

Analiza ljudskih čimbenika u istraživanjima zrakoplovnih nesreća

Blažoti, Gabriela

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:304152>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-24**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Gabriela Blažoti

ANALIZA LJUDSKIH ČIMBENIKA U ISTRAŽIVANJIMA
ZRAKOPLOVNIH NESREĆA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2020.

Zagreb, 2. travnja 2020.

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

DIPLOMSKI ZADATAK br. 5934

Pristupnik: **Gabriela Blažoti (0135238442)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Zračni promet**

Zadatak: **Analiza ljudskih čimbenika u istraživanjima zrakoplovnih nesreća**

Opis zadatka:

U uvodnom dijelu potrebno je definirati predmet istraživanja, objasniti svrhu i cilj istraživanja, dati kratki osvrt na dosadašnja istraživanja iz tematike rada i prikazati strukturu rada. Referirati se na temeljne zakonske propise koji se koriste pri istraživanju zrakoplovnih nesreća. Opisati proceduru svih faza provođenja istrage zrakoplovne nesreće. Prikazati statistiku zrakoplovnih nesreća te ukazati na utjecaj ljudskog čimbenika pri događanju istih. Na primjeru jedne zrakoplovne nesreće prikazati postupke u istrazi zrakoplovne nesreće te ukazati na mjere za povećanje sigurnosti odvijanja letnih operacija. U zaključnom dijelu interpretirati rezultate istraživanja o analiziranoj tematici.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

izv. prof. dr. sc. Andrija Vidović

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**ANALIZA LJUDSKIH ČIMBENIKA U ISTRAŽIVANJIMA
ZRAKOPLOVNIH NESREĆA**

**HUMAN FACTORS IN ACCIDENT AND INCIDENT
INVESTIGATION**

Mentor: izv. prof. dr. sc. Andrija Vidović

Studentica: Gabriela Blažoti

JMBAG: 0135238442

Zagreb, rujan 2020.

SAŽETAK

Ubrzani rast zrakoplovne industrije, korištenje sve većih zrakoplova i visoke frekvencije letova uzrokuju zagušenost zračnih puteva. Stoga su zrakoplovne nesreće i nezgode postale sve učestalija pojava, a sigurnost odvijanja zrakoplovnih operacija postala je prioritet na razini industrije. Temeljitim istragama svake pojedine zrakoplovne nesreće otkrivaju se temeljni uzroci i nedostaci te sukladno tome izdaju se nova ili dopunjuju stara pravila i preporuke. Statistike zrakoplovnih nesreća ukazuju da je ljudska pogreška jedan od najčešćih uzroka. Tako se iz prijašnjih događaja nastoje izvući ključne lekcije kako bi se provela što kvalitetnija obuka zaposlenih i smanjila mogućnost ponavljanja nesreća.

KLJUČNE RIJEČI: zrakoplovna nesreća i nezgoda; ljudski čimbenik; istraživanje zrakoplovnih nesreća; ljudska pogreška

SUMMARY

The accelerated growth of the aviation industry, the use of ever-increasing aircraft and high summer frequencies are causing airway congestion. Therefore, aviation accidents and incidents have become more frequent, and the safety of air operations has become a priority at the industry level. Thorough investigations of each individual plane crash reveal the root causes and shortcomings and issue new or supplement old rules and recommendations accordingly. Air crash statistics indicate that human error is one of the most common causes. Thus, key lessons are being learned from previous events in order to conduct the best possible training of employees and reduce the possibility of recurrence of accidents.

KEYWORDS: aircraft accident and incidents; human factor; investigations of aircraft accidents; human error

SADRŽAJ

1.	Uvod	1
2.	Provođenje istrage zrakoplovnih nesreća	4
2.1.	Odgovornost u pokretanju istrage	4
2.2.	Obavješćavanje o nesreći ili nezgodi zrakoplova	5
2.3.	Organizacija istraživanja nesreće ili nezgode	6
2.4.	Faze provođenja istrage zrakoplovne nesreće	8
2.4.1.	Prikupljanje podataka	9
2.4.2.	Analiza podataka	10
2.4.3.	Predstavljanje nalaza	11
3.	Statistika zrakoplovnih nesreća	12
4.	Ljudski čimbenici u zrakoplovstvu	17
4.1.	Ljudska greška	18
4.2.	Shell model	20
4.3.	Reasonov model	22
4.4.	Upravljanje resursima posade (CRM)	24
5.	Klasifikacija ljudskih grešaka	26
5.1.	Greške u postupanju	27
5.2.	Kršenja pravila	28
5.3.	Psihološka stanja i ograničenja operatora	28
5.4.	Kadrovski čimbenici	29
5.5.	Utjecaj okolišnih čimbenika	29
5.6.	Nepotpuna kontrola	30
5.7.	Utjecaj organizacije	31
6.	Analiza zrakoplovne nesreće Germanwingsa	32
6.1.	Tijek istrage	32
6.2.	Analiza nesreće	34

6.3. Sigurnosne preporuke	38
7. Mjere povećanja sigurnosti zračnih prijevoznika.....	40
7.1. Opće mjere	40
7.2. Posebne mjere.....	42
8. Zaključak.....	44
LITERATURA.....	45
POPIS SLIKA	47
POPIS TABLICA.....	48
POPIS GRAFIKONA.....	48
POPIS KRATICA	49

1. Uvod

Istraga zrakoplovne nesreće predstavlja sustavni proces u kojem se svi uzroci neželjenog događaja analiziraju, procjenjuju i uklanjaju pojedinačno sve dok se ne utvrde uzroci primjenjivi na tu istragu. Ljudski faktor smatra se uzrokom gotovo 80% zrakoplovnih nesreća [5]. Razne pogreške, propusti, distrakcije, krive procjene, manjak iskustva posade ili nepravilna komunikacija ljudske su karakteristike koje se moraju uzeti u obzir prilikom istraživanja zrakoplovnih nesreća. Na temelju analiza dosadašnjih nesreća, zrakoplovne vlasti donose pravila i preporuke koje svaka osoba uključena u zrakoplovne operacije mora poštovati kako bi se maksimalno smanjila mogućnost pogreške i spriječile daljnje nesreće.

Svrha istraživanja u ovom radu je ukazati na važnost razumijevanja ljudskih čimbenika koji su sveprisutni u zrakoplovnoj industriji, identifikacije i dobrovoljne prijave opasnosti, stvaranja pozitivne radne okoline te poštivanja sigurnosne kulture. Cilj rada je upoznati se s metodama, pravilima i procjenama koje se koriste u zrakoplovnoj industriji kako bi se smanjio utjecaj ljudskog faktora u zrakoplovnim nesrećama.

Postupak istrage zrakoplovnih nesreća detaljno je opisan u ICAO dokumentu Istraživanje nesreća i nezgoda zrakoplova (dodatak 13) te ICAO priručnicima za istraživanje zrakoplovnih nesreća i nezgoda (dio 1, 2, 3 i 4). Značajni dokumenti koji se bave problemom ljudskih čimbenika su:

- ICAO Zbornik ljudskih faktora (16 dokumenata)
- ICAO Priručnik ljudskih faktora (doc 9683, 9758, 9803, 9806, 9808 i 9824)
- ICAO Safety Management Manual, Third edition, Chicago, 2013.
- FAA: Istraživanje i primjena ljudskih faktora, ICAO, 2014.

Očekuje se da će ovim radom biti dan cjeloviti prikaz utjecaja ljudskog faktora (letačke posade, kontrole zračne plovidbe, mehaničara, balansera zrakoplova, itd.) u zrakoplovnim nesrećama na temelju analize primjera nesreća. Analiza učestalosti pojave ljudske greške kao primarnog uzroka nesreća i načela koja se primjenjuju s ciljem eliminacije iste glavni su očekivani doprinosi ovog istraživanja.

Kroz ovaj diplomski rad analizirat će se ljudski čimbenici kao primarni uzrok zrakoplovnih nesreća i nezgoda te preventivne metode koje se koriste u industriji kako bi se pogreške svele na najmanju moguću razinu.

Diplomski rad je sadržajno koncipiran u osam poglavlja, kako slijedi:

1. Uvod
2. Provođenje istrage zrakoplovnih nesreća
3. Statistika zrakoplovnih nesreća
4. Ljudski čimbenici u zrakoplovstvu
5. Klasifikacija ljudskih grešaka
6. Analiza zrakoplovne nesreće na primjeru
7. Mjere povećanja sigurnosti zračnih prijevoznika
8. Zaključak

U uvodnom dijelu definiran je predmet istraživanja, svrha i cilj istraživanja, te je predložena struktura rada prema poglavljima.

Drugo poglavlje detaljno proučava zakonski okvir pokretanja istrage nesreće ili nezgode, opisuje odgovornosti država od početka istrage do objave završnog izvješća i detaljnije opisuje svaku od faza provođenja jednog takvog istraživanja.

Treće poglavlje, statistika zrakoplovnih nesreća, opisuje kategorije uzročnih čimbenika u dosadašnjim nesrećama i nezgodama te statističku analizu podataka o zrakoplovnim nesrećama uzrokovanim ljudskim pogreškama.

Četvrto poglavlje analizira kontekst razvoja ljudskih čimbenika kao znanstvene discipline, obrađuje utjecaj ljudskih pogrešaka u zrakoplovstvu i opisuje modele koji pomažu u smanjenju njihovog utjecaja.

Peto poglavlje detaljno obrađuje ljudske greške, opisuje u kojim se okolnostima najčešće javljaju, u kojim oblicima su prisutne u zrakoplovnoj industriji, kakav je utjecaj različitih čimbenika na njihovu pojavu i posljedice do kojih dolazi ukoliko se na vrijeme ne poduzmu mjere zaštite.

U šestom poglavlju na primjeru jedne od zrakoplovnih nesreća analizirat će se postupci i nepravilnosti koje su dovele do nesretnog događaja, analizirat će se svaki od čimbenika koji su doprinijeli nesreći, ukazat će se na nepravilnosti u državnim regulativama te opisati utjecaj obrađene zrakoplovne nesreće na pravila i procedure u zrakoplovnoj industriji nakon provedene istrage.

Sedmo poglavlje bavi se korisnim mjerama koje zračni prijevoznici koriste u prevenciji nesretnih događaja i lekcijama naučenih iz prethodnih zrakoplovnih nesreća. Isto tako, opisuje utjecaj

dosadašnjih istraživanja nesreća na školovanja operativnog osoblja i metode povećanja sigurnosti u zrakoplovnim kompanijama.

U posljednjem, zaključnom poglavlju, predloženi su konkretni zaključci o istraživanoj tematici u ovom diplomskom radu

2. Provođenje istrage zrakoplovnih nesreća

Zrakoplovna nesreća ili nezgoda ukazuje na opasnosti i eventualne propuste u zrakoplovstvu. Provođenjem istrage utvrđuju se neposredni događaji i uzroci, odnosno faktori koji su doprinijeli nesreći ili nezgodi. Istragom se ujedno otkrivaju i drugi propusti te opasnosti u zrakoplovstvu koji ne moraju nužno biti povezani s uzrokom nesreće. Nakon utvrđivanja uzroka nesreće ili nezgode, jedna od glavnih zadaća istražitelja je sastavljanje prijedloga prikladnih radnji kako bi se u što većoj mjeri izbjegle opasnosti i minimizirali propusti. Temeljito provedena istraga ključna je u prevenciji daljnjih nesreća i nezgoda. Svrha istrage nije dodijeliti krivnju ili odgovornost.

Obveze i preporučeni postupci za istraživanje zrakoplovnih nesreća sadržani su u ICAO Dodatku 13 – Istraživanje zrakoplovnih nesreća i nezgoda kao postupak kojeg se trebaju pridržavati sve države potpisnice u istragama zrakoplovnih nesreća sa smrtnim posljedicama ili teškim ozljedama.

2.1. Odgovornost u pokretanju istrage

Država u kojoj se dogodila zrakoplovna nesreća obavezna je pokrenuti istragu o okolnostima nesreće u mjeri u kojoj joj njezini zakoni to dopuštaju i u skladu s postupcima koje preporuča Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva (ICAO)¹. Obavezna je poduzeti mjere kako bi zaštitila dokaze i osigurala nadzor nad zrakoplovom vrijeme trajanja istrage. Pod zaštitom dokaza podrazumijeva se očuvanje svih dokaza koji bi mogli biti uklonjeni, izbrisani, oštećeni ili izgubljeni. Isto tako, zrakoplov se treba zaštititi od daljnjih oštećenja, pristupa neovlaštenih osoba, krađa i propadanja.

Država u kojoj se dogodila nesreća može delegirati cijelu ili bilo koji dio istrage drugoj državi ili organizaciji za istraživanje nesreća i nezgoda zajedničkim dogovorom. Ako je istraga delegirana drugoj državi ili organizaciji za istraživanje, ona postaje odgovorna za provedbu istraživanja, sastavljanje završnog izvješća i unos u bazu podataka (ADREP²). U slučaju da je samo dio istrage delegiran, država u kojoj se dogodila nesreća ili nezgoda provodi istraživanje. U bilo kojem slučaju, država u kojoj se dogodila nesreća ili nezgoda koristi sva raspoloživa sredstva kako bi omogućila istraživanje [1].

Kada se nesreća ili nezgoda dogodi na području države koja nije potpisnica i ne provodi istraživanje u skladu s Dodatkom 13, država registracije zrakoplova, država operatora, država

¹ ICAO – International Civil Aviation Organization – Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva

² ADREP – Accident/Incident Data Reporting – baza podataka o nesrećama ili nezgodama

projektiranja ili država proizvodnje trebala bi pokrenuti i provoditi istragu u suradnji s državom u kojoj se nesreća ili nezgoda dogodila [1].

Ako se teritorij države na kojemu se dogodila nesreća ili nezgoda ne može točno utvrditi, država registracije pokreće i provodi istraživanje nezgode ili nesreće. Isto tako, ona može delegirati cijelo ili dio istraživanja drugoj državi zajedničkim dogovorom. Države najbliže mjestu nesreće u međunarodnim vodama pružaju pomoć, ako su u mogućnosti i odgovaraju na zahtjeve države registracije zrakoplova [1].

2.2. Obavještavanje o nesreći ili nezgodi zrakoplova

Država u kojoj se dogodila nesreća ili nezgoda mora u što kraćem roku i na najprikladniji te najbrži način obavijestiti:

- državu registracije;
- državu operatora;
- državu projektiranja;
- državu proizvodnje;
- Međunarodnu organizaciju civilnog zrakoplovstva (ICAO), ako se radi o zrakoplovu mase iznad 2.250 kg ili zrakoplovu s mlaznim motorom [1].

Ukoliko država u kojoj se dogodila nesreća nije obaviještena o ozbiljnoj nezgodi, država registracije ili država operatora mora proslijediti obavijest o nezgodi državi projektiranja, državi proizvodnje i državi u kojoj se dogodila nesreća ili nezgoda zrakoplova. Najprikladnija sredstva za komunikaciju su : telefon, telefaks, elektronička pošta ili aeronautička fiksna telekomunikacijska mreža, a poželjno je koristiti više od jednog komunikacijskog sredstva [1].

