarodnih konvencija koje se odnose na sigurnost zračne plovidbe i na uvjete eksploatacije zračnog prometa. Primjena tih pravila odnosno međunarodnih standarda i preporuka, koje se nalaze u dodacima (aneksima) Čikaške konvencije, obvezna je za države ugovornice [1].

Doneseno je 19 Dodataka (aneksa) Čikaške konvencije koji s preporučenim normama reguliraju sve elemente i uvjete funkcioniranja međunarodnog zračnog prometa, a to su:

- Dodatak 1 – Licenciranje osoblja;
- Dodatak 2 – Pravila letenja;
- Dodatak 3 – Meteorološke usluge;
- Dodatak 4 – Zrakoplovne karte;
- Dodatak 5 – Mjerne jedinice;
- Dodatak 6 – Operacija zrakoplova;
- Dodatak 7 – Nacionalne i registracijske oznake zrakoplova;
- Dodatak 8 – Plovidbenost zrakoplova;
- Dodatak 9 – Olakšice u međunarodnom zračnom prometu;
- Dodatak 10 – Zrakoplovne telekomunikacije;
- Dodatak 11 – Usluge u zračnom prometu;
- Dodatak 12 – Potraga i spašavanje;
- Dodatak 13 – Istraživanje zrakoplovnih nesreća i nezgoda;
- Dodatak 14 – Aerodromi;
- Dodatak 15 – Usluge zrakoplovnog obavješćivanja;
- Dodatak 16 – Zaštita okoliša;
- Dodatak 17 – Zaštita u zračnom prometu od radnji nezakonitog ometanja;
- Dodatak 18 – Sigurnosni prijevoz opasne robe zrakom;

- Dodatak 19 – Upravljanje sigurnošću [1, 3].

Dodatak 19, koji je i najnoviji, u zračnom prometu je definiran kao sustavni i eksplicitan pristup upravljanju sigurnošću, odnosno aktivnosti koje organizacija poduzima kako bi se postigla prihvatljiva razina sigurnosti. Uveden je zbog kontinuiranog rasta zračnog prometa i potrebe da se osigura što veća razina sigurnosti u zračnom prometu, te je jedan od važnijih dodataka koji je povezan sa sigurnošću [4].

Dodatak 17 ICAO-a, kao temeljni dokument s aspekta sigurnosti, donosi norme vezane za primjenu sigurnosnih mjera zaštite od radnji nezakonitog ometanja u civilnom zračnom prometu. Dokument normira odgovore na pitanje „što“ treba operativno ustrojiti i provoditi u slučaju ometanja, a praktični postupci i procedure zaštite, te precizno propisan način provedbe odnosno odgovori na pitanje „kako“ dani su u vezanom dokumentu – Pravilniku za osiguranje civilnog zračnog prometa od radnji nezakonitog ometanja, koji je restriktivne prirode [1].

Dodatak 13 ICAO-a pruža sve potrebne smjernice za istraživanje zrakoplovnih nesreća i nezgoda. Kao najznačajniji dokument za istraživanje zrakoplovnih nesreća i nezgoda navodi da je cilj istraživanja zrakoplovnih nesreća ili nezgoda prevencija takvih događaja [5].

2.2. Dodatak 13 Međunarodne organizacije civilnog zrakoplovstva

Dodatak 13 je napisan na način koji je razumljiv svim sudionicima istrage. Kao takav, služi kao referentni dokument za istražitelje diljem svijeta koji mogu biti pozvani da sudjeluju u istrazi, često bez puno vremena da se pripreme, omogućavajući da se mogu uključiti u istragu zrakoplovne nesreće ili nezgode [5].

U nastavku će biti navedeni i objašnjeni pojmovi koji se nalaze u Dodatku 13, a odnose se na zrakoplovne nesreće i nezgode, te sudionike u tim nesrećama. Razumijevanje tih pojmova važno je za organiziranje, provođenje istrage i donošenje konkretnih zaključaka o nesreći [6].

Zrakoplovna nesreća (engl. *aircraft accident*) je u Dodatku 13 definirana kao događaj povezan s operacijom zrakoplova, koji nastane od trenutka kad se jedna ili više osoba ukrca u

zrakoplov s namjerom da obavi let, do trenutka iskrcavanja svih osoba iz zrakoplova, a posljedice su:

a) smrt ili teška tjelesna ozljeda jedne ili više ili osoba zbog:

- toga što se nalazila u zrakoplovu;
- direktnog kontakta s bilo kojim dijelom zrakoplova, uključujući dijelove koji su se odvojili od zrakoplova; ili
- direktnog izlaganja mlaznom udaru.

Osim kada su ozljede nastale samoozljeđivanjem, zbog prirodnih uzroka ili su ih nanijele druge osobe, ili kada su ozljede nanesene slijepim putnicima koji se skrivaju izvan područja koje je namijenjeno putnicima i posadi.

b) Nestanak ili nedostupnost zrakoplovu kao posljedica nesreće;

c) Veće oštećenje imovine treće osobe ili oštećenje osnovne strukture zrakoplova tako da:

- štetno utječe na strukturalnu čvrstoću, letačke operacije ili karakteristike zrakoplova; ili
- uvjetuju veće popravke ili zamjenu oštećene komponente, osim za oštećenja ili prestanak rada motora, kada je šteta ograničena na motor, njegov poklopac ili dodatke ili za štetu ograničenu na propelere, vrhove krila, antene, gume, kočnice, oklope, mala udubljenja ili rupe na površini zrakoplova [7, 8].

Nezgodu zrakoplova (engl. *incident*) je događaj povezan s operacijom zrakoplova koji utječe ili može utjecati na sigurnost zrakoplova, a ne pripada u kategoriju zrakoplovne nesreće.

Istraživanje (engl. *investigation*) je postupak koji istražno tijelo provodi u svrhu sprečavanja ugrožavanja sigurnosti, nesreća i ozbiljnih nezgoda zrakoplova, a uključuje prikupljanje i analiziranje informacija, donošenje zaključaka, uključujući utvrđivanje uzroka i stvaranje sigurnosnih preporuka na temelju istrage.

Glavni istražitelj (engl. *investigator-in-charge*) je osoba koja je, na temelju kvalifikacija i sposobnosti, zadužena za organizaciju, provođenje i kontrole istraživanja ugrožavanja sigurnosti, nesreća i ozbiljnih nezgoda zrakoplova.

Ovlašteni predstavnik (engl. *accredited representative*) je stručna osoba koja je, na temelju kvalifikacija, ovlaštena da sudjeluje u istrazi nesreće ili ozbiljne nezgode zrakoplova koju provodi druga država.

Savjetnik (engl. *Adviser*) je stručna osoba koja je, na temelju sposobnosti i kvalifikacija, izabrana da pomaže svome ovlaštenom predstavniku u istraživanju.

Uzroci (engl. *causes*) su radnje, propusti, događaji ili okolnosti, ili njihova kombinacija, koji su doveli do nesreće ili ozbiljne nezgode, te njihovo otkrivanje je važno za sprečavanje ponavljanja nesreća ili ozbiljnih nezgoda zrakoplova i kako bi se donijele preventivne mjere.

Operator (engl. *Operator*) je osoba, organizacija ili poduzeće koje se bavi ili pruža usluge zračnog prijevoza.

Opasno približavanje zrakoplova (engl. *aircraft proximity* - AIRPROX) je događaj u kojemu su, prema prosudbi zapovjednika zrakoplova ili kontrolora zračnog prometa, udaljenost između zrakoplova, njihove međusobne pozicije i brzine bile takve da je bila ugrožena sigurnost zrakoplova.

Ozbiljna nezgoda (engl. *serious incident*) je nezgoda koja uključuje okolnosti koje ukazuju da se nesreća zamalo dogodila i koja je povezana sa operacijom zrakoplova.

Smrtna ozljeda (engl. *fatal injury*) je ozljeda koju je osoba pretrpjela u nesreći i čija je posljedica smrt unutar 30 dana od dana nesreće [7, 8].

Ozbiljna ozljeda (engl. *serious injury*) je teška tjelesna ozljeda koju je pretrpjela osoba u nesreći i koja:

- a) zahtjeva hospitalizaciju od preko 48 sati koja počinje unutar sedam dana od dana kada je ozljeda nanesena; ili
- b) ima za posljedicu lom bilo koje kosti (osim jednostavnih lomova prstiju, nožnih prstiju ili nosa); ili
- c) uključuje ranjavanje koje uzrokuje jako krvarenje, oštećenje živca, mišića ili tetive; ili
- d) uključuje oštećenje bilo kojeg unutrašnjeg organa; ili
- e) uključuje opekline drugog ili trećeg stupnja, ili opekline koje zahvaćaju preko 5% tjelesne površine; ili
- f) uključuje potvrđeno izlaganje zaraznim tvarima ili štetnom zračenju.

Preliminarno izvješće (engl. *preliminary report*) služi za pružanje informacija o podacima koji su prikupljeni u početnoj fazi istrage o nesreći ili ozbiljnoj nezgodi zrakoplova;

Snimač leta (engl. *flight recorder*) podrazumijeva bilo kakvu vrstu uređaja za snimanje ugrađenog u zrakoplovu koji može pomoći u istrazi zrakoplovne nesreće ili nezgode.

Sigurnosne preporuke (engl. *safety recommendations*) su prijedlozi mjera istražnog tijela koje se temelje na zaključcima koji su proizašli iz istrage i čija je svrha sprečavanje ugrožavanja sigurnosti, nesreća i ozbiljnih nezgoda zrakoplova [7, 8].

Jedan od glavnih dokumenata za istraživanje zrakoplovnih nesreća je priručnik za istraživanje zrakoplovnih nesreća i nezgoda Doc 9756 koji se sastoji od 4 dijela:

- Dio I – Organizacija i planiranje – prvo izdanje je izašlo u 2000. godini u kojoj su opisani potrebni uvjeti za organiziranje i uspostavljanje tijela za istraživanje zrakoplovnih nesreća. Planiranje istrage i postupak obavještanja o nesrećama i nezgodama, te radnje koje je potrebno poduzeti su također opisane u ovom dijelu.
- Dio II – Procedure i kontrolne liste – trenutno je aktivno drugo izdanje koje izašlo u 2012. godini, a u ovom dijelu se pružaju sve informacije o tehnikama i postupcima koji se primjenjuju pri istragama nesreća/nezgoda, kao način izrade kontrolnih lista i dijagrama toka koje istražiteljima zrakoplovnih nesreća uvelike olakšavaju praćenje tijeka istrage.
- Dio III – Istraga – prvo izdanje priručnika je objavljeno 2011. godine. U ovom dijelu su dane smjernice za istraživanje svih tehničkih područja koja bi mogla biti uključena u nesreću ili nezgodu zrakoplova. Također su dane smjernice za provođenje nekoliko faza istrage. Objašnjene su procedure i postupci istrage olupine zrakoplova, strukture i sustava zrakoplova, sustava za snimanje zapisa na letu, performansi zrakoplova, itd.
- Dio IV – Izvješćivanje – treće izdanje priručnika je objavljeno 2020. godine. U ovom dijelu se nalaze smjernice za izradu završnih izvješća koja su rezultat istrage zrakoplovnih nesreća i nezgoda. Detaljno je opisano od kojih poglavlja se treba sastojati završno izvješće, kome se sve završno izvješće dostavlja i u kojim rokovima [9].

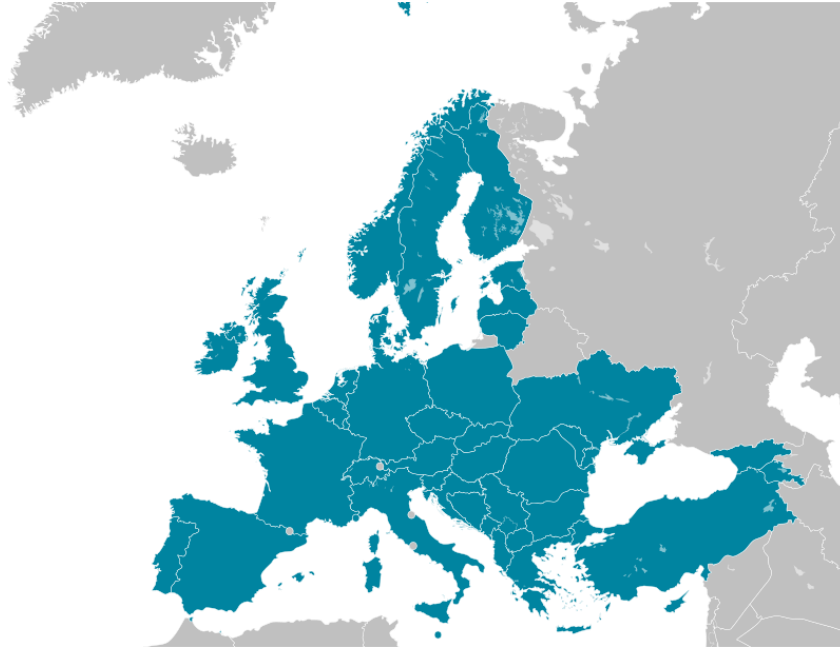
2.3. Europske organizacije za sigurnost zračnog prometa

Zbog velikog broja različitih nacionalnih koncepcija u tehničkom i institucionalnom pogledu, europski sustav zračnog prometa želi uspostaviti centralizirane regionalne uprave i normative pomoću objedinjavanja na regionalnom planu u nekoliko značajnih zrakoplovnih organizacija.

Značajne organizacije koje djeluju u Europi, a bave se pitanjima sigurnosti zračnog prometa i zračne plovidbe su: Europska konferencija civilnog zrakoplovstva (engl. *European Civil Aviation Conference* – ECAC), Europska agencija za sigurnost zračnog prometa (engl. *European Aviation Safety Agency* – EASA) i Europska organizacija za sigurnost zračne plovidbe (engl. *European Organisation for the Safety of Air Navigation* - EUROCONTROL).

Misija ECAC-a je promicanje kontinuiranog razvoja sigurnog, učinkovitog i održivog europskog sustava zračnog prometa. Zaslužan je za usklađivanje odnosa u pitanjima ekonomske prirode, kao što su odnosi redovitog i charter prometa, tarife i slično. Surađuje sa drugim europskim organizacijama poput EUROCONTROL-a. Druga važna uloga ECAC-a je izučavanje tehničkih problema flote, problema zaštite okoliša i problematike sigurnosti odvijanja zračnog prometa [1, 10].

EUROCONTROL s motrišta sigurnosti europskog zračnog prometa ima izuzetno značenje. Organizacija je osnovana 1960. godine, sa sjedištem u Briselu i trenutno ima 41 države ugovornice koje se mogu vidjeti na slici 1.



Slika 1. Države ugovornice EUROCONTROL-a, [11]

EUROCONTROL ima ključnu ulogu u razvoju, a i u funkcioniranju sustava regulacije europskih prometnih tokova. Radi na problematici Jedinstvenog europskog nebo (engl. *Single European Sky – SES*), odnosno na koncepciji jedinstvene kontrole letenja u Europi u svrhu da zračni promet u Europi učine sigurnijim, učinkovitijim i isplativijim [1, 12].

Europska agencija za sigurnost zračnog prometa (EASA), osnovana 2002. godine, je agencija Europske unije i Europske mreže tijela za istraživanje sigurnosti civilnog zrakoplovstva (engl. *European Network of Civil Aviation Safety Investigation Authorities – ENCASIA*) čija je uloga nadzor i proaktivno djelovanje vezano za implementaciju sigurnosnih normi. Zadaci i ciljevi EASA-e su:

- Osigurati najvišu razinu sigurnosti za građane EU-a i zaštite okoliša;
- Olakšati tržište unutarnjeg zrakoplovstva i stvoriti ravnopravno tržište;
- Suradivanje sa drugim međunarodnim zrakoplovnim organizacijama;
- Potvrditi i odabrati proizvode i organizacije u zemljama članicama;
- Pružiti nadzor i podršku državama članicama u područjima gdje je EASA podijelila nadležnost;
- Promicati korištenje europskih i svjetskih standarda;
- Suradivati s međunarodnim akterima kako bi se postigla najveća razina sigurnosti za građane EU na globalnoj razini [1, 6].

ENCASIA predstavlja neovisnu grupu tijela za ispitivanje zračne sigurnosti zemalja članice EU, te se njeno osnivanje temelji na Uredbi EU 996/2010 [6]. Njena misija je poboljšati kvalitetu istraga koja provode tijela za istraživanje sigurnosti u zračnom prometu država članica i ojačati njihovu neovisnost. ENCASIA potiče visoke standarde u istražnim metodama i osposobljavanja istražitelja [13].

2.4. Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu

Tijelo za istraživanje zrakoplovnih nesreća i nezgoda je formirano u Republici Hrvatskoj Zakonom o osnivanju Agencije za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu (Narodne novine 54/2013– u daljnjem tekstu: Zakon). Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu (AIN – u daljnjem tekstu: Agencija) je naziv tijela koje je formirano Zakonom za istraživanje nesreća i nezgoda. Zadatak Agencije je provođenje istrage radi utvrđivanja uzroka nesreća, te davanje sigurnosnih preporuka s ciljem njihovog sprečavanja u budućnosti, a ne utvrđivanje krivnje ili odgovornosti pojedinaca.

Osnivač Agencije je Republika Hrvatska, a osnivačka prava obavlja Vlada Republike Hrvatske. Agencija je funkcionalno i organizacijsko nezavisna od svih tijela nadležnih za zračni, pomorski i željeznički promet te od svih pravnih i fizičkih osoba [14].

