

# Procedure u provođenju istrage zrakoplovnih nesreća uzrokovanih ljudskim čimbenikom

---

Užarević, Iva

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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:119:363229>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-13**



Repository / Repozitorij:

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



**Sveučilište u Zagrebu**  
**Fakultet prometnih znanosti**

**Iva Užarević**

**PROCEDURE U PROVOĐENJU ISTRAGE  
ZRAKOPLOVNIH NESREĆA UZROKOVANIH  
LJUDSKIM ČIMBENIKOM**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2019.**

Zagreb, 29. ožujka 2019.

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

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 5079

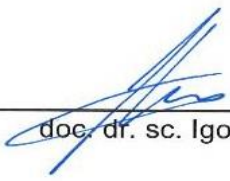
Pristupnik: **Iva Užarević (0135233201)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Zračni promet**

Zadatak: **Procedure u provođenju istrage zrakoplovnih nesreća uzrokovanih ljudskim čimbenikom**

### Opis zadatka:

U prvom dijelu rada, potrebno je definirati domaću i međunarodnu zakonsku regulativu koja je temelj za istraživanje zrakoplovnih nesreća te pojasniti klasifikaciju zrakoplovnih nesreća. Nadalje, potrebno je opisati utjecaj ljudskog čimbenika u zrakoplovstvu te navesti klasifikaciju ljudskih pogrešaka koje mogu rezultirati zrakoplovnom nesrećom. U radu je potrebno opisati jednu zrakoplovnu nesreću koja je direktno uzrokovana ljudskim čimbenikom te sukladno rezultatima istrage, dati prijedlog korektivnih mjera i prevencije kako bi se takve nesreće spriječile u budućnosti.

Mentor:

  
\_\_\_\_\_  
doc. dr. sc. Igor Štimac

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

\_\_\_\_\_

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**DIPLOMSKI RAD**

**PROCEDURE U PROVOĐENJU ISTRAGE ZRAKOPLOVNIH  
NESREĆA UZROKOVANIH LJUDSKIM ČIMBENIKOM**

**INVESTIGATION PROCEDURES OF AIRCRAFT  
ACCIDENTS CAUSED BY A HUMAN FACTOR**

Mentor: doc. dr. sc. Igor Štimac

Studentica: Iva Užarević

JMBAG: 0135233201

Zagreb, rujan 2019.

## PROCEDURE U PROVOĐENJU ISTRAGE ZRAKOPLOVNIH NESREĆA UZROKOVANIH LJUDSKIM ČIMBENIKOM

### SAŽETAK

Iako je zračni promet statistički najsigurniji oblik prijevoza, zbog mnogih čimbenika i uzročnika može doći do katastrofalnih posljedica čime se narušava sigurnost. Prema statističkim podacima, ljudski čimbenik je daleko najrasprostranjeniji uzrok nesreća i nezgoda u zračnom prometu. Drugi izvori ljudskih čimbenika, uključujući održavanje, otpremu i kontrolu leta, čine još jedan značajan udio takvih nesreća. Kako bi se spriječio nastanak sličnih neželjenih događaja u budućnosti, formirana su specijalna tijela koja se bave istraživanjem i izvješćivanjem o tim nesrećama. Ako se ljudski čimbenik koji utječe na sigurnost u zračnom prometu ne otkrije, on može uzrokovati događaje koji ugrožavaju sigurnost, ozljede radnika, ili u najgorem slučaju može uzrokovati nesreću sa smrtnim posljedicama. Kako bi se ljudski čimbenik kao glavni uzrok zrakoplovnih nesreća smanjio, a sigurnost povećala, uvode se mnoge razvojne metode te nova i stroža pravila. Cilj istraživanja nesreća i nezgoda je sprječavanje nesreća i nezgoda, a ne dodjeljivanje krivnje.

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

## INVESTIGATION PROCEDURES OF AIRCRAFT ACCIDENTS CAUSED BY A HUMAN FACTOR

### SUMMARY

Although, air transport is statistically the safest form of transport, many factors and causes can lead to catastrophic consequences, which disrupts safety. According to statistical data human error is, by far, the most pervasive cause of accidents and incident in air transportation. Other sources of human error, including maintenance, dispatch and air traffic control, make another significant proportion of such accidents. In order to prevent the occurrence of similar adverse events in the future, special bodies have been set up to investigate and report on those incidents. If human errors are not detected, they can cause events, worker injuries, and even accidents which causes death. In order to prevent the further occurrence of accidents caused by human factor, stricter rules and measures are introduced as corrective factors in order to reduce the number of accidents. The purpose of accident and incident investigation is to prevent accidents and incidents, and not to assigne guilt.

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

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. ZAKONSKA REGULATIVA .....	3
2.1. ICAO STANDARDI I PREPORUČENE PRAKSE .....	3
2.2. ZAKONSKA REGULATIVA U REPUBLICI HRVATSKOJ .....	6
3. PROCEDURE U PROVOĐENJU ISTRAGE ZRAKOPLOVNIH NESREĆA .....	9
3.1. ORGANIZACIJA I PLANIRANJE .....	9
3.2. PROCEDURE I KONTROLNE LISTE .....	10
3.3. ISTRAŽIVANJE .....	12
3.4. IZVJEŠTAVANJE .....	14
4. KLASIFIKACIJA ZRAKOPLOVNIH NESREĆA .....	16
5. LJUDSKI ČIMBENIK U ZRAKOPLOVSTVU .....	19
5.1. STATISTIKA ZRAKOPLOVNIH NESREĆA UZROKOVANIH LJUDSKIM ČIMBENIKOM .....	20
5.2. SHELL MODEL .....	21
5.3. LJUDSKA POGREŠKA .....	24
6. KLASIFIKACIJA LJUDSKIH POGREŠAKA .....	25
6.1. STRES .....	25
6.2. UMOR .....	26
6.3. POGREŠKE U KOMUNIKACIJI .....	30
6.4. POGREŠKE U ODRŽAVANJU ZRAKOPLOVA .....	32
6.5. POGREŠKE U VIZUALNOJ PERCEPCIJI .....	35
7. STUDIJA SLUČAJA: „ZRAKOPLOVNA NESREĆA NA TENERIFIMA“ .....	37
7.1. OPIS TIJEKA NESREĆE NA TENERIFIMA .....	37
7.2. ANALIZA SUDIONIKA NESREĆE .....	40
7.2.1. LETAČKE POSADE .....	40
7.2.2. OGRANIČENJE RADNOG VREMENA POSADE ZRAKOPLOVA .....	41
7.2.3. KONTROLA ZRAČNOG PROMETA .....	42
7.3. UTJECAJ MANEVARSKE POVRŠINE .....	43
7.4. TREĆA SPOJNICA .....	44
7.5. VREMENSKI UVJETI .....	45
8. PREPORUKE ZA POVEĆANJE SIGURNOSTI .....	46
8.1. SUSTAV UPRAVLJANJA SIGURNOŠĆU .....	47
8.2. UPRAVLJANJE RESURSIMA POSADE .....	48
8.3. SUSTAV UPRAVLJANJA RIZIKOM OD UMORA .....	48

8.4. REASONOVA TEORIJA SIGURNOSTI .....	51
9. ZAKLJUČAK .....	52
LITERATURA.....	54
POPIS SLIKA .....	57
POPIS TABLICA.....	58
POPIS GRAFIKONA.....	59
POPIS KRATICA .....	60

## 1. UVOD

Zračni promet je mlada grana prometa za koji statistike govore da je najsigurniji i najbrži oblik prijevoza. Zbog naglog rasta zračnog prometa, ide se prema povećanju sigurnosti zračnog prijevoza. Iako postoje zakoni, programi praćenja i razni drugi sustavi kojima je cilj prevencija zrakoplovnih nesreća i dalje dolazi do ugrožavanja sigurnosti zračnog prometa što vodi ka nastanku nesreće ili nezgode. Iz toga su razloga formirana specijalna tijela koja se bave istraživanjem i izvješćivanjem o tim nesrećama. Analizom svake zrakoplovne nesreće ili nezgode daju se sigurnosne preporuke kako bi se spriječio nastanak sličnih neželjenih događaja u budućnosti.

U diplomskom radu objasniti će se postupak istraživanja zrakoplovne nesreće te koji se modeli i metode koriste kod istrage. Svrha istraživanja je prikazati koje se procedure provode kod istrage zrakoplovnih nesreća uzrokovanih ljudskim čimbenikom. Cilj je prepoznati uzrok nesreće te navesti korektivne mjere kako bi se moglo preventivno djelovati. Za studiju slučaja koristiti će se zrakoplovna nesreća koja se dogodila na Tenerifima. Uz navedeno, koristit će se izvještaj te nesreće te će se na temelju napravljene analize predložiti rješenja i sigurnosne preporuke koje su se trebale primijeniti ili su primijenjene s ciljem prevencije daljnjih nesreća.

Rad je koncipiran u 9 cjelina.

1. Uvod
2. Zakonska regulativa
3. Procedure u provođenju istrage zrakoplovnih nesreća
4. Klasifikacija zrakoplovnih nesreća
5. Ljudski čimbenik u zrakoplovstvu
6. Klasifikacija ljudskih pogrešaka
7. Studija slučaja: „Zrakoplovna nesreća na Tenerifima“
8. Preporuke za povećanje sigurnosti
9. Zaključak

U drugom poglavlju navedene su zakonske regulative i preporučene prakse koje se odnose na sigurnost u zračnom prometu.

Također je naveden ICAO Dodatak 13 te su definirani pojmovi koji se koriste za istraživanje nesreća i nezgoda.

Sukladno ICAO Dodatku 13 u trećem poglavlju detaljno su opisane faze koje se provode u istraživanju nesreća i nezgoda.

U poglavlju četiri iznesena je klasifikacija zrakoplovnih nesreća prema studiji proizvođača zrakoplova Boeing.

Peto poglavlje obrađuje utjecaj ljudskog čimbenika u zrakoplovstvu. Istražuje se odnos između ljudskih čimbenika i sustava. Definirana je ljudska pogreška te su navedeni statistički podaci zrakoplovnih nesreća uzrokovanih ljudskim čimbenikom.



U šestom poglavlju definira se klasifikacija ljudskih pogrešaka, navode se najčešći uzročnici koji utječu na nesreće, a to su: stres, umor, pogreške u komunikaciji, vizualnoj percepciji, u održavanju zrakoplova.

U poglavlju sedam prikazana je studija slučaja zrakoplovne nesreće na Tenerifima koja je uzrokovana ljudskim čimbenikom. Opisan je tijek nesreće te je napravljena analiza sudionika i ostalih utjecaja na nesreću.

U osmom poglavlju predočene su mjere koje su se uvele nakon nesreće na Tenerifima. Navedeni su sustavi kojima se nastoji poboljšati sigurnost zračnog prometa.

U zadnjem poglavlju, iznesen je zaključak na temelju napisanog rada.

## 2. ZAKONSKA REGULATIVA

Sva pravila u zrakoplovstvu obuhvaćena su nizom međunarodnih konvencija koje se odnose na sigurnost zračne plovidbe. Međunarodne konvencije koje reguliraju svjetsko zrakoplovstvo su Čikaška i Varšavska. Naknadno su usvojeni aneksi (u daljnjem tekstu dodaci), odnosno preporučene tehničke norme.

### 2.1. ICAO STANDARDI I PREPORUČENE PRAKSE

Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva – ICAO<sup>1</sup> vladina je organizacija pod nadležnošću Organizacije ujedinjenih naroda – OUN<sup>2</sup>, utemeljena u Chicagu 1944. godine, a ustrojstvo i djelokrug njenog rada definirani su odredbama osnivačke Konvencije o međunarodnom civilnom zrakoplovstvu. Počela je djelovati 1947. godine sa sjedištem u Montrealu.<sup>3</sup>

Države moraju osnovati organizacije ili grupe za istraživanje zrakoplovnih nesreća koja moraju biti neovisna od ostalih tijela vlasti civilnog zrakoplovstva. Zemlje članice ICAO-a imaju obvezu i dužnost pratiti postojeće dokumente ICAO-a i implementirati ih u postojeće nacionalne okvire. Zakon bi trebao naglašavati kako je jedini cilj istraživanja zrakoplovnih nesreća i nezgoda sprječavanje nesreća i nezgoda, a ne dodjeljivanje krivnje.

Postoji niz međunarodnih konvencija koje se odnose na sigurnost zračne plovidbe, a jedna od osnovnih je Konvencija o međunarodnom civilnom zrakoplovstvu donesena 1944. godine u Chicagu te se zbog toga naziva i Čikaška konvencija.

Čikaškom konvencijom su usuglašena pravila za sigurno odvijanje zračnog prometa, kao što su suverenitet zračnog prostora, nacionalna pripadnost zrakoplova, uvjeti eksploatacije zrakoplova, metodologija donošenja međunarodnih normi i preporuka.

Države ugovornice obvezne su primijeniti međunarodne norme i preporuke koje se nalaze unutar usvojenih 18 dodataka Čikaške konvencije kojima se propisuju svi elementi i uvjeti funkcioniranja civilnog zrakoplovstva.

Dodaci Čikaške konvencije su:

- 1) Dozvole (licenciranje) zrakoplovnog osoblja,
- 2) Pravila letenja,
- 3) Meteorološka služba za navigaciju,
- 4) Zrakoplovne karte,
- 5) Jedinice mjere u komunikacijama zrak – zemlja,
  
- 6) Eksploatacija zrakoplova,

---

<sup>1</sup> ICAO – International Civil Aviation Organization

<sup>2</sup> OUN – Organizacija ujedinjenih naroda

<sup>3</sup> Steiner, S.: Elementi sigurnosti zračnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1998., str. 119.

- 7) Nacionalne i registracijske oznake zrakoplova,
- 8) Plovidbenost zrakoplova,
- 9) Olakšice u međunarodnom zračnom prometu,
- 10) Zrakoplovne telekomunikacije,
- 11) Služba kontrole letenja,
- 12) Traženje i spašavanje,
- 13) Ispitivanje zrakoplovnih nesreća,
- 14) Aerodromi (zračne luke),
- 15) Službe zrakoplovnog obavješćivanja,
- 16) Zaštita okoliša,
- 17) Zaštita zrakoplovstva od nezakonitog ugrožavanja,
- 18) Sigurnosni prijevoz opasne robe zrakom.<sup>4</sup>

Uz Priručnik za istraživanje zrakoplovnih nesreća i nezgoda, ICAO dokumenti koji pružaju dodatne informacije vezane uz istraživanje zrakoplovnih nesreća i nezgoda su:

- ➔ ICAO Dodatak 13 – Aircraft Accident and Incident Investigation,
- ➔ ICAO Dodatak 9 - Facilitation,
- ➔ Priručnik (ICAO Doc 9962) – Manual on Accident and Incident Investigation Policies and Procedures,
- ➔ Priručnik (ICAO Doc 9946) – Manual on Regional Accident and Incident Investigation,
- ➔ Priručnik (ICAO Doc 9683) – Human Factors Training Manual,
- ➔ Priručnik o medicini u civilnom zrakoplovstvu (ICAO Doc 8984),
- ➔ Opasnosti na lokaciji zrakoplovne nesreće (Okružnica 315),
- ➔ Smjernice za obuku istražitelja zrakoplovnih nesreća (Okružnica 298),
- ➔ Zbornik ljudskih faktora broj 7 – Istraživanje utjecaja ljudskog faktora u nesrećama i nezgodama (Okružnica 240).<sup>5</sup>

Najvažniji dokument koji se odnosi na istraživanje zrakoplovnih nesreća i nezgoda je Dodatak 13 - Aircraft Accident and Incident Investigation. U nastavku je naveden dio pojmova koji se koriste za istraživanje zrakoplovnih nesreća i nezgoda:

- ➔ *Nesreća* – događaj povezan s letenjem zrakoplova koji se odvije između trenutka kada se bilo koja osoba ukrca u zrakoplov s namjerom leta sve do trenutka kada se takve osobe iskrcaju, u kojem:
  - a) Je osoba smrtno ili teško ozlijeđena kao posljedica:
    - Bivanja u zrakoplovu,
    - Izravnog kontakta s bilo kojim dijelom zrakoplova, uključujući dijelove koji su se odvojili od zrakoplova,
    - Izravnoj izloženosti mlaznom udaru,

---

<sup>4</sup> Ibid., str. 130 – 131.

<sup>5</sup> International Civil Aviation Organization: Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation – Part 1, Montreal, 2015.

Osim kada su ozljede prirodno uzrokovane, samonanesene ili su ih nanijele druge osobe ili kada se ozlijede slijepi putnici koji se skrivaju izvan područja koji je redovno raspoloživ putnicima i posadi;

b) Zrakoplov pretrpi oštećenje ili strukturalni kvar koji:

- Nepovoljno utječe na strukturalnu čvrstoću, radnu uspješnost ili letne karakteristike zrakoplova,
- U pravilu zahtjeva veći popravak ili zamjenu oštećenog dijela,

Osim otkazivanja ili oštećenja motora pri kojima je oštećenje ograničeno na motor, njegove metalne poklopce ili dodatne dijelove; ili za oštećenje ograničeno na propelere, vrhove krila, antene, gume, kotača, kočnice, oplata, male rezove ili rupe u površini zrakoplova;

c) Zrakoplov nestane ili je potpuno nedostupan.

- *Nezgoda* – događaj, osim nesreće, povezan s letenjem zrakoplova koji utječe ili bi mogao utjecati na sigurnost leta.
- *Ozbiljna nezgoda* – nezgoda koja uključuje okolnosti koje upućuju na to da je gotovo došlo do nesreće, razlika između nesreće i ozbiljne nezgode je samo u ishodu.
- *Ovlašteni predstavnik* – osoba koju imenuje država na temelju njegovih ili njezinih kvalifikacija u svrhu sudjelovanja u istraživanju koje provodi druga država.
- *Savjetnik* – osoba koju imenuje država na temelju njegovih ili njezinih kvalifikacija u svrhu pomaganja njenom ovlaštenom predstavniku u istraživanju.
- *Istraživanje* – postupak koji se provodi u svrhu sprečavanja nesreća koji uključuje prikupljanje i analizu podataka, zaključivanje, uključujući utvrđivanje uzroka i po potrebi izradu sigurnosnih preporuka.
- *Glavni istražitelj* – osoba zadužena na temelju svojih kvalifikacija za organizaciju, provedbu i nadzor istraživanja.
- *Preliminarno izvješće* – priopćenje kojim se brzo distribuiraju podaci pribavljeni tijekom ranih faza istraživanja.
- *Sigurnosna preporuka* – prijedlog tijela nadležnog za istraživanje nesreća države koja provodi istraživanje, donesen na temelju podataka dobivenih u istraživanju i s namjerom sprečavanja nesreća ili nezgoda.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> International Civil Aviation Organization: Annex 13 – Aircraft Accident and Incident Investigation, UN, 2015.

## 2.2. ZAKONSKA REGULATIVA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Najvažniji dokumenti koji se primjenjuju u Republici Hrvatskoj su Zakon o zračnom prometu i Uredba 996/2010. U Republici Hrvatskoj osnovano je tijelo za istraživanje zrakoplovnih nesreća i nezgoda.

Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu osnovana je Zakonom o osnivanju Agencije za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu („Narodne novine“, NN 54/13, 96/18).

Agencija je osnovana kao nezavisno tijelo za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu, koje potpuno autonomno provodi sigurnosne istrage s ciljem i zadatkom utvrđivanja uzroka nesreća te s tim u vezi izdavanja sigurnosnih preporuka na osnovu nalaza provedenih sigurnosnih istraga.