Obavijest o nezgodi ili nesreći mora biti pisana jednostavnim jezikom, mora sadržavati što više dostupnih informacija, a uključuje slijedeće:

- a) identifikacijsku kraticu ACCID³ za nesreće ili INCID⁴ za ozbiljne nezgode;
- b) proizvođača, model zrakoplova, državu i registracijske oznake te serijski broj zrakoplova;
- c) ime vlasnika, operatora ili iznajmljivača zrakoplova;

³ ACCID – accident – nesreća

⁴ INCID – incident - nezgoda

- d) osposobljenje kapetana zrakoplova te državljanstvo posade i putnika;
- e) datum i vrijeme nesreće ili nezgode;
- f) zadnje mjesto polijetanja i mjesto predviđenog slijetanja;
- g) poziciju zrakoplova u odnosu na neku lako uočljivu geografsku točku i geografsku širinu te duljinu;
- h) broj posade i putnika u zrakoplovu, smrtno stradalih te teško ozlijeđenih i ostalih smrtno stradalih te teško ozlijeđenih;
- i) opis nesreće ili ozbiljne nezgode i procjenu oštećenja zrakoplova;
- j) procjenu do koje će mjere istraga biti provedena ili delegirana od strane države u kojoj se dogodila nesreća ili nezgoda;
- k) fizičke karakteristike mjesta nesreće, naznake poteškoća pristupu mjestu i posebni zahtjevi za pristup mjestu nesreće ili nezgode;
- l) autora izvješća i kontakt glavnog istražitelja te nadležnog tijela za istragu u državi u kojoj se dogodila nesreća ili nezgoda;
- m) opis opasne robe u zrakoplovu [1].

Po primitku obavijesti, država registracije, država operatora, država projektiranja i država proizvodnje zrakoplova pruža državi u kojoj se dogodila nesreća ili nezgoda informacije vezane uz zrakoplov i letaćku posadu koja je sudjelovala u nesreći ili nezgodi. Isto tako, svaka od navedenih država mora se izjasniti namjerava li imenovati ovlaštenog predstavnika koji će sudjelovati u istrazi. U tom slučaju, šalje se njegovo ime s kontakt podacima i očekivani datum dolaska, ako predstavnik putuje u državu u kojoj se nesreća ili nezgoda dogodila [1].

2.3. Organizacija istraživanja nesreće ili nezgode

Nadležno tijelo za istraživanje zrakoplovne nesreće neovisno je i ima ovlasti nad provedbom istrage, koje su u skladu s Dodatkom 13. Istraživanje zrakoplovne nesreće uključuje slijedeće:

- prikupljanje, bilježenje i analizu svih bitnih informacija o nesreći ili nezgodi;
- zaštitu zapisnika o istrazi zrakoplovne nesreće ili nezgode;
- izdavanje sigurnosnih preporuka;
- utvrđivanje uzroka i čimbenika koji su doprinijeli nesreći ili nezgodi;
- sastavljanje završnog izvješća [1].

Poželjno je organizirati posjet mjestu nesreće ili nezgode, pregledati olupinu zrakoplova i prikupiti izvještaje svjedoka. Nadležno tijelo za istraživanje nesreće ili nezgode trebalo bi utvrditi opseg istrage i procedure koje treba slijediti u njezinom provođenju. Tijelo koje provodi istragu treba propisati zadatke i procedure koje opisuju njihove istražne dužnosti, a uključuju: organizaciju i planiranje, istraživanje i izvještavanje o nesreći ili nezgodi [1].

Svako istraživanje nesreće ili nezgode koje se provodi u skladu s Dodatkom 13 treba biti odvojeno od bilo kojeg sudskog ili upravnog postupka kojemu je cilj dodjeljivanje krivnje ili odgovornosti. Istraživanje provode stručnjaci državnih tijela za istraživanje nesreća ili nezgoda, a drugi stručnjaci obavljaju sudske i upravne postupke [1].

Država koja provodi istraživanje dužna je imenovati glavnog istražitelja i odmah započeti s istragom. Glavni istražitelj ima neometan pristup olupini i svim potrebnim materijalima, uključujući snimače leta i operativne zapise kako bi na vrijeme osigurao detaljan pregled od strane svih stručnjaka uključenih u istragu.

U istraživanju nesreća ili nezgoda posebno su korisni uređaji za snimanje leta. Država koja provodi istraživanje treba omogućiti očitavanje tih uređaja bez odgode. U slučaju da država nema sredstva potrebna za očitavanje snimljenih podataka, treba koristiti sredstva drugih država, uzimajući u obzir: mogućnosti postrojenja za očitavanje, vremensku točnost očitanih podataka i mjesto očitavanja [1].

Ukoliko se istražuje nesreća sa smrtnim posljedicama, potrebno je organizirati potpuni obdukcijski pregled smrtno stradale letjelice i kabinske posade te smrtno stradalih putnika. Poželjno je da patolog ima iskustva u istraživanju nesreća. Po potrebi se organizira i liječnički pregled posade, putnika i uključenog zrakoplovnog osoblja. Liječnički pregled treba utvrditi je li fizička i psihološka sprema letjelice posade i ostalog osoblja dovoljna da pridonese istraživanju.

Glavni istražitelj obavezan je surađivati s pravosudnim vlastima. Kako bi istraživanje bilo uspješno, posebna se pažnja pridaje dokazima koje treba odmah snimiti i analizirati, pregledu i identifikaciji stradalih te očitavanju snimljenih podataka sa snimača leta. Službenici pravosudnih vlasti dostavljaju snimače leta do mjesta očitavanja i prate olupinu zrakoplova do mjesta pregleda te su prisutni za cijelo vrijeme pregleda [1].

Država koja provodi istraživanje ne smije objaviti dolje navedene informacije ni u koju svrhu osim istraživanja zrakoplovne nesreće ili nezgode, osim ako nadležno tijelo ne utvrdi drugačije:

- snimke razgovora s uređaja iz pilotske kabine;
- podatke pod nadzorom ili kontrolom nadležnog tijela za istraživanje:

- sve izjave koje su osobe dale tijelu za istraživanje za vrijeme istrage;
- komunikaciju između osoba uključenih u upravljanje zrakoplovom;
- medicinske ili privatne informacije osoba uključenih u nesreću ili nezgodu;
- snimke s uređaja kontrole zračne plovidbe;
- mišljenja izražena u analizi podataka nadležnog tijela za istraživanje ili ovlaštenih predstavnika vezanih za nesreću ili nezgodu;
- završno izvješće istraživanja nesreće ili nezgode [1].

Svaka država čije je usluge koristio zrakoplov uključen u nesreću ili nezgodu (npr. organizacija koja je održavala zrakoplov), a ima informacije koje bi mogle biti korisne za istragu, treba ih dostaviti državi koja provodi istraživanje u što kraćem roku.

2.4. Faze provođenja istrage zrakoplovne nesreće

Istraga zrakoplovne nesreće podrazumijeva analiziranje, procjenu i uklanjanje svih uzroka neželjenog događaja, sve dok se ne utvrde uzroci koji su primjenjivi na tu istragu. Ukoliko se tijekom istrage utvrde i drugi nedostaci koji prvobitno nisu bili dio te nesreće, istražni tim ih treba zabilježiti i dostaviti relevantnim tijelima.

Zrakoplovne nesreće su po mnogočemu slične, no svaka ima svoje specifičnosti. Stoga je važno da istražitelji razmotre sve potencijalne segmente i da iste ne poistovjećuju s drugim istragama. Istražitelji moraju iskoristiti svaku priliku za komunikaciju i suradnju sa zračnim prijevoznicima, vojskom, proizvođačima zrakoplova te drugim istražiteljima kako bi zadržali visok stupanj stručnosti te primijenili najbolje metode u istrazi [3].

Istraživanje zrakoplovnih nesreća sastoji se od tri faze:

- prikupljanje podataka;
- analiza podataka;
- predstavljanje nalaza [3].

2.4.1. Prikupljanje podataka

Od ranog stadija istrage, važno je osigurati operativnu dokumentaciju i dokumentaciju vezanu uz održavanje zrakoplova koji je sudjelovao u nesreći i sve druge dokumente koji su relevantni za događaj. Operator, ustanova održavanja zrakoplova, kontrola zračne plovidbe te zračne luke, zrakoplovne vlasti i meteorološke službe primjeri su organizacija koje trebaju biti kontaktirane što prije u svrhu prikupljanja i osiguranja dokumentacije nužne za provođenje istrage [2].

Prikupljanje podataka početna je faza istražnog postupka u kojoj se dobivaju i definiraju podaci koji se odnose na nesreću. Poseban naglasak je na podacima i informacijama koji se lako mogu obrisati ili oštetiti. Prikupljanje podataka dugotrajan je proces jer se iz dana u dan doznaje sve više novih informacija o nesreći ili nezgodi. Podaci prikupljeni u prvim danima istrage moraju se kombinirati s podacima prikupljenim u kasnijim fazama.

Podaci koje je potrebno prikupiti uključuju:

- podatke o nesreći ili nezgodi;
- meteorološke podatke;
- tehničke podatke;
- ljudski čimbenik [3].

Kako bi se što bolje upoznali s okolnostima nesreće ili nezgode, istražitelji prikupljaju meteorološke podatke, podatke o performansama zrakoplova i podatke od pružatelja usluga u zračnoj plovidbi. Primarni izvori predmetnih podataka dobivaju se iz planova leta, radarskih zapisa, navigacijskih i topografskih karata. Prikupljeni podaci sadrže:

- datum (UTC⁵ i LMT⁶);
- vrijeme (UTC i LMT);
- lokaciju, i to:
 - podatke o lokaciji;
 - referentnu mrežu;
 - visinu i topografiju;
- polazišnu točku, zračnu luku iz koje je zrakoplov poletio;
- visinu krstarenja zrakoplova ili visinu leta;

⁵ UTC – Coordinated Universal Time – koordinirano svjetsko vrijeme, univerzalno vrijeme

⁶ LMT – Local Mean Time – lokalno vrijeme

- odredište, međustanice i radarske putanje [3].

Vremenska prognoza i lokalni vremenski uvjeti važni su za planiranje leta, a utječu i na performanse zrakoplova u letu. U meteorološke podatke ubrajaju se: atmosferski uvjeti; pozicija Sunca i Mjeseca; jačina i smjer puhanja vjetra; neuobičajene pojave poput vulkanskog pepela i dima; zaleđivanje te bilo koje druge pojave koje mogu utjecati na polijetanje i slijetanje te potrošnju goriva [3].

Tehnički podaci prikupljaju se na mjestu nesreće ili nezgode zajedno s evidencijama održavanja i proizvodnje zrakoplova, dostupnim podacima s uređaja u zrakoplovu te laboratorijskom analizom zrakoplovnih komponenti. Ovi podaci ključni su za rekonstrukciju zrakoplovne nesreće i izradu simulacije [3].

Prikupljanje podataka vezanih za ljudski faktor je otežano jer je vrlo malo svjedoka koje je moguće ispitati kako bi potvrdili koje je akcije i procedure poduzela posada zrakoplova. Razgovori s osobama zaposlenim u održavanju zrakoplova i suradnicima stradalih osoba mogu biti vrlo izazovni i emocionalni [3].

Ukoliko se sumnja na kvarove zrakoplovnih sustava, potrebno je održati razgovore s osobljem zaduženim za održavanje zrakoplova i zemaljskim osobljem zračne luke zaposlenim u prihvatu i otpremi zrakoplova. Navedeni razgovori trebaju se provesti u najkraćem mogućem roku, dok se svjedoci još sjećaju događaja, ali i da navedeni ne padnu pod utjecaj drugih osoba [3].

Rezultati autopsije i rekonstrukcija aktivnosti posade na temelju snimaka iz kokpita te snimaka kontrole zračne plovidbe mogu ukazati na radnje koje je primijenila letачka posada zrakoplova [3].

2.4.2. Analiza podataka

Istražni timovi u istrazi često uključuju stručnjake u raznim područjima: operacija; održavanja i njihove evidencije; nadzora mjesta događaja; performansi zrakoplova; preživljavanja; sigurnosti kabine; otpornosti materijala; fotografije i video zapisa; medicine i ljudskih čimbenika; strukture i zrakoplovnih sustava; motorne grupe; uređaja za snimanje leta; svjedoka; meteorologije i usluga u zračnoj plovidbi [2].

Analiza prikupljenih podataka o nesreći provodi se paralelno uz proces prikupljanja podataka. Tijekom analize često se otkrivaju nova pitanja koja zahtijevaju daljnje prikupljanje podataka,

simulacije ili daljnje konzultacije. U procesu analize podataka poželjne su rasprave između različitih članova istražnog tima za prikupljanje i obradu svih potrebnih podataka [3].

Ova faza uključuje kontinuirano prikupljanje i potvrđivanje dokaza; ispitivanje izabranih dijelova olupine u laboratoriju; testiranje odabranih komponenti i sustava; čitanje i analizu snimaka; provođenje daljnjih razgovora; određivanje slijeda događaja; analiziranje informacija o istrazi i sastavljanje izvještaja. Faza analize podataka može potrajati mjesecima, ovisno o veličini i složenosti istrage [2].

2.4.3. Predstavljanje nalaza

Pravodobno objavljivanje informacija o istrazi, uključujući preliminarna i druga izvješća, privremene izjave, konačna izvješća i sigurnosne preporuke, važno je kako bi se osiguralo da su uključeni i oni obuhvaćeni događajem obaviješteni o napretku istrage i otkrivenim sigurnosnim nedostacima [2].

Dodatak 13 zahtijeva da u bilo kojoj fazi istrage, tijelo nadležno za istraživanje nesreće treba preporučiti odgovarajućim tijelima, uključujući i one u drugim državama, svaku preventivnu akciju za koju se smatra da ju je potrebno odmah poduzeti u cilju poboljšanja zrakoplovne sigurnosti. Objavljivanje preventivnih radnji bitno je za sprječavanje nezgoda svim drugim tijelima uključenim u slične operacije [2].

Izvješća o nezgodi trebaju se dostaviti u formatu navedenom u ICAO Dodatku 13 kako bi ista bilo moguće unijeti u ADREP bazu podataka. Sigurnosne preporuke dane tijekom istrage, kao i preventivne mjere poduzete kao odgovor na te preporuke, trebaju biti predstavljene u dijelu sigurnosnih preporuka u Završnom izvješću.

Završno izvješće detaljno opisuje što se dogodilo, kako se dogodilo i zašto se dogodilo. Za izvješćivanje o manjim istraživanjima, države su kreirale skraćene formate izvješća koji sadrže povijest leta, informacije o nedostacima koje je istraga otkrila, analizu čimbenika koji doprinose nesretnom događaju i otkrivene nedostatke. Nalazi i uzročno-posljedični čimbenici definirani u završnim izvješćima trebaju dovesti do sigurnosnih preporuka kako bi se mogle provesti odgovarajuće preventivne akcije [2].

3. Statistika zrakoplovnih nesreća

Međunarodna organizacija za civilno zrakoplovstvo (ICAO) objavljuje statistike zrakoplovnih nesreća u svijetu. Podaci se statistički obrađuju na globalnoj razini, a temeljeni su na nacionalnim izvješćima država članica. Praćenjem statistika zrakoplovnih nesreća i nezgoda dobiva se pregled nesretnih događaja u određenom vremenskom periodu te po fazama leta. Sukladno tome, poduzimaju se mjere kako bi se spriječilo ponavljanje istih i osiguralo sigurno odvijanje zrakoplovnih operacija.