Djelatnosti Agencije na temelju javne ovlasti za interes Republike Hrvatske obuhvaća sljedeće poslove:

- Istraživanje nesreća i ozbiljnih nezgoda zrakoplova,
- Sigurnosnu istragu u svrhu utvrđivanja uzroka nesreće i predlaganje mjera radi izbjegavanja pomorskih nesreća te unapređivanja sigurnosti plovidbe,
- Istraživanje ozbiljnih nesreća u željezničkom prometu, kao i izvanrednih događaja koji su pod određenim okolnostima mogli dovesti do ozbiljnih nesreća [14].

Prema odredbama članka 23. Zakona, danom upisa u sudski registar (29. srpnja 2013.) Agencija je započela s radom i preuzela:

- Poslove Agencije za istraživanje nesreća i ozbiljnih nezgoda zrakoplova i poslove Ministarstva pomorstva, prometa i infrastrukture koji se odnose na

sigurnosne istrage pomorskih nesreća i nezgoda te istraživanje ozbiljnih nesreća i izvanrednih događaja u željezničkom prometu

- Pismohranu i ostalu dokumentaciju, materijalno-tehnička i financijska sredstva te prava i obveze Agencije za istraživanje nesreća i ozbiljnih nezgoda zrakoplova i Ministarstva pomorstva, prometa i infrastrukture, razmjerno preuzetim poslovima [15].

Danom upisa Agencije u sudski registar prestala je s radom Agencija za istraživanje nesreća i ozbiljnih nezgoda zrakoplova koja je brisana iz sudskog registra temeljem rješenja Trgovačkog suda u Zagrebu od 19. studenoga 2013. godine.

Osim prethodno navedenih djelatnosti, Agencija u zračnom prometu obavlja i sljedeće poslove:

- Daje sigurnosne preporuke radi poboljšanja sigurnosti u zračnom prometu,
- Vodi Nacionalnu bazu podataka,
- Dostavlja podatke o događajima iz Nacionalne baze podataka u Središnju bazu Europske komisije,
- Razmjenjuje podatke iz svoje nacionalne baze podataka s drugim istražnim tijelima uz uvjet očuvanja tajnosti podataka,
- Daje stručnu pomoć nadležnim tijelima Republike Hrvatske,
- Suraduje s tijelima nadležnim za istraživanje zrakoplovnih nesreća u državama članicama Organizacije međunarodnog civilnog zrakoplovstva (ICAO),
- Objavljuje rezultate istraživanja poštujući načela tajnosti,
- Utvrđuje popis stručnjaka za istraživanje zrakoplovnih nesreća.

Upravo tijelo Agencije su upravno vijeće i ravnatelj. Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastrukture objavljuje javni natječaj za tri člana upravnog vijeća Agencije, koje imenuje Vlada Republike Hrvatske na vrijeme od četiri godine, s tim da mogu biti ponovno imenovani. Upravno vijeće Agencije obuhvaća poslove donošenja Statuta Agencije i druge opće akte, izrade godišnjeg programa rada i razvoje Agencije, financijski plan i završni račun Agencije, raspisuje natječaj za ravnatelja i zamjenika te ga imenuje, daje suglasnost za imenovanje i razrješavanje glavnih istražitelja.

Agenciju zastupa i predstavlja ravnatelj, a postoji i zamjenik ravnatelju. Ravnatelj organizira i vodi rad i poslovanje agencije, poduzima sve pravne radnje u ime i za račun Agencije, zastupa Agenciju u svim postupcima, a može dati punomoć drugoj osobi za zastupanje Agencije u pravnom prometu. Imenuje ga se na pet godina sa mogućnošću ponovnog imenovanja [16].

Prema odredbama članka 89. Zakona, danom upisa u sudski registar 31. listopada 2018. donesene su izmjene i dopune rada Agencije.

Neke od izmjena i dopuna su:

- Zabranjeno je sprječavati i ometati službene radnje Agencije i njezinih istražitelja,
- Zabranjeno je utjecati na neovisnost stručnog rada Agencije i njezinih istražitelja,
- Glavni istražitelji i drugi istražitelji u Agenciji moraju imati službenu značku i iskaznicu,
- Novčanom kaznom će se kazniti pravna osoba koja spriječi ili omete službenu radnju koju Agencija i njezini istražitelji poduzimaju u skladu s ovlastima koje su im dane Zakonom i drugim propisima kojima se uređuje istraživanje u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu [17].

3. KLASIFIKACIJA ZRAKOPLOVNIH NESREĆA

Sve aktivnosti u zračnom prometu se moraju odvijati na siguran i efikasan način, ali zbog nepredviđenih, neočekivanih ili nekontroliranih djelovanja može doći do ugrožavanja sigurnosti i ometanja rada zrakoplova na zemlji ili u zraku, a posljedica tog djelovanja može dovesti do zrakoplovne nesreće. Nesreće mogu dovesti do povrede putnika ili osoblja različitih intenziteta ili štete različitog oštećenja materijalnih dobara. Radi toga je potrebna klasifikacija za razvijanje procedure i mjera za suzbijanje i prevenciju različitih vrsta nesreća.

Postoji mnogo načina klasifikacije, ali prema Pravilniku o izvješćivanju i istraživanju događaja koji ugrožavaju sigurnost, te nesreća i nezgoda zrakoplova može ih se klasificirati prema: posljedicama koje je izazvala nesreća (tablica 1.), mjestu gdje se nesreća dogodila (tablica 2.) i uzroku koji je doveo do nesreće.

Prema posljedicama koje je izazvala nesreća može se napraviti klasifikacija na:

- 1) Događaje bez posljedica, odnosno to su kritične situacije i njih se definira kao nepredviđene i nekontrolirane događaje u zračnom prometu, koji su mogli imati za posljedicu ugrožavanje života ljudi ili oštećenje materijalnih dobara, a koji mogu biti:
 - a) Na zemlji – Mogu prouzročiti posade zrakoplova, a mogu nastati i nekim drugim faktorom;
 - b) U zraku – u kojima sudjeluje posada zrakoplova;
 - c) Zbog utjecaja drugih čimbenika.
- 2) Događaje bez i s malim posljedicama, odnosno izvanredni događaji pod kojim se smatraju događaji koji svojom pojavom ugrožavaju sigurno odvijanje letenja, a nesreća nije izostala zbog niza nepovoljnih okolnosti;
- 3) Događaje s vidljivim posljedicama, odnosno zrakoplovne nesreće [19].

U tablici 1. može se vidjeti što sve pripada pod prethodnu klasifikaciju.

Tablica 1. Klasifikacija zrakoplovnih nesreća prema posljedicama, [19]

Događaji bez posljedica	Događaji bez i sa malim posljedicama	Događaji s vidljivim posljedicama
Kritične situacije	Izvanredni događaji	Nesreće
Pregrijavanje kočnica	Otkazi pojedinih uređaja ili dijelova opreme bez posljedica za ostale uređaje	Oštećenje/lom motora
Otkaz kočnica u vožnji	Pucanje gume pri polijetanju ili slijetanju	Oštećenje/lom zrakoplova
Prekinuto polijetanje	Skretanje sa uzletno-sletne staze ili staze za vožnju	Oštećenje/lom opreme
Nenamjerni prekid rada motora	Oštećenje zrakoplova zbog dotrajalosti	Uništenje motora
Izbjegavanje sudara na manevarskim površinama	Napuštanje zrakoplova s uporabom padobrana	Uništenje zrakoplova
Međusobno približavanje zrakoplova na udaljenost ispod propisane		Uništene opreme
Prelet letjelice kroz zabranjenu zonu		Uništenje imovine
Pokušaj slijetanja sa neizvučenim stajnim trapom		Ranjavanje ili onesposobljavanje
Svaki let bez kompletne ili ispravne letačke opreme		Smrt člana posade
Iznenadno otvaranje vrata ili pokrova kabine u letu		Smrt ostalih osoba

Tablica 2. Klasifikacija prema mjestu gdje se nesreća dogodila, [19]

MJESTO NESREĆE	OPIS DOGAĐAJA
Na zemlji	Podrazumijeva oštećenja nastala za vrijeme stajanja zrakoplova na zemlji, vožnje ili mirovanja, tj. kada je njegovim djelovanjem prouzročena smrt ili tjelesna ozljeda; imovinska šteta ili oštećenje/uništenje drugog zrakoplova ili opreme.
Tijekom leta	Obuhvaća vremenski interval od početka zaleta pri polijetanju do završetka protrčavanja, tj. od trena zaustavljanja zrakoplova do početka uzleta s uzletno-sletne staze.
Nesreća hidroaviona pri polijetanju	Računa se od trenutka povećanja režima rada motora za polijetanje do trenutka oslobađanja akvatorija za letenje.
Pri vertikalnim polijetanjima i slijetanjima	Kao početak polijetanja uzima se trenutak poleta, a kao završetak leta uzima se trenutak potpunog prizemljenja.

Za svaki nepredviđeni i nekontrolirani događaj u zračnom prometu postoje nekoliko manje ili više uzročnika koji različito djeluju i uzrokuju da dođe do zrakoplovne nesreće. Najvažniji i najutjecajniji uzrok koji je uzrokovao da dođe do zrakoplovne nesreće naziva se temeljnim, a svi ostali uzroci se nazivaju drugostupanjskim [19].

Najčešći uzroci zrakoplovnih nesreća su:

- Ljudski faktor,
- Zamor zrakoplovnog materijala,
- Neprijateljska djelovanja,
- Ostali uzroci,
- Nepoznati ili neutvrđeni uzrok [1].

Na primjer, može doći do mehaničkog kvara neke vrste, što samo po sebi nije osobito značajno. Međutim, zbog pogreške pilota, taj početni problem se može pogoršati, što dovodi do zrakoplovne nesreće čije su posljedice teške, pa čak i smrtonosne ozljede putnika i zrakoplovnog osoblja. Iz ovog primjera se može ustanoviti da je uzrok takve zrakoplovne nesreće kombinacija nekoliko uzročnika.

Identificiranje svih temeljnih uzroka nakon zrakoplovne nesreće ili nezgode je ključni element u osiguravanju potpune zaštite prava svih sudionika u nezgodi ili nesreći, posebice putnika u slučaju nesreće.

Nakon što se svi temeljni uzroci nesreće identificiraju, identificiraju se i sve potencijalno odgovorne strane. Potencijalna naknada za putnike koja je moguća u slučaju zrakoplovne nesreće ovisi o specifičnim činjenicama i okolnostima nesreće te ozljedama i gubicima.

Postoje neke specifične ozljede, štete i gubitci koje odvjetnici putnika mogu tražiti od odgovorne strane, a to uključuje naknade za:

- Bol i patnju,
- Mentalne tjeskobe i emocionalne patnje,
- Medicinske troškove,
- Trajni invaliditet,
- Izgubljeni prihod,
- Oštećenje ili gubitak imovine [20].

4. SIGURNOSNI SUSTAVI ZA IZBJEGAVANJE I SPREČAVANJE ZRAKOPLOVNIH NESREĆA

Od prvog leta braće Wright pa sve do danas zračni promet i sigurnosni sustavi koji se koriste u zračnom prometu se konstantno razvijaju i poboljšavaju. Usporedno s rastom potražnje za zračnim prometom, standardi zaštite i standardi sigurnosnih sustava su se tijekom vremena povećali.

Svaka nesreća se dogodi iz nekog razloga odnosno uzroka, a upravo zbog tih uzroka je došlo do tehničkog i tehnološkog napretka u zračnom prometu. Sve nesreće koje su se dogodile u prošlosti su natjerale zračni promet da postane inovativan i razvije načine da smanji ili u potpunosti spriječi mogućnost da do nesreća iste vrste dođe. Jedno od najvećih napredaka koje je proizašlo iz prošlih nesreća su sigurnosni sustavi za izbjegavanje i sprječavanje nesreća.

Tehničkom i tehnološkom napretku zračnog prometa uvelike su pridonijele istrage zrakoplovnih nesreće/nezgoda. Sigurnosne preporuke, koje su sastavni dio završnog izvješća, u velikom broju slučajeva su bile generator za poboljšanje ili pronalazak novih sustava, primjene novih materijala, donošenja novih procedura, itd. Direktna posljedica sigurnosnih preporuka je zapravo poboljšanje sigurnosti odvijanja letnih operacija.

Pod sigurnosne sustave za izbjegavanje i sprječavanje nesreća u zračnom prometu pripadaju: sustav za izbjegavanje sudara u zraku (engl. *Traffic Collision Avoidance System* - TCAS) i sustav za izbjegavanje i upozoravanje na podlogu (engl. *Terrain Avoidance and Warning System* - TAWS).

Sekundarni nadzorni radar (engl. *Secondary Surveillance radar* - SSR) je uređaj odnosno sustav koji se svrstava u kategoriju onih koji su poboljšali sigurnost zračnog prometa. SSR osigurava zemaljski nadzor nad uređajem koji je ugrađen u zrakoplov odnosno transponderom, te omogućava komunikaciju između zemaljske stanice i zrakoplova [21].

4.1. Uloga i princip rada sekundarnog nadzornog radara u zračnom prometu

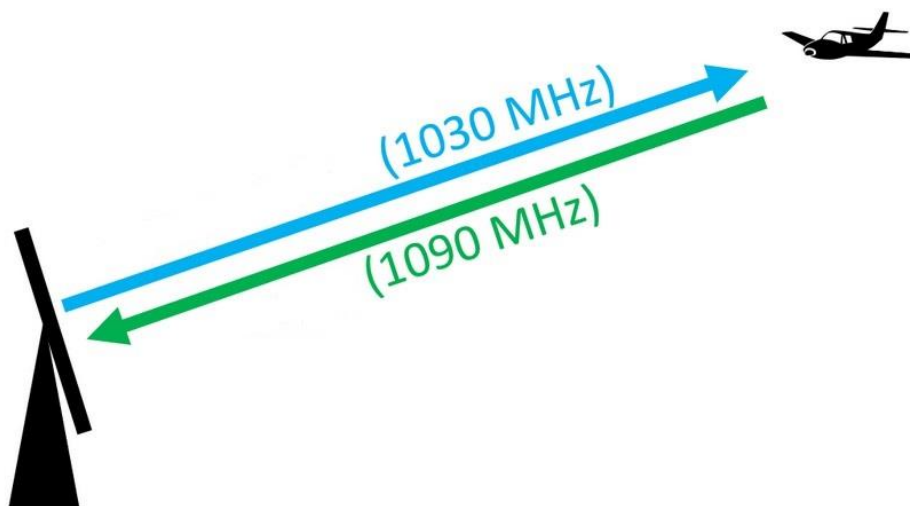
Sekundarni nadzorni radar se sastoji od dva elementa: SSR zemaljskog interogatora (prijemnika) i SSR transpondera koji je ugrađen u zrakoplov.

Razvoj SSR-a potječe od sustava vojne identifikacije prijatelj ili neprijatelj (engl. *Identification, Friend or Foe – IFF*) i omogućuje korištenje moda A/C (engl. *Identity/Altitude*). Od kada je uveden u uporabu značajno je unaprijeđen, te uključuje i novu uslugu korištenja moda S.

SSR sustav omogućuje dvije kategorije usluga:

1. Mod A/C – pruža usluge nadzora dometa i azimuta, identificiranje kodova zrakoplova i izvještavanje o visini te;
2. Mod S – pruža sve usluge koje pruža mod A/C, uz pružanje dodatnih usluga poput selektivnog adresiranja pomoću identifikacije kodova zrakoplova, specifične usluge i potpune dvosmjerne podatkovne veze, uzlazne i silazne [21].

SSR ima konstantno rotirajuću antenu, s kojom šalje energetski snop koji ispituje zrakoplov. Kada energetski snop dođe do zrakoplova odnosno pogodi zrakoplov, kodirani odgovor će biti poslat natrag prema radaru (slika 2.). Kodirani odgovor sadrži identifikaciju zrakoplova, njegovu visinu i ovisno o tipu transpondera na zrakoplovu može sadržavati dodatne informacije. Međutim, SSR se za položaj zrakoplova ne oslanja na transponder već on to utvrđuje sam mjerenjem vremena koje je potrebno da se energetski snop reflektira natrag prema radaru i smjer iz kojeg se refleksija vraća. SSR zatim sve ove informacije emitira sustavu kontrole zračnog prometa gdje su prikazani kao zrakoplovna oznaka [21, 22].



Slika 2. Princip rada Sekundarnog nadzornog radara, [22]

Interogatori sekundarnih radara emitiraju impulse na 1.030 MHz da pokrenu transponder koji su instalirani u zrakoplovu da odgovore na 1.090 MHz [22].

4.1.1. Kombinacija primarnog i sekundarnog nadzornog radara

Antena primarnog nadzornog radara (engl. *Primary Surveillance Radar – PSR*) i SSR-a se obično montira zajedno što vidimo se vidi na slici 3., što dozvoljava korištenje prednosti ove dvije vrste radara, a kombinirajući SSR i PSR podatke može se obrađivati i filtrirati više podataka radarskih izvješća.



Slika 3. Kombinacija primarnog i sekundarnog nadzornog radara (zakrivljena donja antena je PSR, a ravna antena na vrhu je SSR), [23]

Primarni radar omogućuje otkrivanje zrakoplova „uljeza“, a SSR detektira kooperativne zrakoplove i pruža informacije o visini i identitetu zrakoplova, te postoji mogućnost dobivanja dodatnih informacija što je ovisno o vrsti transpondera koji zrakoplov posjeduje.