Djelatnost Agencije obuhvaća poslove istraživanja nesreća i ozbiljnih nezgoda zrakoplova, poslove sigurnosnih istraga u svrhu utvrđivanja uzroka nesreće i predlaganja mjera.

Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu u potpunosti je preuzela pojmove definicije i zakone na kojima se temelji njen rad iz dokumenata ICAO-a, nacionalne i europske regulative te su trenutno na snazi.

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.

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.

Pretpostavka uspješnog rada Agencije je jasno definiranje misije, vizije i strategije razvoja, sukladno zakonskim propisima te uredbama i direktivama Europske unije koji uređuju pitanja sigurnosnih istraga nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu.

Misija Agencije je nezavisno, stručno, efikasno i racionalno obavljanje poslova i javnih ovlasti koje su temeljem Zakona stavljene u nadležnost Agencije, sa svrhom aktivnog utjecaja na sigurnost zračnog, pomorskog i željezničkog prometa te sprječavanja budućih nesreća, putem sigurnosnih preporuka koje se temelje na neovisnom i stručnom nalazu provedene sigurnosne istrage.

Vizija Agencija usmjerena je na potpuno ostvarenje javne funkcije kao nezavisnog i stručnog tijela koje obavlja istražne radnje radi utvrđivanja uzroka nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometa, a radi njihovog sprječavanja u budućnosti, postupajući pri tome po unaprijed utvrđenim i propisanim stručnim procedurama temeljenim na standardima struke i mjerama prethodne verifikacije nalaza uzroka nesreća, kao i mjerama verifikacije koje prethode objavi sigurnosnih preporuka koje imaju utjecaj na pozitivne promjene vezane uz jačanje sigurnosti zračnog, pomorskog i željezničkog prometa.

Kako bi se osigurala svrha misije, te ostvarila vizija Agencije, primjenjuju se slijedeće strateške odrednice u radu i upravljanju Agencijom:

- suradnja s drugim državnim istražnim tijelima s ciljem sklapanja ugovora o suradnji na provođenju istražnih radnji, kako bi se osigurala visoka razina učinkovitosti, žurnosti i kakvoće istraga iz nadležnosti Agencije, a čiji je jedini cilj spriječiti nesreće i nezgode u budućnosti, ne utvrđujući pritom krivnju ili kaznenu odgovornost,
- stalna i sustavna edukacija managementa i zaposlenika, poglavito istražitelja po specijalnostima te u tom smislu uspostava intenzivne komunikacije i suradnje s drugim srodnim istražnim tijelima i organizacijama u Europskoj uniji, a radi razmjene znanja i iskustava
- zapošljavanje najkvalitetnijih stručnih kadrova koji postoje na tržištu rada i njihovo stalno stručno usavršavanje u području sigurnosnih istraga nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu,
- stručna suradnja s domaćim i inozemnim, nezavisnim, stručnjacima iz raznih znanstvenih područja, koji svojim stručnim znanjem i iskustvom mogu pridonijeti točnom utvrđivanju uzroka nesreća kao i poduzimanju mjera radi njihovog sprječavanja u budućnosti,
- jasno definiranje djelokruga rada i odgovornosti unutarnjih ustrojstvenih jedinica i svakog pojedinca u Agenciji,
- uspostava sustava upravljanja kvalitetom, utvrđivanje i propisivanje stručne metodologije provođenja sigurnosnih istraga te propisivanje verifikacijske nalaza sigurnosnih istraga i sigurnosnih preporuka u postupku utvrđivanja uzroka nesreća i objave sigurnosnih preporuka,
- osiguravanje transparentnosti u radu Agencije u svim aspektima poslovanja i djelovanja, posebice u postupanju s primjedbama i prigovorima na objavljene nalaze sigurnosnih istraga i sigurnosnih preporuka,
- korištenje vanjskih usluga za djelatnosti za koje nema ekonomskog opravdanja obavljati ih vlastitim resursima Agencije,

- apliciranje za novčana sredstva iz fondova Europske unije za financiranje pojedinih projekata važnih za rad i stručni razvoj Agencije, pojedinačno ili u suradnji s drugim istovrsnim organizacijama i tijelima.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu.  
Preuzeto sa: <http://azi.hr/About> (Pristupljeno: travanj 2019.)

### **3. PROCEDURE U PROVOĐENJU ISTRAGE ZRAKOPLOVNIH NESREĆA**

Prema ICAO Dodatku 13 faze koje se provode u istraživanju zrakoplovnih nesreća i nezgoda su:

- Organizacija i planiranje,
- Procedure i kontrolne liste,
- Istraživanje,
- Izvještavanje.

#### **3.1. ORGANIZACIJA I PLANIRANJE**

U fazi organizacije i planiranja važno je procijeniti opseg zadaća i područje istrage kako bi se mogao formirati istražiteljski tim. Također mora postojati kvalificirano osoblje koji će organizirati, izvoditi, koordinirati i nadgledati istraživanje. Odgovorna osoba za organizaciju tima i dodjelu zadaće članovima timova je glavni istražitelj.

Kod organizacije i planiranja, potrebna je suradnja sa drugim upravama kao što je uprava traganja i spašavanja, uprave zračnih luka koje sudjeluju u istraživanju, pružatelji usluga u zračnom prometu, organizacije koje su povezane sa istraživanjem (policija, pravosuđe, ured mrtvozornika).

Najvažniji i najosjetljiviji zadatak je obavještavanje koji se mora pažljivo planirati i izvoditi kako se ne bi dale pogrešne obavijesti.

U trenutku kada se dogodi nesreća ili nezgoda potrebno je obavijestiti nadležno tijelo za istraživanje zrakoplovnih nesreća i nezgoda jer svako kašnjenje može prouzročiti nestanak dokaza zbog krađe, nepravilnog rukovanja olupinom, lošim vremenskim uvjetima ili zbog usklađivanja iskaza svjedoka.

Proces obavještavanja mora biti jednostavan i učinkovit. Obavijest mora biti jednostavna i mora sadržavati što više informacija te mora biti poslana bez odgode unatoč nedostatku pojedinih informacija, koje će biti naknadno poslane čim budu dostupne.

Ako se nesreća ili nezgoda dogodi na teritoriju države, a uključen je zrakoplov registriran u drugoj zemlji, država nesreće mora bez odgode poslati obavijest državi registracije, operatora, projektiranja, proizvodnje zrakoplova i ICAO-u ako se radi o zrakoplovu mase iznad 2.250 kg.

Ako se nesreća ili nezgoda dogodi na teritoriju države koja nije potpisnica ICAO-a ili izvan teritorija države, tada država registracije ima obavezu bez odgode obavijestiti državu



operatora, projektiranja i proizvodnje i ICAO-u ako se radi o zrakoplovu mase iznad 2.250 kg.<sup>8</sup>

U nastavku su nabrojani podaci koje bi obavijest trebala sadržavati:

- Za nesreće identifikacijska kratica ACCID<sup>9</sup>, za ozbiljne nezgode INCID,<sup>10</sup>
- Proizvođač, model, nacionalnost i registarske oznake te serijski broj zrakoplova,
- Ime vlasnika, operatera i unajmitelja zrakoplova,
- Ime kapetana zrakoplova i nacionalnost posade,
- Datum i vrijeme (mjesno vrijeme ili jedinstveno koordinirano vrijeme) nesreće ili ozbiljne nezgode,
- Posljednje mjesto uzlijetanja i točka namijenjenog slijetanja zrakoplova,
- Položaj zrakoplova u odnosu na neku lako definiranu zemljopisnu točku te geografska širina i duljina,
- Broj posade i putnika, u zrakoplovu, smrtno stradalih i teško ozlijeđenih,
- Opis nesreće ili ozbiljne nezgode i opseg oštećenja zrakoplova koliko je poznato,
- Naznaka do koje mjere će istraživanje biti provedeno ili delegirano od strane države nesreće ili nezgode,
- Fizičke karakteristike područja u kojem je došlo do nesreće ili ozbiljne nezgode, kao i naznaka teškoća u pristupu ili posebnih uvjeta u pristupu mjesta nesreće,
- Naznaku pošiljatelja izvješća i način svakodobnog kontaktiranja glavnog istražitelja i tijela nadležnog za istraživanje u državi u kojoj se dogodila nesreća ili ozbiljna nezgoda,
- Prisutnost i opis opasne robe u zrakoplovu.<sup>11</sup>

### **3.2. PROCEDURE I KONTROLNE LISTE**

Procedura i kontrolne liste sastavni su dio druge faze.

Tijelo nadležno za provođenje istraživanja nesreća i nezgoda ima neovisnost u provođenju istrage i ima neograničene ovlasti nad provođenjem istrage, te uključuje sljedeće procedure:

- Prikupljanje, snimanje i analizu svih relevantnih informacija o nezgodi ili nesreći,
- Ako je potrebno, izdavanje sigurnosnih preporuka,
- Ako je moguće, utvrđivanje uzroka i/ili čimbenika koji doprinose nesreći/nezgodi,
- Sastavljanje Završnog izvješća.

Opseg istrage i postupci koji se trebaju slijediti pri provođenju takve istrage treba odrediti tijelo nadležno za provođenje istrage nesreće/nezgode. Na opseg i kompleksnost istrage, veličinu i sastav istražnog tima utječu sljedeći čimbenici:

---

<sup>8</sup> International Civil Aviation Organization: Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation – Part 1, Montreal, 2015.

<sup>9</sup> ACCID - Accident

<sup>10</sup> INCID – Incident

<sup>11</sup> International Civil Aviation Organization: Annex 13 – Aircraft Accident and Incident Investigation, UN, 2015.

- Ozljeđe, smrti i oštećenje opreme, trećih osoba i okoliša,
- Identificirana i potencijalna sigurnosna pitanja koja se temelje na nesreći/nezgodi,
- Vjerojatnost ponavljanja, vjerojatnost i ozbiljnost štetnih posljedica,
- Povijest nesreće i nezgode koja se odnosi na vrstu operacije, veličinu i model zrakoplova, operatora, proizvođača, regulatora,
- Stvarna i potencijalna odstupanja od sigurnosnih i operativnih propisa, standarda, procedura i praksi.

Glavni istražitelj je zadužen za provođenje istrage. Koordinatori potpore istrazi podupiru glavnog istražitelja u svim aspektima istrage. Koordinator koji sudjeluje u glavnoj istrazi uključuju: zamjenika glavnog istražitelja, koordinatora središnjeg ureda, administrativnog koordinatora, koordinatora za odnose s javnošću i koordinatora za sigurnost mjesta događaja.

Osim navedenih istražitelja i koordinatora, u istrazi također sudjeluju i istraživačke skupine, koje se mogu podijeliti u dvije skupine:

- Operativna skupina koja uključuje skupine za:

- Operacije,
- Performanse zrakoplova,
- Medicinske/ljudske čimbenike,
- Svjedoke,
- Analizu uređaja za snimanje leta,
- Meteorologiju,
- Usluge zračne plovidbe/aerodrome,
- Preživljavanje,
- Skupina za sigurnost kabine.

- Tehnička skupina za:

- Održavanje i evidenciju,
- Sustave,
- Strukturu,
- Motornu grupu,
- Nadzor mjesta događaja,
- Otpornost na sudare,
- Foto/video skupinu.

Za svaki događaj izrađuje se kontrolna lista. One se mogu razlikovati od države do države koje bi trebale biti pregledane kako bi se utvrdilo obavljanje zadaća u skladu s procedurama.

U kontrolnoj listi se nalazi podjela aktivnosti i zadaća koje glavnom istražitelju pomažu da točno utvrdi što se mora ostvariti tijekom istrage.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> International Civil Aviation Organization: Annex 13 – Aircraft Accident and Incident Investigation, UN, 2015..

### 3.3. ISTRAŽIVANJE

ICAO Doc 9756, Dio 3 vezan je uz istraživanje zrakoplovnih nesreća. Istraga nesreće je proces kojim se analiziraju, procjenjuju i uklanjaju uzroci neželjenog događaja.

Istraživanje nesreće sastoji se od 3 faze:

U fazi prikupljanje podataka nužno je prikupiti što više podataka, posebno one podatke i informacije koje se mogu vrlo lako oštetiti ili izbrisati.

Podatke koje je potrebno prikupiti su:

- Podaci o nezgodi/nesreći – podaci se dobivaju iz planova leta, radarskih zapisa, navigacijskih i topografskih karata,
- Meteorološki podaci – mogu imati značajnu važnost prilikom planiranja i tijekom leta te mogu utjecati na performanse zrakoplova,
- Tehnički podaci – prikupljaju se na mjestu nesreće ili nezgode zajedno sa evidencijama o održavanju i proizvodnji zrakoplova, te ostalim dostupnim podacima vezanim uz uređaje i komponente u zrakoplovu,
- Ljudski faktor – najteže je u kobnim nesrećama jer je premalo svjedoka koje je moguće ispitati, kako bi se potvrdile akcije i procedure koje su provedene.

Slijedi analiza podataka koja se provodi paralelno uz proces prikupljanja podataka.

U zadnjoj fazi, fazi predavljanja nalaza nalaze se izvješća o nezgodi koja trebaju biti dostavljena u formatu navedenom u ICAO Dodatku 13 kako bi se mogla unijeti u ADREP<sup>13</sup> bazu podataka.

U fazi istraživanja važno je utvrditi i zabilježiti položaj mjesta nesreće. Određivanje položaja mjesta nesreće može se obaviti pomoću GPS prijemnika, zrakoplovnih karata ili fotografija iz zraka. Sve više se koristi GPS lokator zbog svoje preciznosti.

Fotografiranje mjesta nesreće važan je element u fazi istraživanja. Svaki istražitelj mora poznavati osnove fotografiranja kako bi se dobile fotografije koje doprinose napisanom izvješću.

Pri dolasku na lokaciju mjesta nesreće istražitelji započinju s pronalaskom glavnih strukturalnih komponenti (krila, vertikalni i horizontalni stabilizatori, motori, elise,...), te je nužno da utvrde da li su svi dijelovi bili na zrakoplovu prije nego što se nesreća dogodila. Svaki pronađeni dio se navodi u glavnoj knjizi nalaza te se numerira štapovima koji imaju zastavice prema svojim zadanim brojevima (primjerice 1 – 99, 100 – 199,...). Također treba prikupiti sve snimljene medije na zrakoplovu kao što su snimka podataka o letu i snimač za snimanje zvuka iz kokpita.

---

<sup>13</sup> ADREP – Accident/Incident Data Reporting

Nakon što se dogodila nesreća, nužno je odrediti mjesto prvog udara kako bi se mogla odrediti putanja zrakoplova u padu te koji dio zrakoplova je prvi udario u tlo. Na slici 1. vidi se veliki krater, što znači da je zrakoplov vertikalno pao velikom brzinom te je to ujedno i mjesto prvog udara.



**Slika 1.** Mjesto prvog udara, [15]

Neposredno nakon nesreće potrebno je snimiti:

- Gašenje požara,
- Spasilačke aktivnosti,
- Snimke s radara i podatke kontrole zračne plovidbe,
- Meteorološke uvjete.

Nakon što započne istraga potrebno je fotografirati, snimiti, preuzeti:

- Zračni prikaz mjesta nesreće,
- Pogled područja nesreće sa svake strane terena i iz svakog položaja,
- Snimka iz mjesta u smjeru u kojem je zrakoplov udario u tlo,
- Oštećenja na zemlji,
- Oštećenja drveća i lišća,
- Oznake sklizanja,
- Foto inventar glavnih komponenata olupine,
- Ostale materijale koji bi mogli pomoći u istrazi.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> Štimac, I.: Istraživanje zrakoplovnih nesreća (1), Autoriziranja predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017./2018.

### 3.4. IZVJEŠTAVANJE

Zadnja faza je faza izvještavanja. Za bilo koju nesreću ili nezgodu može se tražiti Preliminarno izvješće i Izvješće o nesreći/nezgodi.

Preliminarno izvješće šalje država koja provodi istraživanje za nesreće zrakoplova mase 2.250 kg, manje ili veće od 2.250 kg odgovarajućim državama i ICAO-u.

Izvješće o nesreći/nezgodi za nesreće zrakoplova mase iznad 2.250 kg i 5.700 kg šalje se ICAO-u.<sup>15</sup>

Završno izvješće je temelj za pokretanje sigurnosnih mjera potrebnih za sprječavanje daljnjih nesreća. To je izvješće glavnog istražitelja ili tijela koje vodi istragu o nesreći/nezgodi te bi trebalo detaljno obuhvatiti sve relevantne aspekte istrage.

Završno izvješće sastoji se od naslova, sažetog opisa, glavnog teksta izvješća i dodataka.

Glavni tekst izvješća obuhvaća:

- Činjenične informacije,
- Analizu,
- Zaključke,
- Sigurnosne preporuke.

U činjeničnim informacijama navodi se:

- Povijest leta,
- Podaci o ozlijeđenim osobama,
- Podaci o oštećenju zrakoplova,
- Podaci o osoblju,
- Podaci o zrakoplovu,
- Meteorološki podaci,
- Pomagala pri navigaciji,
- Komuniciranje,
- Aerodromske informacije,
- Uređaji za snimanje leta,
- Podaci o udaru i ostacima nakon nesreće,
- Podaci iz područja medicine i patologije,
- Itd.<sup>16</sup>

Država koja vodi istragu dužna je poslati kopiju nacрта Završnog izvješće u najkraćem roku:

---

<sup>15</sup> International Civil Aviation Organization, Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation – Part 4, Montreal, 2014.

<sup>16</sup> International Civil Aviation Organization: Annex 13 – Aircraft Accident and Incident Investigation, Ninth edition 2001.

- Državi koja je pokrenula istragu,;
- Državnom registru,
- Državi operatera,
- Državi dizajna zrakoplova,
- Državi proizvođača zrakoplova,
- Svakoj državi čiji su građani bili involvirani u nesreću koja je rezultirala smrću ili teškim ozljedama svojih građana,
- Svakoj državi koja je dostavila relevantne informacije, dopustila upotrebu svojih istražnih objekata ili stručnjaka.

Također, država koja provodi istragu dužna poslati kopiju Završnog izvješća ICAO-u ukoliko se radi o zrakoplovu mase iznad 5.700 kg.

Na temelju obavljene analize i donesenog zaključka, potrebno je prema potrebi navesti sigurnosne preporuke čija je svrha sprječavanje nesreća.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> International Civil Aviation Organization, Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation – Part 4, Montreal, 2014.

#### 4. KLASIFIKACIJA ZRAKOPLOVNIH NESREĆA

Prema podacima ICAO-a postoje dvije osnovne kategorije zrakoplovnih nesreća prema uzročnosti:

1. Nesreće s posljedicama smrtnog stradavanja, uzrokovane nezakonitim ugrožavanjem sigurnosti zračne plovidbe
2. Nesreće uzrokovane ostalim čimbenicima.<sup>18</sup>

Proizvođač zrakoplova Boeing je proveo studiju „Statistički pregled komercijalnih zrakoplovnih nesreća od 1959-2016. godine. U studiji su navedeni termini kao što su:

→ Ozbiljna nesreća:

Nesreća u kojoj je ispunjen bilo koji od sljedeća tri uvjeta:

- Zrakoplov je uništen više smrtnih slučajeva,
- Jedan smrtni slučaj,
- Zrakoplov koji je pretrpio znatnu štetu.