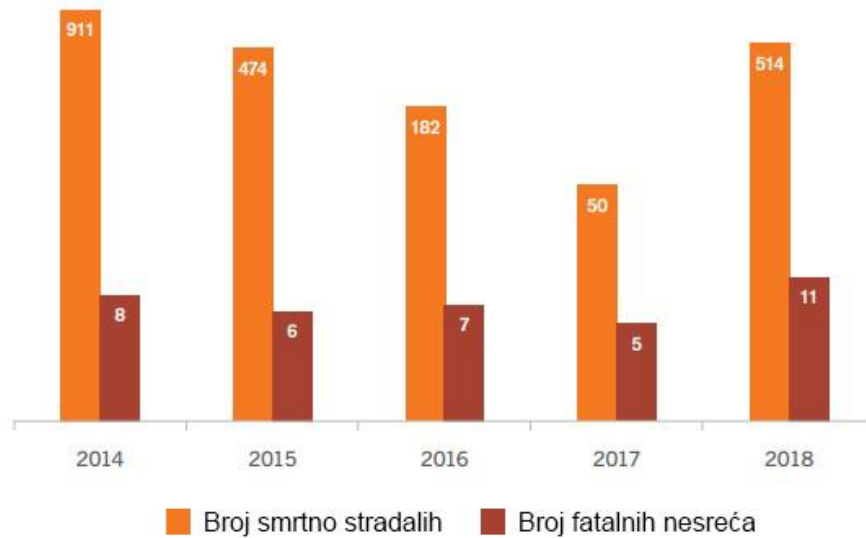
Godišnje statistike ICAO-a bilježe porast u ukupnom broju nesreća, kao i globalne stope nesreća 2018. godine. Zbog jednostavnijeg prikaza nesreće se izražavaju u stopama, odnosno broju zrakoplovnih nesreća na milijun polijetanja. Po izvještajima država, od 2017. do 2018. godine ukupan broj nesreća porastao je za 11%. Globalna stopa nesreća porasla je za 8% u odnosu na stopu nesreća iz 2017. godine, kao što je prikazano na grafikonu 1. Nesreće korištene za navedene statistike odnose se na komercijalne letove zrakoplova s najvećom dopuštenom masom u polijetanju (MTOM⁷⁷) većom od 5.700 kg, kako je definirano u Dodatku 13 [4].



Grafikon 1. Zrakoplovne nesreće komercijalnih letova 2014. - 2018., [4]

⁷⁷ MTOW – Maximum Take Off Mass – najveća dopuštena masa u polijetanju

Nesreće u komercijalnom zračnom prometu uzrokovale su 514 smrtnih slučajeva 2018. godine, što je značajan porast u odnosu na 50 slučajeva iz 2017. koja je proglašena najsigurnijom godinom u povijesti zrakoplovstva. Broj fatalnih zrakoplovnih nesreća isto tako bilježi porast s 5 na 11 nesreća u odnosu na 2017. godinu, kao što je prikazano na grafikonu 2.

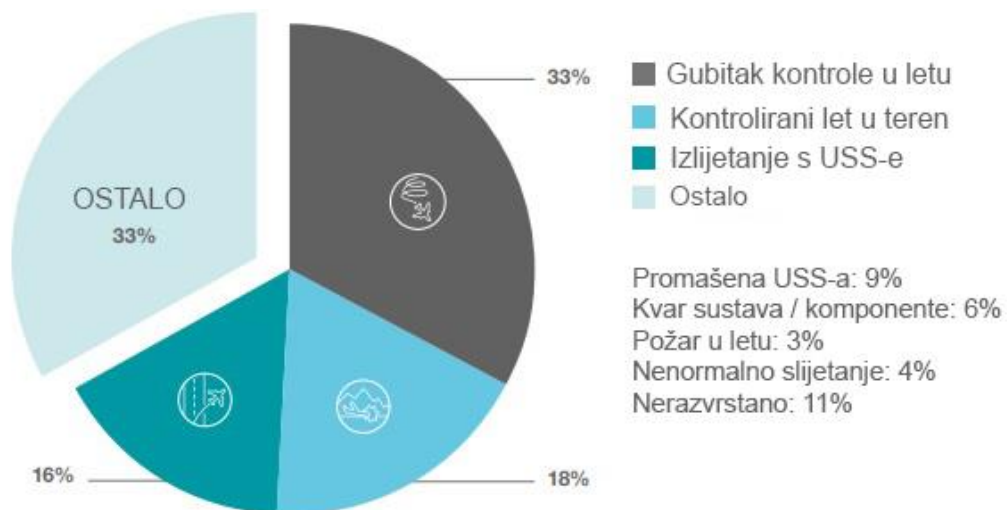


Grafikon 2. Zrakoplovne nesreće sa smrtnim posljedicama 2014. – 2018., [4]

Na temelju analize podataka o zrakoplovnim nesrećama, ICAO je utvrdio tri visokorizične kategorije događaja na kojima temelji svoje analize sigurnosti:

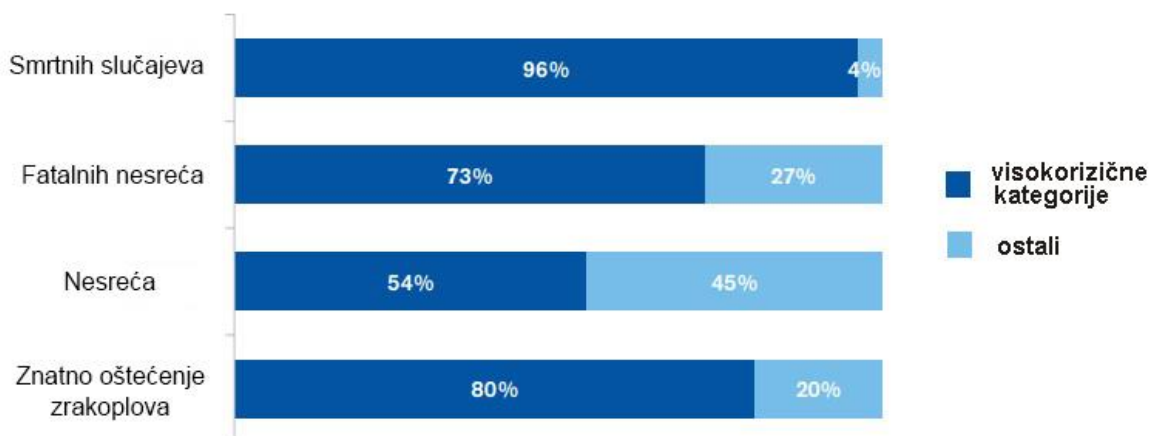
- 1) događaji vezani uz sigurnost na uzletno-sletnoj stazi;
- 2) gubitak kontrole u letu;
- 3) kontrolirani let u teren.

Grafikon 3 prikazuje podjelu zrakoplovnih nesreća prema navedenim kategorijama u razdoblju od 1999. do 2019. godine.



Grafikon 3. Zrakoplovne nesreće po kategorijama događaja 1999. - 2019., [5]

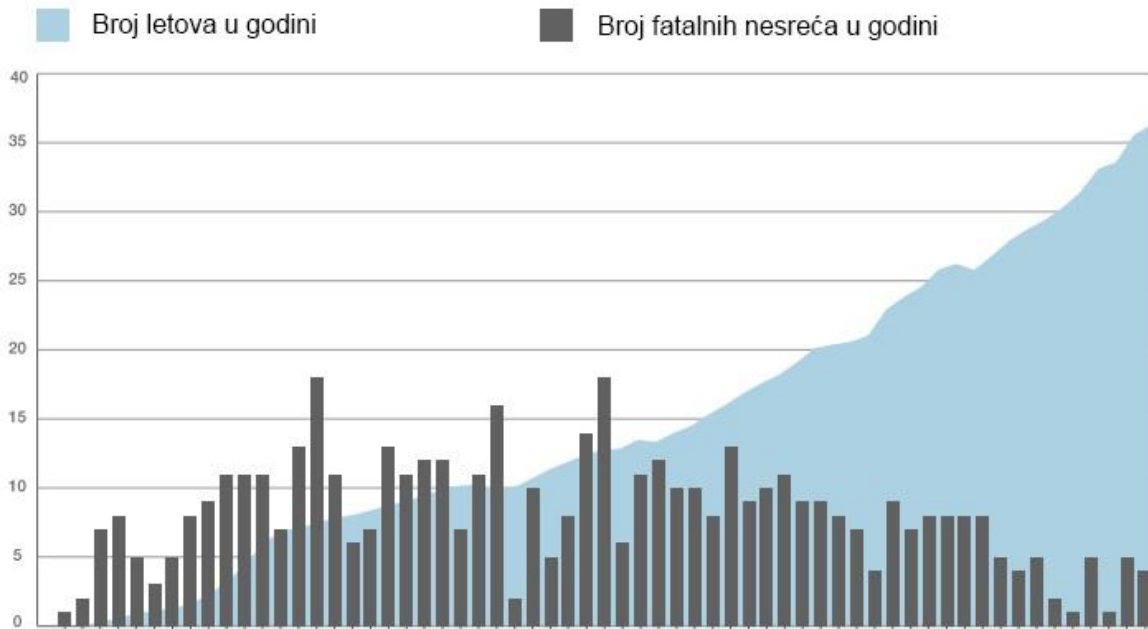
Iz grafikona 4 vidljivo je da su samo 2018. godine ove tri kategorije događaja uzrokovale 96% svih smrtnih slučajeva, 73% nesreća sa smrtnim posljedicama, 54% svih zrakoplovnih nesreća i 80% nesreća kod kojih je zrakoplov uništen ili je pretrpio znatna oštećenja.



Grafikon 4. Visokorizične kategorije kao uzrok zrakoplovnih nesreća, [4]

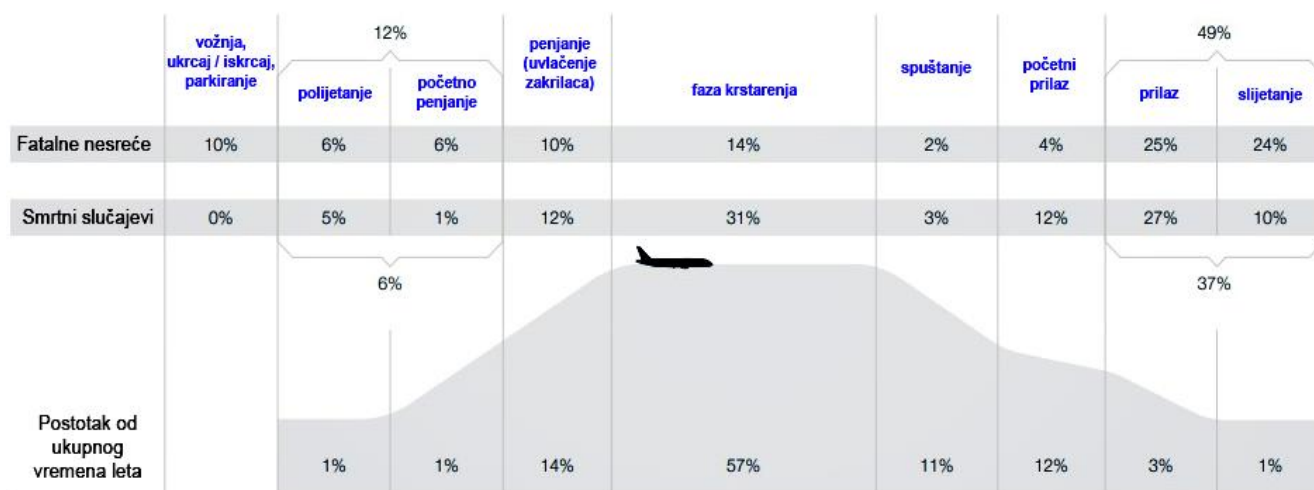
Unatoč stalnom porastu broja letova, zrakoplovne nesreće su rijetka pojava. Njihov broj varira svake godine pa tako fokusiranje na godišnju statistiku može zavarati. Grafikon 5 prikazuje pojavnost zrakoplovnih nesreća u odnosu na broj odvijanih letova u razdoblju od 1959. do 2019. godine. Isto tako, treba uzeti u obzir i opseg aktivnosti u zrakoplovstvu koji se stalno povećava. Zbog toga je praktičnije koristiti stope nesreća za izradu analiza i prognoza.

Prema najnovijim statistikama, danas se na godišnjoj razini odvije oko 36 milijuna letova [5]. Šezdesetih godina odvijalo se puno manje letova, ali su stope zrakoplovnih nesreća dostizale svoje vrhunce. Teško je uspoređivati podatke iz tog razdoblja s obzirom na mali obujam prometa, međutim porast u broju letova posljednjih desetljeća ukazuje da se stope zrakoplovnih nesreća kontinuirano smanjuju. Smanjenje stopa nesreća rezultat je brojnih regulacija, jake sigurnosne kulture, poboljšanja u obuci i tehnološkog napretka.



Grafikon 5. Godišnji broj fatalnih nesreća 1959. - 2019., [5]

U fazama prilaženja i slijetanja, koje čine 4% ukupnog vremena leta, dogodi se gotovo polovica zrakoplovnih nesreća, kao što prikazuje slika 1. Te faze su operativno složene s velikim radnim opterećenjem posade, a nepovoljni vremenski uvjeti i prometno okruženje mogu ih dodatno pogoršati. Posada je često istovremeno zaokupljena navigacijom, komunikacijom s kontrolorima, operativnim postupcima za slijetanje i pripadajućim kontrolnim listama, snalaženjem u zagušenom zračnom prostoru ili vremenskim neprilikama. Povećano radno opterećenje posade i povećani potencijal nepredvidljivih događaja čimbenici su koji mogu dovesti do nesreće.



Slika 1. Postotak fatalnih nesreća i smrtnih slučajeva po fazama leta od 2009. do 2018., [6]

Ljudski čimbenik jedan je od vodećih uzroka zrakoplovnih nesreća sa smrtnim posljedicama. Tablica 1 prikazuje uzročnike zrakoplovnih nesreća za razdoblje od 10 godina u periodu od 1950. do 2019. godine. Pilotska greška zaslužna je za gotovo polovicu svih fatalnih zrakoplovnih nesreća. Slijede ih pogreške u održavanju, koje u prosjeku uzrokuju 23% zrakoplovnih nesreća. Vremenske neprilike zaslužne su za 10% zrakoplovnih nesreća, dok je nezakonito ometanje zrakoplova iznimno rijetka pojava koja je uzrokovala svega 8% zrakoplovnih nesreća od 1950. godine do danas [5].

Tablica 1. Zrakoplovne nesreće kroz desetljeća, [7]

UZROK	1950.	1960.	1970.	1980.	1990.	2000.	2010.	Prosjek
Pilotska greška	50%	53%	49%	42%	49%	50%	57%	49%
Održavanje zrakoplova	26%	27%	19%	22%	22%	23%	21%	23%
Vremenski uvjeti	15%	7%	10%	14%	7%	8%	10%	10%
Nezakonito ometanje	4%	4%	9%	12%	8%	9%	8%	8%
Ostalo	5%	9%	13%	10%	14%	10%	4%	10%

4. Ljudski čimbenici u zrakoplovstvu

Način na koji ljudi shvaćaju svoju odgovornost prema sigurnosti i način na koji surađuju s ostalima dok izvršavaju svoje radne dužnosti utječe na sigurnosne performanse njihove organizacije. Ljudski čimbenici bave se razumijevanjem načina na koji ljudi funkcioniraju, njihovih mogućnosti i ograničenja te kako utjecati na ljude da bi poboljšali svoj učinak na poslu. Razmatranje ljudskih čimbenika nužno je za razumijevanje, prepoznavanje i ublažavanje rizika, ali i ljudski doprinos sigurnosti u organizaciji [10].

Ljudski element je najfleksibilniji, najprilagodljiviji i najvrjedniji dio cijelog zrakoplovnog sustava, ali isto tako i najosjetljiviji na utjecaje koji se mogu negativno odraziti na njegov rad. Proteklih desetljeća zrakoplovne nesreće su u najvećoj mjeri bile posljedica ljudske greške. Iako se obično povezuje s letačkim operacijama zrakoplova, ljudska greška postala je sve češća pojava u održavanju zrakoplova i upravljanju zračnom plovidbom.