Instaliranje SSR i PSR na istoj rotirajućoj anteni ima značajne koristi za digitalne sustave za praćenje. SSR može riješiti ili pomoći u rješavanju nejasnoće u praćenju zrakoplova koje bi postojale kada bi se samo koristio PSR, te isto tako obrnuto PSR može pomoći u rješavanju nejasnoće koje bi postojale kada bi se samo koristio SSR.

Moguće je postaviti PSR i SSR sustave na odvojenim lokacijama na zasebnim antenskim platformama. Prednost ovakvog pristupa je razina redundancije pošto kada se jedna antena

zaustavi, razina usluge se može pružiti pomoću druge antene odnosno sustava. Jedini nedostatak ovog pristupa je što će se prednost poboljšanog praćenja izgubiti, osim ako su rotacije antena sinkronizirane i ako su u blizini jedna drugoj [21].

4.1.2. Prednosti i nedostaci sekundarnog nadzornog radara

Kao svi sustavi i uređaji, sve ima svoje prednosti i nedostatke, a u tablici 3. se mogu vidjeti prednosti i nedostaci SSR-a [21].

Tablica 3. Prednosti i nedostaci SSR-a, [21]

Prednosti SSR-a	Nedostaci SSR-a
<ul style="list-style-type: none"> • Detektira identitet zrakoplova; • Omogućuje komunikaciju visine i stanje zrakoplova zemaljskom sustavu; • Pruža dobru sposobnost detekcije neovisno o smetnjama i vremenskim prilikama; • Visoka stopa ažuriranja; • Mod S pruža dodatne informacije o zrakoplovu. 	<ul style="list-style-type: none"> • Loša preciznost azimuta i razlučivost; • Ponekad može prijaviti krive zrakoplovne “uljeze” ili položaj zrakoplova; • Ponekad može prijaviti lažnu visinu; • Skupo za instalaciju i održavanje; • Ovisan o elektronici u zrakoplovu.

4.2. Tehničko-tehnološke značajke TCAS (ACAS) sustava u zračnom prometu

Zračni promet u svim godinama, osim u godinama globalnih financijskih i pandemijskih kriza, bilježi sve bolje rezultate. Dobro upravljanje i nadzor povećane količine prometa je omogućeno unapređenjem suvremenih sustava na zrakoplovima i u kontroli zračne plovidbe. Međutim, unatoč svim naprecima koji su se dogodili u zračnom prometu, rizik sudara zrakoplova još uvijek je moguć.

Američka savezna uprava za civilno zrakoplovstvo (engl. *Federal Aviation Administration – FAA*) je 1981. godine pokrenula projekt TCAS kao tehnologiju za sprječavanje sudara u zraku. ICAO je paralelno s razvojem TCAS-a u SAD-u razvio standarde za ACAS - *Airborne Collision Avoidance System*. ACAS je zapravo međunarodna verzija TCAS-a. Svi zrakoplovi koji su opremljeni ACAS II sustavom imaju mod S transpondere [24].

4.2.1. Način rada, upozorenja i tipovi ACAS-a

ICAO je ACAS u studenom 1993. godine uvrstio u Dodatak 2, a njegova uporaba je pojašnjena u dokumentima PANS-RAC (engl. *Procedures for Air Navigation Services – Rules of the Air and Air traffic Services*) i PANS-OPS (engl. *Procedures for Air Navigation Services – Aircraft operations*).

ACAS može izdavati dvije vrste upozorenja:

1. Upozorenja o prometu (engl. *Traffic Advisories – TA*) koja pomažu pilotu da vizualno traži drugi avion i upozoravaju pilota da bude spreman na moguće upozorenje o odluci i;
2. Upozorenja o odluci (engl. *Resolution Advisories – RA*) su manevri izbjegavanja koje sustav preporučuje pilotu [24].

ACAS djeluje samostalno i neovisno o navigacijskoj opremi zrakoplova i sustavima na zemlji. ACAS prati zrakoplove u okolnom zračnom prostoru pomoću odgovora koje dobije ispitujući transpondere svih zrakoplova u blizini. Ako sustav dijagnosticira rizik od prijetećeg sudara, ACAS izdaje upozorenje o odluci (RA) zrakoplovnom osoblju, koje usmjerava pilote kako najbolje regulirati ili prilagoditi svoju vertikalnu brzinu kako bi se izbjegao sudar. Operativno praćenje, radno iskustvo i simulacijske studije su pokazale da RA-i koje izdaje ACAS II značajno smanjuju rizik od sudara u zraku.

ACAS/TCAS indikacije su namijenjene pomoći pilotima da izbjegnu potencijalne sudare [25].

U tablici 4. se mogu vidjeti tipovi ACAS-a koje je ICAO definirao u Dodatku 10.

Tablica 4. Tipovi ACAS-a, [24, 26]

Tip ACAS-a	Definicija
ACAS I	Daje upozorenja o prometu (TA), ali ne preporuča nikakve manevre, te za njega nije predviđena međunarodna implementacija na razini ICAO-a. Standardi i preporučene prakse (SARPs – <i>Standards and Recommended Practices</i>) za ACAS I su objavljeni u Dodatku 10, ali se odnose samo na pitanja interoperabilnost i smetnji u radu s ACAS II.
ACAS II	Daje upozorenja o prometu (TA) i upozorenja o odluci (RA) u vertikalnoj ravnini. U studenom 1995. odobreni su standardi i preporučene prakse za ACAS II i objavljeni u Dodatku 10. Jedine implementacije ACAS II koncepta su TCAS II verzija 7.0 i 7.1. Dodatak 10 navodi da svi zrakoplovi trebaju imati verziju 7.1. od 1. siječnja 2017. godine.
ACAS III	Daje upozorenja o prometu (TA) i upozorenja o odluci (RA) u vertikalnoj i u horizontalnoj ravnini. Zasad se ACAS III još nije uvijek nije uspio razviti zbog operativnih i tehničkih poteškoća. ACAS III se navodi kao budući sustav za izbjegavanje sudara u Dodatku 10 ICAO-a, ali još uvijek ne postoje nikakvi standardi za ACAS III.

Upozorenja koja izdaje ACAS II ovise o modu transpondera drugog aviona:

- nema upozorenja ukoliko transponder drugog aviona nije aktivan ili ukoliko ne udovoljava ICAO standardima;
- TA ukoliko je transponder aktivan i udovoljava ICAO standardima te;
- RA ukoliko transponder emitira podatak o visini i udovoljava ICAO standardima [24].

4.2.2. Tehničke značajke TCAS II (ACAS II) sustava

ACAS II generira upozorenja relativno kratkim vremenskim razmacima. Maksimalno vrijeme generiranja upozorenja o prometu (TA) je 48 sekundi prije krajnje točke približavanja (engl. *Closest Point of Approach* – CPA). CPA se definira kao pojavu minimalnog dometa odnosno dozvoljene udaljenosti između ACAS zrakoplova i „uljeza“. Vrijeme generiranja upozorenja o odluci (RA) je 35 sekundi prije CPA. Vrijeme generiranja je kraće na manjim visinama (iz razloga što se zrakoplov kreće sporije). Neočekivani ili brzi manevri zrakoplova mogu uzrokovati generiranje RA kojeg ne mora prethoditi TA ako se radi o prijetećem sudaru [26, 27].

Sustav TCAS-a se sastoji od sljedećih komponenti:

- TCAS kontrolne ploče koja je ugrađena u kontrolnu ploču transpondera, te sadržava izbornik s 3 pozicije:
 - „Stand-by“ – TCAS je isključen;
 - „TA Only“ – izdaju se samo TA;
 - „Automatic“ ili „TA/RA“ – normalan rad sustava TCAS-a.
- Računala koje provodi nadzor zračnog prostora, praćenje drugih zrakoplova u blizini, određivanje manevra izbjegavanja i izdavanje upozorenja;
- Dvije antene: jedne na gornjem dijelu, a druge ispod trupa koja služi za praćenje aviona u blizini, te slanja upitnih signala i primanja odgovora;
- Veza s transponderom S moda koja služi za izdavanje koordiniranih i komplementarnih upozorenja o odluci (RA) kad su oba zrakoplova opremljena sa TCAS-om;
- Veza s radarskim visinomjerom koji s jedne strane sprječava izdavanje RA kad je zrakoplov u neposrednoj blizini zemlje, a s druge strane određuje da li je zrakoplov kojeg TCAS prati na zemlji;

- Zvučnici kako bi mogli zvučno upozoriti zrakoplovno osoblje;
- Zasloni za prikaz potrebnih podataka.

TCAS služi kao sustav koji nastavlja djelovati u slučaju otkaza nekih drugih sigurnosnih sustava poput sustava za upravljanje letom (engl. *Flight Management System* – FMS) te iz tog razloga također nije povezan s autopilotom [24].

4.3. Sustav za izbjegavanje (informiranje) i upozoravanje na podlogu (TAWS)

Događaj kada se zrakoplov koji je sposoban za letenje (engl. *airworthy*) i koji se pod punom kontrolom pilota nehotice zabije u teren, vodu ili prepreku naziva se kontrolirani let na u teren (engl. *Controlled Flight Into Terrain* – CFIT). Piloti većinu vremena nisu svjesni opasnosti sve dok ne bude prekasno. Većina CFIT nesreća se događa u fazi prilaza i slijetanja, te je često povezan s nepreciznim prilazima. Iz ovog razloga se razvio sustav za izbjegavanje i upozoravanje na podlogu (TAWS) [28].

TAWS je sigurnosna mreža koja automatski daje prepoznatljivo upozorenje pilotima kada se njihov zrakoplov, samo na temelju očitavanja radio visinomjera i brzine približavanja zemlji, nalazi u potencijalno opasnoj blizini terena, vode ili prepreke [29].

Najčešći uzroci CFIT događaja su:

- Vremenske neprilike: kiša, jaka turbulencija zrakoplova, zaleđenje određenih dijelova zrakoplova, koje mogu povećati radno opterećenje pilotu i tako uzrokovati smetnje smanjujući njegovu preglednost radio-navigacijskih svjetionika. Loša vidljivost, osobito noću, koja doprinosi smanjenu preglednosti situacije;
- Dizajn prilaza i dokumentacija: prikaz prilaza, te procedura prilaska terminalu (engl. *Terminal Approach Procedure* – TAP) možda nije dovoljno jasna. Prilazi mogu dovesti zrakoplove blizu visokog terena kako bi se uskladili s diplomatskim ograničenjima ili ograničenjima za smanjenje buke;
- Nekorištenje standardne frazeologije dovodi do zabune i nesporazuma;
- Umor i dezorijentacija pilota [28].

4.3.1. Implementacija TAWS-a

Sustav oglašavanja opasnog približavanja zemlji (GPWS) je sustav koji zrakoplovnom osoblju osigurava dovoljno informacija i upozorenja za otkrivanje potencijalno opasne situacije vezano uz teren, vodu ili neku prepreku, te na taj način osigurava da zrakoplovno osoblje može pravovremeno poduzeti učinkovite mjere kako bi se spriječio CFIT događaj.

GPWS je bio prva implementacija TAWS-a, a uveden je 1970-ih kao sredstvo za borbu protiv visokog broja CFIT nesreća i nesreća sa ozbiljnim posljedicama. Naknadna poboljšanja dodala su nove zahtjeve na konfiguraciju zrakoplova (npr. status stajnog trapa) i devijacija ILS putanja poniranja. Značajno smanjenje broja nesreća CFIT-a se može pridonijeti ovom „osnovnom“ GPWS-u koji je bio obavezan u mnogim zemljama. Iako je bio učinkovit, istovremeno je trpio značajno ograničenje jer je ovisio o radio visinomjeru kao sredstvu za mjerenje blizine zemlje, što je značilo da nije bilo dovoljno vremena da se izbjegne nagla promjena visine od tla u obliku strmog uspona.

Od 1997. godine, Honeywell poboljšani sustav oglašavanja opasnog približavanja zemlji (engl. *Enhanced Ground Proximity Warning System – EGPWS*), koji je razvijen kako bi se prevladalo ograničenje GPWS-a, počeo se ugrađivati na zrakoplove. Ovaj sustav povezuje položaj zrakoplova, dobiven od strane GPS-a (engl. *Global Positioning System*), s gotovo cijelom svjetskom bazom podataka terena, prepreka ili zračne luke koju proizvođač opreme redovito ažurira. Nakon ove inovacije, drugi proizvođači originalne opreme (engl. *Original Equipment Manufacturer - OEM*) su također proizveli slične sustave i sve ih je ICAO općenito identificirao pod nazivom sustav za informiranje i upozoravanje na podlogu (engl. *Terrain Awareness and Warning System – TAWS*). Izrazi EGPWS i TAWS su zapravo postali sinonimi kako bi se izbjegla zabuna, a upotreba izvornog GPWS-a je postala sve rjeđa [29].

4.3.2. Funkcije i klasifikacije TAWS opreme

TAWS oprema je klasificirana kao klasa A ili klasa B prema stupnju sofisticiranosti sustava. U osnovi, sustavi klase A potrebni su za sve zrakoplove osim za najmanje komercijalne zrakoplove, dok su sustavi klase B potrebni za veće zrakoplove generalne avijacije (engl. *General Aviation – GA*) i preporučuje se za manje komercijalne zrakoplove ili zrakoplove generalne avijacije.

TAWS oprema mora pružiti sljedeće funkcije:

- Funkciju izbjegavanja terena koji se nalazi ispred (engl. *Forward Looking Terrain Avoidance* – FLTA). Funkcija FLTA gleda ispred zrakoplova duž i ispod njegove bočne i okomite putanje leta te pruža odgovarajuća upozorenja ako postoji potencijalna CFIT prijetnja;
- Funkciju alarma u slučaju prijevremenog spuštanja (engl. *Premature Descent Alarm* – PDA). Funkcija DA (engl. *Descent Alarm*) TAWS-a koristi trenutni položaj zrakoplova i podatke o putanji leta kako je određeno iz odgovarajućeg navigacijskog izvora i baze podataka zračne luke kako bi se utvrdilo je li zrakoplov previše ispod uobičajenog (obično 3 stupnja) prilaznog puta za najbližu uzletno-sletnu stazu kako je definirano u algoritmu upozoravanja;
- Odgovarajući vizualni i zvučni signal za upozorenje;
- TAWS oprema klase A mora sadržavati podatke o terenu koji se trebaju prikazivati na sustavu prikaza;
- TAWS oprema klase A mora pružiti indikaciju neposrednog kontakta s zemljom za sljedeće uvjete:
 - 1) Prekomjerne stope spuštanja; ili
 - 2) Prekomjerne brzine približavanja terenu; ili
 - 3) Negativne stope uspona ili gubitka visine nakon polijetanja; ili
 - 4) Let na teren kada nije u konfiguraciji slijetanja;
 - 5) Prekomjerne devijacije od putanje poniranja dobivene sustavom instrumentalnog slijetanja (engl. *Instrument Landing System* – ILS), ovisno o performansama uređaja za informaciju pravca prilaza i vertikalno navođenje (engl. *Localiser Performance with Vertical guidance* – LPV) ili globalnih navigacijskih satelitskih sustava (engl. *Global Navigation Satellite Systems* – GNSS); ili
 - 6) Glasovne poruke „pet stotina“ kada se zrakoplov spusti na 500 stopa (152,4 metra) iznad najbliže uzletno sletne staze.
- Oprema klase B mora pružiti indikaciju neposrednog kontakta sa tlom za vrijeme sljedećih operacija zrakoplova:
 - 1) Prekomjerne stope spuštanja;
 - 2) Negativne stope uspona ili gubitka visine nakon polijetanja;

- 3) Glasovne poruke „pet stotina“ kada se zrakoplov spusti na 500 stopa (152,4 metra) iznad najbliže uzletno sletne staze [29].

U tablici 5. se mogu vidjeti za koje klase zrakoplova je preporučena koja klasa TAWS opreme i što je preporučeno od strane ICAO-a.

Tablica 5. Uvjeti za nošenje TAWS opreme prema ICAO-u, [29]

Klasa zrakoplova	Tip motora	Maksimalna masa za polijetanje	Putnika	Obavezno (pod mandatom)	Napomena	Preporučeno
Komercijalni zračni prijevoz	Turbina	Više od 5700 kg	Više od 9	Klasa A		
Komercijalni zračni prijevoz	Turbina	Manje od 5700 kg	5-9	Ne		Klasa B
Komercijalni zračni prijevoz	Klip	Više od 5700 kg	Više od 9	Klasa B		
Generalna avijacija	Turbina	Više od 5700 kg	Više od 9	Klasa B	Klasa A za zrakoplove koji su prvi puta registrirani nakon 1. siječnja 2011.	Klasa A
Generalna avijacija	Turbina	Manje od 5700 kg	5-9	Ne		Klasa B
Komercijalni zračni prijevoz	Klip	Više od 5700 kg	Više od 9	Klasa B		
Helikopter		Više od 3175 kg	Više od 9	Klasa B	Za letove po pravilima instrumentalnog letenja (IFR)	

5. PROCEDURE I POSTUPCI TIJEKOM ISTRAGE ZRAKOPLOVNE NESREĆE

Čikaška konvencija i njezini dodaci dodjeljuju odgovornost za sigurnost odvijanja zračnog prometa na svaku pojedinu državu. U članku 26. Čikaške konvencije se izričito navodi da „...država u kojoj se nesreća dogodi će pokrenuti istragu te nesreće i saznati okolnosti zbog kojih se nesreća dogodila, u mjeri u kojoj to dopuštaju zakoni, s time da se trebaju koristiti preporučeni postupci za istraživanje nesreća koji su definirani od strane ICAO-a“ [30].