→ Fatalna nesreća

Nesreća koja je rezultat fatalne ozljede. Fatalna ozljeda je ozljeda koja rezultira smrću u roku od 30 dana od dana nesreće.

→ Nesreća gubitka trupa

Nesreća zrakoplova koji je totalno uništen ili oštećen i nepopravljiv. Nesreća uključuje, ali nije ograničena na događaje u kojima:

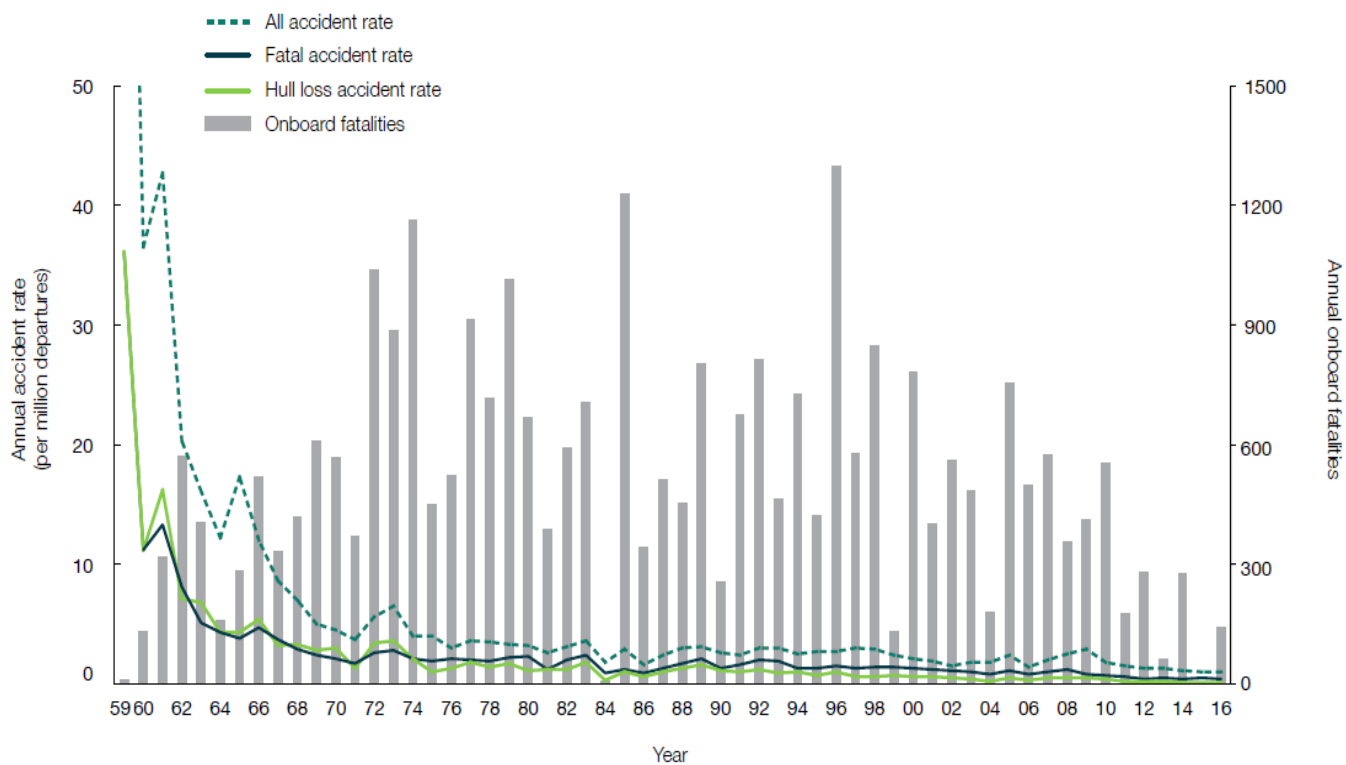
- Je zrakoplov nestao,
- Se zrakoplov smatra nestalim kada je službena potraga prekinuta i ostaci olupine nisu pronađeni,
- Je zrakoplov potpuno nepristupačan.<sup>19</sup>

Na grafikonu 1. prikazana je stopa gore navedenih zrakoplovnih nesreća na milijun polijetanja i broj poginulih po godinama. U promatranom periodu od 1956. – 2016. godine broj nesreća na milijun polijetanja i broj poginulih se smanjuje. Razlog tomu je napredak u tehnologiji proizvodnje zrakoplova, navigacijskih i komunikacijskih uređaja te usvajanje međunarodne regulative, standarda i sigurnosnih propisa. Nesreće u kojima sudjeluju najveći putnički zrakoplovi su sve rjeđe što rezultira smanjenjem ukupnog broja poginulih putnika.

---

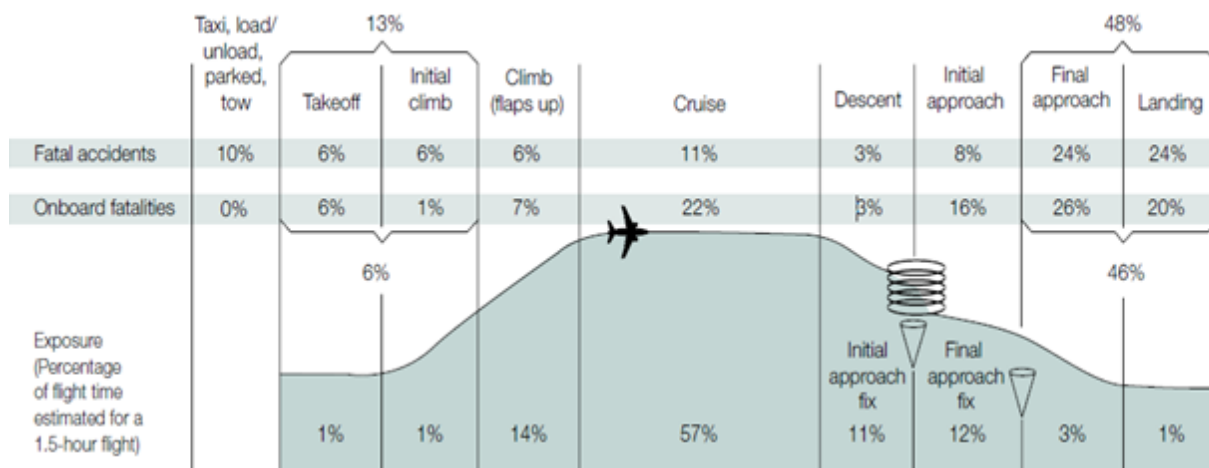
<sup>18</sup> Steiner, S.: Elementi sigurnosti zračnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1998., str. 17. – 18.

<sup>19</sup> Skybrary. Preuzeto sa: [https://www.skybrary.aero/index.php/Accident\\_Classification](https://www.skybrary.aero/index.php/Accident_Classification) (Pristupljeno: travanj 2019.)

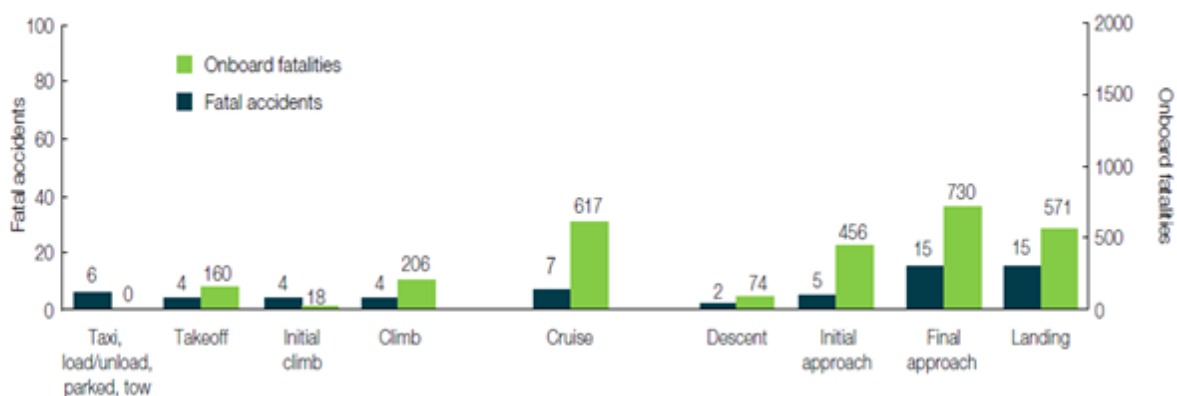


**Grafikon 1.** Stopa zrakoplovnih nesreća na milijun polijetanja i broj poginulih po godinama, [17]





Note: Percentages may not sum to 100% due to numerical rounding.



**Grafikon 2.** Postotak nesreća po fazi leta, [17]

Prema godišnjem izvještaju proizvođača zrakoplova Boeing u kojem se obrađuju statistički podaci o zrakoplovnim nesrećama na grafikonu 2. su prikazani udjeli nesreća i broja poginulih u odnosu na pojedinu fazu leta. Može se zaključiti da se najviše nesreća događa u početnoj i završnoj fazi leta. U završnom prilazu i slijetanju postotak nesreća iznosi čak 48% dok broj poginulih iznosi 46%. U početnoj fazi kod polijetanja i inicijalnog penjanja postotak nesreća iznosi 13%, a broj poginulih 7%.

## 5. LJUDSKI ČIMBENIK U ZRAKOPLOVSTVU

Ljudski čimbenik u zrakoplovstvu tumači se na mnogo različitih načina.

Proučavanje i primjena ljudskih čimbenika je veoma složena, jer ne postoji samo jedan jedinstven odgovor kako da se popravi ili promijeni način na koji određeni uvjeti ili situacije utječu na ljude. Istraživanje ljudskih čimbenika ima za cilj identificirati i optimizirati čimbenike koji utječu na performanse održavanja i inspekciju. Istraživanje uključuje mnoge discipline koje utječu na ljudske čimbenike i pomažu razumjeti kako ljudi mogu učinkovitije raditi i održavati radnu učinkovitost.<sup>20</sup>

Ljudski čimbenici pokrivaju niz pitanja, uključujući percepcijske, fizičke i mentalne sposobnosti, interakciju i učinke koji se odnose na pojedince sa njihovog posla i radnog okruženja, utjecaj opreme i dizajna sustava na ljudsku izvedbu i na kraju organizacijske karakteristike koje utječu na ponašanje koje je povezano sa sigurnošću na radu.

Također ljudski čimbenik utječe na sustave komunikacije unutar organizacije i sustave osposobljavanja i postupke u radu koji su usmjereni na sprečavanje ljudske pogreške i nesreća.

Ljudski čimbenici uključuju:

- Ljudsku fiziologiju,
- Psihologiju (uključujući percepciju, spoznaje, pamćenje, socijalna interakcija, pogreška, itd),
- Dizajn radnog mjesta,
- Uvjete okoliša,
- Sučelje ljudskog stroja,
- Antropomjere (znanstveno proučavanje mjerenja ljudskog tijela).<sup>21</sup>

Učinjen je znatan pomak u prepoznavanju problema ljudskog čimbenika, ali ostalo je još mnogo nerazjašnjenih. Primjerice, promjenjive performanse pilota kod stresa, pod nepovoljnim utjecajem alkohola ili narkotika, utjecaj procesa starenja, djelovanje psihičkih pritisaka zbog obiteljskih ili socijalnih problema, itd.<sup>22</sup>

---

<sup>20</sup>Chapeter 14, Human Factors. Preuzeto sa:

[https://www.faa.gov/files/gslac/courses/content/258/1097/AMT\\_Handbook\\_Addendum\\_Human\\_Factors.pdf](https://www.faa.gov/files/gslac/courses/content/258/1097/AMT_Handbook_Addendum_Human_Factors.pdf) (Pristupljeno: svibanj 2019.)

<sup>21</sup> Aviationknowledge. Preuzeto sa:

<http://aviationlearning.net/files/HumanFactors%20AAAt%20booklet.pdf> (Pristupljeno: svibanj 2019.)

<sup>22</sup> Steiner, S.: Elementi sigurnosti zračnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1998., str. 31.

## 5.1. STATISTIKA ZRAKOPLOVNIH NESREĆA UZROKOVANIH LJUDSKIM ČIMBENIKOM

Glavni uzročnici zbog kojih dolazi do nesreća mogu se podijeliti u tri skupine:

1. Čovjek,
2. Zrakoplov,
3. Okolina.

Budući da je čovjek podložan brojnim promjenjivim i nepredvidivim situacijama, analiza se treba usmjeriti na one elemente koji utječu na ponašanje čovjeka u nepovoljnim okolnostima. Kod odabira zrakoplovnog osoblja propisana su stroga pravila i uvjeti za izdavanje dozvola i produživanje istih.<sup>23</sup>

Prema podacima prikazanim u tablici 1. iz baze podataka u razdoblju od 01.01.1960. do 31.12.2015. vidljivo je da se najveći postotak nesreća događa zbog ljudskog čimbenika, tj. zbog greške pilota i to u prosjeku 58%.

Većina fatalnih zrakoplovnih nesreća ne događa se zbog posljedica kvara zrakoplova. Neosporno je da je ljudska pogreška vodeći uzrok smrtnih slučajeva u zrakoplovu. Vrijeme i sabotaza čine mali postotak svih padova zrakoplova. Katastrofe u svakoj od ovih kategorija (tehnički kvar, ljudska pogreška, vrijeme, sabotaza) mogu se izbjeći. Uobičajeni tehnički kvarovi kao što su eksplozije spremnika za gorivo, dekompresija i strukturni kvar su problemi dizajna ili održavanja i mogu se izbjeći tijekom procesa projektiranja i redovitog pregleda. Ljudsku pogrešku je teže kontrolirati i neizbježna je u određenoj mjeri.

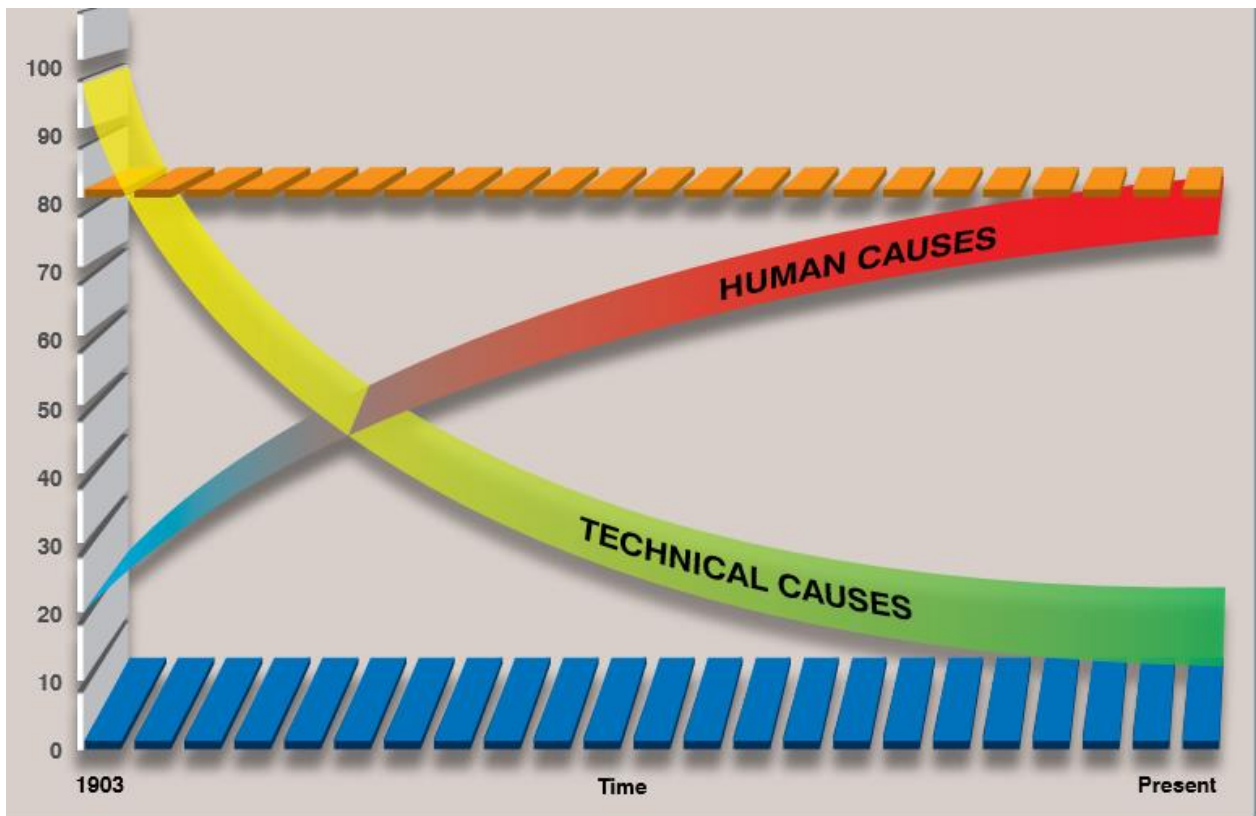
**Tablica 1.** Uzroci nesreća

Nesreće prema uzrocima						
Uzroci	1960.	1970.	1980.	1990.	2000.	Ukupno
1. Pilotska pogreška	60%	55%	54%	60%	60%	58%
2. Održavanje zrakoplova	21%	16%	18%	15%	18%	17%
3. Vrijeme	6%	5%	6%	6%	7%	6%
4. Sabotaže	5%	11%	11%	8%	9%	9%
5. Ostalo	8%	13%	11%	11%	6%	10%

Izvor: [20]

<sup>23</sup> Steiner, S.: Elementi sigurnosti zračnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1998., str. 15. – 16.

Na grafikonu 3. prikazan je statistički prikaz zrakoplovnih nesreća koji pokazuje da je 80% svih zrakoplovnih nesreća uzrokovano ljudskim čimbenicima.



**Grafikon 3.** Statistički prikaz zrakoplovnih nesreća, [18]

## 5.2. SHELL MODEL

SHELL model je konceptualni alat koji se koristi za analizu interakcije višestrukih komponenti sustava. Slika 2. pruža osnovni prikaz odnosa između ljudi i drugih komponenti na radnom mjestu. SHELL model sadrži sljedeće četiri komponente:

- Software (S): procedure, obuka, podrška,
- Hardware (H): strojevi i oprema,
- Environment (E): radna okolina u kojoj ostatak L-H-S sustava mora funkcionirati,
- Liveware(L): ljudi na radnom mjestu.



**Slika 2.** SHELL model, [21]

Središnja komponenta SHELL modela je čovjek. Iako su ljudi prilagodljivi, podložni su promjenama. Kako ljudi nisu „standardizirani“ kao hardver, tj. kao neki stroj ili oprema, rubovi ovog modela nisu jednostavni i ravni. Nisu svi ljudi savršeni u poslu kojeg obavljaju. Kako bi se izbjegla napetost koja bi mogla ugroziti ljudske performanse, potrebno je shvatiti nepravilnosti između različitih sučelja SHELL modela. Dakle potrebno je druge komponente uskladiti sa ljudima kako bi se izbjegle nepravilnosti, a to su:

→ Liveware-Hardware (L-H)

Ovo sučelje odnosi se na odnos između ljudskih i fizičkih atributa opreme, strojeva i objekata. Sučelje između čovjeka i tehnologije obično se promatra s obzirom na ljudske učinke u kontekstu zrakoplovnih operacija, i gdje postoji prirodna ljudska sklonost prilagođavanja L-H neusklađenostima. Ipak, ova tendencija ima potencijal prekriti ozbiljne nedostatke koji se mogu vidjeti tek nakon nekog događaja.