Ljudski čimbenici znanstvena su disciplina koja proučava ljude i njihove životne te radne situacije, njihov odnos prema strojevima, procedurama i okruženjima u kojima se nalaze te njihove odnose s drugim ljudima iz radnog okruženja. Ova disciplina doprinosi projektiranju i vrednovanju zadataka, radnih mjesta, proizvoda, okruženja i sustava kako bi se uskladili s ljudskim potrebama, sposobnostima i ograničenjima [9].

U zrakoplovstvu se izraz „ljudski čimbenik“ koristi na razne načine. Često je sinonim za upravljanje resursima posade (CRM⁸) ili upravljanje resursima za održavanje zrakoplova (MRM⁹), međutim sve se više primjenjuje i u održavanju zrakoplova. Slika 2 prikazuje utjecaj ljudskih čimbenika na performanse zrakoplovnih sustava.

⁸ CRM - Crew Resource Management – upravljanje resursima posade

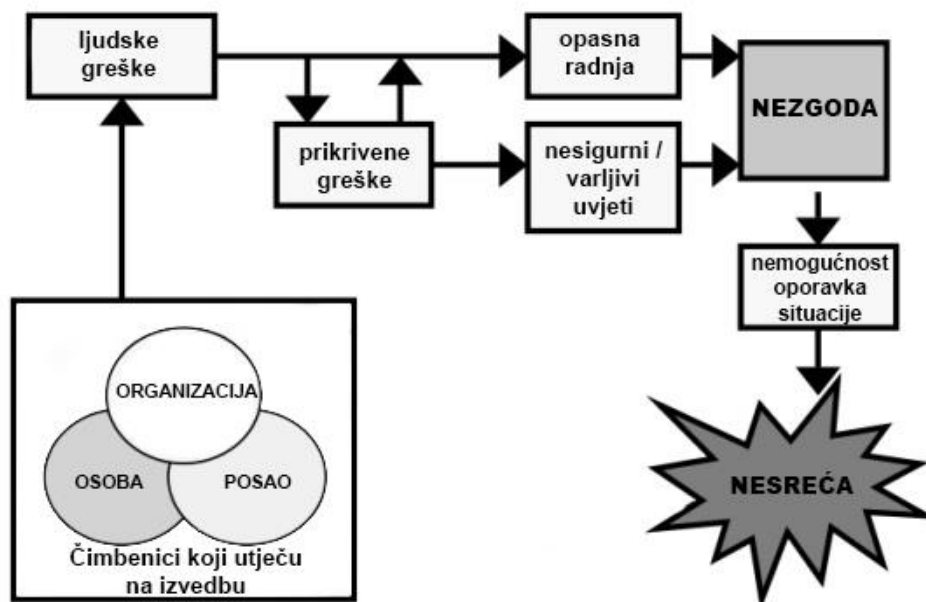
⁹ MRM - Maintenance Resource Management – upravljanje resursima održavanja



Slika 2. Ljudski čimbenici u zrakoplovnom sustavu, [9]

4.1. Ljudska greška

Od početka zrakoplovstva, ljudska je pogreška je prepoznata kao jedan od glavnih uzroka nezgoda i nesreća. Kontrola i izbjegavanje ljudskih pogrešaka jedan je od najvećih izazova zrakoplovstva. Ljudska pogreška u zrakoplovstvu usko je povezana s operativnim osobljem: pilotima, kontrolorima, mehaničarima, dispečerima i ostalim osobljem uključenim u zrakoplovne operacije. Na slici 4 prikazan je dijagram toka nastanka nesreće zbog ljudske greške.



Slika 3. Ljudski doprinos nastanku nesreće, [11]

Ljudi mogu uzrokovati ili doprinijeti nastanku nezgode ili nesreće na više načina. Zrakoplovne nesreće često su posljedica niza nenamjernih ljudskih pogreški. Ljudi rade pogreške zbog načina na koji mozak obrađuje informacije, zbog nedostataka u osposobljavanju, zbog neprilagođenog dizajna opreme, postupka ili organizacijske kulture. Ljudi mogu donijeti katastrofalne odluke, čak i kad su svjesni rizika. Također, mogu pogrešno procijeniti situaciju i djelovati neprimjereno kao rezultat pogrešne procjene. Ovakvi slučajevi često dovode do nastanka nezgode. Međutim, ljudi isto tako mogu intervenirati brzo i učinkovito da njihova reakcija može spriječiti potencijalne nesreće. Mnoge tvrtke imaju svoje anegdote o sprječavanju potencijalne nezgode zahvaljujući pravodobnim reakcijama i ispravnim postupcima određenih pojedinaca. Ljudska domišljatost može ublažiti moguće učinke nezgode. Stupanj smrtnosti može se umanjiti hitnim intervencijama operatera i posade, hitnom planiranju i brzim odgovorima te se odgovarajućim osposobljavanjem može značajno unaprijediti akcija spašavanja [11].

Za kontrolu ljudske pogreške prvo treba smanjiti pojavu pogrešaka, tj. osigurati visoku razinu osposobljenosti osoblja, projektirati kontrolu koja se podudara s ljudskim osobinama, osigurati odgovarajuće kontrolne liste, postupke, priručnike, karte, grafikone i slično. Istovremeno treba reducirati ostale negativne utjecaje, odnosno buku, vibracije, ekstremne temperature i druge stresne uvjete. Programi obuke usmjerene na povećanje suradnje i komunikacije između članova posade smanjit će broj pogrešaka (potpuno uklanjanje ljudske pogreške nije moguće, jer je ona dio ljudskog

ponašanja). Isto tako potrebno je raditi na smanjenju pogrešaka nastalih radi suradnje, odnosno nesuradnje posade [11].

Uzroci problema, otkaza i nesreća koji se pripisuju ljudskim greškama u sustavu mogu biti izazvani greškama u konstrukciji, izvedbi ili održavanju zrakoplovnih komponenti, odnosno izazvani neadekvatnim školovanjem zaposlenih, loše propisanim postupcima ili loše sastavljenim kontrolnim listama i priručnicima. Suvremeni aspekti sigurnosti zagovaraju perspektivu koja ima naglasak na sigurnosnim nedostacima u cijelom sustavu, a ne u pojedinačnoj izvedbi [11].

4.2. Shell model

Postoji niz modela koji procjenjuju utjecaj ljudskih faktora na sigurnost. Jedan od poznatijih je Shell model koji je koristan za predodžbu utjecaja i interakcije različitih komponenata sustava sa čovjekom, a naglašava potrebu da se ljudski čimbenici smatraju sastavnim dijelom SRM¹⁰ programa upravljanja sigurnosnim rizicima. Prvi ga je razvio Edwards 1972. godine, a 1975. godine ga je Hawkins prikazao dijagramom [10].

Ime Shell modela proizlazi iz početnih slova pripadajućih komponenti:

- **S** - programi (engl. *software*) uključuju procedure, pravila, treninge i programsku podršku;
- **H** - hardver (engl. *hardware*) uključuje strojeve i opremu;
- **E** - okolina (engl. *environment*) u kojoj ostatak L-H-S sistema mora funkcionirati;
- **L** - čovjek (engl. *liveware*) uključuje ostale ljude na radnom mjestu;

¹⁰ SRM – Safety Risk Management – upravljanje sigurnosnim rizicima

Slika 3 prikazuje Shell model koji prikazuje odnos pojedinaca prema komponentama radnog mjesta. U središtu modela su ljudi koji se nalaze na prvoj liniji zrakoplovnih operacija. Međutim, od svih komponenti modela ova je najmanje predvidljiva i najosjetljivija na učinke unutarnjih (glad, umor, motivacija, itd.) i vanjskih (temperatura, svjetlost, buka, itd.) utjecaja. Isto tako, postoje znatne varijacije u izvedbama pojedinaca jer ljudi nisu standardizirani poput hardvera, zbog toga ni rubovi blokova nisu jednostavni i ravni.



Slika 4. Shematski prikaz SHELL modela, [10]

Treba razumjeti nepravilnosti na spojevima blokova sa središnjim Liveware blokom kako bi se izbjegle napetosti koje bi mogle ugroziti ljudsku izvedbu. Nazubljeni rubovi blokova predstavljaju nesavršeno spajanje svake komponente. Ovo je korisno za predodžbu spajanja različitih komponenti u zrakoplovstvu:

- **čovjek – hardver (L-H)** spoj odnosi se na odnos ljudi i fizičkih svojstava opreme, strojeva i uređaja. Uključuje upravljanje opremom od strane osoblja, označivanje opreme informacijama vezanim za sigurnost i način na koji su prekidači i ručice označeni tako da budu logični te intuitivni za rad;
- **čovjek – program (L-S)** spoj predstavlja odnos između čovjeka i sustava podrške na radnom mjestu, kao što su npr. propisi, priručnici, kontrolne liste, publikacije, procesi i procedure te računalni programi. Uključuje pitanja nedavnih iskustva, točnosti, prezentacije, vokabulara, jasnoće i korištenje simbola. Razmatraju se procesi i postupci, odnosno koliko ih je lako razumjeti i slijediti;

- **čovjek – čovjek (L-L)** spoj odnosi se na odnos i interakciju ljudi u njihovom radnom okruženju. Neke od ovih interakcija su unutar organizacije (kolege, nadzornici, menadžeri), a mnoge su između pojedinaca iz različitih organizacija s različitim ulogama (kontrolori leta s pilotima, piloti s inženjerima, itd.). Naglašava se važnost komunikacijskih i međuljudskih vještina, kao i grupne dinamike u određivanju ljudskog učinka. Pojava CRM programa i njegova provedba u kontroli leta te službi održavanja omogućila je organizacijama da razmotre timski učinak u upravljanju pogreškama. Između ostalog, razmatraju se i odnosi između uprave i zaposlenih te organizacijska kultura;
- **čovjek – okolina (L-E)** spoj predstavlja odnos između čovjeka i fizičkog okruženja. Uključuje uvjete kao što su temperatura, izloženost svjetlu, buci i vibracijama te kvalitetu zraka. Također uzima u obzir čimbenike vanjskog okruženja, poput vremenskih uvjeta, infrastrukture i terena [10].

4.3. Reasonov model

Reasonov model ili model švicarskog sira, dobro poznat u zrakoplovnoj industriji, prikazuje da nesreće uključuju uzastopne proboje nekoliko zidova obrane. Proboji su uzrokovani nizom uzročnih čimbenika, kao što su otkazivanje opreme ili operativne greške. Poznato je da su kompleksni sustavi poput zrakoplovstva vrlo dobro zaštićeni višestrukim slojevima obrane, koji se još nazivaju i barijere. Pogreška u jednoj točki rijetko nosi posljedice. Proboj slojeva obrane može predstavljati zakašnjele posljedice odluka donesenih na višim razinama kompanije, koje su bile skrivene dok se njihov štetan utjecaj nije aktivirao u određenim radnim uvjetima (nazivaju se još i latentne greške). U takvim okolnostima, ljudske greške (nazivaju se i aktivne greške) na operativnoj razini probijaju posljednje slojeve obrane. Model švicarskog sira predlaže da su sve nesreće najčešće kombinacija aktivnih grešaka i latentnih stanja [10].

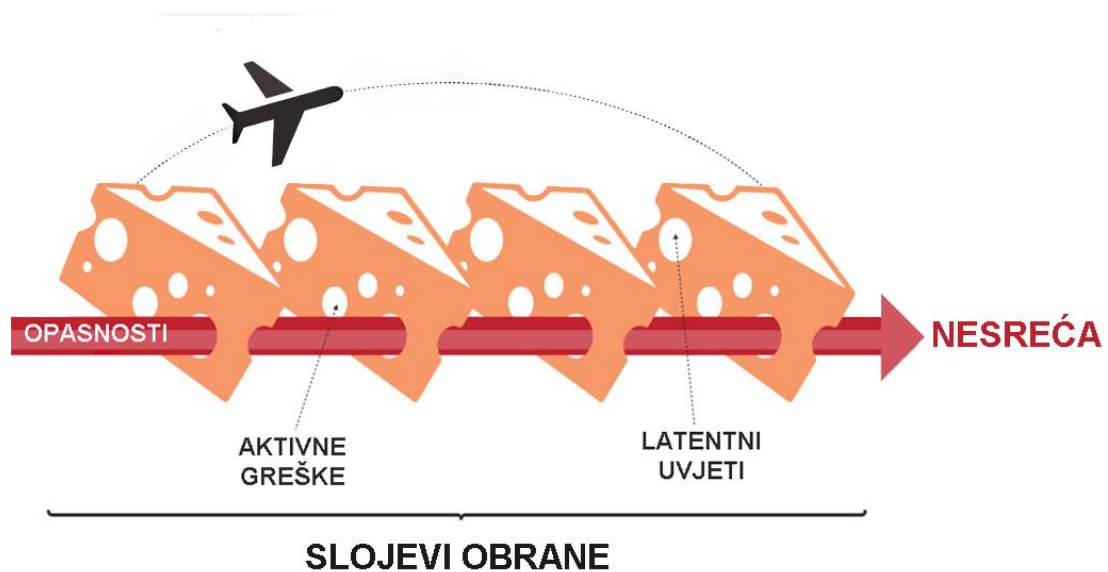
Aktivne greške predstavljaju radnje, kršenja pravila i pogreške koje imaju neposredni štetni učinak. Ove greške povezuju se s osobljem na prvoj liniji zrakoplovnih operacija (letačka posada, kontrolori zračne plovidbe, služba održavanja zrakoplova i drugi) i mogu rezultirati tragičnim ishodom [10].

Latentne greške u sustavu postoje i prije neželjenih događaja. Njihove posljedice mogu dugo ostati skrivene. U početku se one ne čine štetnima, no pod određenim uvjetima postaje očigledno da

su slojevi obrane na operativnoj razini probijeni. Ovakve uvjete mogu prouzročiti ljudi koji nisu nužno prisutni na mjestu događaja. Latentne greške uzrokovane su sigurnosnom kulturom, izborom opreme, dizajnom procedura, razlikama u kompanijskim ciljevima, kompanijskim sustavima ili odlukama uprave. Latentne pogreške trebale bi se identificirati na razini cijelog sustava, a ne mjestimično kako bi se smanjile greške pojedinaca [10].

Latentne greške često su stvorene s najboljim namjerama. Ljudi odgovorni za donošenje odluka na razini kompanije često balansiraju između ograničenih resursa i zamišljenih prioriteta te njihovih troškova. Njihove odluke, koje se donose svakodnevno u velikim zrakoplovnim kompanijama, u određenim okolnostima mogu nenamjerno dovesti do neželjenih ishoda [10].

Slika 9 prikazuje Reasonov model koji pomaže u razumijevanju međusobnog djelovanja kompanijskih i upravljačkih čimbenika u nastajanju nesreća.



Slika 5. Reasonov model, [20]

Zrakoplovni sustav sadrži višestruke slojeve obrane kako bi se zaštitio od utjecaja promjena u ljudskim izvedbama i donesenih odlukama na svim kompanijskim razinama. Svaki od slojeva ima svoje slabosti koje su prikazane rupama na kriškama sira. Ponekad se slabosti poravnaju (rupe su u ravnini), što dovodi do proboja koji prodire kroz sve slojeve obrane i može rezultirati katastrofalnim ishodom. Model švicarskog sira navodi kako su latentni uvjeti uvijek prisutni unutar sustava, a manifestiraju se kroz lokalne okidače [10].