5.1. Uspostavljanje Regionalne organizacije za nesreće i nezgode (RAIO)

Univerzalni program revizije nadzora sigurnosti (engl. *Universal Safety Oversight Audit Programme* – USOAP) koji je definiran od strane ICAO-a, se usredotočuje na utvrđivanje sposobnosti države u vršenju nadzora sigurnosti zračnog prometa prema tome da li je država učinkovito i konzistentno implementirala kritične elemente (engl. *Critical Elements* - CE) sustava sigurnosnog nadzora. Ovo omogućuje državi da osigura provedbu ICAO-ovih standarda i preporučenih praksi (SARPs), te povezanih postupaka i smjernica. Osim toga, ovaj audit služi ICAO-u kao sredstvo za kontinuirano praćenje da li države ispunjavaju svoje obveze vršenja nadzora sigurnosti zračnog prometa [31].

Revizije USOAP-a istaknule su da mnoge države nemaju resurse potrebne za istragu cijelog niza različitih tipova zrakoplovnih nesreća i nezgoda, te ne mogu provesti temeljitu analizu primljenih podataka o nesrećama i nezgodama. Za takve države, uspostavljanje Regionalne organizacije za nesreće i nezgode (RAIO –Regional Accident and Incident Organization) ili stvaranje regionalne grupe kvalificiranih istražitelja, može biti jedino rješenje za učinkovitu uspostavu sustava istrage i prevencije zrakoplovnih nesreća/nezgoda, a njezina struktura se može vidjeti na slici 4.

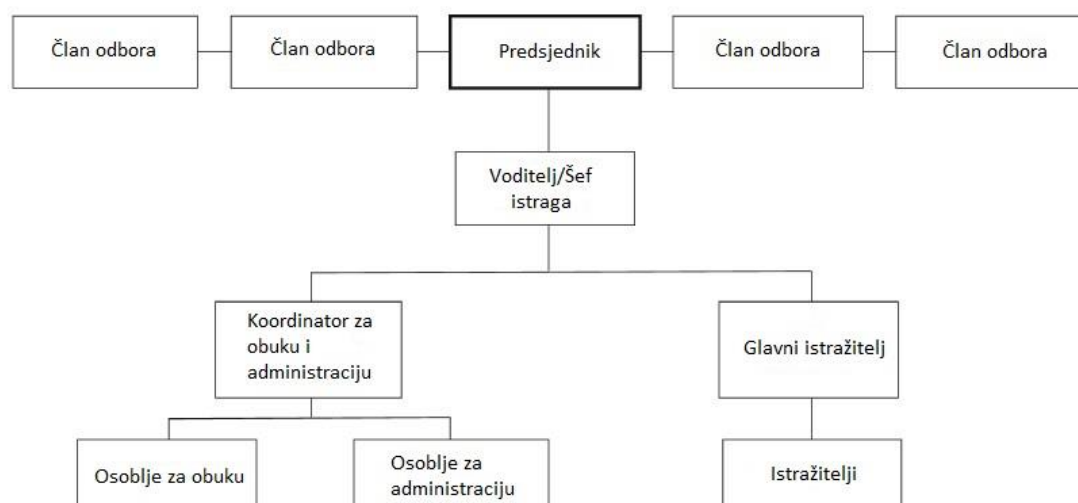
Za istragu velikih nesreća u državama koje nemaju resurse za provođenje istrage, druge zainteresirane države (npr. država registracije zrakoplova, država operatora zrakoplova ili država proizvođača zrakoplova) mogu pomoći i pružiti potporu državi u kojoj se nesreća/nezgoda dogodila. Međutim, pomoć i podrška u istrazi, koja može biti u potpunosti ili djelomično prepuštena drugoj državi, ne oslobađa državu u kojoj se nesreća dogodila od

njezine odgovornosti pokretanja istrage i izrade završnog izvješća o istrazi. Isto tako, mnoge države nemaju sposobnost istrage manjih nesreća ili nezgoda. Za mnoge od tih država, uspostavljanje RAIO-a može biti jedina prihvatljiva opcija da se omogući uspostavljanje učinkovitog sustava istrage nesreća i nezgoda, te sustava prevencije koje ispunjava sve zahtjeve države.

Predanost osiguravanja sigurnog odvijanja operacija u civilnom zračnom prometu mora se izvršiti na najvišoj razini svake vlade uz sudjelovanje zrakoplovne industrije u državi. Sporazumi koji su sklopljeni među grupom država u regiji će doprinijeti isplativijoj i učinkovitijoj raspodjeli sredstava za postizanje zajedničkog cilja ispunjavanja zahtjeva ICAO-a, a posebno Dodatka 13.

Razlozi za donošenje strategije za uspostavu RAIO-a bili bi sljedeći:

- Eliminiranje dupliciranja napora udruživanjem ljudskih, tehničkih i financijskih resursa;
- Postizanje ekonomije razmjera koja vodi do efikasnosti i efektivnosti;
- Kao odgovorna regionalna organizacija demonstrirala bi se poboljšana regionalna solidarnost;
- Omogućilo bi se istražiteljima u regiji da brže steknu iskustvo;
- Olakšalo bi se zapošljavanje i zadržavanje istražitelja od strane države;
- Pomaže u postizanju neovisnosti istraga [30].



Slika 4. Opća organizacijska struktura RAIO-a, [30]

5.2. Organizacija, planiranje i cilj istrage zrakoplovne nesreće ili nezgode

Svrha istrage zrakoplovne nesreće ili nezgode ne smije biti dodjeljivanje krivnje ili odgovornosti već stvaranje mjera za sprečavanje događanja istih zrakoplovnih nesreća i nezgoda u budućnosti.

Svi sudski ili upravni postupci za dodjeljivanje krivnje ili odgovornosti moraju biti odvojeni od svake istrage prema Dodatku 13.

Svi postupci koji se rade za istraživanje zrakoplovnih nesreća su isti i za istraživanje zrakoplovnih nezgoda [32].

5.2.1. Struktura, zakonodavstvo, financije i osoblje organizacije za istragu zrakoplovnih nesreća

Dužnost svake države u kojoj se dogodi nesreća zrakoplova je da pokrene istragu te nesreće. Ova dužnost može biti ispunjena samo kada postoji odgovarajući zakon o istragama zrakoplovnih nesreća koji je na snazi. Zakon o istragama zrakoplovnih nesreća mora definirati nadležno tijelo za istraživanje zrakoplovnih nesreća koje će provesti istragu [32]. U Republici Hrvatskoj je to Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu (AIN) [15].

Nadležno tijelo za istraživanje nesreća mora biti strogo objektivno i potpuno nepristrano. Mora biti uspostavljeno na način da može izdržati politički ili neki drugi utjecaj ili pritisak koji bi mogao poremetiti objektivnost istrage. Mnoge države su postigle ovaj cilj uspostavljajući svoje tijelo za istraživanje nesreća kao nezavisno ustavno tijelo ili uspostavljanjem organizacije za istraživanje nesreća koje je odvojeno od civilne uprave zračnog prometa. U takvim državama, tijelo za istraživanje nesreća, ovisno o vrsti državne vlasti, izvještava izravno Kongres, parlament ili ministarsku razinu vlade.

Potrebno je odgovarajuće zakonodavstvo koje definira prava i odgovornosti tijela za istraživanje zrakoplovnih nesreća. Tijelo za istraživanje nesreća treba, kroz zakonodavstvo, imati neograničen i raspoloživ pristup svim relevantnim dokazima bez potrebe za suglasnošću pravosudnih ili drugih tijela [32].

Postupci istrage zrakoplovne nesreće ne bi smjeli biti ograničene sudskim postupcima, a nacionalno zakonodavstvo i propisi trebaju specificirati procedure koje se trebaju slijediti kako bi tehnička istraga ostala odvojena od sudske ili upravne. U zakonu treba jasno naznačiti da sprječavanje nesreća je jedini cilj istrage nesreća, te da uloga tijela za istraživanje nesreća nije dodjeljivanje krivnje ili odgovornosti.

Tijelo za istraživanje nesreća treba imati dovoljno financijskih sredstva koje im omogućava propisnu i pravilnu istragu nesreće i/ili nezgode koje spadaju u njihovo područje odgovornosti. S obzirom da je nemoguće predvidjeti godišnji proračun za istraživanje nesreća, potrebno je imati dopunska financijska sredstva ukoliko budu potrebna.

Istraga zrakoplovnih nesreća je specijalizirana vrsta zadatka, koji bi trebali raditi samo kvalificirani istražitelji. Međutim, mnogo država nemaju osoblje posvećeno isključivo istrazi nesreća. U ovakvim državama, potrebno je identificirati kvalificirano osoblje, te bi ih trebalo poslati na školovanje za tehnike istrage zrakoplovnih nesreća prije nego što mogu biti raspoređeni na zadatke istrage nesreća. Kada se osoba dodijeli zadatku istrage nesreće, ona mora biti razriješena svih ostalih dužnosti, kako bi se mogla usredotočiti samo na istragu.

Istraga zrakoplovne nesreće je vrlo zahtjevan zadatak koji je gotovo neograničenog opsega. Što više istražitelji sudjeluju u istragama, to će biti iskusniji. Kako stječu iskustvo, tako shvaćaju da je istraga nesreća vrsta zadatka u kojem moraju konstantno nadopunjavati svoje znanje i poboljšavati svoje vještine. Dok je trening bitan, poboljšanje sposobnosti istražitelja često proizlazi iz osobne predanosti radu i želji da postane bolji. Pošto ishod istrage nesreća uvelike ovisi o vještini i iskustvu istražitelja koji su dodijeljeni istrazi, potrebno je dodijeliti barem jednog iskusnog istražitelja svakoj istrazi kako bi se osigurala adekvatna razina iskustva [32].

5.2.2. Planiranje velike i male istrage zrakoplovne nesreće

Istraga mora biti pravilno planirana i vođena kako bi se postigao njezin cilj. Glavni dijelovi istrage moraju biti planirani tako da članovi istražnog tima budu svjesni svojih različitih zadaća i imaju odgovarajuću kvalifikaciju za njihovo obavljanje. Sve aktivnosti i zadaće koje se planiraju će biti koordinirane od strane glavnog istražitelja.

Istraga nesreće koja uključuje veliki ili kompleksan zrakoplov zahtijevat će veliki tim istražitelja kako bi se istraga provela na najučinkovitiji i najbrži način odnosno kako bi pokrili sve aspekte istrage. Veoma je bitno da istražitelji sustavno napreduju kroz sve aspekte nesreće. Učinkovito korištenje dostupnih istražitelja u velikoj istrazi se može postići korištenjem sustava upravljanja istragom. Sustav upravljanja istragom dijeli istražne aktivnosti u funkcionalna područja, od kojih se svaka može dodijeliti nekoj skupini unutar istražnog tima. Svaka istražna skupina imat će onoliko članova koliko je potrebno za ispitivanje posebnih okolnosti nesreće. Obično je predsjedavajući grupe (istražitelj odgovaran za skupinu) zaposlenik tijela za istraživanje nesreća u državi koja provodi istragu. Članovi istražnih skupina i pomoćni stručnjaci mogu biti iz tijela za istragu nesreća ili upućeni iz drugih zrakoplovnih agencija iz države istrage ili neke druge države. Članovi istražne skupine obično bi trebali imati pristup svim informacijama koji su otkriveni tijekom istrage i dužni su sudjelovati u istrazi dok se izvješće cijelog tima odnosno svih skupina ne dovrši.

Bez obzira da li su uzroci nesreće očigledni ili ne, istraga bi trebala utvrditi sve temeljne sustavne čimbenike koji su mogli pridonijeti nesreći, kao i sve nedostatke koji nisu uzročnici, a koji bi mogli spriječiti buduće nesreće iste vrste.

U slučaju nesreća s malim zrakoplovima, istražni napor je razmjerno manji. Funkcije su i dalje iste, ali posao istrage obavljaju jedan ili dva istražitelja, ili alternativno istražitelj i specijalist kvalificiran za određeni aspekt koji zahtijeva vještačenje. Čak i kada su u pitanju mali zrakoplovi, neophodno je planiranje prije istrage.

Tijelo za istraživanje nesreća mora se povezati s drugim tijelima, osobito onima u zračnim lukama ili u njihovoj blizini, kako bi bili pripremljeni ako ikada dođe do zrakoplovne nesreće. Potrebno je unaprijed isplanirati planove za hitne slučajeve, te da je tijelo za istraživanje nesreća upoznato s planovima lokalnih vlasti za hitne slučajeve. Suradnja s policijom obično se može ostvariti kroz vezu s policijskim sjedištem. Prikladne stavke se zatim mogu uključiti u plan i program policijske obuke i u službeni policijski priručnik kako bi se osiguralo da pripadnici policijskih snaga budu unaprijed obaviješteni o tome što se od njih očekuje u slučaju zrakoplovne nesreće [32].

5.2.3. Osiguranje snimaka i dokumenata u istrazi zrakoplovne nesreće

Trebalo bi uspostaviti procedure i postupke kako bi se osiguralo da, u slučaju nesreće, sve komunikacijske snimke i dokumenti službe zračnog prometa za koje se smatra da su povezani s letom budu osigurani i pohranjeni dok se od tijela za istraživanje nesreća ne dobiju daljnje upute. Također je potrebno unaprijed dogovoriti da se odmah pribavi i stavi na sigurno čuvanje sva dokumentacija operatora zrakoplova povezana sa zrakoplovom, letaćkom posadom i operacijom leta. Treba se dogovoriti s tijelima za meteorologiju u zračnom prometu kako bi se dobila posebna izvješća o vremenu čim saznaju za zrakoplovnu nesreću [32].

5.3. Obavješćivanje o nesreći ili nezgodi zrakoplova

Neposredna obavijest o nesrećama i nezgodama tijelu za istraživanje nesreća je neophodna jer je za pravilno provođenje istrage potreban brz dolazak istražitelja na mjesto nesreće. Svako kašnjenje u njihovom dolasku može dovesti do propadanja ili nestanka bitnih dokaza zbog:

- Krađe,
- Premještanja ili nepravilnog rukovanja olupinom,
- Nepovoljnih vremenskih prilika,
- Korozije olupine,
- Kontaminacije iskaza svjedoka [32].

5.3.1. Obavješćivanje unutar države u kojoj se dogodila nesreća

Budući da se postupci istrage nesreća razlikuju od države do države, nije moguće detaljno definirati standardni postupak za prijavu nesreća i nezgoda. Državni propisi bi trebali propisati da se tijelo za istraživanje nesreća mora odmah obavijestiti o svakoj nesreći ili nezgodi na svom teritoriju.

Prve osobe koje saznaju za nesreću su preživjeli ili svjedoci. Preživjeli članovi posade vjerojatno će znati koje radnje trebaju poduzeti, a svjedoci ili preživjeli putnici obično će

obavijestiti lokalnu policiju, vlasti zračne luke ili vojno osoblje, koje bi trebalo odmah obavijestiti tijelo za istraživanje nesreća u skladu s unaprijed dogovorenim postupkom. Ponekad osoblje službe zračnog prometa prvo sazna da se nesreća dogodila, pa će onda oni pokrenuti postupak obavijesti.

Postupak obavijesti trebao bi biti jednostavan i učinkovit, uz korištenje najbržih sredstava komunikacije (telefon, faks ili elektronička pošta). Popis državnih tijela koje treba obavijestiti o nesreći trebao bi biti dostupan u svim objektima službe zračnog prometa, nadležnih tijela za zračnu luku i policijskih uprava. Popis bi trebao biti raspoređen po prioritetu, te bi trebao uključivati imena i telefonske brojeve nadležnih tijela koje treba obavijestiti i njihovih zamjenika.

U slučaju nezgoda koje se mogu prijaviti, obavijest tijelu za istraživanje nesreća obično iniciraju službe zračnog prometa ili operator zrakoplova [32].

5.3.2. Odgovornosti države u kojoj se nesreća dogodila

Kada se nesreća ili ozbiljna nezgoda zrakoplova dogodi na teritoriju države ugovornice, a taj zrakoplov je registriran u drugoj državi ugovornici, država u kojoj se nesreća ili ozbiljna nezgoda dogodila će u najkraćem mogućem vremenu poslati obavijest državi registracije zrakoplova, državi operatora, državi projektiranja i državi proizvodnje zrakoplova. Kada se radi o zrakoplovima koji imaju zrakoplovnu masu iznad 2.250 kg, potrebno je također proslijediti obavijest ICAO-u.

Kada država u kojoj se nesreća ili ozbiljna nezgoda dogodila nije svjesna događaja, država registracije ili država operatora, prema potrebi, prosljeđuju obavijest o takvom događaju državi projektiranja, državi proizvodnje i državi u kojoj se nesreća dogodila.

Kada se nesreća ili ozbiljna nezgoda dogodi na teritoriju države u kojoj je zrakoplov registriran (država registracije), u državi koja nije ugovornica ili izvan teritorija bilo koje države, tada će država registracije poslati obavijest u najkraćem mogućem vremenu državi operatora, državi projektiranja i državi proizvodnje zrakoplova.

Država u kojoj se dogodila nesreća ili ozbiljna nezgoda može poslati obavijest onim državama od kojih se može tražiti da dostave informacije istražnom tijelu koje provodi istragu,

tj. državi čije su službe zračnog prometa imale zrakoplov pod kontrolom prije nesreće ili ozbiljne nezgode.