→ Liveware-Software (L-S)

L – S sučelje je odnos između ljudskih i potpornih sustava koji se nalaze na radnom mjestu, npr. propisi, priručnici, popisi za provjeru, publikacije, standardni operativni

postupci i računalni softver. Sučelje uključuje pitanja kao što su dosadašnje iskustvo, točnost, format i prezentacija, vokabular, jasnoća i simbolika.

→ Liveware-Liveware (L-L)

L – L sučelje je odnos između ljudi u radnom okruženju.

Budući da posada zrakoplova, kontrolori zračnog prometa, inženjeri za održavanje zrakoplova i drugo operativno osoblje djeluje u skupinama, važno je prepoznati da komunikacijske i međuljudske vještine, kao i grupna dinamika, imaju ulogu u određivanju ljudskog učinka.

Upravljanje resursima posade (CRM)<sup>24</sup> i njegovo proširenje na usluge zračnog prometa (ATS)<sup>25</sup> i operacije održavanja stvorile su fokus na upravljanje operativnim pogreškama na više zrakoplovnih domena. Odnosi osoblje/upravljanje, kao i cjelokupna organizacijska kultura također su u okviru ovog sučelja.

→ Liveware-Environment (L-E)

Ovo sučelje uključuje odnos između čovjeka te unutarnjeg i vanjskog okruženja. Unutarnje radno okruženje uključuje fizička razmatranja kao što su temperatura, ambijentalno svjetlo, buka, vibracije i kvaliteta zraka.

Vanjsko okruženje uključuje operativne aspekte kao što su vremenski faktori, zrakoplovna infrastruktura i teren. Psihološke i fiziološke sile, uključujući bolest, umor, financijske neizvjesnosti i zabrinutost u odnosu i karijeri, mogu biti potaknute ovom interakcijom ili potječu iz vanjskih sekundarnih izvora. Radno okruženje u zrakoplovstvu uključuje poremećaje u normalnim biološkim ritmovima i poremećaje kod spavanja. Dodatni aspekti zaštite okoliša mogu biti povezani s organizacijskim atributima koji mogu utjecati na procese donošenja odluka i dovesti do manjih odstupanja od standardnih operativnih postupaka.

Prema SHELL modelu, neusklađenost između Liveware-a i ostale četiri komponente pridonosi ljudskoj pogrešci. Stoga se ove interakcije moraju procijeniti i razmotriti u svim sektorima zrakoplovnog sustava.<sup>26</sup>

---

<sup>24</sup> CRM – Cockpit Resource Management

<sup>25</sup> ATS - Air Traffic services

<sup>26</sup>International Civil Aviation Organization, Safety Management Manual, Third edition 2013.

### 5.3. LJUDSKA POGREŠKA

Ljudska pogreška je u različitim oblicima uzročni faktor u većini zrakoplovnih nesreća, nezgoda i sigurnosnih pojava. Veći dio pogreške kod stručno osposobljenih i licenciranih operatera (posada leta, kontrolora zračnog prometa i tehničara za održavanje zrakoplova) proizlazi iz neuspjeha u primjeni standardnih operativnih postupaka na način koji je namijenjen ili u izradi loših taktičkih prosudbi.<sup>27</sup>

Važno je postaviti cilj kako bi se smanjila vjerojatnost pogrešaka i isto tako kako bi se smanjile posljedice ukoliko dođe do pogreške. Kako bi se poduzele odgovarajuće mjere potrebno je identificirati, prijaviti i analizirati pogreške.

Pogreške se mogu podijeliti u dvije kategorije:

→ Kategorija 1

Osoba namjerava izvesti radnju koja je prikladna, ali se provodi nepravilno te cilj nije postignut. To dovodi do neuspjelog izvršenja radnje te se takve radnje nazivaju omaške i propusti.

Omaška se odnosi na vidljive radnje te je obično povezana s neuspjehom pozornosti ili opažanja.

Propust se odnosi na unutarnje događaje te uključuje memoriju. Kod propusta namjera je ispravna, ali nije provedena.

→ Kategorija 2

Osoba namjerava izvesti radnju koja nije prikladna, ali se provodi pravilno te cilj nije postignut. To dovodi do greške u planiranju koje se nazivaju pogreške.

Pogreške se mogu definirati kao nedostaci ili neuspjesi u prosuđivanju i/ili procesima koji su uključeni u izbor nekog cilja ili su uključeni u određivanje sredstava za njegovo ostvarenje.<sup>28</sup>

---

<sup>27</sup>Skybrary. Preuzeto sa: [https://www.skybrary.aero/index.php/Human\\_Error\\_in\\_Aviation\\_and\\_Legal\\_Process](https://www.skybrary.aero/index.php/Human_Error_in_Aviation_and_Legal_Process) (Pristupljeno: svibanj 2019.)

<sup>28</sup> Skybrary. Preuzeto sa: [https://www.skybrary.aero/index.php/Human\\_Error\\_Types](https://www.skybrary.aero/index.php/Human_Error_Types) (Pristupljeno: svibanj 2019.)

## 6. KLASIFIKACIJA LJUDSKIH POGREŠAKA

Osnovno pitanje koje se postavlja kod ljudskih čimbenika je zašto su ljudski čimbenici, kao što su umor, samozadovoljstvo i stres, tako važni u zrakoplovstvu? Zbog toga što ljudski čimbenici izravno uzrokuju ili doprinose mnogim zrakoplovnim nesrećama. Čak 80% pogrešaka u održavanju uključuje ljudske čimbenike. Ako se ne otkriju na vrijeme, mogu uzrokovati nezgode, ozljede radnika, gubitak vremena, pa čak i nesreće.

U nastavku slijedi pojašnjenje klasifikacije ljudskih pogrešaka.

### 6.1. STRES

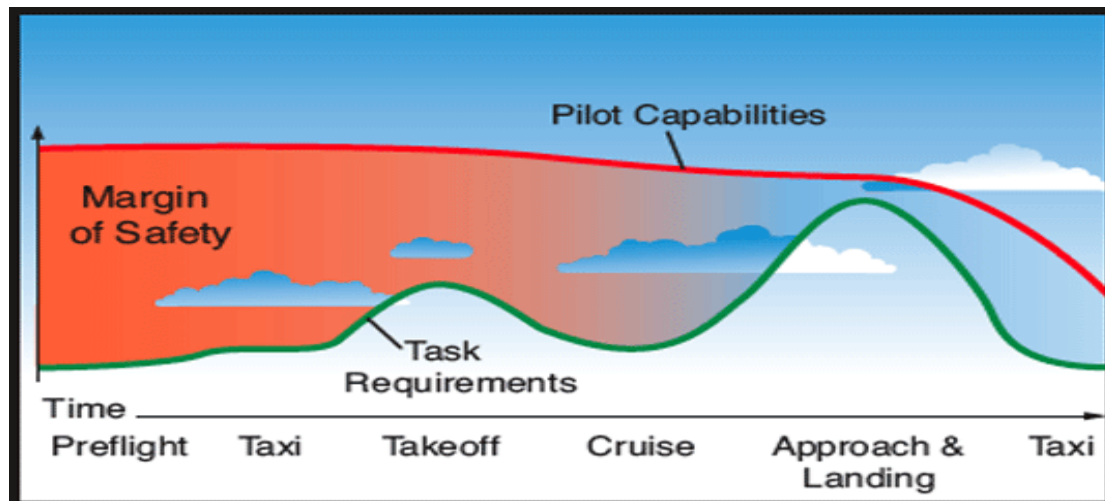
Pojam stresa se koristi za opis ljudske reakcije na postavljene zahtjeve, bilo da su ti zahtjevi za njega ugodni ili neugodni. Čimbenici koji utječu na stres nazivaju se stresori. Stresori se mogu podijeliti na fizičke, fiziološke i emocionalne. Fizički stresori uključuju uvjete okoliša kao što su visoke vrijednosti temperature i vlage, buku, vibracije i nedostatak kisika. Čimbenici kao što su umor, nedostatak tjelesne kondicije, nedostatak sna te neodgovarajuća ili neredovita prehrana koja može izazvati probavne tegobe i bolesti pripadaju u fiziološke stresore. Emocionalni stresori uključuju socijalne i emocionalne čimbenike koji se odnose na životne i intelektualne aktivnosti, kao primjerice rješavanje poteškoća tijekom leta.

Na slici 3. prikazan je dijagram granice sigurnosti koji prikazuje razliku između sposobnosti pilota i složenosti zadataka. Granica sigurnosti je minimalna tijekom prilaza i slijetanja kada je složenost zadatka najveća. Ovo je jedan od razloga zašto se nesreće događaju u ovoj fazi leta. Situacija je dodatno pogoršana na kraju leta jer je sposobnost pilota zbog učinka fizičkog i mentalnog umora smanjena. Još jedan značajan utjecaj na stres je smanjenje verbalne komunikacije između pilota. To predstavlja značajan problem u zrakoplovstvu jer dobrom komunikacijom može se vidjeti razlika između sigurnog i nesigurnog leta.<sup>29</sup>

---

<sup>29</sup> Stanley R. Trollip, Richard S. Jensen: Human factors for General Aviation, str. 6-18, 6-19, 7-5, 7-6





Slika 3. Dijagram granice sigurnosti, [24]

Stres na radu predstavlja jedan od najizazovnijih problema u području zaštite zdravlja i sigurnosti na radu s kojim se suočavaju organizacije diljem svijeta. Stres negativno djeluje na sve sudionike u organizaciji te doprinosi negativnim zdravstvenim i gospodarskim ishodima. Radnici koji doživljavaju visoke razine stresa na radnom mjestu češće imaju zdravstvene poteškoće fizičke i psihičke prirode, manje su motivirani i učinkoviti, a uz to je i njihova sigurnost na radnom mjestu ugrožena. Stres na radu rezultat je interakcije radnika i njegovog radnog okruženja. Ukoliko zahtjevi koje posao stavlja na radnika nadilaze njegove kapacitete i sposobnosti aktivnog suočavanja, radnik će doživjeti subjektivan osjećaj stresa.<sup>30</sup>

Budući da se ljudi nose sa stresom na mnogo različitih načina, stručnjaci kažu da je prvi korak identificiranje stresora i simptoma koji se javljaju nakon izlaganja tim stresorima. Ostale preporuke uključuju razvoj ili održavanje zdravog načina života s adekvatnim odmorom i vježbanjem, zdravom prehranom, ograničenom konzumacijom alkoholnih pića i izbjegavanjem duhanskih proizvoda.<sup>31</sup>

## 6.2. UMOR

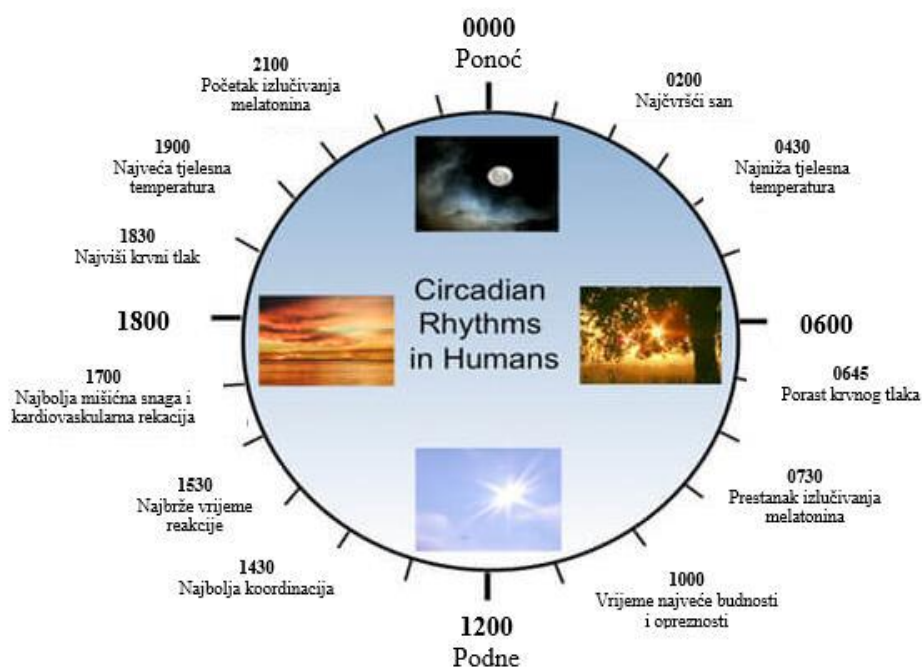
Umor je glavni ljudski faktor koji je pridonio mnogim pogreškama u održavanju koje rezultiraju nesrećama. Umor može biti mentalne ili fizičke prirode. Emotivni umor također postoji i utječe na mentalne i fizičke performanse. Za osobu se kaže da je umorna kada dođe do smanjenja ili oštećenja u bilo kojem od sljedećih slučajeva: kognitivne sposobnosti, odlučivanja, vremena reakcije, koordinacije, brzine, snage i ravnoteže. Umor umanjuje

<sup>30</sup> Hrvatski zavod za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu. Preuzeto sa: [http://hzzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/12/IZAZOV\\_STRES-NA-RADU.pdf](http://hzzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/12/IZAZOV_STRES-NA-RADU.pdf), (Pristupljeno: svibanj 2019.)

<sup>31</sup> Chapter 14, Human Factors. Preuzeto sa: [https://www.faa.gov/files/gslac/courses/content/258/1097/AMT\\_Handbook\\_Addendum\\_Human\\_Factors.pdf](https://www.faa.gov/files/gslac/courses/content/258/1097/AMT_Handbook_Addendum_Human_Factors.pdf) (Pristupljeno: svibanj 2019.)

budnost i često smanjuje sposobnost osobe da se usredotoči i zadrži pažnju na zadatak koji se obavlja.

Simptomi umora mogu uključivati i kratkotrajne probleme s pamćenjem, usmjeravanje koncentracije na nevažna pitanja, dok se zanemaruju drugi čimbenici koji su možda važniji. Umorna osoba može se lako omesti ili joj je gotovo nemoguće odvratiti pozornost. Također mogu imati nenormalne promjene raspoloženja. Umor rezultira povećanjem grešaka, lošom prosudbom i lošim odlukama ili uopće ne donošenjem odluka. Primarni uzrok umora je nedostatak sna. Dobar i miran san, bez droge ili alkohola je ljudska potreba da se spriječi umor. Umor također može biti uzrokovan stresom i prekomjernim radom. Mentalno i fizičko stanje osobe također prirodno kruži različitim razinama izvođenja svaki dan. Svaka varijabla kao što je tjelesna temperatura, krvni tlak, broj otkucaja srca, kemija krvi, budnost i pažnja svakodnevno rastu i padaju u uzorku. To je poznato kao cirkadijski ritam. Sa slike 4. može se vidjeti kako sposobnost osobe za rad (i odmor) raste i pada tijekom ovog ciklusa.<sup>32</sup>



**Slika 4.** Cirkadijski ritam, [26]

Oblici umora koje prepoznajemo u zrakoplovstvu mogu se podijeliti na ove pojavne oblike:

- Jet Leg – brzo prelaženje preko nekoliko vremenskih zona kod dugolinijskih letova
- Shift Lag – promjena leta
- Noćne smjene,

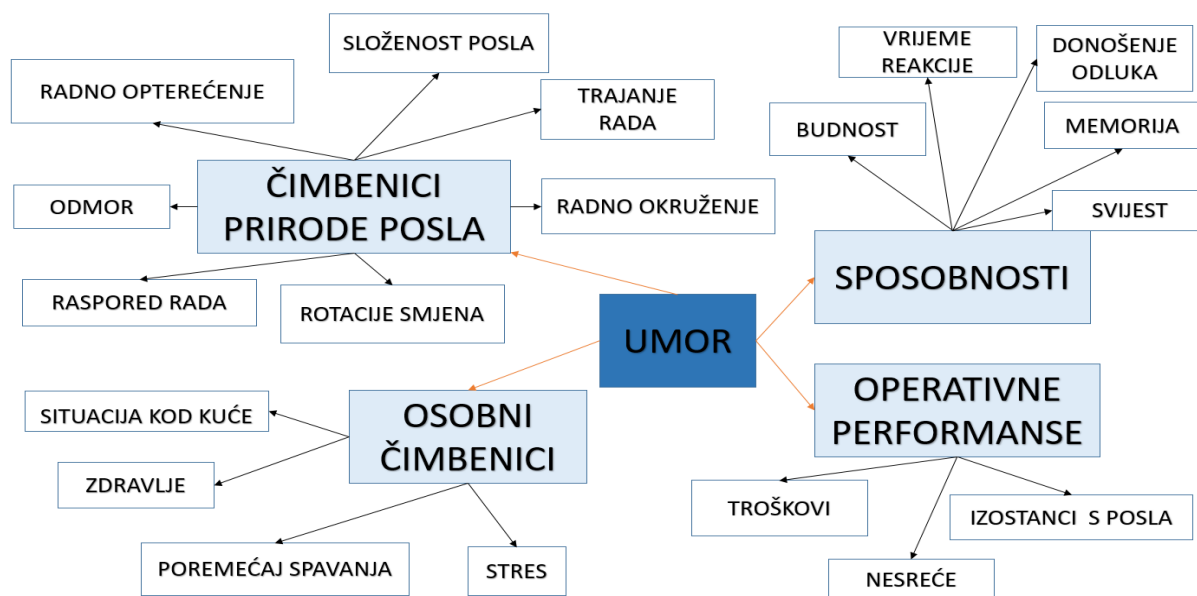
<sup>32</sup>Chapter 14, Human Factors. Preuzeto sa:

[https://www.faa.gov/files/gslac/courses/content/258/1097/AMT\\_Handbook\\_Addendum\\_Human\\_Factors.pdf](https://www.faa.gov/files/gslac/courses/content/258/1097/AMT_Handbook_Addendum_Human_Factors.pdf) (Pristupljeno: svibanj 2019.)

→ Ranojutarnje smjene,

→ Promjene smjena.