Model švicarskog sira koristi se u analizi država i njihovih pružatelja usluga. Pažnja nije nužno na pojedincima uključenim u nesreću, već na kompanijskim okolnostima koje su doprinijele pojavi nesreće ili nezgode. Pomoću modela mogu se detektirati učinkoviti slojevi obrane kompanije, zatim oni koji se mogu ili već jesu probijeni i koji dijelovi sustava zahtijevaju dodatne slojeve obrane. Slabosti koje su uočene moraju se ukloniti kako bi se spriječile potencijalne nesreće ili nezgode [10].

U praksi, događaj će probiti slojeve obrane u smjeru strelice, kao što je prikazano na slici 9. Procjene stanja provodit će se u suprotnom smjeru, od nesreća prema opasnosti. Stvarne nesreće obično uključuju dodatnu složenost. Postoje sofisticiraniji modeli koji pomažu državama i njihovim pružateljima usluga u razumijevanju zašto se nesreće događaju [10].

4.4. Upravljanje resursima posade (CRM)

Sakupljeni dokazi o zrakoplovnim nesrećama prošlog desetljeća pokazuju da letачka posada u 70% nesreća i nezgoda nije iskoristila lako dostupne resurse. Ovakve vrste nesreća imaju mnogo zajedničkih karakteristika. Provedena istraživanja ukazala su na najčešće probleme s kojima se posada često susreće, a povezani su s lošim grupnim donošenjem odluka, neučinkovitom komunikacijom, lošim vođenjem i neadekvatnom upravom. Uočeno je da većina programa školovanja pokriva samo tehničke aspekte letenja, dok se vrstama strategija i tehnikama upravljanja posadom, koje su jednako bitne za sigurnost leta, ne bave uopće ili vrlo malo. Zaključeno je da se veći naglasak mora staviti na čimbenike koji utječu na koordinaciju i upravljanje resursima posade. Tako je nekoliko glavnih operatora razvilo svoje CRM programe [12].

Upravljanje resursima posade učinkovito je iskorištenje svih raspoloživih resursa, odnosno opreme, procedura i ljudi kako bi se ostvarile sigurne i učinkovite letачke operacije. Trening predstavlja praktičnu primjenu ljudskih čimbenika. Iako se CRM-u može pristupiti na mnogo različitih načina, postoje neke bitne značajke. Trening bi se trebao fokusirati na funkcioniranje letачke posade kao tima, a ne kao skupa tehnički kompetentnih pojedinaca. Trebao bi pružiti mogućnost članovima posade da zajedno usavršavaju svoje vještine u ulogama koje obično obavljaju za vrijeme leta i uputiti ih kako osobnim stilom rukovođenja potaknuti učinkovitost cijele posade [12].

Trening upravljanja resursima posade mora obraditi šest glavnih područja:

- komunikacijske i međuljudske vještine;
- svjesnost situacije;
- rješavanje problema, donošenje odluka i procjenu;

- rukovođenje i praćenje;
- kontrolu stresa;
- kritički pregled situacija [12].

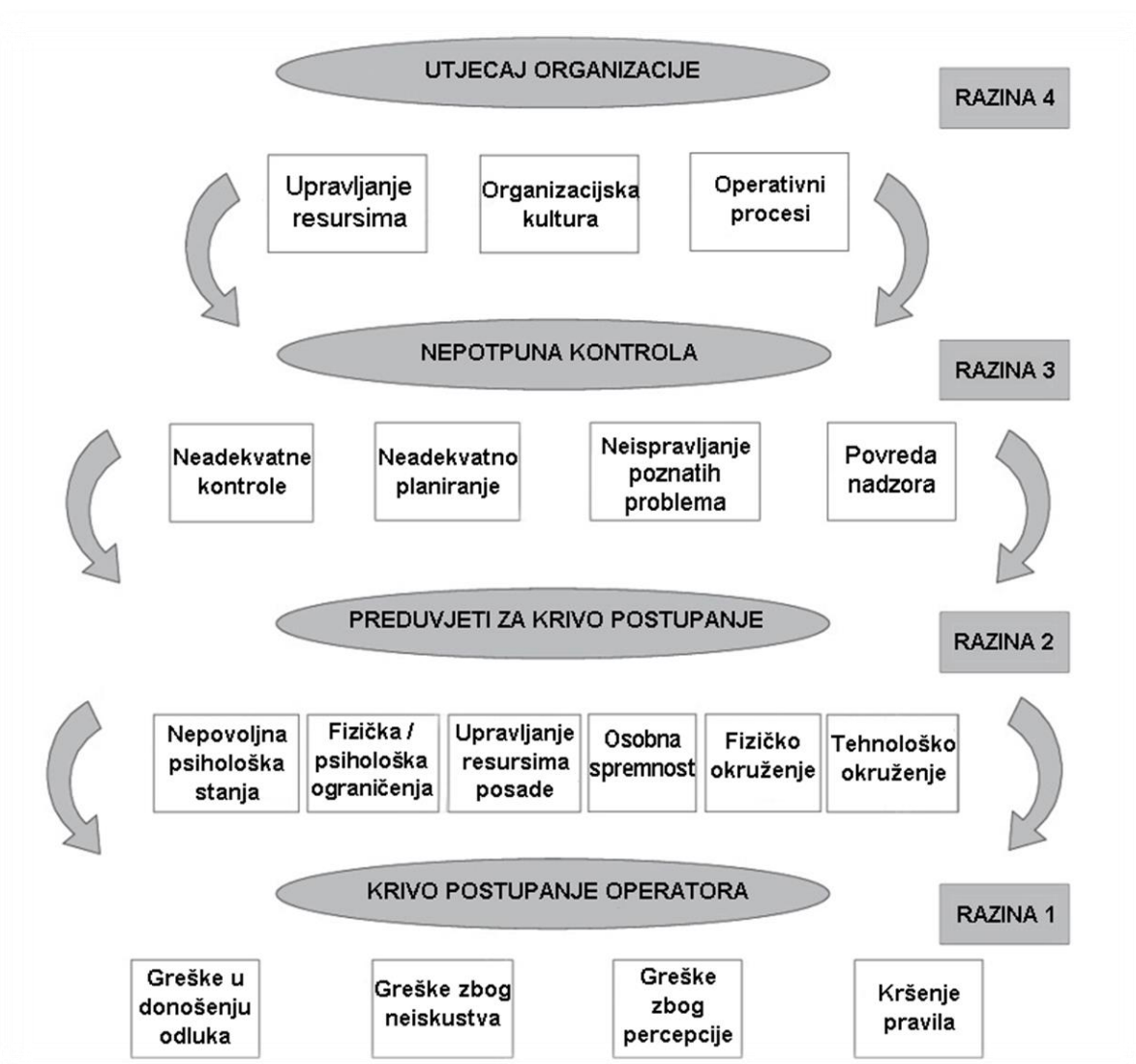
Ovaj program ukazuje članovima posade da njihovo ponašanje u normalnim, rutinskim okolnostima ima snažan utjecaj na to kako će posada u cjelini funkcionirati za vrijeme stresnih situacija i velikih opterećenja. Za vrijeme izvanrednih situacija do izražaja dolaze osnovne vještine i znanja te je vrlo malo vjerojatno da će bilo koji član posade razmišljati o svojem CRM treningu da odredi kako postupiti. Simulacije ovakvih događaja na treningu povećavaju vjerojatnost da će posada uspješnije rješavati stvarne stresne situacije [12].

Znanstvena istraživanja ukazuju da se promjena ponašanja u bilo kojem okruženju ne može postići u kratkom vremenskom razdoblju, čak i ako je trening dobro osmišljen. Polaznicima je potrebno vrijeme, znanje, vježba, povratne informacije i kontinuirani poticaj da primjenjuju naučeno. Da bi bio učinkovit, CRM trening mora se provoditi u nekoliko faza:

- a) faza učenja u kojoj se definiraju i raspravljaju područja CRM-a;
- b) faza vježbe i povratnih informacija u kojoj polaznici stječu iskustvo u CRM tehnikama;
- c) faza kontinuiranog poticaja u kojoj se trajno stječu potrebne vještine [12].

5. Klasifikacija ljudskih grešaka

Zrakoplovne nesreće obično su rezultat lanca događaja koji često kulminira zbog niza pogreški letačke posade. Tek nakon objavljivanja Reasonovog modela s ljudskim čimbenicima ljudska je zajednica uistinu počela sistematski ispitivati ljudske pogreške. Savezna uprava za civilno zrakoplovstvo (FAA¹¹) definirala je ljudske greške na četiri razine: organizacijski utjecaj; nepotpuna kontrola; preduvjeti za krivo postupanje i krivo postupanje operatora (letačke posade, mehaničara, kontrole leta), kao što prikazuje slika 5.



Slika 6. Okvir rada sustava za analizu i kvalifikaciju ljudskih čimbenika, [13]

¹¹ FAA – Federal Aviation Administration – Savezna uprava za civilno zrakoplovstvo

Krivo postupanje operatora (letačke posade) može se svrstati u dvije kategorije: greške i kršenja pravila. Pogreške predstavljaju ponašanje ovlaštenih osoba kojim se ne postiže željeni ishod, dok se kršenja pravila odnose na namjerno nepoštivanje pravila i propisa. Unutar ove dvije kategorije postoje tri vrste grešaka (u donošenju odluka, greške zbog neiskustva i perceptivne) i dvije vrste kršenja pravila (rutinska i iznimna) [13].

5.1. Greške u postupanju

Greške u donošenju odluka jedan su od najčešćih oblika ljudskih grešaka. Predstavljaju svjesno i ciljano ponašanje koje se odvija kako je zamišljeno, ali je plan akcija neprikladan za situaciju. Često se nazivaju iskrenim greškama pa se taj oblik grešaka manifestira kao loše izvedene procedure, krivi odabiri, zlouporaba bitnih informacija ili jednostavno pogrešno tumačenje [13].

Za razliku od gore navedenih, greške zbog neiskustva javljaju se s vrlo malo svjesnog razmišljanja. Kao što se greške u donošenju odluka može smatrati greškama u razmišljanju, tako se greške zbog neiskustva može smatrati greškama izvođenja. Vrlo uvježbano i naizgled automatsko ponašanje posebno je osjetljivo na nedostatke pažnje ili pamćenja. Kao rezultat toga, greške zbog neiskustva javljaju se u obliku neuspjeha vizualnog praćenja, nenamjernog aktiviranja ili deaktiviranja prekidača, zaboravljenih namjera, izostavljenih stavki s kontrolne liste i slično. Način upravljanja zrakoplovom može isto tako utjecati na sigurnost [13].

Većina zrakoplovnih nesreća i nezgoda uzrokovana je greškama u donošenju odluka i zbog neiskustva pa se manje pažnje posvećivalo greškama u percepciji. Greške zbog percepcije nastaju kada su podražaji osjetila iz nekog razloga smanjeni ili neuobičajeni, što je čest slučaj kod letenja noću, u nepovoljnim vremenskim uvjetima ili drugim uvjetima smanjene vidljivosti. Letačka posada u ovim uvjetima može pogrešno procijeniti udaljenosti, visinu ili stupanj poniranja, ali i pogrešno reagirati na razne optičke iluzije ili dezorijentaciju [13].

5.2. Kršenja pravila

Kršenja pravila najčešće se javljaju u dva različita oblika. Rutinska kršenja obično se javljaju iz navike i takva odstupanja od pravila obično se toleriraju od strane uprave ili sustava nadzora. Klasičan primjer ovakve tolerancije se susreće u cestovnom prometu gdje pojedini vozači automobila voze 5-10 km/h brže od propisane brzine. Iako se radi o očitom kršenju propisa, ovakvo ponašanje tolerira se od strane policije koja ne kažnjava vozače ako poštuju toleranciju od 10 km/h iznad propisane brzine [13].

S druge strane, teške povrede pravila nisu tipične za pojedinca, a ne toleriraju ih vlasti ni uprava. Vlasti odobravaju brzinu od 60 km/h u zoni propisanih 50 km/h, ali vožnja od 100 km/h u istoj zoni neće proći nekažnjeno. Važno je napomenuti da se teške povrede pravila ne smatraju iznimnim zbog svoje ekstremne prirode, već zato što ovakvo ponašanje nije tipično za pojedinca [13].

5.3. Psihološka stanja i ograničenja operatora

Psihološka sprema presudna je u svakom zanimanju, a posebice je važna u zrakoplovstvu. Nepovoljna psihološka stanja utječu na izvedbu i pridonose nesretnim događajima, a uključuju: nesvjesnost situacije, mentalni umor, poremećaj dnevnog ritma, ali i osobne stavove kao što su pretjerano samopouzdanje, samodopadnost i pogrešnu motivaciju.

Jednako su važna nepovoljna fiziološka stanja koja utječu na sigurnost odvijanja leta, a uključuju: prostornu dezorijentaciju, optičke iluzije, hipoksiju, bolesti, intoksikaciju i čitav niz medicinskih stanja za koje je poznato da utječu na ljudsku izvedbu. Važno je razumjeti da su pojave poput prostorne dezorijentacije fiziološka stanja koja se ne mogu spriječiti, ona jednostavno postoje. Međutim, navedena fiziološka stanja često dovode do percepcijskih grešaka. Primjerice, u zrakoplovstvu nije rijetkost da pilot ostane prostorno dezorijentiran (nepovoljno fiziološko stanje) i kao posljedicu pogrešno procijeni nagib ili visinu zrakoplova (greška zbog percepcije), što može rezultirati gubitkom kontrole nad zrakoplovom ili slijetanje u teren [13].

Tjelesna i psihološka ograničenja odnose se na slučajeve kod kojih su osjetilne mogućnosti ograničene ili ako su dostupne, pojedinci jednostavno nemaju sposobnosti, vještine ili vremena da ih percipiraju na siguran način. U zrakoplovstvu, ovo često uključuje neuočavanje drugih zrakoplova ili prepreka zbog veličine ili kontrasta objekta u vidnom polju. Isto tako, postoje slučajevi u kojima pojedinac jednostavno ne posjeduje sposobnosti, fizičke mogućnosti ili vještine za siguran rad. Neki

ljudi jednostavno nemaju potrebne predispozicije da upravljaju zrakoplovom na siguran i neugrožavajući način [13].

5.4. Kadrovski čimbenici

Kada svi članovi posade ne djeluju koordinirano, dolazi do zabuna i donošenja loših odluka u kokpitu. Zbog lošeg upravljanja resursima posade dolazi do loše komunikacije između članova posade, ali i s kontrolorima leta te ostalim zemaljskim osobljem. Ovdje se podrazumijevaju i slučajevi kada članovi posade ne rade zajedno kao tim ili kada pojedinci odgovorni za odvijanje operacija ne uspijevaju uskladiti aktivnosti prije leta, za vrijeme i nakon leta [13].

Svaki član posade mora jamčiti za sebe da je sposoban za let. Kategorija osobne spremnosti uvedena je zbog slučajeva nepoštivanja pravila vezana uz propisano vrijeme odmora posade, zabranu konzumiranja alkohola ili lijekova. Ovdje se podrazumijevaju i ponašanja kojima se ne krše postojeća pravila i propisi (dobrovoljno darivanje krvi ili ronjenje na dubinama), a mogu smanjiti operativne sposobnosti pojedinaca [13].

5.5. Utjecaj okolišnih čimbenika

Iako se okolišnim čimbenicima ne pridaje velika važnost, oni mogu pridonijeti nekvalitetnim uvjetima letačke posade, a samim time i rizičnim postupcima. Okolišni čimbenici dijele se na fizičko i tehnološko okruženje.