Obavijest bi trebala biti poslana tijelima za istraživanje nesreća u državi registracije, državi operatora, državi projektiranja i državi proizvodnje, ukoliko je potrebno [32].

5.3.3. Odgovornosti država koje primaju obavijest

Tijelo za istraživanje nesreća u svakoj državi koja prima obavijest će, što je prije moguće i obično istim komunikacijskim sredstvom kojim su dobili obavijest napraviti sljedeće:

- Potvrditi primitak obavijesti;
- Pružiti državi u kojoj se dogodila nesreća ili ozbiljna nezgoda tražene dostupne relevantne informacije;
- Obavijestiti državu u kojoj se dogodila nesreća ili ozbiljna nezgoda namjerava li ili ne biti nazočna na istrazi,;
- Pružiti informacije o ovlaštenom predstavniku i savjetniku (imena i titule), te njihov očekivani datum dolaska na mjesto nesreće ili u sjedište istražnog tijela države u kojoj se nesreća ili ozbiljna nezgoda dogodila [32].

5.4. Aktivnosti na mjestu nesreće

Lokalne vatrogasne i policijske službe vjerojatno će biti prvi službenici koji će stići na mjesto zrakoplovne nesreće pa je stoga važno angažirati njihovu suradnju kako bi se osiguralo da vitalni dokazi ne budu izgubljeni. Takva se suradnja obično ostvaruje vezom sa glavnim sjedištem policijskih i vatrogasnih snaga, pri čemu je početna veza ostvarena tijekom planiranja postupaka u slučaju događaja zrakoplovne nesreće ili ozbiljne nezgode. Vatrogasne i policijske službe bi trebale biti svjesne što se od njih očekuje u slučaju zrakoplovne nesreće, a planovi i dogovori za sljedeće zadaće trebaju biti na snazi kako bi se mogli odmah izvršiti:

- Obavještavanje centra za koordinaciju spašavanja;
- Obavještavanje nadležnog tijela za istraživanje nesreća zrakoplova, te druga tijela ako je potrebno;
- Osiguranje olupine od opasnosti požara i daljnjih šteta do dolaska istražitelja;

- Provjera prisutnosti opasnih tvari;
- Postavljanje čuvara kako bi se osiguralo da olupina nije neovlašteno dirana ili mijenjana;
- Poduzimanje koraka za očuvanje, putem fotografija ili drugih sredstava;
- Dobivanje imena i adresa svih svjedoka čije svjedočenje može pomoći u istrazi nesreće [32].

5.4.1. Čuvanje dokaza u operaciji spašavanja

Primarna svrha svih osoba koje stignu na mjesto zrakoplovne nesreće je spašavanje i pomoć preživjelim te zaštita imovine u okviru raspoloživih sredstava. Osobe koje sudjeluju u izvlačenju žrtava iz olupine zrakoplova trebale bi, što je prije moguće, zabilježiti svoja zapažanja o mjestu u zrakoplovu gdje su preživjeli pronađeni i koje dijelove olupine je trebalo premjestiti tijekom spašavanja. Ako okolnosti dopuštaju, tijela osoba poginulih u nesreći treba ostaviti kako su pronađena dok se ne zabilježe njihove lokacije i stanje, te dok se ne fotografiraju i napravi dijagram koji pokazuje njihovo mjesto u olupini. Ako se tijelo nalazi izvan olupine, njihova lokacija treba biti označena kolcem s identifikacijskim brojem. Svakom tijelu treba pričvrstiti odgovarajuću naljepnicu s naznakom gdje je pronađeno. Pažljivo bilježenje ovih podataka ključno je za identifikaciju tijela, a također pruža informacije koje mogu pomoći u istrazi nesreće.

Po završetku operacije spašavanja, spasilačko osoblje treba biti maksimalno oprezno kako bi osiguralo da njihovo kretanje ne uništi dokaze koji mogu biti od vrijednosti za istragu. Na primjer, nakon što su preživjeli spašeni i rizik od požara je eliminiran koliko je to izvedivo, kretanje vozila hitne pomoći i vatrogasnih vozila ne bi trebalo biti dopušteno duž traga olupine [32].

5.4.2. Zaštita olupine

Kada je obaviješten o nesreći, glavni istražitelj bi trebao odmah provjeriti jesu li poduzeti postupci kako bi se osigurala zaštita olupine. To se obično dogovara putem policije, ali u nekim slučajevima može se zadužiti vojno osoblje. Ako olupina nije raspršena, učinkovita zaštita se može postići zatvaranjem područja što se može vidjeti na slici 5. Međutim, ako

postoji dugačak trag olupine, zadatak zaštite i osiguranja mjesta nesreće može biti težak i biti će potrebno mnogo čuvara [32].



Slika 5. Zatvaranje područja zrakoplovne nesreće od neovlaštenog osoblja, [32]

Po dolasku na mjesto nesreće, jedan od prvih zadataka istražitelja trebao bi biti pregled sigurnosnih parametara. Čuvari moraju biti u potpunosti upoznati sa svojim dužnostima, a one su: zaštita javnosti od opasnosti u olupini, spriječiti diranje i mijenjanje olupine (uključujući i sadržaj zrakoplova), zaštititi imovinu, propustiti na mjesto nesreće samo ovlaštene osobe koje imaju odobrenje od strane tijela za istraživanje zrakoplovnih nesreća, te zaštititi i sačuvati, gdje je to moguće, svako mjesto gdje je zrakoplov napravio oznake na zemlji [32].

5.4.3. Psihološki stres uzrokovan nesrećom

Nesreća može uzrokovati ozbiljan stres osobama koje rade na mjestu zrakoplovne nesreće. Velike nesreće s velikim brojem smrtnih slučajeva mogu uzrokovati psihološki stres, ne samo kod istražitelja, već i kod osoba uključenih u potragu i identifikaciju tijela. Nadležno

tijelo za istragu nesreća treba imati procedure i osoblje za prepoznavanje i pomoć onima koji pokazuju simptome stresa [32].

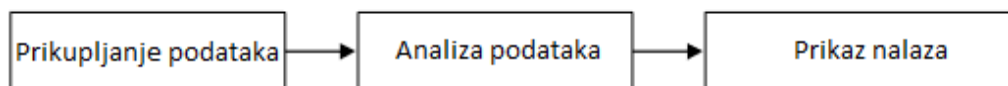
5.5. Faze istrage zrakoplovnih nesreća

Istraga zrakoplovne nesreće je sustavni proces u kojem se svi mogući uzroci nesreće evaluiraju i eliminiraju dok se ne identificira uzročnik ili kombinacija uzročnika koji su uzrokovali nesreću.

Ako se tijekom očevida utvrde druge nepravilnosti ili nedostaci koji nisu bile dio ove nesreće, istražni tim ih treba zabilježiti i dostaviti te podatke nadležnom tijelu, unatoč tome da ti podaci možda neće biti dio službenog izvješća istrage. Mnogo nesreća se mogu činiti sličnima, ali to je veoma varljivo i može dovesti do krivih zaključaka. Iz tog razloga je veoma bitno da istražitelji nemaju predrasude i da budu otvorenog karaktera kako se ne bi usredotočili na jedan aspekt istrage i tako zanemarili ili previdjeli drugi. Nesreće se u zračnom prometu rijetko događaju, te je to razlog zašto je toliko važno da istražitelji iskoriste svaku priliku za obuku kod zračnih prijevoznika, vojske, zrakoplovnih proizvođača i drugih istražitelja nesreća kako bi zadržali stručnost i naučili najbolje metode za istraživanje.

Veliki zračni prijevoznici i proizvođači zrakoplova uspostavili su resurse za istraživanje nesreća s kojima se može konzultirati i koji mogu biti podrška periodičnoj obuci. Zračni prijevoznici i zračne luke rade povremene vježbe za hitne slučajeve, kao praksa ukoliko do nesreće ili ozbiljne nezgode dođe, te ovo isto pruža priliku istražiteljima nesreća da iskoriste kao neku vrstu obuke. U slučaju stvarne nesreće ili ozbiljne nezgode, sve prethodno navedene stvari mogu pomoći istražiteljima u učinkovitom utvrđivanju uzroka [33].

Istraga zrakoplovnih nesreća se sastoji od tri faze koje možemo vidjeti na slici 6.



Slika 6. Slijed istrage zrakoplovne nesreće, [33]

5.5.1. Prikupljanje podataka

Početna faza istražnog postupka bi se trebala usredotočiti na definiranje i dobivanje podataka relevantnih za nesreću. Posebnu pažnju treba dati podacima koji mogu nestati ili bi se mogli uništiti. Faza prikupljanja podataka se često razvije u proces koji traje tijekom cijele istrage kako se više saznaje o događajima koji okružuju nesreću. Stoga, podaci prikupljeni u ranoj fazi istrage se mogu kombinirati s drugim podacima koji su prikupljeni u kasnijim fazama istrage kao metoda potvrđivanja i validacije čimbenika koji su pridonijeli nesreći. Vrste podataka koje treba prikupiti uključuje:

- Pojediniosti o nesreći – potrebno je prikupiti važne referentne podatke kako bi se olakšalo prikupljanje meteoroloških podataka, podaci o performansi zrakoplova i podaci kontrole zračnog prometa. Primarni izvori takvih podataka su dobiveni iz planova leta, usluga u zračnom prometu (engl. *Air Traffic Services* – ATS), radarskih podataka, navigacijskih i topografskih karta. Prikupljeni podaci trebaju uključivati:
 - a) Datum,
 - b) Vrijeme,
 - c) Položaj: opći položaj, referenca mreže i nadmorska visina, te topografija,
 - d) Mjesto polaska,
 - e) Visina krstarenja ili razina leta,
 - f) Odredište i međudestinacije, te radarski putovi.
- Meteorološke informacije – prognoza i lokalni vremenski uvjeti mogu imati značajnu ulogu i za uvjete leta i za performanse zrakoplova. To uključuje atmosferske uvjete, položaje sunca ili mjeseca, vjetar i sve neuobičajene čimbenike kao što su vulkanski pepeo, dim, vizualne iluzije ili zaleđivanje dijela zrakoplova. Razmatra se također da li je mjesto polaska ili odredište utjecalo na uzlijetanje ili slijetanje, kao što je žurni polazak ili dodatna rezerva goriva zbog očekivanih kašnjenja ili preusmjerenih putnika.
- Tehnički podaci – ovi podaci su dobiveni iz istrage na mjestu nesreće ili nezgode zajedno s evidencijom o održavanju i proizvodnji, od uređaja za prikupljanje podataka koji su ugrađeni u zrakoplov, te laboratorijskom analizom komponenata zrakoplova. Ove informacije također može pružiti odjel za sintetičku rekonstrukciju i simulaciju

leta. Drugi povezani pokazatelji mogu se otkriti iz izvješća o održavanju i pregleda sličnih nezgoda ili nesreća iz baze podataka o nesrećama i nezgodama.

- Ljudski čimbenik – informacije o ljudskim čimbenicima ponekad su najteže u nesrećama sa smrtnim ishodom jer je malo svjedoka koji se mogu intervjuirati kako bi se utvrdilo što se dogodilo. Intervjui sa održavanjem i suradnicima mogu biti vrlo emotivni i izazovni. Rezultati obdukcija i rekonstrukcija radnji posade iz glasovnih snimaka iz pilotske kabine i snimaka kontrole zračne plovidbe mogu dati pokazatelje kakve postupke je letачka posada poduzela. Kvarovi sustava u zrakoplovu također mogu zahtijevati razgovore s osobljem za održavanje i zemaljsku uslugu. Ove razgovore treba obaviti što je prije moguće dok je njihovo sjećanje svježije i nije kontaminirano razgovorima s drugim osobama [33].

5.5.2. Analiza podataka

Analiza podataka se provodi paralelno sa prikupljanjem podataka. Često analiza podataka pokreće dodatna pitanja koja zahtijevaju daljnje prikupljanje podataka, simulaciju i konzultacije. Rijetko kada rezultati analize pokazuju izolirani uzrok sa specifičnim rješenjem. Neophodni su redoviti razgovori između različitih članova istražnog tima kako bi se prikupili i obradili svi potrebni podaci [33].

5.5.3. Prikaz nalaza

Izvješća o nesrećama trebaju se dostaviti u formatu utvrđenom u ICAO Dodatku 13 za uključivanje u bazu podataka sustava za izvješćivanje o podacima o nesrećama (engl. *Accident Data Reporting system – ADREP*). Često nalazi istraga nezgoda mogu biti korisniji i pružiti veće sigurnosne prednosti od onih iz istrage nesreća [33].

5.6. Završno izvješće

Završno izvješće se prema 4. dijelu Priručnika za istraživanje zrakoplovnih nesreća i nezgoda definira kao temelj za izdavanje sigurnosnih preporuka koje su potrebne za sprječavanje daljnjih nesreća sličnih uzroka. Stoga se u završnom izvješću o nesreći mora detaljno utvrditi kako se dogodilo, što se dogodilo i zašto se dogodilo. Nalazi, uzroci i/ili

čimbenici koji su doprinijeli izradi završnog izvješća trebali bi dovesti do izdavanja sigurnosnih preporuka kako bi se mogle poduzeti odgovarajuće preventivne mjere. Nalazi, uzroci i/ili čimbenici koji su doprinijeli izradi završnog izvješća trebali bi jasno ukazivati na sigurnosna pitanja koja je potrebno riješiti.

Završno izvješće treba sadržavati sljedeće:

- Zapis svih relevantnih činjenica (uključujući sve „konfliktne“ dokaze),
- Analizu relevantnih činjenica,
- Zaključke u obliku nalaza, uzroka i/ili čimbenika koji su doprinijeli izradi završnog izvješća,
- Sigurnosne preporuke.

Glavni istražitelj ili nadležno tijelo za istraživanje nesreća obično izrađuju završno izvješće. Izvješće treba detaljno pokriti sve relevantne aspekte istrage. Kada se osnivaju specijalizirane skupine za istragu nesreće, svaki voditelj skupine dužan je glavnom istražitelju podnijeti pisano izvješće sa svom popratnom dokumentacijom i podacima koji pokrivaju utvrđene činjenice i nalaze.

Završno izvješće se izrađuje na temelju izvješća različitih skupina. Osoba koja je odgovorna za osiguravanje da je završno izvješće napisano u pravilnom stilu je glavni istražitelj [34].

5.6.1. Izvješće skupina

U dogovoru s članovima skupine, voditelj skupine je odgovoran za provjeru prikupljenih dokaza u usporedbi sa zadacima koji su bili dodijeljeni skupini te za izradu izvještaja u kojem se zapisuju sve aktivnosti skupine. Isto tako, voditelj skupine treba izraditi analizu činjenica koje je skupina prikupila, izraditi nalaze istraživanja skupine i dati prijedloge sigurnosnih preporuka.

Izvješće skupina je podijeljeno u sljedeće faze:

- Uvod – daju se kratke identifikacijske pojedinosti nesreće i navode se imena, titule i pripadnost članova skupina. Objašnjava se kojim pitanjima se trebaju skupine baviti i isto tako se obilježavaju zadaci za skupine i podskupine te kratke pojedinosti o vremenu i mjestu istražnih aktivnosti;

- Istraga – činjenice, uvjete i okolnosti koje je utvrdila skupina treba prikazati pod odgovarajućim naslovima u izvješću koja opisuju područja koja su se istražila. Uz izvješće treba priložiti relevantnu dokumentaciju;
- Analiza – rasprava o značaju činjenica dobivenih iz faze istrage od izvješća skupine, te predstavljanje analize činjenica skupine jer se odnose na projektni zadatak svih skupina. Ove informacije trebaju biti predstavljene na logičan način koji vodi do nalaza te ih podupire;
- Zaključak – taj dio izvješća skupine trebao bi sadržavati nalaze skupina koji su podupirani dokazima. Nalazi skupina koji se smatraju čimbenicima nesreće pomoći će glavnom istražitelju u izradi završnog izvješća;
- Sigurnosne preporuke – izvješće skupine treba uključivati informacije o svim sigurnosnim pitanjima, poduzetim sigurnosnim mjerama, prijedloge sigurnosnih preporuka i druge oblika sigurnosnih mjera [34].

5.6.2. Države distribucije završnog izvješća i objavljivanje sigurnosnih preporuka

Država koja provodi istragu dužna je objaviti završno izvješće u najkraćem mogućem roku. Ako se izvješće ne može objaviti u roku od dvanaest mjeseci, država koja provodi istragu je dužna dati privremenu izjavu ili upotrijebiti neka druga sredstva koja detaljno opisuju napredak istrage i na koje su sve sigurnosne probleme naišli.

Države kojima treba distribuirati završno izvješće u najkraćem mogućem roku su:

- Država koja je pokrenula istragu,
- Država registracije zrakoplova,
- Država operatora zrakoplova,
- Država projektiranja zrakoplova,
- Država proizvodnje zrakoplova,
- Svaka država čiji su građani smrtno ili teško ozlijeđeni posljedicom nesreće ili ozbiljne nezgode,
- Svaka država koja je pružila relevantne informacije,
- ICAO, ako je zrakoplov koji je bio predmet nesreće imao masu veću od 5.700 kg.