Na slici 5. prikazani su uzroci umora. Umor može nastati zbog čimbenika prirode posla i osobnih čimbenika. Čimbenici prirode posla odnose se na samu letačku dužnost (složenost i opterećenje posla, radno okruženje – pilotska kabina zrakoplova, promjena reda letenja, zamjena smjena, rerutiranja i sustav rasporeda rada, dok se osobni čimbenici odnose na životni stil, situaciju kod kuće, stanje zdravlja, kronotip, poremećaj spavanja i dr.<sup>33</sup>



Slika 5. Uzroci umora

Izvor: [27]

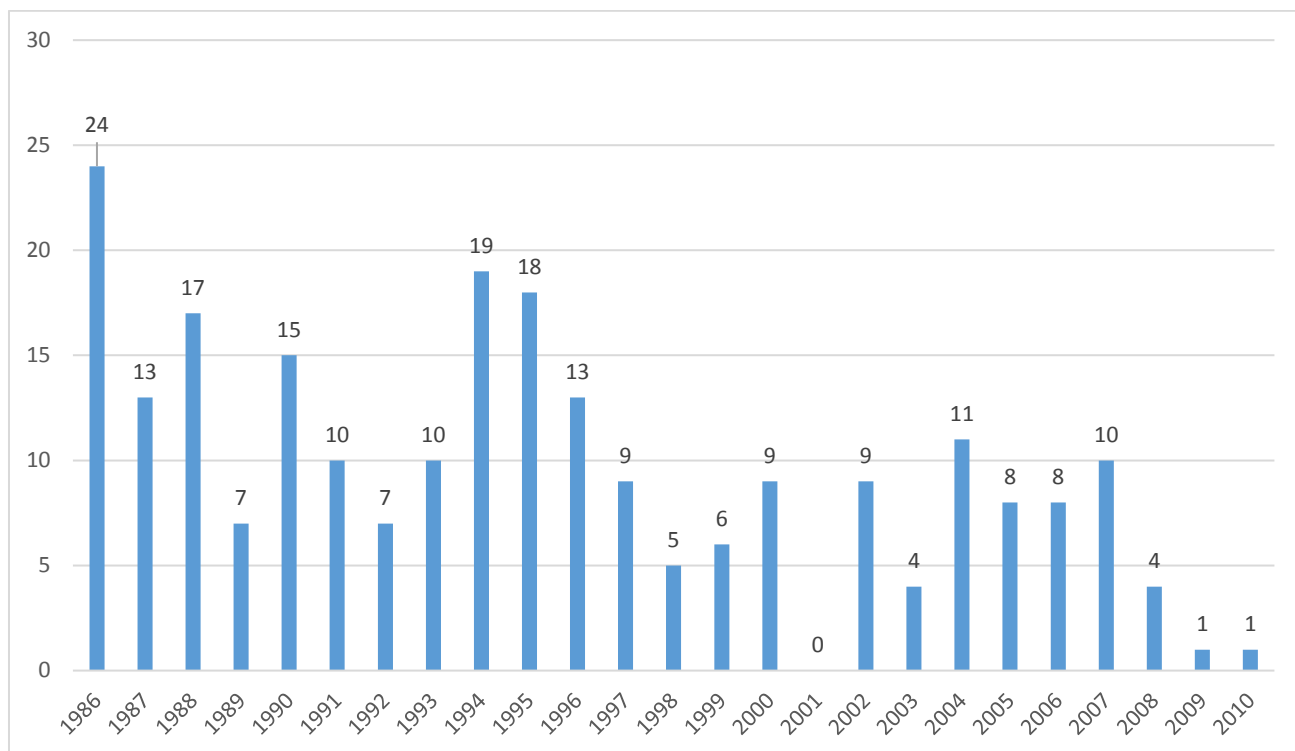
Simptomi umora su subjektivne i objektivne prirode, a najznačajniji su:

1. Subjektivni osjećaj malaksalosti, pospanosti, slabosti i nevoljkosti za rad,
2. Otežano razmišljanje,
3. Smanjena budnost,
4. Slaba i spora percepcija,
5. Nemotiviranost za rad,
6. Opadanje tjelesnog i mentalnog radnog učinka.<sup>34</sup>

<sup>33</sup>Tatalović, M., Mišetić, I., Bajić, J.: Planiranje zračnog prijevoza, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017., str. 229. – 230.

<sup>34</sup> Kroemer, K.H.E., Grandjean, E.: Prilagođavanje rada čovjeku, Naklada Slap, Jastrebarsko, 2000., str. 199., 210.

Na grafikonu 4. prikazan je broj zrakoplovnih nesreća čiji je primaran uzrok umor. Može se zaključiti kako se broj nesreća smanjuje tijekom godina.



**Grafikon 4.** Broj zrakoplovnih nesreća uzrokovanih umorom

Izvor: [28]

### 6.3. POGREŠKE U KOMUNIKACIJI

Sigurno i brzo odvijanje zračnog prometa ovisi o točnim i učinkovitim komunikacijama između pilota i kontrolora zračnog prometa. Ovaj zahtjev za učinkovitu komunikaciju postaje kritičniji kako se količina i složenost zračnog prometa povećavaju.

Pogreške u zrakoplovnoj komunikaciji ključne su za sigurnost zrakoplova. I manje pogreške mogu dovesti do katastrofalnih situacija. Provedena studija (Cardosi, 1994; Lee i Rodvold, 1993) o komunikaciji između pilota i kontrole leta otkriva šokantno nisku stopu pogreške. Svrha studije je da se pronađu čimbenici koji utječu na pogreške u komunikaciji.

Pogreške u komunikaciji koje su se otkrile u studiji su:

- Pogreške u ponavljanju i ponovnom preslušavanju, – 47%
- Pilot ne ponovi naredbu, – 25%
- Pogreške u preslušavanju tipa 2 – 18%.<sup>35</sup>

Mnogi čimbenici doprinose ovim pogreškama. U tablici 2. su prikazani najčešći čimbenici.

**Tablica 2.** Najčešći čimbenici koji doprinose pogreškama u ponavljanju i prijemu naredbi

Najčešći čimbenici koji doprinose pogreškama	Postotak
1. Slična pozivna oznaka	32%
2. Radno opterećenje kontrolora	27%
3. Očekivanja pilota	12%
4. Promjena frekvencije	10%
5. Radno opterećenje pilota	7%
6. Ostalo	20%

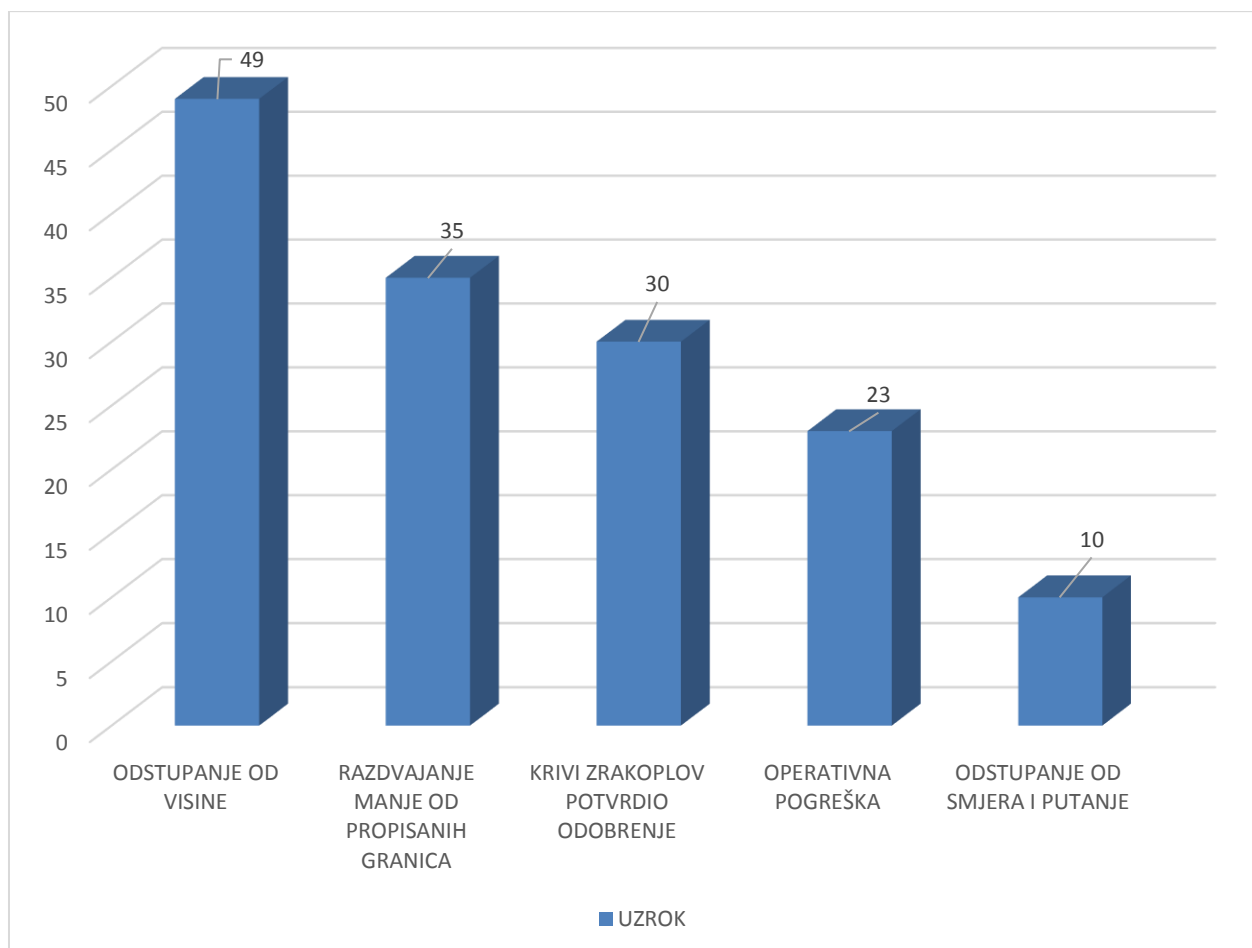
Izvor: [29]

Postoje brojni čimbenici koji doprinose ukupnim komunikacijskim problemima unutar zrakoplovne industrije. Sličan pozivni znak najveći je čimbenik, a slijede ga očekivanja pilota i opterećenje kontrolora. Važno je da i kontrolori i piloti govore polako i jasno, bez obzira na njihovo radno opterećenje, i da osiguraju da su informacije ispravne. Kontrolori bi također trebali nastojati osigurati da su odobrenja jasna i sažeta, te da ne sadrže više od četiri ključne informacije. Kada su slični pozivni znakovi na istim frekvencijama, piloti bi trebali biti

<sup>35</sup> Pilot-Controller Communication Errors. Preuzeto sa:  
<https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a356655.pdf> (Pristupljeno: svibanj 2019.)

obaviješteni o tome, kako bi posvetili svoju pozornost na detalje i minimizirali mogućnosti pogreške.<sup>36</sup>

Grafikon 5. prikazuje rezultate pogrešaka netočnog prijema i ponavljanja naredbi prema uzroku na kojem se kao najveći uzrok navodi odstupanje od visine.



**Grafikon 5.** Pogreške prema uzroku zbog netočnog prijema i ponavljanja naredbi

Izvor: [29]

<sup>36</sup> Aviationknowledge. Preuzeto sa: <http://aviationknowledge.wikidot.com/aviation:aviation-communication-errors> (Pristupljeno: svibanj 2019.)

## 6.4. POGREŠKE U ODRŽAVANJU ZRAKOPLOVA

Promatrajući globalni zrakoplovni promet na svjetskoj razini, uočeno je da se u transportnom zrakoplovstvu 12-15% svih zrakoplovnih nesreća događa zbog manjkavosti sustava održavanja zrakoplova. U 95 % slučajeva, uzrok je isključivo ljudski faktor. Najčešći uzroci nastanka ovakvih pogrešaka je neprovođenje radnih procedura na propisan način, odnosno njihovo skraćivanje.

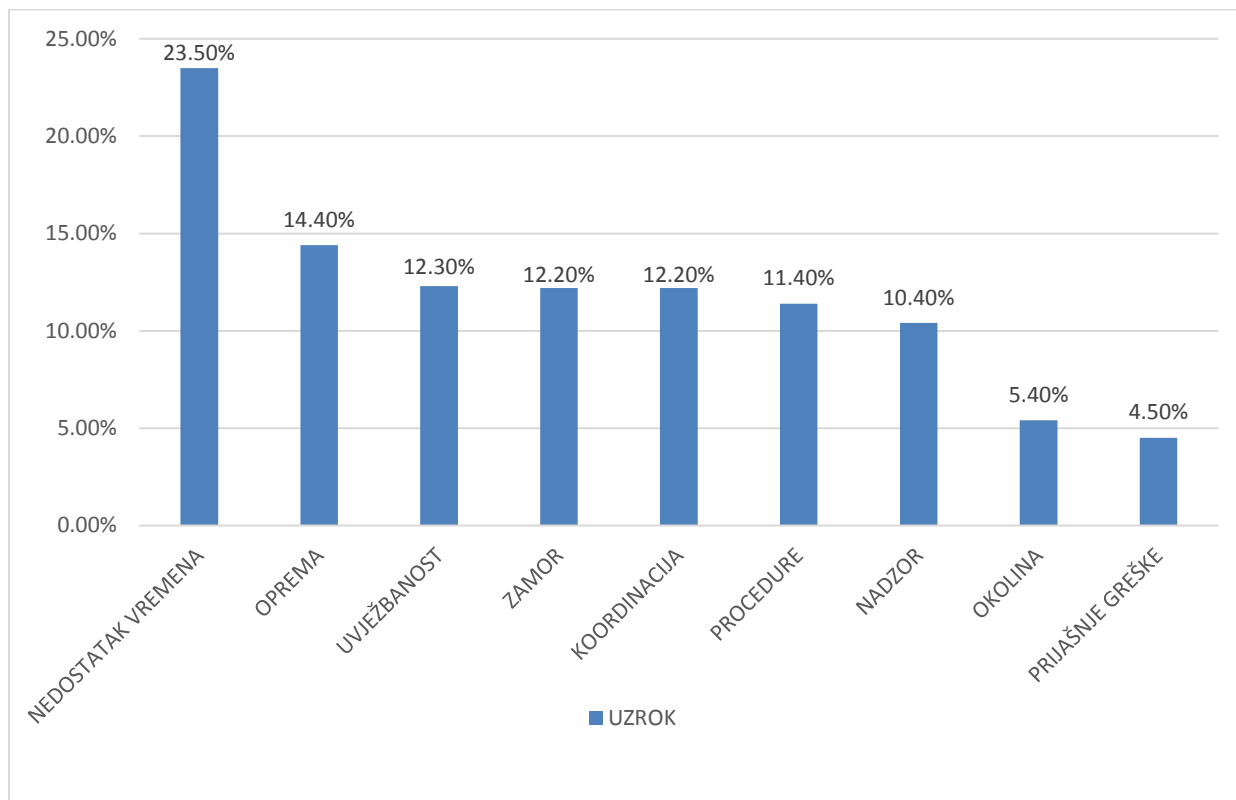
U izvještajima o uzrocima takvih nesreća, navodi se najčešće:

- Psihološki pritisak uslijed nedostatnog vremena održavanja pred polijetanje zrakoplova,
- Nedostatak adekvatne opreme, nedovoljan trening tehničkog osoblja,
- Loša međusobna koordinacija tehničkog osoblja te premorenost
- Pad koncentracije osoblja koje izvodi procedure održavanja.

Analizom stotinjak najvećih svjetskih zračnih prijevoznika na zrakoplovima mase iznad 5.700 kg uočeni su sljedeći uzroci grešaka u održavanju:

- Pogrešna montaža zrakoplovnih komponenti,
- Ugradnja pogrešnih dijelova,
- Neprecizan razvod i spajanje električne instalacije zrakoplova,
- Loše podmazivanje,
- Nedostatno pričvršćeni poklopci motora i ostalih servisnih otvora na oplati,
- Neosigurani poklopci na mjestima utakanja goriva ili motornog ulja,
- Ne otklanjanje sigurnosnih zatika brava stajnog trapa prije polijetanja zrakoplova.

Iz grafikona 6. vidljivo je kako je najveći uzrok nastanka pogrešaka nedostatak vremena. Drugi uzrok je loša i neadekvatna oprema.



**Grafikon 6.** Uzroci nastanka pogrešaka

Izvor: [5]

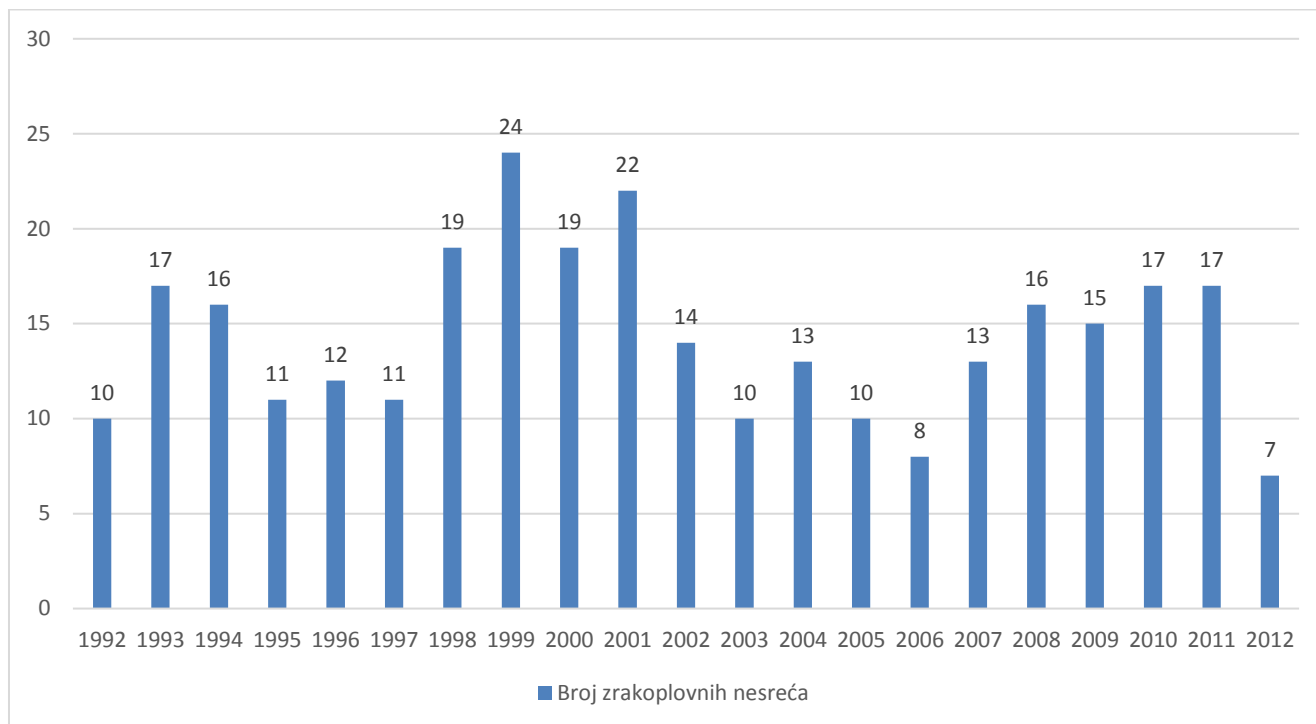
Cilj ankete koja je provedena 2006. godine bilo je utvrditi kako licencirano osoblje opaža greške u održavanju. Anketirano osoblje odgovorilo je da su najčešći uzroci ljudskih grešaka vremenska stiska i smjenski rad. Na pitanje koliko često se događaju greške u održavanju, njih 86% odgovorilo je da se događaju na tjednoj bazi.<sup>37</sup>

Pogreška održavanja postaje važno područje za zrakoplovnu industriju. Osim ljudskih troškova nesreća, pogreške u održavanju predstavljaju zrakoplovnim kompanijama problem, jer zbog tih grešaka dolazi do kašnjenja i otkazivanja letova, što zrakoplovnim kompanijama nikako nije u interesu jer su ti troškovi izuzetno visoki.

Grafikon 7. prikazuje broj zrakoplovnih nesreća uzrokovanih zbog pogrešaka u održavanju zrakoplova. Vidljivo je kako broj nesreća varira iz godine u godinu te još uvijek nije sveden na minimum. 2012. godina imala je značajan pad broja smrtnih nesreća, međutim prisilna slijetanja zbog kvara motora ili stajnog trapa i dalje se nisu smanjila.

<sup>37</sup> Marušić, Ž., Alfirević, I., Pita, O.: Metode povećanja pouzdanosti sustava održavanja zrakoplova, Tehnički vjesnik, vol. 14, Strojarski fakultet, Slavonski Brod, 2007., str. 37-45.