Fizičko okruženje odnosi se na operativno okruženje (vremenski uvjeti, nadmorska visina, teren) i ambijentalno okruženje koje uključuje toplinu, vibracije, osvjetljenje i slično. Na primjer, u nepovoljnim vremenskim uvjetima smanjuje se količina vidljivih objekata, što može dovesti do prostorne dezorijentacije i grešaka u percepciji. Isto tako, visoke temperature mogu uzrokovati dehidraciju koja smanjuje razinu opreza letačke posade, a posljedično i usporavanja procesa donošenja odluka ili čak nemogućnosti upravljanja zrakoplovom. Nedostatak prešurizacije kabine na velikim visinama ili letenje bez spremnika s kisikom u neprešuriziranom zrakoplovu može rezultirati hipoksijom koja dovodi do zbunjenosti, vrtoglavice i pogoduje nepredvidljivim događajima [13].

Letačka posada nalazi se u tehnološkom okruženju koje može imati ogroman utjecaj na njihovu izvedbu. Pojam tehnološko okruženje obuhvaća čitav niz pitanja, uključujući dizajn opreme i kontrola,

karakteristike sučelja, dizajn kontrolnih lista, automatizaciju i slično. Jedan od prvih problema s dizajnom u pilotskoj kabini bila je sličnost između komandi za podizanje i spuštanje zakrilca te podizanje i spuštanje stajnog trapa. Takve sličnosti uzrokovale su mnoge zabune letačke posade, što je rezultiralo podizanjem stajnog trapa dok je zrakoplov bio na zemlji. Isto tako, automatizacija koja je zamišljena da pomaže posadi u izvedbi, može imati nepredviđene posljedice. Pokazalo se da visoka automatizacija izaziva nepovoljna psihološka stanja, kao što je pretjerano samopouzdanje zbog kojeg piloti slijede upute sustava, čak i ako im zdrav razum nalaže drugačije. S druge strane, nepouzdana automatizacija rezultira manjkom samopouzdanja i smanjenog korištenja takvih sustava, iako je upravljanje zrakoplovom sigurnije uz pomoć automatiziranih sustava [13].

5.6. Nepotpuna kontrola

Posada zrakoplova, kao što je situacija i s drugim zanimanjima, odgovorna je za svoje postupke. Međutim, u nekim slučajevima, oni su nesvjesni nasljednici nedostataka onih koji ih nadgledaju. Nepotpuna kontrola odnosi se na neuspjeh unutar nadzornog lanca zapovijedanja kao rezultat neke nadzorne radnje. Nadzorno tijelo mora pružiti priliku pojedincima da uspiju pa se očekuje da će pojedinci dobiti odgovarajuću obuku, profesionalno usmjeravanje, odgovarajući nadzor i operativno vodstvo. Kada to nije slučaj, zrakoplovne se posade izoliraju, povećavajući rizik vezan uz dnevne operacije [13].

Neadekvatno planiranje postoji u mnogim oblicima. Ponekad se operativni raspored i tempo planira na način da se posade izlažu neprihvatljivom riziku, što negativno utječe na njihovu izvedbu. Kategorija neadekvatnog planiranja stvorena je kako bi se uzeli u obzir svi aspekti neodgovarajućeg planiranja posada i operativnog planiranja koji se odnose na uparivanje posade, propisani odmor i upravljanje rizikom povezanim s određenim letovima [13].

Neispravljanje poznatih problema odnosi se na slučajeve kada su nedostaci pojedinaca, opreme, obuke ili drugih područja vezanih za sigurnost upravi već poznati, ali se na njih ne obraća pozornost. Na primjer, kontinuirano ispravljanje neprimjerenog ponašanja stvara nesigurno ozračje, a ne smatra se povredom ako nisu prekršena nikakva pravila ili propisi [13].

Povreda nadzora odnosi se na slučajeve kada nadzorno tijelo namjerno zanemaruje postojeće propise i pravila. Naprimjer, dopuštanje letačkom osoblju da upravlja zrakoplovom bez kvalifikacija ili valjane dozvole predstavlja teški prekršaj koji otvara čitav niz mogućnosti za nesretni događaj [13].

5.7. Utjecaj organizacije

Odluke uprave i srednjeg menadžmenta mogu negativno utjecati na izvedbu posade zrakoplova. Međutim, ovakvi organizacijski utjecaji često prolaze nezamijećeni ili neprijavljeni čak i od strane istražitelja zrakoplovnih nesreća.

Upravljanje resursima odnosi se na raspodjelu i održavanje organizacijskih resursa, uključujući upravljanje ljudskim resursima (odabir, obuka i zapošljavanje), novčanim budžetima i dizajnom opreme. Korporativne odluke vezane za način upravljanja resursima temelje se na ciljevima sigurnosti i pravovremenim te isplativim operacijama. Međutim, u razdobljima financijskih poteškoća organizacije, sigurnost i kvaliteta obuke često se narušavaju [13].

Organizacijska kultura opisuje se na mnogo načina, a odnosi se na širok raspon organizacijskih varijabli koje utječu na radni učinak. Jedan od pokazatelja organizacijske kulture je zapovjedni lanac, odnosno delegiranje ovlasti i odgovornosti, komunikacijski kanali i odgovornost za postupke. Baš kao u kokpitu, koordinacija i komunikacija vrlo su bitni unutar organizacije. Politika organizacije također je dobar pokazatelj organizacijske kulture. Ako su politike loše definirane, kontradiktorne ili potisnute neslužbenim pravilima i vrijednostima, prevladat će opće stanje zbunjenosti i sigurnost će patiti [13].

Operativni procesi podrazumijevaju formalne procese (operativni tempo, vremenski rokovi, kvote proizvodnje, sustavi poticaja i raspored), postupke (standardi izvedbe, ciljevi, dokumentacija, upute za rad i slično) i nadzor unutar organizacije (samoprocjena, upravljanje rizikom te uspostava i primjena programa sigurnosti). Loše upravljanje i odluke vezane uz navedene procese također mogu imati negativan učinak na izvedbu operatora i sigurnost cijelog sustava [13].

6. Analiza zrakoplovne nesreće Germanwingsa

Zrakoplov kompanije Germanwings poletio je sa zračne luke Barcelona – El Prat 24. ožujka 2015. u 9 sati po UTC-u, sa 26 minuta kašnjenja u polijetanju. Let se odvijao prema zračnoj luci u Düsseldorfu, gdje je trebao sletjeti u 10:40 po UTC-u. Oblasna kontrola u Marseilleu kontrolirala je ovaj let od trenutka ulaska zrakoplova u francuski zračni prostor. Nakon prelaska francuske obale u blizini Toulona, zrakoplov je napustio dodijeljenu visinu od 38.000 ft i započeo spuštanje bez odobrenja. Kontrolori su pokušali kontaktirati letačko osoblje, međutim bez uspjeha. Angažiran je i francuski vojni zrakoplov Mirage da presretne zrakoplov u letu. Nakon desetak minuta bez ikakvog kontakta, zrakoplov je nestao s radara [14].

Germanwingsov zrakoplov, Airbus A320-211 srušio se stotinjak kilometara sjeverozapadno od Nice u francuskim Alpama. U nesreći smrtno je stradalo 144 putnika i 6 članova posade. To je ujedno prva nesreća Germanwingsa u 18 godina postojanja.

Istraga je utvrdila da je nesreću namjerno prouzročilo kopilot Andreas Lubitz, koji je prije toga u više navrata bio liječen zbog sklonosti samoubojstvu. Liječnik ga je proglasio nesposobnim za rad, međutim Lubitz je to prešutio i nastavio normalno obavljati svoje letačke dužnosti. Ubrzo nakon postizanja visine leta dok je kapetan bio izvan kokpita, zaključao se i započeo kontrolirano spuštanje do sudara zrakoplova s planinom.

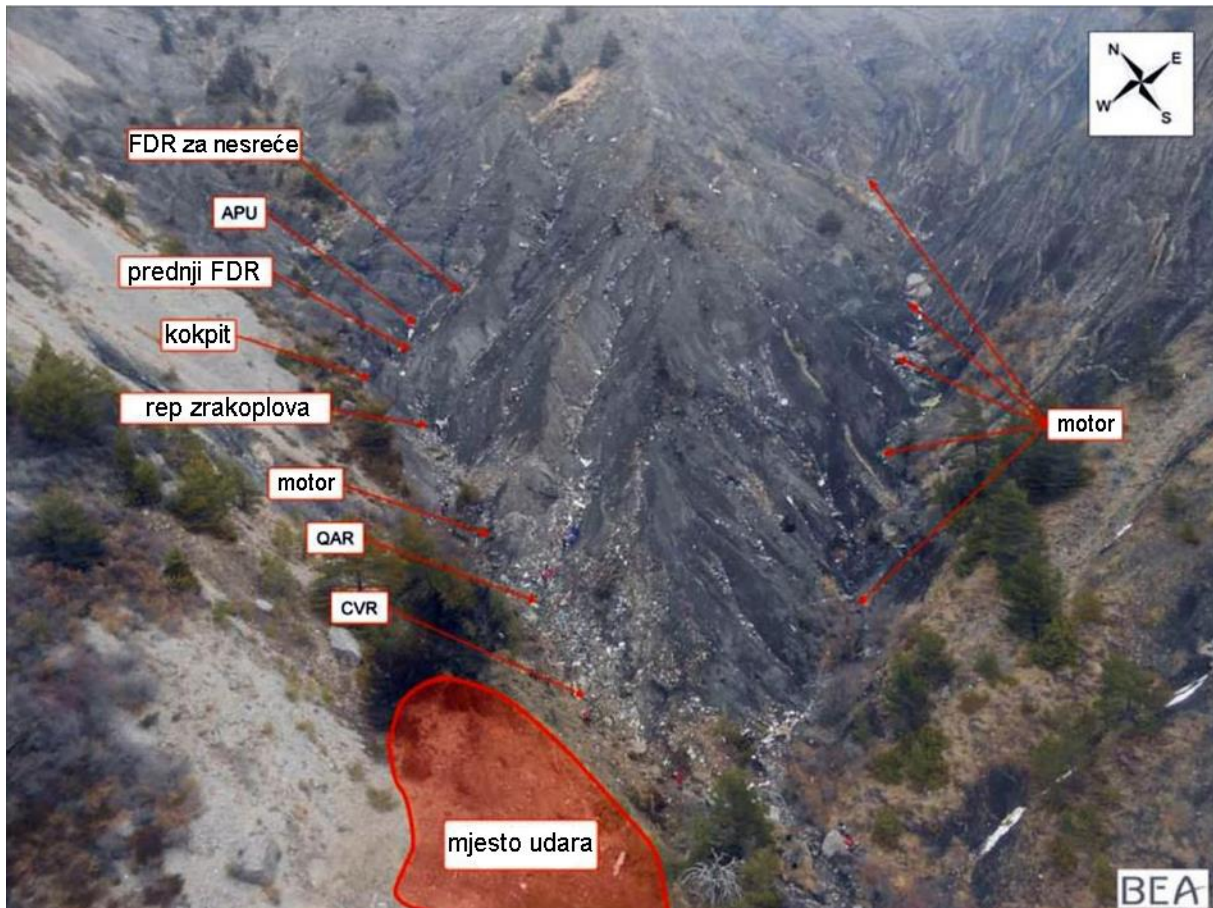
6.1. Tijek istrage

Mjesto nesreće nalazi se s južne strane planine Tête du Travers na nadmorskoj visini od 1.550 metara. Operacijski centar uspostavlja se nedaleko mjesta događaja, u selu Seyne les Alpes [14].

Francuske vlasti u slučaju zrakoplovne nesreće otvaraju dvije istrage: tehničku (za utvrđivanje uzroka nesreće) i kriminalnu istragu. Francuska agencija za istragu zrakoplovnih nesreća BEA¹² vodi istraživanje i surađuje s njemačkim i španjolskim pravosudnim vlastima.

¹² BEA - Bureau of Enquiry and Analysis for Civil Aviation Safety – Istražni ured za analizu sigurnosti civilnog zrakoplovstva

Francuski helikopteri su angažirani kako bi locirali zrakoplov. Zrakoplov je zatečen u komadićima. Službe potrage i spašavanja potvrđuju da nema preživjelih. Područje nesreće obuhvaćalo je 2 km², a prikazano je na slici 6. Nekoliko sati nakon pada zrakoplova, BEA šalje sedam istražitelja na mjesto nesreće, u pratnji predstavnika Airbusa i CFM proizvođača motora [14].



Slika 7. Mjesto nesreće i položaj pronađenih dijelova zrakoplova, [14]

Istražitelji proučavaju meteorološka izvješća i podatke s radara, razgovaraju s nadležnim kontrolorima leta i mehaničarima iz službe održavanja do pronalaska snimača leta. S mjesta nesreće izolirano je i 150 DNA¹³ uzoraka koji su uspoređeni s obiteljima unesrećenih. Istražitelji, vojna policija i vatrogasci pretražuju područje nesreće, ubrzo pronalaze snimač glasova u kokpitu (CVR¹⁴) te ga šalju u laboratorij na analizu [14].

Nakon analize snimaka sa CVR-a, istraga se okrenula prema kopilotu Lubitzu koji je ostao sam za komandama za vrijeme udara zrakoplova u planine. Njegova obitelj i prijatelji odbijaju razgovarati s

¹³ DNA - Deoxyribonucleic acid – deoksiribonukleinska kiselina

¹⁴ CVR – Cockpit voice recorder – snimač glasova u pilotskoj kabini

istražiteljima. Njemačka policija započela je s pretresom Lubitzovog stana u nadi da će pronaći korisne dokaze o njegovom privatnom životu. Za to vrijeme, BEA provjerava dokumentaciju o njegovom pilotskom školovanju i dostupne medicinske nalaze.

Kada je pronađen snimač podataka o letu (FDR¹⁵), njegovom su analizom potvrđene sve sumnje da je nesreća bila prouzrokovana isključivo namjerama kopilota.