U bilo kojoj fazi istrage nesreće ili nezgode, istražno tijelo države koja provodi istragu preporučit će odgovarajućim tijelima koji su u kontaktu sa njom, ali i drugim državama, te ICAO-u kada su dokumenti ICAO-a uključeni, svaku preventivnu radnju koju je potrebno odmah poduzeti kako bi se što prije poboljšala sigurnost zračnog prometa. Isto tako treba priložiti razlog i dokumentaciju za preventivnu radnju. Država koja provodi istragu ili bilo koja druga država koja izdaje sigurnosnu preporuku trebala bi bilježiti odgovore koje je dobila vezano za izdanu sigurnosnu preporuku.

Države su dužne obavijestiti odjel za istraživanje nesreća ICAO-ovog ureda za zračnu navigaciju o izdanim sigurnosnim preporukama od globalnog značaja (engl. *Safety Recommendations of Global Concern - SRGC*), kao i o primljenim odgovorima u vezi s tim preporukama. Definicija SRGC-a glasi: sigurnosna preporuka upućena državnom tijelu za civilno zrakoplovstvo, regionalnom tijelu za certifikaciju ili ICAO-u za sustavni nedostatak koji ima vjerojatnost ponavljanja s potencijalom značajnih posljedica i zahtijeva pravodobno djelovanje za poboljšanje sigurnosti.

SRGC se koristi ako se zadovolji jedan ili više od sljedećih kriterija:

- Nedostatak na kojem se temelji preporuka je globalni, a ne samo lokalni problem;
- Velika je vjerojatnost ponavljanja nesreće i štetnih posljedica;
- Rizik za osobe, opremu i/ili okoliš je velik;
- Hitnost za poduzimanje preventivnih radnji je velik;
- Postoji povijest ponavljanja relevantnog nedostatka;
- Nedostatka na kojem se temelji preporuka predstavlja rizik za više od jednog tipa zrakoplova, više od jednog operatora ili više od jedne države [34].

Kao primjer može poslužiti nesreća zrakoplova Boeing 777 na zračnoj luci Heathrow koja se dogodila 17. siječnja 2008. godine. Prilikom prilaza zrakoplova na zračnu luku Heathrow, na 720 stopa (219,46 m) nadmorske visine, desni motor zrakoplova je prestao reagirati na naredbu automatskog gasa za povećanje snage i umjesto da se snaga poveća, ona se smanjila. Sedam sekundi kasnije snaga lijevog motora se isto tako smanjila. Ova smanjena snaga u oba motora je dovela do gubitka brzine i potiska te je pilot sletio na 320 m udaljenosti od površine uzletno-sletne staze odnosno na zelenu površinu blizu uzletno-sletne staze što se može vidjeti na slici 7.



Slika 7. Nesreća zrakoplova Boeing 777 na zračnoj luci Heathrow, [35]

Posljedica nesreće je 136 ozlijeđenih putnika i materijalna šteta zrakoplova koja nije ekonomski isplativa za popravak. Od 136 ozlijeđenih, 135 je bilo lakše ozlijeđeno sa 1 ozbiljnom ozljedom.

Istragom je utvrđeno da je smanjenje potiska bilo zbog ograničenog protoka goriva u oba motora. Iako se utvrdilo da je ovo bio uzrok, nije bilo moguće potpuno eliminirati da je neko drugo ograničenje uzrokovalo gubitak potiska [35, 36].

Istraga je utvrdila sljedeće vjerojatne uzročne čimbenike koji su doveli do ograničenja protoka goriva:

- Nagomilani led iz sustava za gorivo se oslobađa, uzrokujući ograničenje protoka goriva u motoru na prednjoj strani izmjenjivača topline ulja i goriva (engl. *Fuel oil Heat Exchanger* - FoHE), na oba motora;
- Led se stvorio unutar sustava za gorivo, od vode koja se prirodno nalazila u gorivu, dok je zrakoplov radio s malim protokom goriva tijekom dugog razdoblja, a temperature goriva su bile u području koje je opisano kao „zagušljiv raspon“.

- Pokazalo se da je FoHE, iako je u skladu s primjenjivim zahtjevima za certifikaciju, uzrokuje ograničenje protoka goriva u dodiru s mekim ledom u visokoj koncentraciji, kada je temperatura goriva ispod -10 °C.
- Zahtjevi za certifikaciju, koje zrakoplovni i motorni sustavi goriva moraju udovoljavati da bi dobili, a nisu uzeli u obzir ovu pojavu jer je rizik u to vrijeme bio nepoznat.

Iz ove nesreće je proizašlo 18 sigurnosnih preporuka, a neke od njih su:

- Boeing bi trebao obavijestiti sve operatore Boeinga 777 o potrebi prebacivanja prekidača za kontrolu goriva na isključenje prije povlačenja protupožarne ručke, kako za protupožarnu vježbu tako i za vježbu za evakuaciju, te osigurati da sve verzije svojih kontrolnih lista, uključujući elektroničke verzije, su u skladu s ovim postupkom.
- Preporuka da FAA i EASA, u suradnji s Boeingom i Rolls-Royceom, uvedu privremenu mjeru za Boeing 777, odnosno da imaju motore Trent 800, kako bi se smanjio rizik od nastajanja leda u zrakoplovnoj turbini goriva uzrokujući ograničenje u sustavu za dovod goriva.
- Preporuka da FAA i EASA preispitaju trenutne zahtjeve za certifikaciju kako bi osigurali da su sustavi goriva zrakoplova i motora tolerantni na potencijalno nakupljanje i iznenadno oslobađanje leda u sustav za dovod goriva. [35, 36]

5.6.3. Analiza sigurnosnih preporuka

Preporuke se mogu izdati u bilo kojoj fazi istrage. Postoje uspostavljene procedure za procjenu preporuka i poduzimanja potrebnih radnji prema preporukama. Tijekom procjene preporuka se razmatraju sredstva, metode i moguće posljedice povezane sa implementacijom preporuka, te ukoliko je potrebno, konzultirati se s drugim regulatornim tijelima kao što su EASA ili ICAO.

Sigurnosna preporuka opisuje sigurnosni problem identificiran tijekom istrage i nudi smjernice za rad za koje se procjeni da su korisne za sigurnost. Preporuka prepušta primatelju da odredi sredstva koja će se koristiti za postizanje sigurnosnog cilja. Ovaj slučaj je jako izražen kada je potrebno raditi dodatne studije i dodatne testove koji su potrebni za postizanje željenog rezultata. Kada je preporuka primljena pozitivno znači da oni koji je primjenjuju prepoznaju da ona pomaže daljnjom povećanju sigurnosti u zračnom prometu.

Preporuke ne moraju nužno utvrđivati uzrok nesreće ili nezgode, a čija je odgovornost ili krivnja nesreće isto ne mora biti utvrđena pomoću preporuka. Istraga nesreća pokriva puno šira područja od same istrage kombinacije događaja i čimbenika koji objašnjavaju nesreću ili nezgodu. Ova vrsta istraga, koja obuhvaća šira područja, generira preporuke koje nisu stoga nužno povezane s čimbenicima koji su izazvali nesreću.

Kada se sigurnosne preporuke pošalju državama, onda se većinu vremena dobivaju povratne informacije, koje pomaže u razmatranju da li su sigurnosne preporuke dobro formulirane ili je potrebno dodatno neke stvari regulirati ili izmijeniti. [37] Najčešće vrste povratnog odgovora koje se dobivaju od strane država primatelja su prikazane u tablici 6.

Tablica 6. Vrste odgovora za sigurnosne preporuke, [37]

Vrsta odgovora	Opis odgovora
Povoljan	Ukazuje da je primatelj uzeo u obzir preporuku. Primatelj se obvezuje poboljšati sigurnosni sustav u skladu s preporukom.
Djelomično povoljan	Ukazuje da primatelj prihvaća načelo preporuke, ali smatra da su sredstva koja će se primijeniti nespojiva s formuliranom preporukom. Na primjer, primatelj će pričekati sa implementacijom preporuke dok se ne provedu dodatne studije ili ispitivanja za koje primatelj smatra da su potrebna kako bi se preporuka implementirala.
Nepovoljan	Ukazuje na to da je preporuka izričito odbijena ili da odgovor ne odgovara sadržaju preporuke. U tom slučaju se traže dodatna pojašnjenja. Ovo ponekad može dovesti do drugačijeg odgovora primatelja i naknadnog prihvaćanja preporuke.

Na dan 26. studenog 2016. godine dogodio se kvar na motoru zrakoplova Boeing B787 tijekom penjanja iz Sydneya. Tijekom faze uspona i krstarenja se na niskotlačnom dijelu desnog motora osjetila vibracija. Tijekom spuštanja u Singapur, letačka posada je čula glasan prasak i primijetila da se desni motor automatski ugasio. Posada je proglasila izvanrednu situaciju singapurskoj kontroli zračnog prometa i zrakoplov je na kraju uspio sigurno sletjeti u Singapur. Ustanovilo se da je kompresor srednjeg tlaka (međutlaka) (engl. *Intermediate pressure compressor* - IPC) pretrpio ozbiljna oštećenja.

Proizvođač motora proveo je inspekcije na nekoliko sličnih motora koji su se u to vrijeme nalazili u njegovim hangarima za održavanje i pronašao je pukotine na korijenima lopatica prvog stupnja kompresora srednjeg tlaka kod četiri motora. Nakon ovog događaja, proizvođač je razvio novu tehniku inspekcije održavanja za otkrivanje pukotina na korijenima lopatica kompresora srednjeg tlaka.

Singapursko tijelo za istraživanje sigurnosti u prometu je izdalo jednu sigurnosnu preporuku Agenciji: „EASA mora zahtijevati od proizvođača motora da preispita način projektiranja lopatica kompresora srednjeg tlaka kako bi se spriječilo da dođe do nastajanja pukotina.“

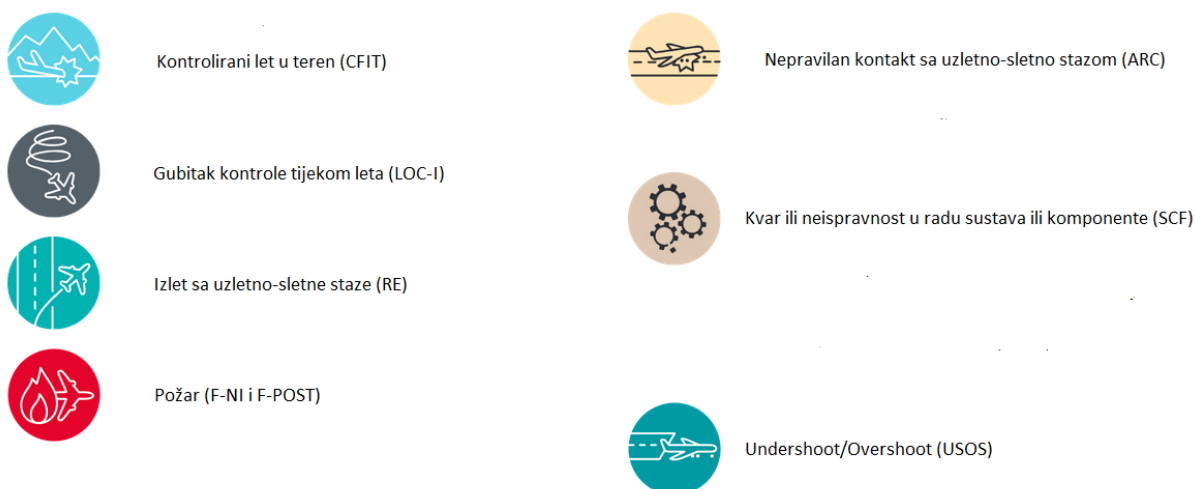
Nakon 2 nepotpuna odgovora u 2018. i 2019. godini, EASA je 2020. godine dala sljedeći završni odgovor: „Nakon revizije projektiranja lopatice IPC-a, EASA je osigurala da je cijela flota zrakoplova sa motorom Trent 1000/7000 zaštićena od posljedica razvoja pukotina na lopaticama rotora 1 i 2“. Ova revizija je uzrokovala da dođe do obveznih mjera održavanja koje će spriječiti nastajanje pukotina, te će se projektirati nove lopatice koje neće imati isti problem nastajanja pukotina kao prošle za sve modele motora Trent 1000/7000. Iz prethodnog primjera se može vidjeti kako su zapravo sigurnosne preporuke uzrokovale poduzimanje preventivnih radnji kako bi se spriječilo da dođe do nesreće iste vrste i promjene koja će poboljšati sigurnost zračnog prometa [38].

6. STATISTIKA ZRAKOPLOVNIH NESREĆA

Postoje kategorije nesreća koje se temelje na standardnim ICAO definicijama. Sedam kategorija nesreća koje su najčešći uzrok nesreća su:

- Kontrolirani let u teren (CFIT)
- Gubitak kontrole tijekom leta (engl. *Loss of Control In-flight* – LOC-I)
- Izlijetanje sa uzletno-sletne staze (engl. *Runway Excursion* - RE)
- Požar - požar ili dim unutar ili izvan zrakoplova, u letu ili na zemlji, i bez obzira na to je li požar posljedica udarca na neku vrstu podloge (engl. *Fire – Post Impact* – F-POST) ili ne (engl. *Fire – Not Impact* – F-NI).
- Nepravilan kontakt sa uzletno-sletnom stazom (engl. *Abnormal Runway Contact* - ARC) – svako polijetanje ili slijetanje koje uključuje nepravilan kontakt s uzletno-sletnom stazom.
- Kvar ili neispravnost sustava ili komponente (engl. *System/Component Failure or malfunction* - SCF) – kvar ili neispravnost sustava ili komponente zrakoplova, koji je povezan s njegovim projektiranjem, proizvodnim procesom ili problemom održavanja, što je dovelo do nesreće.
- *Undershoot/Overshoot* (USOS) – slijetanje pored površine uzletno-sletne staze u neposrednoj blizini uzletno-sletne staze [39].

Na slici 8. se mogu naći slikovni prikazi prethodnih kategorija.



Slika 8. Kategorija za najčešće uzroke nesreća, [39]

Vodeći uzrok nesreća sa smrtonosnim posljedicama u posljednjih 20 godina je bio gubitak kontrole u letu (LOC-I).

LOC-I nesreće su se značajno smanjile sa zrakoplovima četvrte generacije (npr. A220, porodica zrakoplova A320, B777, B787), a to im je omogućila tehnologija *fly-by-wire* [40]. *Fly-by-wire* sustavi su poluautomatski, računalno regulirani sustavi kontrole leta zrakoplova koji zamjenjuju mehaničke kontrole leta elektronskim sučeljem. Iz razloga što je *fly-by-wire* sustav elektronički, on je puno lakši i manje glomazan od mehaničkih kontrola, što omogućuje povećanje učinkovitosti goriva i fleksibilnosti projektiranja zrakoplova. Kako bi se spriječio kvar većina *fly-by-wire* sustava ima ugrađenu trostruku ili čak četverostruku rezervnu kopiju [40].

CFIT nesreće su drugi najveći uzrok nesreća. Broj ovih nesreća se smanjuje kontinuiranim razvojem tehnologije navigacije i TAWS-a, koji su dostupni na zrakoplovima treće (npr. A310, F70, F100, B737 MAX, B757) i četvrte generacije.

Izleti sa uzletno-sletne staze (RE), uključujući bočne i uzdužne vrste, treći su glavni uzrok nesreća sa smrtonosnim posljedicama. Nove tehnologije, temeljene na energiji i performansama, pokazuju obećavajuće trendove za prevenciju longitudinalnih RE nesreća [39].

Broj komercijalnih letova je kontinuirano rastao prije pandemije. Unatoč tom rastu, broj nesreća se svakim desetljećem smanjivao. Broj letova u 2021. godini je 40% manji u odnosu na broj letova u 2019. godini, a zabilježena je 1 nesreća sa smrtonosnom posljedicom.

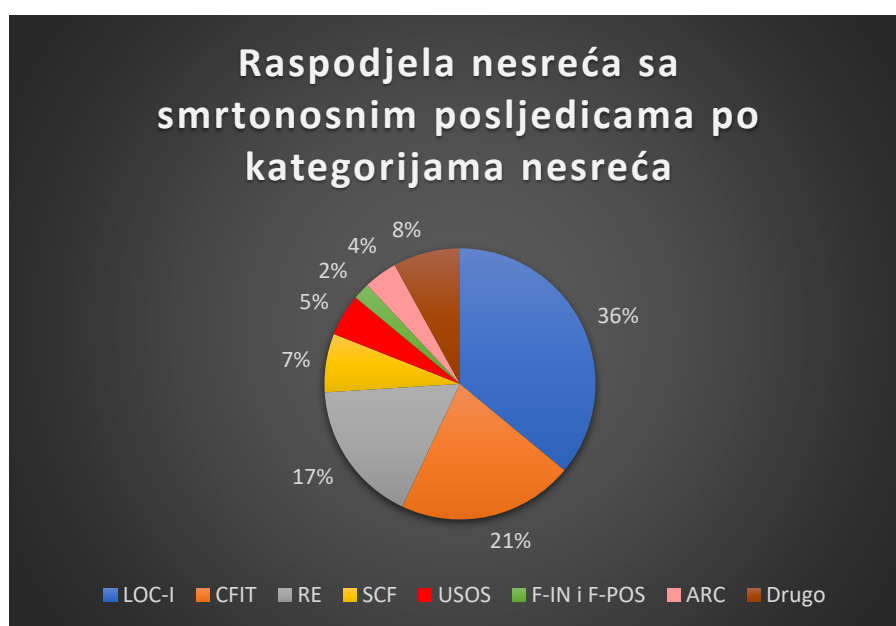
Ovo je poboljšanje u usporedbi s prethodnim godinama, što ukazuje na otpornost zračnog prometa da unatoč izazovima tekuće krize COVID-19 i dalje održava razinu sigurnosti. S obzirom na to da je broj letova još uvijek manji u usporedbi s brojem letova prije pandemije, nije moguće jasno reći da li ovo ukazuje na poboljšanje sigurne izvedbe letnih operacija.