**Grafikon 7.** Broj zrakoplovnih nesreća u godini zbog pogrešaka u održavanju zrakoplova  
Izvor: [31]

Kako bi se smanjile i spriječile nesreće uzrokovane održavanjem zrakoplova potrebno je poduzeti konkretne mjere u pravcu izgradnje novog pristupa prema ljudskom čimbeniku. Novi pristup bazira se na:

- ➔ Priznavanju činjenice da se greške događaju,
- ➔ Priznavanju i prepoznavanju organizacijskog aspekta ljudske greške,
- ➔ Odgovornosti rukovodstva za izgradnju, provedbu i kontinuirano unapređenje sustava upravljanja greškama,
- ➔ Izgradnji nove sigurnosne kulture,
- ➔ Primjeni naučnih spoznaja i istraživanja s područja ljudskog čimbenika u održavanju.<sup>38</sup>

<sup>38</sup> Ibid., str. 37.-45.

## 6.5. POGREŠKE U VIZUALNOJ PERCEPCIJI

Vizualna iluzija rezultat je mnogih faktora, a pojavljuju se u raznim oblicima. Iluzije se javljaju kada uvjeti mijenjaju percepciju okoline pilota u odnosu na njegova očekivanja, što može dovesti do prostornih dezorijentacija ili pogrešnog slijetanja.

Analizom 76 nesreća koje su se dogodile u prilazu i slijetanju, te ozbiljnih nezgoda u razdoblju od 1984. – 1997. utvrdilo se da je 21% nesreća uzrokovano zbog dezorijentacije ili vizualne iluzije, dok je 59% nesreća uzrokovano zbog loše vidljivosti.

Sljedeći čimbenici i uvjeti utječu na sposobnost letačke posade da točno opaze okolinu koja rezultira vizualnom iluzijom:

→ *Okoliš zračne luke:*

- Tekstura tla i značajke,
- Osvjetljenje izvan zračne luke, kao što su osvijetljena parkirališta ili ulice,
- "Efekt crne rupe" na završnoj putanji leta,
- Teren u usponu ili u spustu u blizini zračne luke.

→ *Okoliš uzletno sletne staze:*

- Dimenzije uzletno sletne staze,
- Nagib uzletno sletne staze (nagib uzbrdo ili nizbrdo),
- Povlačenje terena na prilaznom kraju piste,
- Prilazna svijetla i osvjetljenje staze,
- Stanje uzletno-sletne staze.

→ *Vremenski uvjeti:*

- Plafon leta (eng. Ceiling),
- Vidljivost,
- Zaklanjanje vida.

Vizualne iluzije su najkritičnije pri prelasku s instrumentalnih meteoroloških uvjeta na vizualne meteorološke uvjete i vizualne reference. Vizualne iluzije mogu utjecati na proces odlučivanja kada i kako brzo je potrebno spuštati se s minimalne nadmorske visine.

Neki od tipičnih događaja su:

- Pilot zrakoplova koji se približava dugoj uzletno sletnoj stazi stječe dojam da je zrakoplov visoko na prilazu i opasno se spušta blizu tla;
- Pilot zrakoplova koji prilazi uzletno sletnoj stazi s izraženim nagibom stječe dojam da je zrakoplov visoko na prilazu i opasno se spušta blizu tla;
- Pilot ugleda niz uličnih svjetala i navodi se prema njima umjesto prema svjetlima uzletno sletne staze;

- ➔ Pilot polako prilazi uzletno sletnoj stazi i pogrešno procjenjuje visinu zrakoplova, što rezultira krivim slijetanjem.<sup>39</sup>

---

<sup>39</sup> Skybrary. Preuzeto sa: [https://www.skybrary.aero/index.php/Visual\\_Illusions](https://www.skybrary.aero/index.php/Visual_Illusions) (Pristupljeno: svibanj 2019.)

## **7. STUDIJA SLUČAJA: „ZRAKOPLOVNA NESREĆA NA TENERIFIMA“**

Može se tvrditi da je najveća zrakoplovna nesreća svih vremena uzrokovana uglavnom zbog posljedica ljudske pogreške. Katastrofa na Tenerifima 1977. oduzela je 583 života i mogla se izbjeći da se bolje prakticiralo upravljanjem resursima posade. Međutim, nesreću nije uzrokovala samo ljudska pogreška.

Svrha ove studije slučaja je analizirati zašto se ta nesreća dogodila i dati sigurnosne preporuke koje mogu pomoći kako bi se spriječile slične katastrofalne nesreće u budućnosti.

### **7.1. OPIS TIJEKA NESREĆE NA TENERIFIMA**

Najveća nesreća prema broju žrtava u povijesti zračnog prometa dogodila se na zračnoj luci Los Rodeos 27. ožujka 1977. U nesreći su sudjelovala dva zrakoplova tipa Boeinga 747, Pan Am-ov zrakoplov na letu 1736 iz Los Angelesa preko New York-a i KLM-ov zrakoplov na letu 4805 iz Amsterdama. Nesreća je posljedica spleta okolnosti.

Dok su oba zrakoplova letjela prema zračnoj luci Las Palmas, eksplodirala je teroristička bomba na terminalu te zračne luke. Kako su pripadnici terorističke skupine upozoravali da je postavljena još jedna eksplozivna naprava, zrakoplovne vlasti su privremeno zatvorile zračnu luku i preusmjerile sve dolazne letove koji su tamo trebali sletjeti prema regionalnog zračnoj luci Los Rodeos, između ostalog i zrakoplove Pan Am-a i KLM-a.

Dok se približavao Tenerifima, kapetan Pan Am-ovog zrakoplova zatražio je dopuštenje da se zadrži u prostoru za čekanje (holding) jer je imao dovoljno goriva. ATC<sup>40</sup> je odbio zahtjev posade te im naredio da slete.

Nakon što je opasnost od daljnjih eksplozija prošla, zrakoplovne vlasti su ponovo otvorile terminal na zračnoj luci Las Palmas za sav promet.

Pan Am-ov zrakoplov je bio spreman za odlazak sa zračne luke prije pogoršanja vremenskih uvjeta i smanjenja horizontalne vidljivosti, no kapetan KLM-ovog zrakoplova odlučio je prije polijetanja uzeti dovoljno goriva za povratni let do Amsterdama. Ta odluka spriječila je odlazak Pan Am-ovog zrakoplova i samim time im prouzročila kašnjenje. Nakon ukrcanja goriva, putnici KLM-ovog zrakoplova su vraćeni u zrakoplov, ali potraga za nestalom četveročlanom obitelji je dodatno odgodila polijetanje, te su se za to vrijeme vremenski uvjeti pogoršali.

Pozicije parkiranih zrakoplova Pan Am i KLM, zahtijevali su da oba zrakoplova taksiraju po jednoj uzletnoj sletnoj stazi kako bi došli na poziciju za polijetanje.

---

<sup>40</sup> ATC – Air Traffic Control

KLM-ov zrakoplov je prvi morao izaći na uzletno sletnu stazu, zbog položaja u kojem je bio parkiran. Vidljivost je u tom trenu bila promjenjiva, od dobre do jako loše. Nakon što je KLM-ov zrakoplov došao do kraja staze, napravio je okret od 180°, kako bi se postavio u poziciji za polijetanje. Posada u kokpitu je provodila pred poletne provjere, te je zahtjev za odobrenje bio odgođen sve dok se zrakoplov nije postavio u smjeru polijetanja na stazi 30.

Dok je KLM-ov zrakoplov čekao odobrenje, Pan Am-ov zrakoplov je bio upućen da ide niz istu uzletno sletnu stazu, te da ju napusti koristeći treći izlaz na lijevoj strani (C-3), gdje će nastaviti vožnju po paralelnoj voznoj stazi. Oba kapetana su izrazila zabrinutost zbog vremenskih uvjeta. Smanjena vidljivost, neadekvatna opremljenost zračne luke navigacijskim uređajima te neispravan sustav svjetlosne signalizacije, stvarali su uvjete koji nisu bili sigurni za sigurno manevriranje i polijetanje.

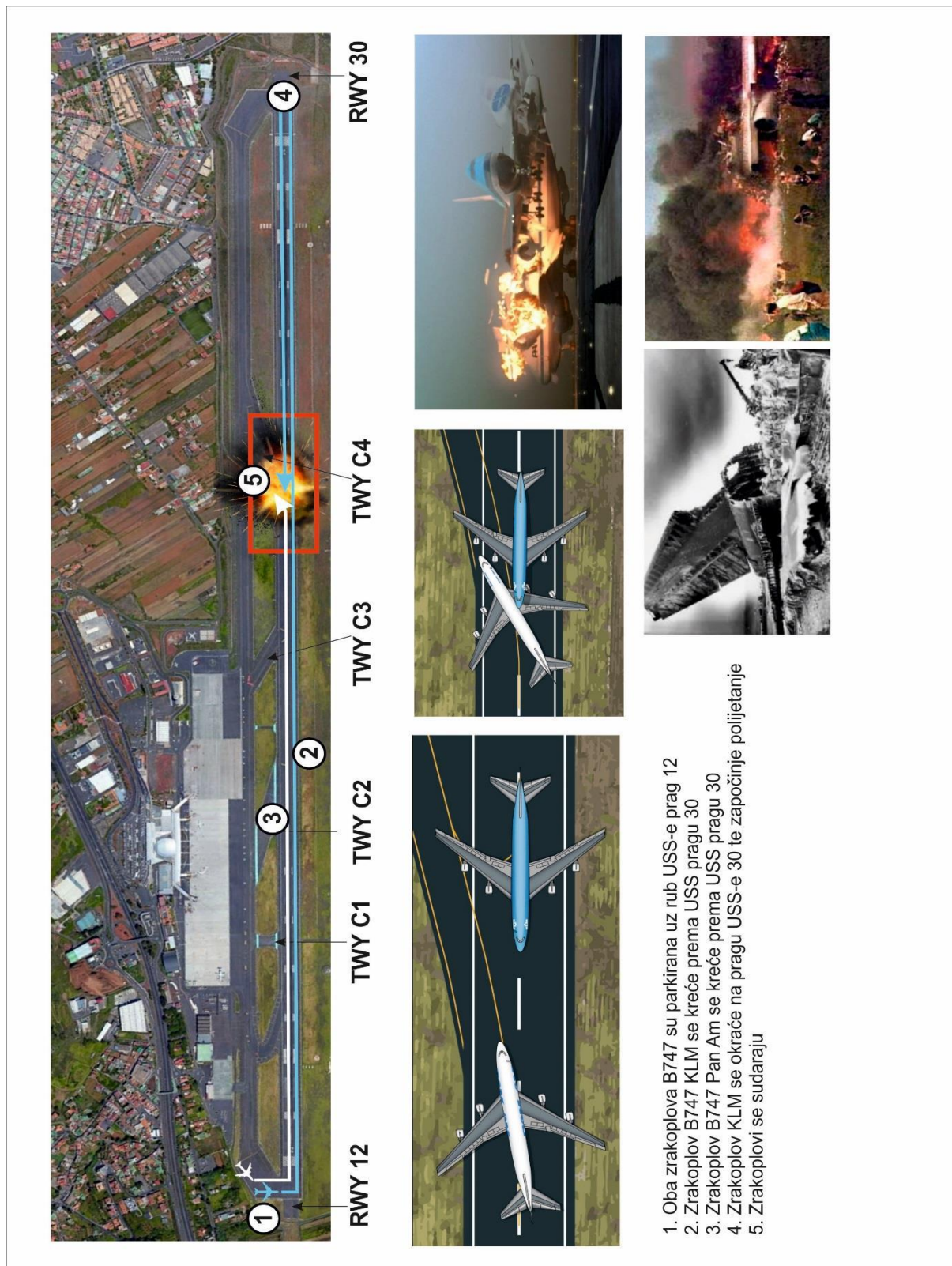
Druga situacija koja je doprinijela nesreći bila je vezana uz nejasnoće koje je imala posada Pan Am-ovog zrakoplova. Zatražili su pojašnjenje od kontrole o tome da li im je kontrolor rekao da koriste prvi ili treći izlaz, na što im je kontrolor odgovorio: „*Treći, gospodine, jedan, dva, tri, treći, treći.*“ Zbog nepostojanja oznaka ili vertikalne signalizacije kapetan je imao problem sa pronalaženjem izlazne staze.

Zbog nerazumijevanja poruka i smetnji u radio komunikaciji između kontrolora i KLM-ovog zrakoplova, zrakoplov KLM je započeo sa procedurom polijetanja dok je Pan Am još bio na uzletno sletnoj stazi. U tom trenutku na uzletno sletnoj stazi još uvijek je bila gusta magla i nije bilo dovoljno horizontalne vidljivosti, što je dovelo do toga da oba pilota nisu imali mogućnost vidjeti jedan drugoga i kontrolor u tornju nije mogao vidjeti zauzetost staze i točne pozicije zrakoplova.

Posada Pan Am-a vidjela je da KLM-ov zrakoplov dolazi iz magle. Pilot Pan Am-a nakon što je uočio da mu se KLM približava, ubrzao je motore i oštro skrenuo u lijevo, ali nije imao dovoljno vremena da izbjegne sudar.

U trenutku kada je kapetan KLM-a shvatio da je Pan Am-ov zrakoplov još na stazi za polijetanje, prisilio je svoj zrakoplov na uzlijetanje, ali nije uspio postići potrebnu visinu kako bi preletio Pan Am-ov zrakoplov. Do sudara je došlo blizu sjecišta s četvrtim izlazom / spojnicom (C-4).

Na slici 6. prikazani su položaji zrakoplova i njihova putanja prema poziciji za polijetanje te mjesto sudara.



1. Oba zrakoplova B747 su parkirana uz rub USS-e prag 12
2. Zrakoplov B747 KLM se kreće prema USS pragu 30
3. Zrakoplov B747 Pan Am se kreće prema USS pragu 30
4. Zrakoplov KLM se okraće na pragu USS-e 30 te započinje polijetanje
5. Zrakoplovi se sudaraju

**Slika 6.** Prikaz položaja zrakoplova, njihova putanje prema poziciji za polijetanje i mjesto sudara, [13]

Nesreći je doprinijela i dodatna količina goriva koja je povećala masu zrakoplova. Povećana težina zahtijevala je veću potrebnu dužinu staze kako bi zrakoplov dobio dovoljno

uzgona i brzine za uzlijetanje. Također, dodatna količina goriva je izazvala snažnu eksploziju koja se proširila na veliku površinu i otežala pristup vatrogasnoj službi u početnoj fazi gašenja, što je smanjilo stopu preživljavanja putnika.

Istraživanje je pokazalo da je glavni uzrok nesreće bio kapetan KLM-ovog zrakoplova koji je započeo polijetanje bez jasne dozvole za polijetanje od strane kontrolora.

Od 644 osobe na letu, katastrofalnu nesreću preživjela je 61 osoba, uključujući pilote i inženjere leta Pan Am-ovog zrakoplova.<sup>41</sup>

## 7.2. ANALIZA SUDIONIKA NESREĆE

Najvećom nesrećom u zrakoplovstvu smatra se zrakoplovna nesreća na Tenerifima. Nesreća se ponajviše dogodila zbog posljedica ljudske pogreške. Osim ljudske pogreške, na nesreću su utjecali i mnogi drugi uzroci. Vrijeme koje je nedvojbeno utjecalo na slijed događaja i teroristička bomba kojom su i započeti problemi. Nesreća je mogla biti izbjegnuta da se bolje upravljalo resursima radnog vremena posade.

Nadalje u idućim poglavljima obradit će se analiza letačke posade i kontrole zračnog prometa.

### 7.2.1. LETAČKE POSADE

U Službenom izvješću nesreće, kojeg su provodile španjolske Civilne zrakoplovne vlasti, navedeni su podaci o letačkom iskustvu posada.

U tablici 3. navedeni su podaci o letačkom iskustvu članova posade KLM-ovog zrakoplova te broj sati naleta na zrakoplovu tipa B-747.

**Tablica 3.** Prikaz letačkog iskustva članova posade KLM-ovog zrakoplova

KLM		
	Ukupni nalet/h	B-747 nalet/h
1. Kapetan	11.700	1.545
2. Kopilot	9.200	95
3. Inženjer leta	17.031	543

Izvor: [33]

<sup>41</sup> Aircraft Accident Report, Human Factors Report on the Tenerife Accident. Preuzeto sa: <http://project-tenerife.com/engels/PDF/alpa.pdf> (Pristupljeno: lipanj 2019.)

Kapetan KLM-ovog zrakoplova bio je voditelj kompanijskog Flight Training odjela i instruktor letenja. Kao instruktor letenja veći dio vremena je provodio na trening letovima koji su obično kraći i imaju manje operativnih problema od redovnih letova, zbog kojih je izgubio osjećaj koji je potreban posadi tijekom dugolinijskog leta, kao što su dobra kondicija i koncentracija.

U vrijeme nesreće KLM-ova posada bila je na dužnosti 9 sati i 20 minuta. U izvještaju stoji da je kapetan KLM-ovog zrakoplova nekoliko puta zatražio od kopilota informacije koje su već dostavljene. To je ukazivalo na neki oblik dekoncentracije. Također je bio zaokupljen provođenjem pred poletnog kontrolnog popisa. Kapetan je htio što prije izvršiti polijetanje zbog vremenskih uvjeta na stazi i zbog vremenskog ograničenja radnog vremena posade. Kako još nisu imali odobrenje ATC-a za polijetanje kapetan je zamolio kopilota da ga ponovo zatraži, ali dok je kopilot ponavljao odobrenje, kapetan je dodao gas i započeo sa ubrzavanjem zrakoplova.

U tablici 4. prikazano je letačko iskustvo članova posade Pan Am zrakoplova te broj sati naleta na zrakoplovu tipa B747.

**Tablica 4.** Prikaz letačkog iskustva članova posade Pan Am zrakoplova

PAN AM		
	Ukupni nalet/h	B-747 nalet/h
1. Kapetan	21.043	564
2. Kopilot	10.800	2.796
3. Inženjer leta	15.210	559

Izvor: [33]

U vrijeme nesreće posada Pan Am-ovog zrakoplova bila je na dužnosti 11 sati i 20 minuta. Stres kod posade Pan Am-a uzrokovan je zbog dugog kašnjenja njihovog leta koji je uzrokovan od strane španjolskih vlasti i zbog odluke kapetana KLM-a da napuni zrakoplov gorivom.<sup>42</sup>

## 7.2.2. OGRANIČENJE RADNOG VREMENA POSADE ZRAKOPLOVA

U prosincu 1976. pravila vezana za vremenska ograničenja radnog vremena posade su se promijenila. Rezultat te promjene bio je da kapetan više nema veliku diskreciju donošenja odluke o produljenju radnog vremena posade, kako bi izvršio uslugu prijevoza. Kapetanima je bilo zabranjeno prekoračiti ta ograničenja, jer u slučaju prekoračenja zračni prijevoznik može poduzeti različite mjere penalizacije, pa čak i kazneni progon po zakonu.

<sup>42</sup> Ibid.