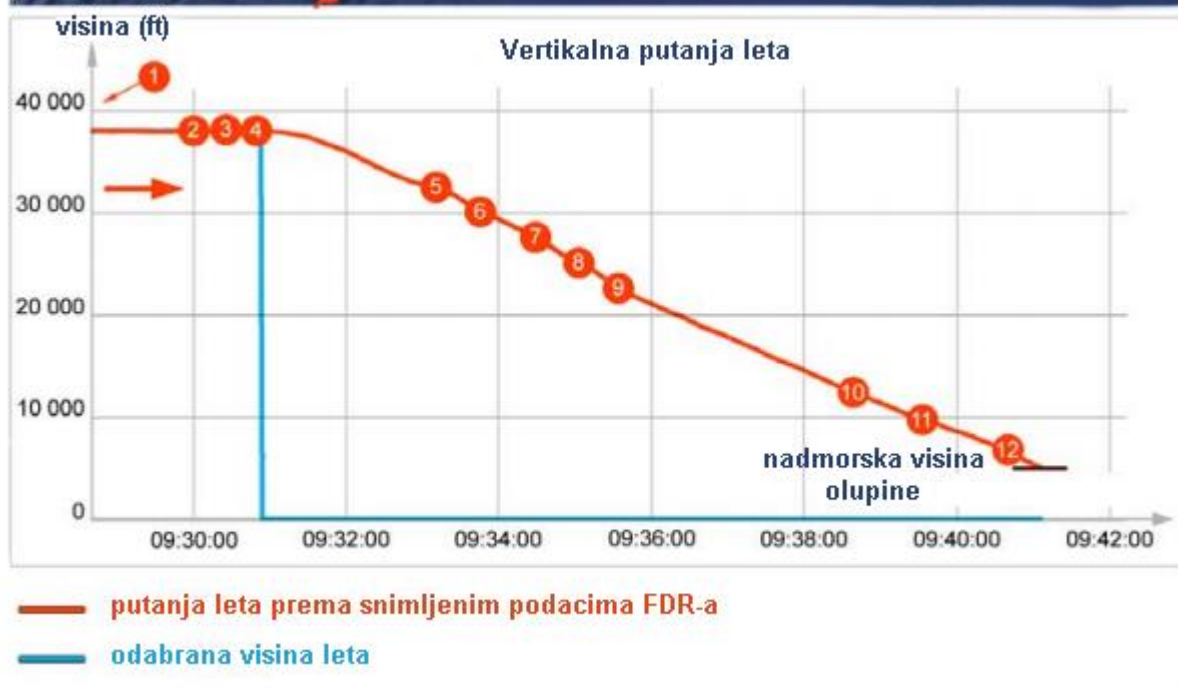
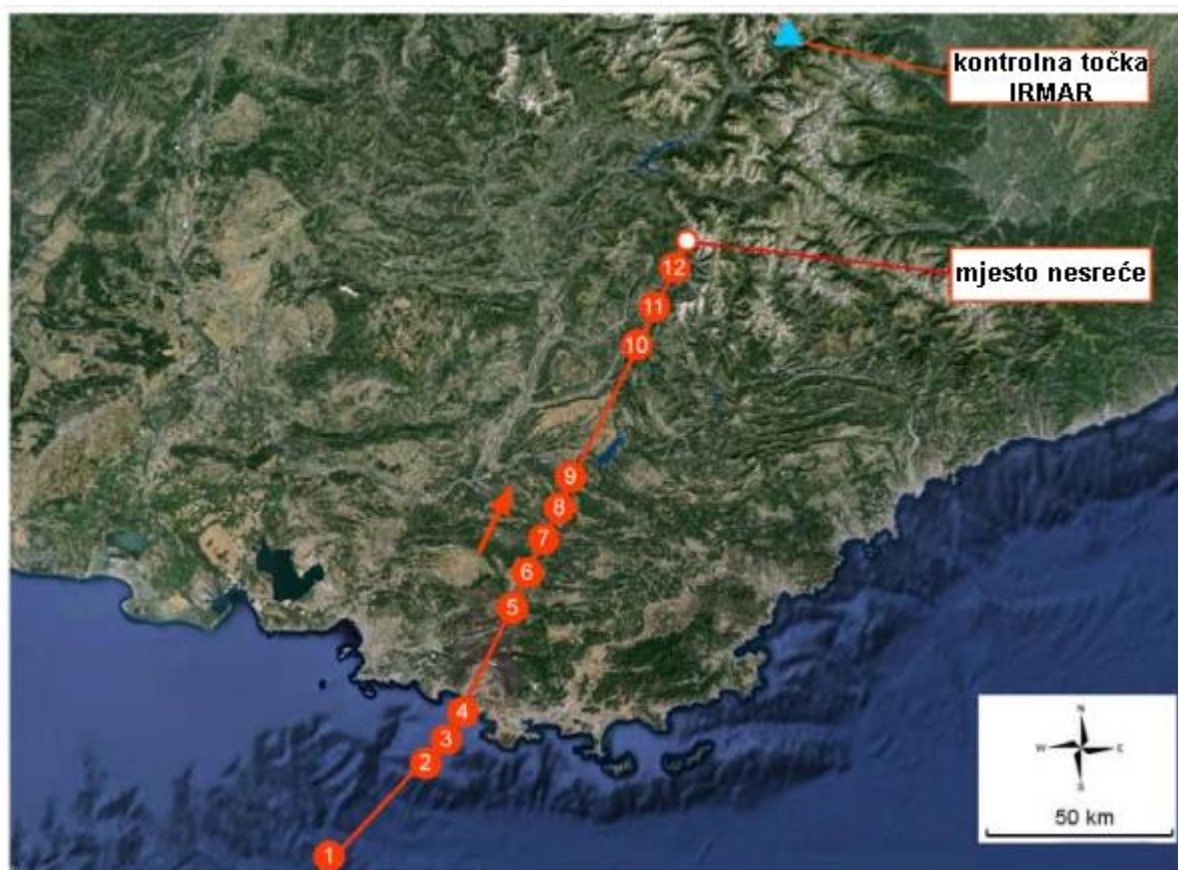
6.2. Analiza nesreće

Do trenutka pronalaska CVR-a, istražitelji proučavaju vremenske uvjete na ruti i utvrđuju da su uvjeti za letenje tog dana bili gotovo savršeni.

Kako se zrakoplovna nesreća dogodila samo dva mjeseca nakon terorističkog napada u Parizu, istražitelji i javnost sumnjaju da je postojala neka vrsta eksploziva na zrakoplovu. Međutim, detaljnim proučavanjem mjesta događaja zaključuju da bi detonacija raspršila veće komade olupine zrakoplova na puno većem području.

Pregledavaju se radarski zapisi koji utvrđuju visinu, vrijeme i smjer leta zrakoplova te se razgovorom s kontrolorima doznaje da je nakon kapetanove potvrde smjera leta prema kontrolnoj točki IRMAR izgubljen svaki kontakt sa zrakoplovom. Slika 7 prikazuje putanju leta i poziciju mjesta nesreće.

¹⁵ FDR – Flight data recorder – snimač podataka o letu



Slika 8. Putanja leta 4U9525, [14]

Istovremeno se provodi provjera u centru održavanja za navedeni Airbus A320. Sumnja se na grešku u prešurizacijskom sustavu zrakoplova koja bi mogla uzrokovati hipoksiju i gubitak svijesti letačke posade. Zrakoplov je bio na održavanju prethodnog dana, međutim mehaničari negiraju bilo kakav problem sa prešurizacijom kabine.

Preslušavanjem snimki razgovora iz kokpita istražitelji su dobili uvid u događanja na zrakoplovu. Na snimkama se čuje izlazak kapetana iz kokpita. U trenutku kada je kopilot Lubitz ostao sam za komandama, zaključao je vrata iznutra i započeo sa spuštanjem zrakoplova.

Kapetan se pokušao vratiti u kokpit, međutim vrata su bila zaključana. Pokušao je kontaktirati kopilota putem interfona, a zatim ući i pomoću jednokratnog koda, ali svaki njegov pokušaj onemogućen je iznutra. Zatim je pokušao razbiti vrata pomoću sjekire, ali vrata na većini zrakoplova bila su ojačana nakon terorističkog napada 11. rujna 2001. kako bi se spriječio neovlašteni ulazak u kokpit. Na snimkama CVR-a moglo se čuti kapetanovo lupanje sjekirirom po vratima, kontrolori leta koji su pokušavali stupiti u kontakt, Lubitzovo smireno disanje i naposljetku vrištanje putnika neposredno prije udara. Zaključeno je da je za vrijeme udara zrakoplova u kokpitu bio samo kopilot.

Analizom podataka s FDR-a otkriveno je da je Lubitz po izlasku kapetana iz kokpita unio visinu autopilota na najnižu moguću vrijednost (100 ft) i zatim u nekoliko navrata podešavao brzinu na najveću moguću vrijednost koju zrakoplov u spuštanju može postići. Slika 8 prikazuje Airbusov sustav autopilota za unos željenih parametara. U trenutku udara zrakoplova u Alpe, zabilježena brzina zrakoplova iznosila je 350 čvorova [14].



Slika 9. Unos parametara u autopilot Airbusa A320, [14]

U pretresu Lubitzovog stana nije pronađeno oprostajno pismo ni nikakav dokaz koji bi upućivao da je bio motiviran političkim ili vjerskim razlozima. Međutim, u kanti za smeće pronađen je medicinski nalaz kojim je Lubitz proglašen nesposobnim za rad. Isto tako, pronađeni su dokazi koji potvrđuju da je kopilot pohađao psihoterapiju, koristio antidepresive, često pomišljao na samoubojstvo i bio hospitaliziran zbog depresije. Kriminalistički istražitelji otkrili su da je Lubitz nekoliko dana prije nesreće na svojem tabletu pretraživao načine samoubojstva i proučavao sigurnosne sustave vrata kokpita.

Istraga je otkrila kako je kopilot prije školovanja za komercijalnog pilota bio liječen zbog sklonosti samoubojstvu i da mu je pilotska dozvola privremeno odbijena zbog liječenja. Kopilot je počeo primjećivati simptome psihotične depresije, imao je problema sa spavanjem i konzultirao je četrdesetak liječnika jer se bojao da će oslijepiti. Kasnije je utvrđeno da se u Njemačkoj strogo poštuje odnos između liječnika i pacijenta te da liječnik može kazneno odgovarati ako progovori o psihološkim problemima svojih pacijenata, što ih je obeshrabilo da kontaktiraju Germanwings.

Podaci sa snimača podataka o letu također su otkrili da je na dan nesreće, na prvom letu iz Düsseldorfa prema Barceloni, kopilot napravio brzu provjeru unosa istih parametara visine (100 ft) dok je kapetan izašao iz kokpita. Na temelju ovih unosa, istražitelji su zaključili kako je zrakoplovna nesreća bila planirano i namjerno djelo kopilota Lubitza s namjerom samoubojstva. Osim sebe, ubio je 149 ljudi na letu [14].

Završno izvješće o nesreći, objavljeno 13. ožujka 2016. navodi da je do zrakoplovne nesreće došlo zbog smišljene i planirane akcije kopilota koji je odlučio počiniti samoubojstvo dok je bio sam u kokpitu. Postupak medicinske provjere letačke posade nije uspio spriječiti kopilota, koji je patio od psihičkih poremećaja sa psihotičnim epizodama, u njegovim zlim namjerama. Navedeni čimbenici koji su pridonijeli nesreći uključuju:

- kopilotov strah od gubitka profesionalne dozvole za letenje, ako prijavi problem sa zdravljem;
- potencijalne financijske posljedice zbog gubitka osiguranja u slučaju nesposobnosti za letenje;
- nedostatak smjernica u njemačkim propisima o slučajevima u kojim javna sigurnost nadilazi zaštitu podataka pacijenata [14].

6.3. Sigurnosne preporuke

Europska agencija za sigurnost zračnog prometa (EASA¹⁶) izdala je preporuku zračnim prijevoznicima da osiguraju najmanje dva člana posade, od toga barem jednog pilota, u kokpitu za cijelo vrijeme trajanja leta. To znači, ako iz bilo kojeg razloga jedan od članova letачke posade mora napustiti kokpit, član kabinske posade ulazi i sjeda na njegovo mjesto do njegovog povratka. Nekoliko zračnih prijevoznika je do trenutka objave već dobrovoljno usvojilo slične postupke.

Nakon nesreće Germanwingsa, uveden je cijeli niz aktivnosti na razini EU, kao i sljedećih koraka u nastojanju daljnjeg jačanja europske sigurnosti zrakoplovnog sustava:

- EASA nalaže da ukoliko je podnositelju zahtjeva za liječničko odobrenje izdana potvrda Kategorije 1¹⁷, a postoji povijest psiholoških i psihijatrijskih problema u zdravstvenom kartonu, moraju se definirati uvjeti praćenja tjelesnog stanja. To može uključivati ograničenje trajanja potvrde ili nekih drugih operativnih ograničenja i potrebe za određenim psihijatrijskim vještačenjem za naknadnim izdavanjem ili obnovom;
- EASA u koordinaciji s mrežom analitičara, obavlja rutinske analize onesposobljavanja u letu s posebnim osvrtom na psihološke probleme. To bi imalo za cilj kontinuiranu reevaluaciju medicinskih kriterija za ocjenjivanje te kako bi se poboljšalo izražavanje rizika od onesposobljavanja u letu u brojčanom smislu te potaknulo prikupljanje podataka za provjeru učinkovitosti tih kriterija;
- EASA preporučuje da europski operateri u svoje sustave upravljanje uključe mjere za ublažavanje socio-ekonomskih rizika povezanih s gubitkom dozvole od strane jednog od svojih pilota zbog medicinskih razloga;
- IATA¹⁸ potiče prijevoznike da provedu mjere za ublažavanje socio-ekonomskih rizika povezanih s gubitkom pilotskih dozvola iz medicinskih razloga;
- EASA preporučuje da se definiraju načini prema kojima bi europski propisi dopuštali pilotima da budu u formi za letenje u vrijeme konzumiranja antidepresivnih lijekova pod liječničkim nadzorom;
- EASA preporučuje da europski operateri promiču provedbu grupne podrške kako bi osigurali podršku pilotima, njihovim obiteljima i kolegama da prijavljuju i raspravljaju

¹⁶ EASA – European Aviation Safety Agency – Europska agencija za sigurnost zračnog prometa

¹⁷ Kategorija 1 prema pravilniku o utvrđivanju zdravstvene sposobnosti podrazumijeva: prometne pilote zrakoplova, helikoptera i zrakoplova pogonjenih uzgonom, profesionalne pilote zrakoplova, helikoptera, zračnog broda i zrakoplova pogonjenih uzgonom te pilote zrakoplova s višečlanom posadom

¹⁸ IATA - International Air Transport Association - Međunarodno udruženje zrakoplovnih prijevoznika

o osobnim i mentalnim zdravstvenim problemima, s uvjerenjem da će se podaci čuvati u povjerenju te da će piloti biti podržani i vođeni s ciljem pružanja pomoći, osiguravajući sigurnost letenja i dopuštajući im da se vrate svojim dužnostima [14].

Isto tako, agencija koja je provodila istragu izdala je nekoliko prijedloga za zdravstveni sustav u kojem nalaže da je javna sigurnost ispred zaštite podataka pacijenata. Svaki liječnik bi, u interesu javne sigurnosti, trebao obavijestiti mjesto zaposlenja pacijenta ukoliko smatra da bi mogao ugroziti nekoga na radnom mjestu. Uvedene su i češće provjere psihičkog stanja letačke posade s ciljem sprječavanja sličnih događaja.

Završno izvješće agencije za istragu nesreće navodi kako su sigurnosni zahtjevi doveli do dizajna vrata kokpita koji onemogućuje upad neovlaštenih osoba. Takva vrata onemogućila su ulazak u kokpit prije nego se zrakoplov srušio u francuskim Alpama.

7. Mjere povećanja sigurnosti zračnih prijevoznika

Neželjeni događaji u zrakoplovstvu potaknuli su razvoj mnogih studija i programa te nove principe školovanja letačke posade s ciljem povećanja razine sigurnosti. Razvijaju se mnoge metode za analizu ljudskog čimbenika i mjere preventivnog djelovanja u zrakoplovstvu. Nadležna tijela dužna su provoditi mjere zaštite i preventivne mjere u sprječavanju daljnjih nesreća. Ovisno o tome poduzimaju li se cijelo vrijeme ili nakon zrakoplovne nesreće ili nezgode, mjere se mogu podijeliti na opće i posebne.

7.1. Opće mjere

Opće mjere zaštite temelje se na pozitivnim načelima i načinima školovanja letačke posade, iskustvu civilnog i vojnog letenja, zrakoplovnog prava i posebnih propisa, a obuhvaćaju skup postupaka kojima se postiže potrebna razina teorijsko-stručne i praktične obuke te odgoja za sigurno izvršavanje zadaća školovanja [17].

Opće mjere za sprječavanje zrakoplovnih nesreća i nezgoda obuhvaćaju:

- odabir i selekciju osoblja za zanimanje letačke posade i zrakoplovnih djelatnosti;
- kvalitetno školovanje i stalno usavršavanje zrakoplovnog kadra kako bi se na osnovi znanja smanjile i spriječile nesreće zrakoplova;
- kontinuirana usavršavanja osoblja kojima se njeguju pozitivne, a otklanjaju negativne navike i stvara radna disciplina zaposlenih;
- usavršavanje planiranja, organizacije i vođenja školovanja osoblja zaposlenog u zrakoplovnom sustavu u kojem svaki pojedini dio mora ispravno funkcionirati;
- poznavanje i svakodnevno poboljšanje psihofizičkog stanja letačke posade;
- usavršavanje i preinaka materijala za izradu zrakoplova s ciljem povećanja sigurnosti, pouzdanosti i učinkovitosti;
- izgradnja samodiscipline kao temeljnog preduvjeta za pravilno, precizno i sigurno izvršavanje letačkih i drugih zrakoplovnih zadaća (nedostatak discipline u letenju je potencijalni uzrok većine nepoželjnih događaja u zrakoplovstvu) [18].