Na grafikonu 1. se može vidjeti godišnji broj nesreća sa smrtonosnim posljedicama, a na grafikonu 2. je napravljena raspodjela nesreća sa grafikona 1. prema kategorijama nesreća [39, 41].

Grafikon 1. Godišnji broj nesreća sa smrtonosnim posljedicama od 2002. do 2021. godine, [41]



Grafikon 2. Nesreće po kategorijama od 2002. do 2021. godine, [39]



Tijekom 2020. godine EASA je primila ukupno 32 sigurnosne preporuke. Grafikon 2. prikazuje ukupan godišnji broj sigurnosnih preporuka koje je EASA zaprimila od 2010. do 2020. godine. Uredba EU-a 996/2010 obvezuje EASA-u da prati sigurnosne preporuke i da ih implementira. Izdavanje sigurnosnih preporuka upućenih EASA-i se počelo razvijati neposredno prije stupanja na snagu ove uredbe 2010. godine. Od 2012. do 2016. godine godišnji broj sigurnosnih preporuka upućenih EASA-i je ostao gotovo konstantan. U 2017.

godini se taj iznos smanjio za otprilike pola. Unatoč neznatnom porastu u 2018. godini, trend pada se nastavlja [38].

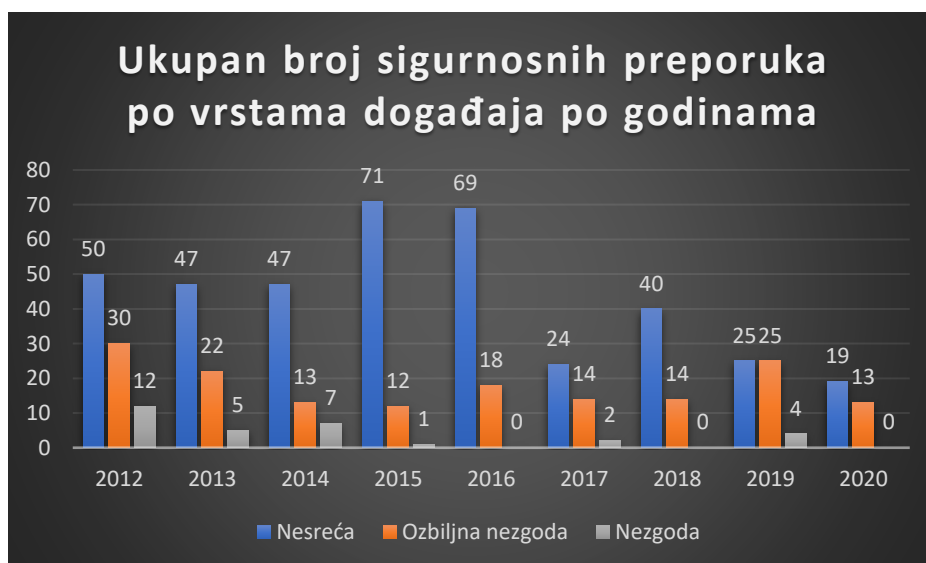
Grafikon 3. Godišnji broj sigurnosnih preporuka od 2010. do 2020. godine, [38]



U 2020. godini zaprimljene sigurnosne preporuke odnose se na 26 događaja, uključujući 15 nesreća i 11 ozbiljnih nezgoda. Sveukupno, iz svake istrage je proizašlo najviše 2 sigurnosne preporuke koje su bile upućene EASA-i.

Grafikon 3. prikazuje ukupan broj sigurnosnih preporuka primljenih po vrstama događaja od 2012. godine do 2020. godine [38].

Grafikon 4. Broj sigurnosnih preporuka po vrstama događaja od 2012. do 2020. godine, [38]



7. PREGLED ZNAČAJNIH ZRAKOPLOVNIH NESREĆA U SVIJETU

Zračni prijevoz je daleko najsigurniji način prijevoza, ali nije uvijek bio tako siguran. Od same ideje letenja zrakoplovom dogodio se niz velikih zrakoplovnih nesreća i nezgoda koje su kulminirale pojavom komercijalnih letova. Kako se broj letova povećao, tako se i povećao broj poginulih ili ozlijeđenih u zrakoplovnim nesrećama. Važno je napomenuti da je svaka nesreća i nezgoda dovela do novog razvoja tehnologije i standardizacije zrakoplovne sigurnosti, što ga čini najsigurnijim načinom putovanja danas [42].

Neke od značajnih nesreća koje se može izdvojiti kao one koje su dale značajan doprinos poboljšanju sigurnosti zračnog prometa su: sudar u zraku iznad Grand Canyon-a, sudar u zraku iznad Los Angeles-a, katastrofa na Tenerifima i pad leta 123 Japan Airlinesa.

7.1. Sudar u zraku iznad Grand Canyon-a

Jedna od najvećih zrakoplovnih nesreća koja uključuje komercijalni zrakoplov se dogodila 30. lipnja 1956. godine. Zrakoplov United DC-7 i zrakoplov Lockheed L-1049 Constellation, koje se može vidjeti na slici 9., poletjeli su iz međunarodne zračne luke Los Angeles, sa 3 minute vremenskog razmaka između polijetanja i sa kursom prema istoku. Devedeset minuta kasnije, bez komunikacije sa kontrolom zračne plovidbe i leteći po vizualnim pravilima letenja (engl. *Visual Flight Rules* – VFR), dva zrakoplova su manevrirali kako bi pružili putnicima što bolji pogled na nacionalni park Grand Canyon, a samo par trenutaka kasnije lijevo krilo i propeleri zrakoplova DC-7 su udarili u rep zrakoplova L-1049, te su se oba zrakoplova srušila u kanjon sa smrtonosnim posljedicama za svih 128 putnika i članova posade na oba zrakoplova.

Nakon ovog sudara bilo je jako puno pritiska da se civilni i vojni zrakoplovi stave pod jedinstven sustav vođenja i da se stvori nacionalni sustav za pokrivanje radarske kontrole. Naposljetku, ovo je imalo veliki značaj i posljedica je bilo stvaranje američke Savezne uprave za civilno zrakoplovstvo (FAA) 1958. godine koja će nadzirati sigurnost zračnog prometa. Nesreća je također potaknula ulaganja u nadogradnju sustava kontrole zračne plovidbe (engl.

Air Traffic Control - ATC) kao što su povećanje osoblja, bolje ATC protokole (brže i efikasnije) i modernizaciju ATC infrastrukture korištenjem vojnih uređaja poput radara [43].



Slika 9. Zrakoplovi Lockheed L-1049 Super Constellation (iznad) i United DC-7 (ispod), [44]

7.2. Sudar u zraku iznad Los Angeles-a

Na dan 31. kolovoza 1986. godine zrakoplov Piper Archer sa četiri sjedala ja zalutao u kontrolno područje Los Angelese-a. Piper, neotkriven od strane zemaljskih kontrolora, je presjekao rutu zrakoplova Aeromexico DC-9 koji je bio u prilazu na slijetanje na zračnu luku Los Angeles, udarivši u lijevi horizontalni stabilizator zrakoplova DC-9. Oba zrakoplova su pala na stambenu četvrt 20 milja (32,19 km) istočno od zračne luke, usmrivši 82 osobe, uključujući 15 osoba na zemlji.

Iako je ATC sustav nakon nesreće sudar u zraku iznad Grand Canyon-a obavio dobar posao u razdvajanju linijskih putničkih zrakoplova, nije uzeo u obzir i male privatne zrakoplove poput Piper Archera [45].

Nakon ove nesreće bile su izdane sljedeće sigurnosne preporuke:

- Ubrzati razvoj, operativnu procjenu i konačne certifikate sustava TCAS za ugradnju i upotrebu u certificiranim zrakoplovima zračnih prijevoznika;
- Izmijeniti i dopuniti regulacije tako da se zahtijeva ugradnja TCAS-a u certificiranim zrakoplovima zračnih prijevoznika kada TCAS postane dostupan za operativnu upotrebu;
- Zahtijevati ugradnju transpondera mod C sa mogućnošću izvješćivanja o visini za operacije oko svih područja kontrole na terminalu (engl. *Terminal Control Areas – TCA*) i unutar područja radarskih usluga zračne luke (engl. *Airport Radar Service Areas – ARSA*), ali tek nakon što se sazna da li je transponder kompatibilan sa TCAS-om koji je ugrađen u zrakoplov [46].

Od tada linijski putnički zrakoplovi koji su certificirani moraju imati sustav za izbjegavanje sudara (TCAS II) koji otkriva potencijalne sudare sa drugim malim zrakoplovima koji koriste transpondere i savjetuje pilotu da se uzdigne ili spusti kao odgovor da izbjegne sudar.

Od tada se nijedan mali zrakoplov nije sudario s linijskim putničkim zrakoplovom u zraku u SAD-u.

Ovo se smatra vrlo tehnološki važnom nesrećom jer se tada uveo prvi i jedan od nekoliko sustava za izbjegavanje zrakoplovnih nesreća, te ova nesreća obilježava početak razvoja TCAS-a [45].

7.3. Katastrofa na Tenerifima

Jedna od najgorih katastrofa u povijesti zrakoplovstva se dogodila kao posljedica niza nesretnih događaja, počevši od eksplozije u zračnoj luci Gran Canaria u Španjolskoj. Posljedica toga je bilo preusmjeravanje niza letova na zračnu luku Los Rodeos na Tenerifima, uključujući i let KLM 4805 i let Pan Am 1736. Zbog guste magle, izostanka zemaljskog radara i pogrešne komunikacije, KLM-ov Boeing 747 je pokušao poletjeti, da bi se samo par trenutaka kasnije sudario sa taksirajućim Pan Am-ovim Boeingom 747, odnijevši živote 583 putnika u zrakoplovu na oba leta, te su jedino preživjele osobe sa leta Pan Am-a, a broj preživjelih je bio 61. Oba zrakoplova su u potpunosti uništena, a nanijeta je i značajna šteta na površini uzletno-sletne

staze. Ova nesreća se dogodila 27. ožujka 1977. godine, te još uvijek ostaje nesreća sa najviše poginulih u povijesti.

Istragom je utvrđeno da su temeljni uzroci ove nesreće činjenice da je kapetan KLM-a:

- Poletio bez dozvole;
- Nije poslušao „pripremiti se za polijetanje“ naredbu od strane kontrole zračne plovidbe;
- Nije prekinuo polijetanje kada je Pan Am izvijestio da su još uvijek na uzletno-sletnoj stazi;
- U odgovoru na upit inženjera letenja je li Pan Am-ov zrakoplov već napustio uzletno-sletnu stazu, odlučno je odgovorio da je napustio.

Donesene su tri sigurnosne preporuke, a one su:

- Da se veliki naglasak mora staviti na važnost točnog poštivanja uputa i dopuštenja;
- Da je neophodna upotreba standardnog, sažetog i nedvosmislenog zrakoplovnog jezika;
- Da je upotreba riječi „polijetanje“ u ATC odobrenju i odgovarajuće vremensko razdvajanje između ATC odobrenja te izdavanje dopuštenja za polijetanje od iznimnog značaja [47].

7.4. Pad leta 123 Japan Airlinesa

Boeing 747 prevezio je 524 putnika, uključujući i posadu, kada se sudario s planinskim terenom na planini Takamagahara, sjeverozapadno od Tokija. Let, koji je poletio iz tokijske zračne luke Haneda, bio je na putu za Osaku. Samo 12 minuta nakon polijetanja se dogodilo da je zrakoplov je pretrpio eksplozivnu dekompresiju. Posljedica je gubitak kormila i hidrauličkog sustava, što je onemogućilo kontrolu nad zrakoplovom. Unatoč tome, posada je uspjela zadržati zrakoplov u zraku još 30 minuta, ali se na kraju zabio u planinski teren usmrтивši 520 putnika, a samo 4 su preživjela.

Nesreća leta 123 Japan Airlinesa i dalje ostaje najgora zrakoplovna nesreća u povijesti koja je uključivala jedan zrakoplov [42].

Prilikom letenja helikopterom nad mjestom sudara, japansko vojno osoblje je krivo pretpostavilo da nema preživjelih. Operacije spašavanja su kao posljedica toga odgođene do sljedećeg jutra. Medicinsko osoblje koje je bilo uključeno u operaciju spašavanja i analize su utvrdili da je nekoliko putnika preživjelo sudar te bi vjerojatno više od četvero koje su na kraju preživjeli nesreću bilo spašeno da operacije spašavanja nisu bile odgođene [48].

U završnom izvješću je napisano da su uzroci nesreće sljedeći:

- Procjenjuje se da je ova nesreća uzrokovana pogoršanjem kvalitete letenja i gubitkom primarnih funkcija upravljanja zrakoplovom uslijed puknuća stražnje tlačne pregrade, te zbog naknadnog pucanja dijela repa zrakoplova, vertikalnog stabilizatora i hidrauličkog kontrolnog sustava;
- Procjenjuje se da je stražnja tlačna pregrada pukla tijekom leta iz razloga što je snaga pregrade smanjena zbog pukotina kao posljedica zamora, te su se pukotine proširile na spojnom dijelu pregrade do te mjere da pregrada više nije mogla podnijeti naprezanja tijekom leta.

Neke od aktivnosti i protumjera koje su poduzete kao odgovor na ovu nesreću su:

- Promjena projektiranja repnih površina zrakoplova – trebaju se poduzeti mjere da repne površine na zrakoplovima Boeing 747 i 767 budu zaštićeni od kvara u slučaju da dođe do značajnog porasta naprezanja u repnim površinama;
- Izmjena projektiranja hidrauličkih sustava – izmjena projektiranja tako da integritet sva četiri hidraulička sustava ne bude narušen u slučaju da dođe do značajnog povećanja naprezanja u repnim površinama;
- Revizija inspeksijskog programa za stražnje tlačne pregrade – uspostavljanje novih procedura inspekcije za otkrivanje stupnja pukotina na pregradama [49].

8. ZAKLJUČAK

Zakonska regulativa o istraživanju zrakoplovnih nesreća je temeljena na ICAO Dodatku 13, u kojem se nalaze smjernice za istragu zrakoplovnih nesreća. ICAO, kao jedna od glavnih organizacija za osiguranje sigurnog odvijanja zračnog prometa, mora pružiti smjernice ukoliko dođe do nekog događaja kao što je nesreća ili nezgoda. Pored Dodatka 13, smjernice su dane u obliku priručnika kao što je priručnik za istraživanje regionalnih nesreća i nezgoda ili priručnika za istraživanje zrakoplovnih nesreća i nezgoda koje nastoje potaknuti primjenu SARP-a u Dodatku 13. Dodatak 13 i priručnici pružaju državama informacije o postupcima, praksama i tehnikama koje trebaju koristiti za istraživanje zrakoplovne nesreće.

Bez obzira na sve veći rast zračnog prometa (izuzev nekoliko kriznih godina uzrokovanih pandemijom virusa Covid-19 i globalnom ekonomskom krizom), razina sigurnosti odvijanja letnih operacija mora biti na visokoj razini. Visoka razina sigurnosti se održava, između ostalog, pomoću sustava poput TCAS (ACAS), GPWS i EGPWS koji pomažu u sprečavanju i izbjegavanju incidentnih situacija koje mogu rezultirati nesrećom.

Kontrolirani let u teren, gubitak kontrole tijekom leta i izlijetanje sa uzletno-sletne staze obuhvaćaju preko 70% nesreća koje se događaju, te kako bi se postigao značajan napredak u sigurnosti zračnog prometa potrebno je usredotočiti se na njih odnosno na razvijanje preventivnih mjera za takve vrste nesreća.

S obzirom na kompleksnost istraživanja zrakoplovnih nesreća i nezgoda, te njezinu ulogu u stvaranju mjera u obliku sigurnosnih preporuka za sprečavanje ponavljanja nesreća sa istim uzrokom, važno je naglasiti da objektivno utvrđivanje uzroka svake zrakoplovne nesreće ili nezgode i stvaranje sigurnosnih preporuka ima za posljedicu smanjenje broja nesreća i nezgoda u zračnom prometu unatoč rastu zračnog prometa.

Svrha istraživanja zrakoplovnih nesreća nije dodjeljivanje krivnje, već utvrđivanje uzroka nesreća i sprečavanje događanja nesreća iste vrste. Organizacija i planiranje su potrebni kod svake nesreće, bila ona mala ili velika, a broj angažiranih istražitelja će ovisiti o vrsti nesreće. Nakon saznanja o nesreći potrebno je obavijestiti sve države koje su na bilo koji način povezane s nesrećom.

Svaka zrakoplovna nesreća ili nezgoda je zaseban događaj, pa se u pravilu ne mogu koristiti šablonske mjere i postupci pri istraživanju, međutim, smjernice se mogu dobiti iz ADEP-a u kojem se nalaze podaci o nesrećama i nezgodama koje su se dogodile, a koji mogu pomoći u istrazi.