Primarni uzrok stresa kod posade KLM-ovog zrakoplova bila je nesigurnost uzrokovana pravnim ograničenjima na njihovo radno vrijeme te potencijalni učinci na završetak njihovog leta. U izvješću o nesreći navodi se da je posada KLM-a dok je čekala na odobrenje za startanje motora, raspravljala o mogućoj novčanoj kazni, kazni zatvorom ili gubitkom dozvola, ukoliko bi se prekoračilo dozvoljeno radno vrijeme. Dodatni stres su im stvarali kaotični uvjeti koji su mogli rezultirati ukidanjem leta do Amsterdama. Kapetan KLM-a razgovarao je s KLM-ovim uredom za operacije u Amsterdamu preko radio komunikacijskog uređaja. Rečeno mu je da neće imati problema ako uspije poletjeti prije određenog vremena. U slučaju da se polijetanje odgodilo, ostanak na Los Rodeosu uzrokovao bi poremećaje u odvijanju reda letenja i planiranim rotacijama zrakoplova, brojna kašnjenja na mreži te dodatne financijske troškove za kompaniju.

Svi ti uzroci utjecali su na kapetana koji je htio što prije poletjeti kako bi izbjegao zatvaranje zračne luke zbog pogoršanja vremenskih uvjeta koji su utjecali na smanjenje minimalne horizontalne vidljivosti.

Njegova preokupacija vezana uz prekoračenje radnog vremena, dekoncentracija i stres, rezultirale su donošenjem krive odluke koja je dovela do niza nesigurnih radnji koje su rezultirale nesrećom.

Istraga je otkrila da su ograničenja vezana uz radno vrijeme posade, važan psihološki faktor koji smanjuje njihovu koncentraciju pri obavljanju rutinskih zadataka.

U zakonu stoji kako posade na letu trebaju imati propisan odmor kako bi tijekom leta bile sposobne za donošenje ispravnih odluka. Zakonom se sprječava letenje nakon isteka radnog vremena.<sup>43</sup>

### **7.2.3. KONTROLA ZRAČNOG PROMETA**

U vrijeme nesreće, u kontrolnom tornju bili su kontrolor aerodromske i prilazne kontrole iz kojeg su pružali kontrolu zračnog prometa. Rad kontrole zračnog prometa na dan nesreće bio je neobično težak zbog broja zrakoplova koju su preusmjereni zbog terorističke bombe na zračnoj luci Las Palmas. Pozicija kontrolora tornja nije bila popunjena zbog nedostatka osoblja. Oba kontrolora došla su na dužnost oko 10:00 GMT.

Odobrenje za Pan Am-ov zrakoplov izdao je kontrolor aerodromske kontrole, dok je prilazna izdala odobrenje KLM-ovom zrakoplovu. Njihova odobrenja dana su na različitim frekvencijama. Naglasak kontrolora aerodromske kontrole otežao je posadi Pan Am-a da razumije uputu. Nije jasno zašto je kontrolor uputio Pan Am-ov zrakoplov na spojnicu C-3, a ne spojnicu C-4, što bi zahtijevalo skretanje sa uzletno sletne staze pod kutom od 35° stupnjeva te bi bio u smjeru kretanja zrakoplova prema paralelnoj stazi za vožnju.

---

<sup>43</sup> Ibid.

Komunikacijska greška koja se dogodila između kontrolnog tornja i KLM-a, bila je kobna za sve. Kopilot je kontaktirao toranj i rekao da su spremni za polijetanje. Toranj je samo odgovorio kako je staza prazna, bez da su im dali odobrenje za polijetanje. Kako je kapetan htio što prije izvršiti polijetanje za koje nije dobio odobrenje, kopilot mu je još jednom ponovio upute, no bez obzira na to on je započeo polijetanje.

Posada Pan Am-a je promašila spojnicu C-3 te je još uvijek bila na uzletnoj sletnoj stazi, znajući da se KLM-ov zrakoplov priprema za polijetanje.

No kako je KLM-ov zrakoplov u međuvremenu krenuo u polijetanje bez odobrenja, postigao je brzinu koja je bila prevelika da se zrakoplov zaustavi prije udara u Pan Am-ov zrakoplov. U vrijeme nesreće magla je bila toliko gusta da se piloti nisu mogli vidjeti te je sudar bio neizbježan.

Kontrolori su morali osigurati sigurno odvajanje zrakoplova pod vrlo lošim uvjetima vidljivosti i bez pomoći zemaljskog radara. Zbog guste magle, jedino radio komunikacijom je bio moguć prijenos informacija i javljanje trenutne pozicije zrakoplova na manevarskoj površini.

U izvješću nesreće, stoje nizozemski komentari koji ukazuju na pozadinske zvučne šumove na KLM CVR<sup>44</sup>-u koji upućuju na to da je kontrolor slušao prijenos nogometne utakmice, putem radija ili televizije.

Zbog šumova kod komunikacije, važni dijelovi informacija su bili nečujni, što je također utjecalo na daljnje događaje.<sup>45</sup>

### **7.3. UTJECAJ MANEVARSKJE POVRŠINE**

Zračna luka Los Rodeos nalazi se na nadmorskoj visini od 633 m iznad morske površine. Dužina uzletno sletne staze iznosi 3.171 m, dok je širina 45 m. Orijentacija staze je poprečna u odnosu na dužu os otoka i položena je u smjeru RWY 12/30.

Zračna luka nije bila dizajnirana za prihvatanje velikog broja zrakoplova koji je bio preusmjeren prema zračnoj luci na dan nesreće. Zbog posljedica zagušenja na parkirnim pozicijama, bilo je potrebno da kontrolori osmisle rješenje za zrakoplove koji su istovremeno bili na stazi. Kontrolori su morali osigurati sigurno odvajanje zrakoplova u uvjetima loše vidljivosti bez pomoći zemaljskog radara. Budući da oprema za mjerenje RVR<sup>46</sup> nije bila

---

<sup>44</sup> CVR – Cockpit Voice Recorder

<sup>45</sup> Aircraft Accident Report, Human Factors Report on the Tenerife Accident. Preuzeto sa: <http://project-tenerife.com/engels/PDF/alpa.pdf> (Pristupljeno: lipanj 2019.)

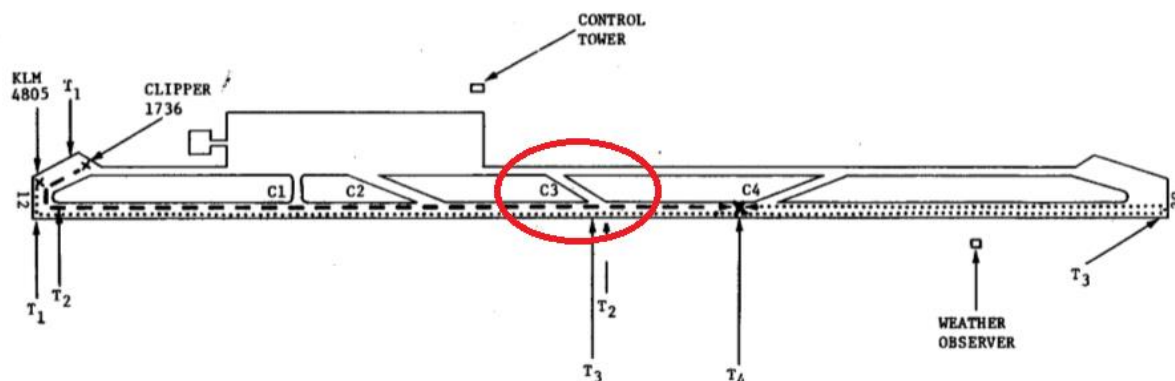
<sup>46</sup> RVR - Runway visual range

dostupna, kontrolori nisu bili u mogućnosti osigurati točne informacije o vidljivosti posadi KLM-a i Pan Am-a. Također u vrijeme nesreće svjetla središnjice bila su izvan funkcije.<sup>47</sup>

#### 7.4. TREĆA SPOJNICA

Posada Pan Am-ovog zrakoplova dobila je upute da koriste treću spojnicu za izlaz sa uzletno sletne staze. Na zrakoplovnoj karti koju je koristila posada Pan Am-a, spojnice/vozne staze nisu bile označene brojevima, što bi se moglo zaključiti da nisu postojali znakovi ili neke druge oznake koje bi identificirale izlaze na uzletno sletnu stazu na zračnoj luci Tenerife, jer kada je kontrola rekla da koriste treću spojnicu, piloti nisu znali da li je prva spojnica na ulasku na uzletno sletnu stazu ujedno i prva spojnica ili se prva ne broji, pa se zapravo počinje brojati od druge spojnice. Ta situacija je dodatno zbunila posadu Pan Am-a.

Na slici 7. prikazana je treća spojnica. Za korištenje treće spojnice bila su potrebna dva zaokreta od 148°. širina spojnice i paralelne vozne staze je 73,8 stopa (22,25 m). Zrakoplov B-747 treba minimalnu širinu čvrste konstrukcije od 142 stope da bi se okrenuo za 180°. Posada Pan Am-a gledajući kartu zračne luke smatrala je da se prvi zaokret može izvesti uz održavanje svih kotača zrakoplova na nosivoj površini na izlazu sa staze za polijetanje, no nisu vjerovali da je moguć drugi zaokret od 148°. U izvješću nesreće stoji da drugi zaokret nije bilo moguće izvesti.



Slika 7. Prikaz treće spojnice, [33]

Posada je bila uvjerenjena da ih je kontrolor morao navesti da koriste zadnju izlaznu spojnicu C-4, koja uključuje zavoj od 35°. U izvještaju nije navedeno zašto je kontrolor rekao posadi Pan Am-a da koriste izlaz C-3, umjesto C-4. Posada je vjerovala da je kontrolor morao biti upoznat sa kritičnom geometrijom zrakoplova B-747, nakon što su vidjeli druge zrakoplove B-747 na zračnoj luci. Na temelju tog zaključka i prethodne konfuzije oko dodijeljene izlazne

<sup>47</sup> Aircraft Accident Report, Human Factors Report on the Tenerife Accident. Preuzeto sa: <http://project-tenerife.com/engels/PDF/alpa.pdf> (Pristupljeno: lipanj 2019.)

spojnice, vjerovali su da je bolje nastaviti s njihovim planom koji je uključivao napuštanje staze preko spojnice C-4, nego da i dalje postavljaju pitanja kontroloru.

Prema izvještaju studijske skupine, zaključili su kako je Pan Am-ov zrakoplov prošao treću izlaznu spojnicu u trenutku kada je izdano odobrenje KLM-ovom zrakoplovu.<sup>48</sup>

## 7.5. VREMENSKI UVJETI

Budući da se zračna luka Los Rodeos nalazi na 633 m (2077 stopa) nadmorske visine, stanje oblaka se bitno razlikuje od ostalih u mnogim drugim zračnim lukama diljem svijeta. Oblaci koji se nalaze na visini od 600 m (2000 stopa) iznad razine tla, razlikuju se od normalne magle. Takvi oblaci predstavljaju opasnost na zračnoj luci Los Rodeos jer se nalaze na nivou manevarskih površina te time značajno smanjuju horizontalnu vidljivost i onemogućavaju posadama vizualni kontakt i orijentaciju u prostoru.

Sa stajališta pilota ti oblaci uzrokovali su jako lošu vidljivost. Vidljivost je varirala od prilično dobrih uvjeta u jednom trenutku do ispod minimuma u drugom trenutku. Tako je horizontalna vidljivost kada je zrakoplov Pan Am izašao na stazu za polijetanje bila oko 500 m, a ubrzo nakon vožnje po stazi pala je na manje od 100 m. KLM je imao dobru vidljivost, ali je vjetar nosio oblake niz stazu za polijetanje, tj. prema njima. Kapetan KLM-a prije početka ubrzavanja motora rekao je: „Požurite, inače će se ponovo potpuno zatvoriti.“

Vidljivost na uzletno sletnoj stazi određivala se iz nekoliko točaka mjerenja. Uređaji su trebali promatrati promjenjive vremenske uvjete te odrediti horizontalnu i vertikalnu udaljenost. U slučaju da je vidljivost na stazi za polijetanje pala ispod vrijednosti propisanih granica za pojedinu kategoriju, bilo je potrebno izvijestiti toranj o tome, kako bi kontrolni toranj te informacije mogao prenijeti posadi.

U ICAO Dodatku 14 navedene su minimalne vrijednosti horizontalne i vertikalne vidljivosti. Minimalne vrijednosti ovise o opremljenosti staze za polijetanje ILS<sup>49</sup> opremom te ostalim uređajima i sustavom rasvjete.

Ukoliko su svjetla središnjice izvan funkcije, potrebna je veća vrijednost vidljivosti pri polijetanju. Budući da svjetla nisu bila u funkciji, kapetan Pan Am-a zahtijevao je vidljivost od 800 m za polijetanje.

Sudar zrakoplova dogodio se na mjestu vrlo visoke gustoće oblaka, što objašnjava činjenicu da zahtjevi za vrijednosti minimalne horizontalne vidljivosti za polijetanje nisu bili poštivani. Prvi znak da nešto nije uredu, bio je zvuk eksplozije dva zrakoplova.<sup>50</sup>

---

<sup>48</sup> Aircraft Accident Report, Human Factors Report on the Tenerife Accident. Preuzeto sa: <http://project-tenerife.com/engels/PDF/alpa.pdf> (Pristupljeno: lipanj 2019.)

<sup>49</sup> ILS – Instrumental Landing System

<sup>50</sup> Aircraft Accident Report, Human Factors Report on the Tenerife Accident. Preuzeto sa: <http://project-tenerife.com/engels/PDF/alpa.pdf> (Pristupljeno: lipanj 2019.)

## 8. PREPORUKE ZA POVEĆANJE SIGURNOSTI

Nakon provedene istrage utvrđen je temeljni uzrok ove nesreće. Uzrok koji je izazvao nesreću bio je kapetan KLM-a koji je započeo polijetanje bez odobrenja, nije prekinuo polijetanje kada je Pan Am izvijestio toranj da još nisu napustili uzletnu stazu, te je na upit inženjera leta da li je Pan Am napustio stazu, odgovorio potvrdno.

Preporuke koje su donesene nakon nesreće kako bi ih se spriječilo u budućnosti su:

- Sve zrakoplovne komunikacije moraju se provoditi terminologijom koja je standardizirana u zrakoplovstvu. Osoblje mora tečno pričati engleski jezik sa minimalnim naglaskom. Dozvoljeno je korištenje samo standardnog, sažetog i nedvosmislenog zrakoplovnog jezika.
- Piloti koji su instruktori letenja trebali bi većinu vremena letjeti na redovnim linijskim letovima kako bi se smanjio efekt „sindroma vježbanja“ (Training Syndrome).
- Riječ „polijetanje“ treba izbjegavati u ATC odobrenju te je potrebno osigurati odgovarajući vremenski razmak između davanja ATC odobrenja i odobrenja za polijetanje.
- Zemaljski radari bi se trebali nalaziti na svim zračnim lukama kako bi kontrola leta imala informacije o vidljivosti na manevarskim površinama.
- Komercijalni zrakoplovi ne bi smjeli taksirati po stazi za polijetanje u uvjetima vidljivosti manje od 150 m, osim ako su svjetla ili druga vizualna pomagala te zemaljski radar u funkciji
- Svjetla za slijetanje/polijetanje na zrakoplovu trebaju biti uključena kad god je to moguće.<sup>51</sup>

Uvođenjem radara za površinsko kretanje – SMR<sup>52</sup> žele se spriječiti daljnje nesreće ili nezgode. SMR je dizajniran za otkrivanje svih glavnih značajki na površini aerodroma, uključujući zrakoplov i promet vozila, te za prikaz cijele slike na radarskom indikatoru u kontrolnom tornju.

U uvjetima slabe vidljivosti, SMR se koristi za:

- praćenje kretanja zrakoplova i vozila na manevarskim površinama u uvjetima smanjenje vidljivosti,
- pružanje informacija pilotima i vozačima vozila o usmjeravanju na manevarskoj površini,
- pružanje savjeta i pomoći za sigurno i učinkovito kretanje zrakoplova i vozila na manevarskim površinama.<sup>53</sup>

Preporuka za povećanje sigurnosti su bolje oznake na manevarskim površinama. Sve zračne luke moraju imati oznake na manevarskim površinama. Oznake su osmišljene da

---

<sup>51</sup> Ibid.

<sup>52</sup> SMR – Surface Movement Radar

<sup>53</sup> Skybrary. Preuzeto sa: [https://www.skybrary.aero/index.php/Surface\\_Movement\\_Radar](https://www.skybrary.aero/index.php/Surface_Movement_Radar) (Pristupljeno: lipanj 2019.)

omoguće jednostavno vođenje i kontrolu kretanja na površinama, posebice kada na uzletnoj stazi vladaju uvjeti smanjene vidljivosti. Oznake moraju biti osvijetljene za noćne operacije i za operacije u uvjetima slabe vidljivosti.<sup>54</sup>

## 8.1. SUSTAV UPRAVLJANJA SIGURNOSTI

Sustav upravljanja sigurnošću – SMS<sup>55</sup> je sustav kojim se osigurava siguran rad zrakoplova kroz učinkovito upravljanje sigurnosnim rizicima. Ovaj sustav je dizajniran za kontinuirano poboljšanje sigurnosti identificiranjem opasnosti, prikupljanjem i analizom podataka i kontinuiranom procjenom sigurnosnih rizika.

SMS je nužan da bi zrakoplovna organizacija mogla identificirati opasnosti i upravljati sigurnosnim rizicima s kojima se susreću tijekom isporuke svojih proizvoda ili usluga. SMS sadrži ključne elemente koji su bitni za identifikaciju opasnosti i upravljanje sigurnosnim rizicima osiguravajući da:

- su dostupne sve potrebne informacije,
- su odgovarajuća sredstva dostupna za uporabu organizacije,
- alati odgovaraju zadatku,
- su alati razmjerni potrebama i ograničenjima organizacije,
- se odluke donose na temelju potpunog razmatranja sigurnosnog rizika.

SMS okvir sadrži četiri komponente, koje predstavljaju minimalne zahtjeve za implementaciju sustava:

- Sigurnosna politika i ciljevi,
- Upravljanje rizicima,
- Osiguranje sigurnosti,
- Sigurnosna promocija.

SMS nastoji proaktivno zadržati ili ublažiti rizike prije nego dovedu do nesreća ili nezgoda u zrakoplovstvu.<sup>56</sup>

---

<sup>54</sup> Skybrary. Preuzeto sa: [https://www.skybrary.aero/index.php/Taxiway\\_Surface\\_Markings\\_and\\_Signs](https://www.skybrary.aero/index.php/Taxiway_Surface_Markings_and_Signs) (Pristupljeno: lipanj 2019.)

<sup>55</sup> SMS – Safety Management System

<sup>56</sup> International Civil Aviation Organization: Safety Management Manual (Doc 9859) Third Edition, International Civil Aviation Organization, Chicago, 2013

## 8.2. UPRAVLJANJE RESURSIMA POSADE

Posljednjih desetak godina, u statistikama zrakoplovnih nesreća, gotovo 70% nesreća uzrokovano je elementima greške letačkog osoblja u korištenju raspoloživih sredstava. Problemi koji su se promatrali tijekom istraživanja pripisuju se lošem timskom radu i odlučivanju, neučinkovitoj komunikaciji, neodgovarajućem upravljanju te slaboj komunikaciji. Istraživanje je pokazalo da je potrebno staviti veći naglasak na čimbenike koji utječu na koordinaciju posade i upravljanje resursima posade.

Stoga se Upravljanje resursima posade (eng. Cockpit Resource Management – CRM) može definirati kao djelotvorna uporaba svih raspoloživih sredstava, tj. opreme, procedura i ljudi kako bi se postigle sigurne i učinkovite letačke operacije. Iako se CRM-u može pristupiti na više različitih načina, postoje neke bitne značajke.