Teorijsko i stručno školovanje igra veliku ulogu u tehnikama upravljanja zrakoplovom. Česte su zrakoplovne nesreće prouzročene nepravilnim upravljanjem u letu ili održavanjem zrakoplova na

zemlji. Zbog toga je bitna obuka osoblja u zrakoplovnim školama, na tečajevima, izobrazba u postrojbama, kao i neprekidno osobno usavršavanje. Dosadašnja iskustva pokazuju da je veliki postotak zrakoplovnih nesreća prouzročen greškom letačke posade zrakoplova. Stoga u školovanju letačke posade posebnu pozornost treba posvetiti:

- kvalitetnom svladavanju teorijsko-stručnog školovanja;
- temeljitom, postupnom i potpunom svladavanju programa tijekom školovanja na tečajevima i preobuci;
- kvalitetnom letenju na vježbama stručno-letačkog školovanja i usavršavanja;
- redovitom uvježbavanju izvanrednih postupaka, uključujući i školovanje za postupke poslije nesreće, traganje, spašavanje i preživljavanje na kopnu i vodi;
- održavanje trenaže letačke posade u temeljnim elementima tehnike pilotiranja;
- osobitu pozornost treba posvetiti sistematskom uvođenju pilota u trenažu, poslije prekida po vremenu, vrsti izobrazbe, tipovima zrakoplova i uvjetima letenja [17].

Isto tako, potrebno je organizirati prikladnu obuku svih službi i osoblja uključenih u zrakoplovne operacije (meteorološko osoblje, sanitetska služba, organizacija zračne luke, služba održavanja i druge). Pripadnici svih navedenih službi moraju proći određena usavršavanja kako bi spremno odgovarali zahtjevima suvremenih tehnologija. Proizvodnja, modernizacija i popravci zrakoplovnih dijelova i opreme, također utječu na pojavu i sprječavanje zrakoplovnih nesreća i nezgoda. Može se reći da prevencija zrakoplovnih nesreća započinje od procesa projektiranja, proračunavanja, proizvodnje pa sve do kraja eksploatacije zrakoplova. Državna tijela nadležna za promet izrađuju pravila, napatke i preporuke te poduzimaju mjere za sprječavanje zrakoplovnih nesreća, ali i ublažavanje njihovih posljedica. U okviru općih mjera za sprječavanje zrakoplovne nesreće državna tijela surađuju sa zrakoplovnom industrijom, kako tijekom projektiranja i proizvodnje, tako i za vrijeme ispitivanja i eksploatacije zrakoplova [19].

7.2. Posebne mjere

Posebne mjere za sprječavanje zrakoplovnih nesreća obuhvaćaju postupke koji se poduzimaju nakon zrakoplovne nesreće ili nezgode s ciljem sprječavanja istih ili sličnih ugrožavanja sigurnosti letenja, bez obzira jesu li ti postupci usmjereni na otklanjanje neposrednih ili posrednih uzroka. Posebne mjere kontinuirano proširuju i nadopunjuju opće mjere. Ispitivanje i utvrđivanje uzroka zrakoplovne nesreće samo je jedan dio napora u njihovom sprječavanju, jer je ispitivanje temelj za drugi dio, odnosno poduzimanje posebnih mjera. Ove mjere obuhvaćaju:

- ispravan radni postupak sa zrakoplovnim dijelovima;
- nastavne mjere;
- poboljšanje organizacije letenja i rada;
- nadopunjavanje i ispravljanje postojećih pravila i propisa;
- razne modifikacije i ograničenja;
- stegovne ili disciplinske mjere;
- nagrade i priznanja u smislu motivacije osoblja [18].

Sva nadležna tijela, organi i službe obavezni su kontinuirano predlagati i poduzimati propisane mjere iz djelokruga svog rada koje doprinose prevenciji zrakoplovnih nesreća. Realizacija posebnih mjera važna je zadaća zračnih prijevoznika. Pravilno izvršeno prethodno, temeljno i dopunsko ispitivanje, omogućuje poduzimanje jedne ili više posebnih mjera za sprječavanje zrakoplovnih nesreća, koje uključuju:

- privremenu zabranu letenja za tip zrakoplova koji je doživio nesreću, na jednom ili svim tipovima zrakoplova do pronalaženja uzroka nesreće, kao i zabranu letenja u svim zračnim prijevoznicima;
- poduzimanje zaštitnih mjera protiv letačke posade, koja je počinila pogrešku koja je ugrozila sigurnost letenja te je mogla dovesti do ugrožavanja sigurnosti letenja ili je dovela do nesreće;
- otklanjanje uzroka nesreće ili kvara na zrakoplovu, kao i pregled svih zrakoplova istog tipa ili svih tipova;
- izdavanje naknadnih objašnjenja i naputaka za ona pitanja koja nisu dobro i u potpunosti shvaćena od strane zračnih prijevoznika i po kojima se čine greške;
- ponovno proučavanje pojedinih točaka ili cijelih naputaka i pravila od strane djela ili svih zaposlenih;

- sazivanje izvanrednih sastanaka ili savjetovanja, na kojima će se analizirati aktualni programi letačke izobrazbe i donositi mjere i zaključci;
- izricanje stimulacijskih mjera [17].

Postupak ispitivanja i izvještavanja o kvarovima, otkazima i nedostacima zrakoplova sukladan je s pravilnicima zrakoplovno-tehničke struke. Temeljem evidencija o zrakoplovnim nesrećama, potrebno je utvrditi učestalost pojedinih vrsta nesreća kod zračnih prijevoznika, (uzimajući u obzir specifične namjene pojedinih prijevoznika) ustanoviti i utvrditi uzroke nesreća te poduzimati određene mjere prevencije. Isto tako, iz statistika su vidljivi sistematski kvarovi, konstrukcijski i drugi nedostaci u korištenju pojedinih tipova zrakoplova i motora. Temeljem navedenog, povjerenstvo dostavlja izvješća, kao i prijedloge o modifikacijama ili poboljšanju organizacije rada za korištenje zrakoplova, izmjenama i dopunama uputa i propisa. Zrakoplovno-tehnički zavod ili radne organizacije u zrakoplovnoj industriji također mogu sudjelovati u sprječavanju zrakoplovnih nesreća dodatnim ispitivanjima pojedinih nesreća i kvarova, a u nekim slučajevima i temeljitim ispitivanjima, izučavanjima i izvješćima o pojedinim problemima [19].

8. Zaključak

Zrakoplovna industrija ima veliku ulogu u ekonomskom razvoju cijelog svijeta. Jedan od glavnih ciljeva civilnog zrakoplovstva je osigurati sigurne, učinkovite i ekološki održive operacije na svjetskoj, regionalnoj i državnoj razini.

Suvremeni zrakoplovi sve su kompleksniji i postepeno se uvodi sve više autonomnih sustava koji rasterećuju letačku posadu zrakoplova, kao i kontrolore zračne plovidbe te ostale zemaljske službe. Međutim, važno je razmotriti utjecaj ljudi koji su još uvijek sveprisutni u industriji i smanjiti njihove greške na najmanju moguću mjeru.

Kako bi smanjili stope zrakoplovnih nesreća, potrebno je sustavno analizirati utjecaj čovjeka u zrakoplovstvu. Znanje o utjecaju ljudskog čimbenika treba se primjenjivati proaktivno na sve aspekte zrakoplovne industrije, a posebno sigurnost. Stečeno znanje treba se primjenjivati u procesima konstruiranja, izrade i certificiranja zrakoplovnih sustava, a isto tako i za vrijeme procesa osposobljavanja osoblja, prije nego što postanu operativni.

Tragedija Germanwingsovog leta 9525 podsjetila je sve u zrakoplovstvu da medicinska i psihološka stanja zaposlenih mogu imati katastrofalne posljedice, ako se ne otkriju na vrijeme. Nakon provedene istrage i objave službenog izvješća, veći dio javnosti se zapitao - u kojem trenutku je kopilot mogao biti zaustavljen? Ovakvim pitanjima bave se istražitelji zrakoplovnih nesreća čija je zadaća utvrditi glavne uzroke nesreće ili nezgode i predložiti radnje kojima bi se smanjila mogućnost sličnih pogrešaka. Preporuke moraju biti dobro promišljene kako ne bi došlo do pojave novih nesreća. U slučaju Germanwingsove nesreće, kapetan nije bio u mogućnosti provaliti u kokpit da spriječi kopilota u njegovim namjerama. Naime, zbog sigurnosnih preporuka donesenih nakon terorističkog napada na zgrade blizance u New Yorku 2001. godine ulazak u kokpit je bio gotovo nemoguć jer je preporuka nalagala redizajn vrata kokpita kako bi se spriječio ulazak neovlaštenih osoba.

U bilo kojoj fazi istraživanja nesreće ili nezgode i gdje god se ona dogodila, tijelo za istragu zrakoplovnih nesreća treba izdati prijedlog svih preventivnih radnji koje treba hitno poduzeti kako bi se spriječili slični događaji.

Ključ eliminiranja ljudskog čimbenika kao glavnog uzročnika zrakoplovnih nesreća sastoji se od kvalitetnog i kontinuiranog obrazovanja zaposlenih u zrakoplovnoj industriji. Širenje svijesti o važnosti ljudskog čimbenika omogućava međunarodnoj zrakoplovnoj zajednici povećanje učinkovitosti i sigurnosti letenja.

LITERATURA

- [1] Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva: Dodatak 13. Konvenciji o međunarodnom civilnom zrakoplovstvu: Istraživanje nesreća i nezgoda zrakoplova, Jedanaesto izdanje, ICAO, Montreal, 2016.
- [2] Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva: Priručnik za istraživanje zrakoplovnih nesreća i nezgoda – Dio 2: Procedure i kontrolne liste, Montreal, 2015.
- [3] Štimac, I.: Materijali iz kolegija „Istraživanja zrakoplovnih nesreća“, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2019.
- [4] Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva: Izvještaj o sigurnosti, Montreal, 2019.
- [5] Airbus: Statistička analiza komercijalnih zrakoplovnih nesreća 1958-2019, Blagnac, 2020.
- [6] Boeing: Statistički sažetak komercijalnih zrakoplovnih nesreća, svjetske operacije 1959-2018, Boeing Commercial Airplanes, Seattle, 2019.
- [7] Statistics, <http://www.planecrashinfo.com/cause.htm> (pristupljeno: rujan, 2020.)
- [8] Integrated Human Factors, <https://pbs.twimg.com/media/D-CtzlNXsAAAFhV.jpg> (pristupljeno: rujan, 2020.)
- [9] Human Factors Research and Application, https://www.icao.int/APAC/Meetings/2014%20CNSSG18/IP05_USA%20AI.%2011%20-%20Human%20Factors.pdf (pristupljeno: rujan, 2020.)
- [10] Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva: Priručnik za upravljanje sigurnosti u zračnom prometu, Montreal, 2018.
- [11] Marušić, Ž.: Ljudski potencijali u zrakoplovstvu, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014.
- [12] Civil Aviation Authority: Trening letačke posade – upravljanje resursima posade (CRM) i letenje na simulatoru u realnom okruženju (LOFT), West Sussex, 2002.
- [13] FAA: Ljudska greška i komercijalne zrakoplovne nesreće – sveobuhvatna analiza uz korištenje sustava za analizu i kvalifikaciju ljudskih čimbenika, Washington, 2006.
- [14] BEA: Završno izvješće, Le Bourget Cedex, 2016.

- [15] Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva: Pregled ljudskih čimbenika br. 7 – istraživanje ljudskih čimbenika u nesrećama i nezgodama, Montreal, 1993.
- [16] Europska agencija za sigurnost zračnog prometa: Godišnji pregled sigurnosti 2020., Köln, 2020.
- [17] Borković, M.: Materijali iz kolegija Istraživanje zrakoplovnih nesreća, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.
- [18] Klenović, D.: Operativni postupci i procedure pri istraživanju zrakoplovnih nesreća, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2019.
- [19] Dulikravić, I.: Analiza ljudske greške kao uzroka zrakoplovnih nesreća, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.
- [20] Risk management, <https://liannelefsrud.com/risk-management/> (pristupljeno: rujan, 2020.)

POPIS SLIKA

Slika 1. Postotak fatalnih nesreća i smrtnih slučajeva po fazama leta od 2009. do 2018.	16
Slika 2. Ljudski čimbenici u zrakoplovnom sustavu	18
Slika 3. Ljudski doprinos nastanku nesreće	19
Slika 4. Shematski prikaz SHELL modela	21
Slika 5. Reasonov model	23
Slika 6. Okvir rada sustava za analizu i kvalifikaciju ljudskih čimbenika	26
Slika 7. Mjesto nesreće i položaj pronađenih dijelova zrakoplova	33
Slika 8. Putanja leta 4U9525	35
Slika 9. Unos parametara u autopilot Airbusa A320	36

POPIS TABLICA

Tablica 1. Zrakoplovne nesreće kroz desetljeća	16
---	----

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Zrakoplovne nesreće komercijalnih letova 2014. – 2018.	12
Grafikon 2. Zrakoplovne nesreće sa smrtnim posljedicama 2014. – 2018.	13
Grafikon 3. Zrakoplovne nesreće po kategorijama događaja 1999. - 2019.	14
Grafikon 4. Visokorizične kategorije kao uzrok zrakoplovnih nesreća	14
Grafikon 5. Godišnji broj fatalnih nesreća 1959. - 2019.	15

POPIS KRATICA

- ACCID (Accident) nesreća
- ADREP (Accident/Incident Dana Reporting) baza podataka o nesrećama ili nezgodama
- BEA (Bureau of Enquiry and Analysis for Civil Aviation Safety) Istražni ured za analizu sigurnosti civilnog zrakoplovstva
- CRM (Crew Resource Management) upravljanje resursima posade
- CVR (Cockpit voice recorder) snimač glasova u pilotskoj kabini
- DNA (Deoxyribonucleic acid) deoksiribonukleinska kiselina
- EASA (European Union Aviation Safety Agency) Europska agencija za sigurnost zračnog prometa
- EASA (European Aviation Safety Agency) Europska agencija za sigurnost zračnog prometa
- EPAS (The European Plan for Aviation Safety) Europski plan za zrakoplovnu sigurnost
- FAA (Federal Aviation Administration) Savezna uprava za civilno zrakoplovstvo
- FDR (Flight dana recorder) snimač podataka o letu
- IATA (International Air Transport Association) Međunarodno udruženje zrakoplovnih prijevoznika
- ICAO (International Civil Aviation Organization) Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva
- INCID (Incident) nezgoda
- LMT (Local Mean Time) lokalno vrijeme
- MRM (Maintenance Resource Management) upravljanje resursima održavanja
- MTOW (Maximum Take Off Weight) najveća dopuštena masa u polijetanju
- SRM (Safety Risk Management) upravljanje sigurnosnim rizicima
- UTC (Coordinated Universal time) koordinirano svjetsko vrijeme, univerzalno vrijeme



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ diplomski rad
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na
objavljenu literaturu što pokazuje korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz
necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako 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 _____ diplomskog rada
pod naslovom Analiza ljudskih čimbenika u istraživanjima zrakoplovnih nesreća

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom
repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, 16.9.2020 _____

(potpis)