Prikupljanje podataka je dugotrajan proces koji traje od početka istrage pa sve do prikaza nalaza, tj. pisanja završnog izvješća. Prvo je potrebno prikupiti podatke koji mogu nestati ili biti uništeni, a tijekom cijelog procesa se svi prikupljeni podaci kombiniraju i služe kao metoda potvrđivanja za elemente koji su pridonijeli nesreći. Analiza svih podataka se obavlja paralelno sa prikupljanjem, te ona otkriva koji podaci su međusobno povezani i utvrđuje što i kako se dogodilo. Na kraju se izrađuje završno izvješće u kojem se nalaze svi nalazi, uzroci i čimbenici koji su doprinijeli nesreći, a iz kojih proizlaze sigurnosne preporuke.

Statistike ukazuju na to da je broj nesreća sa smrtonosnim posljedicama tijekom godina padao. Prema svim prikazanim podacima se vidi da je od početka 21. stoljeća ostvaren značajan napredak po pitanju sigurnosti zračnog prometa, prvenstveno zahvaljujući razvoju sigurnosnih sustava i implementacijom preventivnih mjera koje su direktne posljedice sigurnosnih preporuka sadržanih u završnom izvješću.

Analiza nesreća sugerira kako zračni prijevoz nije oduvijek bio siguran. Sve nesreće i nezgode koje su se dogodile u prošlosti su dovele do današnje visoke razine sigurnosti. Iako zrakoplovne nesreće u velikom broju slučajeva rezultiraju smrtno stradalim osobama, ono što se saznalo istraživanjem nesreća i donošenjem sigurnosnih preporuka kao glavnih rezultata istrage, učinilo je zračni promet još sigurnijim.

POPIS LITERATURE

- [1] Steiner S. *Elementi sigurnosti zračnog prometa*. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu; 1998.
- [2] International Civil Aviation Organization. Preuzeto s: <https://www.icao.int/about-icao/Pages/default.aspx> [Pristupljeno: ožujak 2022.]
- [3] Skybrary. Preuzeto s: <https://skybrary.aero/articles/icao-annexes-and-doc-series> [Pristupljeno: ožujak 2022.]
- [4] Skybrary. Preuzeto s: <https://skybrary.aero/articles/sms-air-traffic-management> [Pristupljeno: ožujak 2022.]
- [5] Skybrary. Preuzeto s: <https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/3370.pdf> [Pristupljeno: ožujak 2022.]
- [6] Brodarić M. *Organizacija i provođenje istrage zrakoplovne nesreće*. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti; 2017. Preuzeto s: <https://repozitorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz:998> [Pristupljeno: ožujak 2022.]
- [7] Republika Hrvatska. *Pravilnik o izvješćivanju i istraživanju ugrožavanja sigurnosti, nesreća i ozbiljnih nezgoda zrakoplova. Izdanje: 139*. Zagreb: Narodne novine; 2005.
- [8] International Civil Aviation Organization. *Annex 13 – Aircraft Accident and Incident Investigation*. UN; 2016.
- [9] International Civil Aviation Organization. Preuzeto s: <https://www.icao.int/safety/airnavigation/aig/pages/documents.aspx> [Pristupljeno: lipanj 2022.]
- [10] European Civil Aviation Conference. Preuzeto s: <https://www.ecac-ceac.org/about-ecac> [Pristupljeno: travanj 2022.]
- [11] Wikipedia. Preuzeto s: <https://en.wikipedia.org/wiki/Eurocontrol#/media/File:European Organization for the Safety of Air Navigation members.svg> [Pristupljeno: travanj 2022.]
- [12] Eurocontrol. Preuzeto s: <https://www.eurocontrol.int/about-us> [Pristupljeno: travanj 2022.]
- [13] EU Monitor. Preuzeto s: <https://www.eumonitor.eu/9353000/1/j9vvik7m1c3gyxp/vk66hl2465yh> [Pristupljeno travanj 2022.]
- [14] Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture. Preuzeto s: <https://mmpi.gov.hr/print.aspx?id=125&url=print> [Pristupljeno: lipanj 2022.]
- [15] Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu. Preuzeto s: <http://www.ain.hr/About> [Pristupljeno: lipanj 2022.]

- [16] Republika Hrvatska. *Zakon o osnivanju Agencije za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu. Izdanje: 54.* Zagreb: Narodne novine; 2013.
- [17] Republika Hrvatska. *Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o osnivanju Agencije za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu. Izdanje: 96.* Zagreb: Narodne novine; 2018.
- [18] Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu: *završno izvješće o ozbiljno nezgodi zrakoplova Piper PA-44, registarske oznake OM-ARC.* Zagreb, Odjel za istrage nesreća u zračnom prometu; 2021.
- [19] Borković M. *Ispitivanje zrakoplovnih nesreća s ciljem unapređenja sustava prevencije u RH.* Magistarski rad. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti; 2004.
- [20] The Doan Law Firm. Preuzeto s: <https://www.thedoanlawfirm.com/aviation-accidents/types-of-aviation-accidents/> [Pristupljeno: travanj 2022.]
- [21] International Civil Aviation Organization Asia and Pacific. *Guidance Material on Comparison of Surveillance Technologies (GMST).* Izdanje: 1.0. 2007.
- [22] Skybrary. Preuzeto s: <https://skybrary.aero/articles/secondary-surveillance-radar-ssr> [Pristupljeno: travanj 2022.]
- [23] Nec. Preuzeto s: <https://www.nec.com/en/global/solutions/cns-atm/surveillance/ssr.html> [Pristupljeno: travanj 2022.]
- [24] Franjković D, Galović B, Alfirević I. Sustav za izbjegavanje sudara aviona, Fakultet prometnih znanosti. *Časopis za pitanja teorije i prakse prometa.* 2004;24(5-6): 437-443.
- [25] EUROCONTROL. Preuzeto s: <https://www.eurocontrol.int/system/acas> [Pristupljeno: svibanj 2022]
- [26] Skybrary. Preuzeto s: <https://skybrary.aero/articles/airborne-collision-avoidance-system-acas> [Pristupljeno: svibanj 2022.]
- [27] Skybrary. Preuzeto s: <https://skybrary.aero/articles/closest-point-approach-cpa> [Pristupljeno: svibanj 2022.]
- [28] Skybrary. Preuzeto s: <https://skybrary.aero/articles/controlled-flight-terrain-cfit> [Pristupljeno: svibanj 2022.]
- [29] Skybrary. Preuzeto s: <https://skybrary.aero/articles/terrain-avoidance-and-warning-system-taws> [Pristupljeno svibanj. 2022]
- [30] International Civil Aviation Organization. *Manual on Regional Accident and Incident Investigation.* Izdanje: 1. Montreal; 2011.
- [31] International Civil Aviation Organization. Preuzeto s: <https://www.icao.int/safety/cmaforum/Pages/default.aspx> [Pristupljeno svibanj 2022.]
- [32] International Civil Aviation Organization. *Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation – Part 1.* Montreal; 2015.

- [33] International Civil Aviation Organization. *Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation – Part 3. Izdanje: 1.* Montreal; 2011.
- [34] International Civil Aviation Organization. *Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation – Part 4. Izdanje: 2.* Montreal; 2014.
- [35] Air Accidents Investigation Branch. *Report on the accident to Boeing 777-236ER, G-YMMM, at London Heathrow Airport on January 2008. Department for Transport;* 2010. Preuzeto s: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5422f3dbe5274a1314000495/1-2010_G-YMMM.pdf [Pristupljeno: svibanj 2022.]
- [36] Air Accidents Investigation Branch. *Short Report on the accident to Boeing 777-236ER, G-YMMM, at London Heathrow Airport on January 2008. Department of Transport;* 2010. Preuzeto s: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/551d5725e5274a142e00047f/Summary_AA_R_1-2010_Boeing_777-236ER_G-YMMM_02-10.pdf [Pristupljeno: svibanj 2022.]
- [37] Bureau d'Enquêtes et d'Analyses. *Safety Recommendations of General Interest for Public Air Transport Overview 1995-2005.* France; 2011. Preuzeto s: https://bea.aero/fileadmin/uploads/tx_scalaetudessecurite/safety.recommendations.1995.2005_01.pdf [Pristupljeno: svibanj 2022.]
- [38] European Aviation Safety Agency. *Annual Safety Recommendations Review 2020.* 2020. Preuzeto s: <https://www.easa.europa.eu/downloads/129137/en> [Pristupljeno: svibanj 2022.]
- [39] Airbus. Preuzeto s: <https://accidentstats.airbus.com/statistics/accident-categories> [Pristupljeno: svibanj 2022.]
- [40] Bae Systems. Preuzeto s: <https://www.baesystems.com/en-us/definition/what-are-fly-by-wire-systems> [Pristupljeno: svibanj 2022.]
- [41] Airbus. Preuzeto s: <https://accidentstats.airbus.com/statistics/fatal-accidents> [Pristupljeno: lipanj 2022.]
- [42] Cleartrip. Preuzeto s: <https://www.cleartrip.com/collections/10-worst-accidents-in-air-travel-history/> [Pristupljeno: svibanj 2022.]
- [43] Timeline. Preuzeto s: <https://timeline.com/when-these-two-planes-collided-over-the-grand-canyon-it-changed-aviation-history-25549ca2ba01> [Pristupljeno: svibanj 2022.]
- [44] Popular Mechanics. Preuzeto s: <https://www.popularmechanics.com/flight/g73/12-airplane-crashes-that-changed-aviation/> [Pristupljeno: svibanj 2022.]
- [45] Prezi. Preuzeto s: <https://prezi.com/dj6jfla2ivoj/10-plane-crashes-that-changed-aviation> [Pristupljeno: svibanj 2022.]
- [46] National Transportation Safety Board. Preuzeto s: https://www.nts.gov/safety/safety-recs/reletters/A87_96_98.pdf [Pristupljeno: svibanj 2022.]

[47] Skybrary. Preuzeto s: <https://skybrary.aero/accidents-and-incidents/b742-b741-tenerife-canary-islands-spain-1977> [Pristupljeno: svibanj 2022.]

[48] Wikipedia. Preuzeto s: https://en.wikipedia.org/wiki/Aviation_accidents_and_incidents [Pristupljeno: svibanj 2022.]

[49] Ministry of transport. *Aircraft Accident investigation Report on Japan Air Lines JA8119. Boeing 747 SR-100*. Aircraft Accident Investigation Commission; 1987. Preuzeto s: <https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/632.pdf> [Pristupljeno: svibanj 2022.]

POPIS KRATICA

A/C (Aircraft) Zrakoplov

ACAS (Airborne Collision Avoidance System) Sustav za izbjegavanje sudara u zraku

ADREP (Accident/Incident Data Reporting System) Sustav za izvješćivanje o podacima o nesrećama/nezgodama

ARC (Abnormal Runway Contact) Nepravilan kontakt sa uzletno-sletno stazom

ARSA (Airport Radar Service Areas) Područja radarskih usluga zračne luke

ATC (Air Traffic Control) Kontrola zračne plovidbe

ATS (Air Traffic Services) Usluge u zračnom prometu

CE (Critical Elements) Kritični elementi

CFIT (Controlled Flight Into Terrain) Kontrolirani let na teren

COVID-19 Korona virus bolest uzrokovana virusom SARS-CoV-2

CPA (Closest Point of Approach) Krajnja točka približavanja

DA (Descent Alarm) Alarm za spuštanje

EASA (European Aviation Safety Agency) Europska agencija za sigurnost zračnog prometa

ECAC (European Civil Aviation Conference) Europska konferencija civilnog zrakoplovstva

EGPWS (Enhanced Ground Proximity Warning System) Poboljšani sustav oglašavanja opasnog približavanja zemlji

ENCASIA (European Network of Civil Aviation Safety Investigation Authorities) Europska mreža tijela za istraživanje sigurnosti civilnog zrakoplovstva

EUROCONTROL (European Organisation for the Safety of Air Navigation) Europska organizacija za sigurnost zračne plovidbe

F-NI (Fire- Not Impact) Požar koji nije posljedica sudara

F-POST (Fire-POST impact) Požar posljedicom udarca na neku vrstu podloge

FAA (Federal Aviation Administration) Savezna uprava za civilno zrakoplovstvo (američka)

FLTA (Forward Looking Terrain Avoidance) Izbjegavanje terena koji se nalazi ispred

FMS (Flight Management System) Sustav za upravljanje letom

FoHE (Fuel oil Heat Exchanger) Izmjenjivač topline ulja i goriva

GA (General Aviation) Generalno zrakoplovstvo

GNSS (Global Navigation Satellite System) Globalno navigacijski satelitski sustavi

GPS (Global Positioning System) Globalni sustav pozicioniranja

GPWS (Ground Proximity Warning System) Sustav oglašavanja opasnog približavanja zemlji

IATA (International Air Transport Association) Međunarodno udruženje zračnih prijevoznika

ICAO (International Civil Aviation Organization) Međunarodna organizacija za civilno zrakoplovstvo

IFF (Identification, Friend or Foe) Identifikacija prijatelj ili neprijatelj

IFR (Instrumental Flight Rules) Pravila instrumentalnog letenja

ILS (Instrument Landing System) Sustav instrumentalnog slijetanja

IPC (Intermediate Pressure Compressor) Kompresor srednjeg tlaka (međutlaka)

LOC-I (Loss of Control In-flight) Gubitak kontrole tijekom leta

LPV (Localiser Performance with Vertical guidance) Uređaj za informaciju pravca prilaza i vertikalnog navođenja

OEM (Original Equipment Manufacturer) Proizvođač originalne opreme

OUN (Organization of United Nations) Organizacija ujedinjenih naroda

PANS-OPS (Procedures for Air Navigation Services – Aircraft Operations) Procedure za usluge zračne plovidbe – operacije zrakoplova

PANS-RAC (Procedures for Air Navigation Services – Aircraft Operations) Procedure za usluge zračne plovidbe – pravila letenja i usluga u zračnom prometu

- PDA (Premature Descent Alarm) Alarm u slučaju prijevremenog spuštanja
- PSR (Primary Surveillance Radar) Primarni nadzorni radar
- RA (Resolution Advisories) Upozorenja o odluci
- RAIO (Regional Accident and Incident Organization) Regionalna organizacija za nesreće i nezgode
- RE (Runway Excursion) Izlet sa uzletno-sletne staze
- SARP (Standards and Recommended Practices) Standardi i preporučene prakse
- SCF (System/Component Failure or malfunction) Kvar ili neispravnost sustava ili komponente
- USOS (Undershoot/Overshoot) Slijetanje pored površine uzletno-sletne staze u neposrednoj blizini uzletno-sletne staze
- SES (Single European Sky) Jedinostveno europsko nebo
- SRGC (Safety Recommendations of Global Concern) Sigurnosne preporuke od globalnog značaja
- SSR (Secondary Surveillance Radar) Sekundarni nadzorni radar
- TA (Traffic Advisories) Upozorenja o prometu
- TAP (Terminal Approach Procedure) Procedura prilaska terminalu
- TAWS (Terrain Avoidance and Warning System) Sustav za izbjegavanje i upozoravanje na podlogu
- TCA (Terminal Control Areas) Područja kontrole ne terminalu
- USOAP (Universal Safety Oversight Audit Programme) Univerzalni program revizije nadzora sigurnosti
- TAWS (Terrain Awareness and Warning System) Sustav za informiranje i upozoravanje na podlogu
- TCAS (Traffic Collision Avoidance System) Sustav za izbjegavanje sudara u prometu

USOAP (Universal Safety Oversight Audit Programme) Univerzalni program revizije nadzora
sigurnosti

VFR (Visual Flight Rules) Vizualna pravila letenja

POPIS SLIKA

Slika 1. Države ugovornice EUROCONTOL-a, [11]	10
Slika 2. Princip rada Sekundarnog nadzornog radara, [22]	19
Slika 3. Kombinacija primarnog i sekundarnog nadzornog radara (zakrivljena donja antena je PSR, a ravna antena na vrhu je SSR), [23]	20
Slika 4. Opća organizacijska struktura RAIO-a, [30]	30
Slika 5. Zatvaranje područja zrakoplovne nesreće od neovlaštenog osoblja, [32]	38
Slika 6. Slijed istrage zrakoplovne nesreće, [33]	39
Slika 7. Nesreća zrakoplova Boeing 777 na zračnoj luci Heathrow, [35]	45
Slika 8. Kategorija za najčešće uzroke nesreća, [39]	49
Slika 9. Zrakoplovi Lockheed L-1049 Super Constellation (iznad) i United DC-7 (ispod), [44]	54

POPIS TABLICA

Tablica 1. Klasifikacija zrakoplovnih nesreća prema posljedicama, [19].....	15
Tablica 2. Klasifikacija prema mjestu gdje se nesreća dogodila, [19]	16
Tablica 3. Prednosti i nedostaci SSR-a, [21].....	21
Tablica 4. Tipovi ACAS-a, [24, 26]	23
Tablica 5. Uvjeti za nošenje TAWS opreme prema ICAO-u, [29].....	28
Tablica 6. Vrste odgovora za sigurnosne preporuke, [37].....	47

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Godišnji broj nesreća sa smrtonosnim posljedicama od 2002. do 2021. godine, [41]	51
Grafikon 2. Nesreće po kategorijama od 2002. do 2021. godine, [39]	51
Grafikon 3. Godišnji broj sigurnosnih preporuka od 2010. do 2020. godine, [38]	52
Grafikon 4. Broj sigurnosnih preporuka po vrstama događaja od 2012. do 2020. godine, [38]	52

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je _____ diplomski rad
(vrsta rada)

isključivo rezultat mogega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom ISTRAGA I PREVENCIJA ZRAKOPLOVNIH NESREĆA I NEZGODA, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, 23.06.2022.

Velimir Pintar 
(ime i prezime, potpis)