Obuka bi se trebala usredotočiti na funkcioniranje letačke posade kao čitavog tima, a ne samo na skupinu tehnički kompetentnih pojedinaca, te bi trebala pružiti mogućnost članovima posade da vježbaju svoje vještine zajedno u ulogama koje obično obavljaju u letu. Naglašavaju se elementi kao što su: svjesnost situacije, vođenje, raspodjela odgovornosti, postavljanje prioriteta, uporaba podataka, komunikacija, itd. Obuka bi trebala naučiti članove posade kako da koriste različite načine koji pospješuju učinkovitost posada.<sup>57</sup>

## 8.3. SUSTAV UPRAVLJANJA RIZIKOM OD UMORA

Zbog umora, stanje mentalnih ili fizičkih sposobnosti je smanjeno. Smanjenje sposobnosti utječu negativno na izvođenje radova.

Umor je glavna opasnost za ljudske čimbenike jer utječe na većinu aspekata sposobnosti člana posade da obavlja svoj posao te utječe na sigurnost.

ICAO je tako definirao sustav upravljanja rizikom od umora (FRMS)<sup>58</sup> kao:

*Upravljanje rizicima umora je sustavan i kontinuiran proces praćenja podataka o upravljanju sigurnosnim rizicima povezanih s umorom te utvrđenih n znanstvenim načelima i znanju, kao i na operativnom iskustvu radi osiguravanja djelovanja relevantnog osoblja na odgovarajućoj razini budnosti.*

FRMS ima za cilj osigurati da su članovi letačke i kabinske posade dovoljno oprezni kako bi mogli raditi na zadovoljavajućoj razini učinkovitosti. Primjenjuje načela i procese iz SMS-a za upravljanje specifičnim rizicima povezanim sa umorom članova posade. Kao i SMS, FRMS nastoji postići realnu ravnotežu između sigurnosti, produktivnosti i troškova.

---

<sup>57</sup> ICAO: Human Factors Digests No. 2: Flight Crew Training: Cockpit Resource Management (CRM) and Line-Oriented Flight Training (LOFT), Montreal, 1994.

<sup>58</sup> FRMS – Fatigue Risk Management System

On nastoji proaktivno identificirati mogućnosti za poboljšanje operativnih procesa i smanjiti rizik, kao i identificirati nedostatke nakon nepovoljnih događaja.

Tradicionalni regulatorni pristup upravljanju umorom članova posade je propisivanje ograničenja na maksimalne dnevne, mjesečne i godišnje letove i radno vrijeme, a zahtijevaju minimalne prekide unutar i između radnog vremena. Ovaj pristup proizlazi iz dugogodišnjeg ograničenja radnog vremena koje postoji još od industrijske revolucije. Ona je ušla u sektor transporta početkom 20. stoljeća u nizu propisa koji su ograničavali radno vrijeme u željezničkim, cestovnim i zrakoplovnim operacijama. Pristup definira da duga neprekinuta razdoblja rada mogu uzrokovati umor, te da je potrebno vrijeme za odmor kako bi se posao mogao izvesti bez ikakvih posljedica.

Povećalo se razumijevanje ljudske pogreške i njezina uloga u uzrokovanju nesreća. Nesreće i nezgode rezultat su interakcija između organizacijskih procesa (tj. uvjeta na radnom mjestu koje dovode članove posade do neuspjeha) te mogu imati negativne učinke na sigurnost. FRMS pristup je osmišljen kako bi pružio ekvivalentnu ili poboljšanu razinu sigurnosti, a istovremeno pružio veću operativnu fleksibilnost.<sup>59</sup>

Tako je primjerice Novozelandska zrakoplovna kompanija Air New Zealand jedna od prvih zračnih prijevoznika koja je počela implementirati sustav upravljanja rizikom umora. Kod reaktivne metode članovi posade, piloti i kopiloti ispunjavaju izvješće umora putem obrasca nakon odrađenog leta. Ispunjen obrazac izvješća umora određuje fizičko stanje pilota pod utjecajem umora. Na slici 8. prikazan je obrazac.

---

<sup>59</sup> IATA, IFALPA, ICAO: Fatigue Risk Management System, Implementation Guide for Operators, 1st Edition, 2011.



If confidentiality required tick here <input type="checkbox"/>			
Name	Employee No.	Pilot/CCM	(circle)
<b>WHEN DID IT HAPPEN?</b>		Local report date	Time of event (local report time)
Duty description (trip pattern)			
Sector on which fatigue occurred	From	To	
Hours from report time to when fatigue occurred		Disrupt?	Yes / No
Aircraft type	Number of crew		
<b>WHAT HAPPENED?</b>			
Describe how you felt (or what you observed)			
Please circle how you felt			
1	Fully alert, wide awake	5	Moderately let down, tired
2	Very lively, somewhat responsive, but not at peak		
3	OK, somewhat fresh	6	Extremely tired, very difficult to concentrate
4	A little tired, less than fresh	7	Completely exhausted
Please mark the line below with an 'X' at the point that indicates how you felt			
alert	-----		drowsy
<b>WHY DID IT HAPPEN?</b>			
Fatigue prior to duty?	Yes / No	How long had you been awake when the event happened?	hrs mins
Hotel	Yes / No	How much sleep did you have in the <u>24 hrs</u> before the event?	hrs mins
Home	Yes / No	How much sleep did you have in the <u>72 hrs</u> before the event?	hrs mins
Duty itself	Yes / No	How much sleep did you have in the <u>72 hrs</u> before the event?	hrs mins
In-flight rest	Yes / No	How much sleep did you have in the <u>72 hrs</u> before the event?	hrs mins
Disrupt	Yes / No	flight deck nap? Yes / No	start end
Personal	Yes / No	flight deck nap? Yes / No	start end
Other comments			
<b>WHAT DID YOU DO?</b>		Actions taken to manage or reduce fatigue (for example, flight deck nap)	
<b>WHAT COULD BE DONE?</b>		Suggested corrective actions	

Personal Details

Time of Occurrence & Flight Details

Occurrence Details and Alertness-scale

Causal Factors & Sleep Evaluation

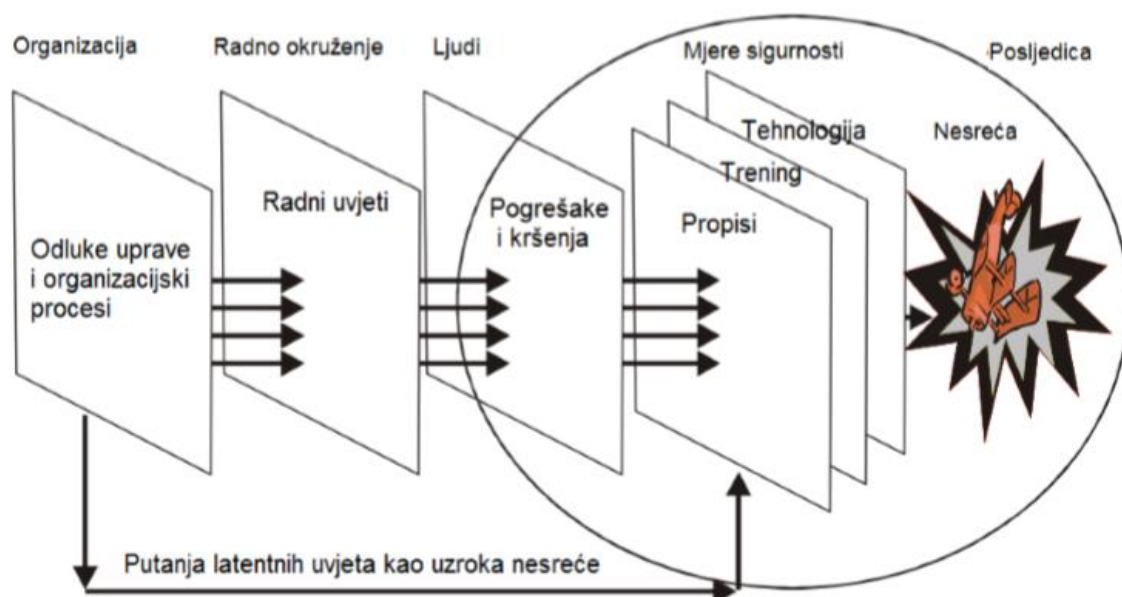
Mitigation Strategies Performed

Suggested future Improvement

Slika 8. Obrazac izvješća umora, [36]

## 8.4. REASONOVA TEORIJA SIGURNOSTI

Model tzv. „švicarskog sira“ prof. Jamesona Reasona, poznatiji kao Reasonov model, tumači pojavnost nesreća, a metodologija prevencije usmjerena je na razvijanje sustava upravljanja pogreškama. Reasonov model uključuje kombinaciju aktivnih i latentnih stanja. Aktivna stanja uključuju pogreške i kršenja, koja imaju neposredan negativan učinak. Aktivni neuspjesi općenito su povezani s pilotima, kontrolorima zračnog prometa, inženjerima strojarstva zrakoplova itd.) te mogu rezultirati štetnim ishodom. Latentni uvjeti su oni koji postoje u zrakoplovnom sustavu i prije nego što dođe do štetnog ishoda. Posljedice latentnih stanja mogu dugo ostati u mirovanju. U početku se ovi latentni uvjeti ne percipiraju kao štetni, ali postaju očiti kada se obrane sustava ugroze. Ove uvjete obično stvaraju ljudi. Na slici 9. prikazan je Reasonov model. Kada se sve rupe poklope dolazi do otkaza sustava i pojave nesreće.<sup>60</sup>



**Slika 9.** Reasonov model

Izvor: [10]

<sup>60</sup> International Civil Aviation Organization: Safety Management Manual (Doc 9859) Third Edition, Chicago, 2013.

## 9. ZAKLJUČAK

Na najveću zrakoplovnu nesreću koja se dogodila na zračnoj luci Tenerife, osim niza drugih okolnosti koje su utjecale na tijek nesreće jedan od važnijih je ljudski čimbenik. U vrijeme nesreće, posada Pan Am-ovog zrakoplova imala je 11 sati i 20 minuta utrošenog radnog vremena. KLM-ova posada bila je na dužnosti oko 9 sati i 20 minuta. Kapetan KLM-ovog zrakoplova nekoliko je puta zatražio od kopilota informacije koje su već bile dostavljene. Istraga uzroka nesreće primijetila je da je kapetan izgledao malo odsutno, kada se preslušala komunikacija u kokpitu, prije polijetanja. To bi moglo ukazivati na neki oblik dekoncentracije. Kako se tijekom istrage dalje provodio naišli su na promjene u ograničenju radnog vremena. U to vrijeme kapetan je mogao donijeti odluku o produljenju radnog vremena svoje posade. No nova pravila su nalagala da je kapetanu bilo zabranjeno prekoračiti ograničenje radnog vremena, koja ako bi se prekršila, kompanija bi mogla poduzeti različite mjere penalizacije. Kapetan KLM-ovog zrakoplova bio je zabrinut zbog opasnosti prekoračenja radnog vremena i to je utjecalo na smanjenje njegove koncentracije, što je utjecalo na sigurnost obavljanja zadataka.

Nakon ove nesreće uvedene su mnoge preporuke kako bi se povećala sigurnost zračnog prometa.

Zakon o radnom vremenu letačkog i kabinskog osoblja donesen je kako bi se poboljšala sigurnost, tj. namijenjen je da se letačkom i kabinskom osoblju osigura propisno razdoblje odmora kako bi tijekom leta bili sposobni za donošenje odluka. Doneseni propisi sprječavaju obavljanje leta letačkog i kabinskog osoblja nakon dozvoljenog radnog vremena. Definirane su norme letačkog i kabinskog osoblja, ograničenja radnog vremena posada i trajanja vremena leta, propisani odmor letačkog i kabinskog osoblja. U svrhu smanjenja rizika umora zračni prijevoznik regulira radno vrijeme letačkog i kabinskog osoblja.

Budući da letačka i kabinska posada radi u smjenama, ima noćni rad, leti u više vremenskih zona te zna imati nepredvidive promjene rasporeda, to sve utječe na njihovo zdravlje i pojavu umora. Zbog umora, stanje mentalnih ili fizičkih sposobnosti je smanjeno što dovodi do negativnog utjecaja na izvršenje zadataka, tj. na sigurnost u izvršenju zračnog prijevoza.

Poremećaj cirkadijskog ritma, umor i stres jedni su od glavnih pokazatelja ljudskih potencijala koji svojim djelovanjem mogu ugroziti fizičko i/ili psihičko stanje letačkog i kabinskog osoblja. Psihička i fizička preopterećenost članova posade zrakoplova izravno utječe na sigurnost letačkih operacija. Zbog toga su neke zrakoplovne kompanije uvele ispunjavanje izvješća o umoru kako bi smanjili umor kod posade zrakoplova i samim time spriječili moguće nesreće.

Nesreća na Tenerifima mogla se spriječiti da se bolje upravljalo CRM-om. Čimbenici koji su doveli do nesreće su loša i neučinkovita komunikacija, loš timski rad te donošenje odluka u bitnim trenucima. Uvedene su velike promjene u zrakoplovstvu, gdje su kopiloti dužni upozoriti kapetane ukoliko smatraju da griješe te im dati prijedloge kako bi se osigurala sigurnost zračnog prijevoza. Nakon nesreće sve veći naglasak stavlja se na obuku posade kroz CRM. Uz pomoć simulatora posada se dovodi u neuobičajenu i nepredvidivu situaciju koja je moguća u bilo kojoj fazi leta. Obuka bi trebala podučavati članove posade da njihovo ponašanje tijekom normalnih, rutinskih okolnosti može imati snažan utjecaj na to koliko dobro posada funkcionira kao tim tijekom visokog radnog opterećenja i u stresnim situacijama.

Velik utjecaj na nesreću imala je komunikacija sa kontrolom. Budući da je kontrola imala jak naglasak i nije koristila službenu zrakoplovnu terminologiju, došlo je do nesporazuma u komunikaciji koja je bila samo jedna od uzroka nesreće. Zbog toga je uvedeno korištenje samo službene terminologije sa dobrim izgovorom engleskog kako bi se smanjila mogućnost nesporazuma.

Smanjena vidljivost, nepostojanje zemaljskog radara i svijetla središnjice koja nisu bila u funkciju su također imale velik utjecaj na nesreću. Kako na zračnoj luci nije bio SMR radar, kontrolori nisu znali točne pozicije zrakoplova na manevarskoj površini, već su morali pretpostaviti njihove lokacije na temelju toga što su im posade rekle preko radio komunikacije. U ICAO-u Dodatku 14 propisane su minimalne vrijednosti vidljivosti koje su ovisne o opremljenosti staze za polijetanje ILS opremom te ostalim uređajima i sustavima rasvjete. Budući da u trenutku nesreće svijetla središnjice nisu bila u funkciji, kapetan Pan Am-ovog zrakoplova zahtijevao je veću vidljivost za polijetanje (800 m), no ti zahtjevi nisu bili poštivani. Nakon toga uvelo se da zrakoplovi ne smiju taksirati po stazi za polijetanje kada je vidljivost manja od 150 m i sve zračne luke su morale imati zemaljski radar.

Zbog guste magle koja je smanjivala vidljivost, još jedan propust napravila je spasilačka ekipa, koja u prvom trenutku nije bila ni svjesna što se i gdje dogodilo. Tek nakon nekog vremena kada su se otkrili pravi razmjeri katastrofe, donesena je odluka o preraspodjeli vatrogasne i spasilačke službe koji su bili upućeni na Pan Am-ov zrakoplov u kojem je još bilo preživjelih putnika. Da se ranije shvatilo što se dogodilo, moglo se spasiti još više života putnika. Zbog toga je uveden Plan spašavanja u izvanrednim situacijama koji je jedan od važnijih dokumenata svakog operatera aerodroma i zračnih prijevoznika.

Ljudski čimbenik je jedan od glavnih krivaca zrakoplovnih nesreća. Budući da se kod većine zrakoplovnih nesreća greške ne mogu ispraviti, jer za posljedicu imaju smrt, potrebno ih je detaljno analizirati kako bi se utvrdio propust zbog kojeg je došlo do nesreće ili nezgode s ciljem umanjivanja.

## LITERATURA

### KNJIGE

1. Steiner, S.: Elementi sigurnosti zračnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1998.
2. Stanley R. Trollip, Richard S. Jensen: Human factors for General Aviation, Englewood, CO: Jeppesen Sanderson, Inc, 1991.
3. Tatalović, M., Mišetić, I., Bajić, J.: Planiranje zračnog prijevoza, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017.
4. Kroemer, K.H.E., Grandjean, E.: Prilagodavanje rada čovjeku, Naklada Slap, Jastrebarsko, 2000.
5. Marušić, Ž., Alfirević, I., Pita, O.: Metode povećanja pouzdanosti sustava održavanja zrakoplova, Tehnički vjesnik, vol. 14, Strojarski fakultet, Slavonski Brod, 2007.

### REGULATIVNI DOKUMENTI

6. International Civil Aviation Organization: Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation – Part 1, Montreal, 2015.
7. International Civil Aviation Organization: Annex 13 – Aircraft Accident and Incident Investigation, UN, 2015.
8. International Civil Aviation Organization: Annex 13 – Aircraft Accident and Incident Investigation, UN, 2015.
9. International Civil Aviation Organization, Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation – Part 4, Montreal, 2014
10. International Civil Aviation Organization, Safety Management Manual, Third edition, Chicago, 2013.
11. ICAO: Human Factors Digests No. 2: Flight Crew Training: Cockpit Resource Management (CRM) and Line-Oriented Flight Training (LOFT), Montreal, 1994.
12. IATA, IFALPA, ICAO: Fatigue Risk Management System, Implementation Guide for Operators, 1st Edition, 2011.

### OSTALI IZVORI

13. Štimac, I.: Istraživanje zrakoplovnih nesreća (1), Autoriziranja predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017./2018.

## INTERNET IZVORI

14. Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu. Preuzeto sa: <http://azi.hr/About> (Pristupljeno: travanj 2019.)
15. Mjesto prvog udara. Preuzeto sa: [http://www.crashdehabsheim.net/avions%20abattus/1988\\_PanAm%20Lockerbie/Lockerbie.jpg](http://www.crashdehabsheim.net/avions%20abattus/1988_PanAm%20Lockerbie/Lockerbie.jpg) (Pristupljeno: travanj 2019.)
16. Skybrary. Preuzeto sa: [https://www.skybrary.aero/index.php/Accident\\_Classification](https://www.skybrary.aero/index.php/Accident_Classification) (Pristupljeno: travanj 2019.)
17. Skybrary. Preuzeto sa: <https://www.skybrary.aero/bookshelf/books/4239.pdf> (pristupljeno 25.04.2019.)
18. Chapter14, Human Factors . Preuzeto sa: [https://www.faa.gov/files/gslac/courses/content/258/1097/AMT\\_Handbook\\_Addendum\\_Human\\_Factors.pdf](https://www.faa.gov/files/gslac/courses/content/258/1097/AMT_Handbook_Addendum_Human_Factors.pdf) (Pristupljeno: svibanj 2019.)
19. Aviationknowledge. Preuzeto sa: <http://aviationlearning.net/files/HumanFactors%20AAAt%20booklet.pdf> (Pristupljeno: svibanj 2019.)
20. Statistics. Preuzeto sa: <http://www.planecrashinfo.com/cause.htm> (Pristupljeno: travanj 2019.)
21. SHELL model. Preuzeto sa: <https://www.flyhpa.com/files/2017/07/2017.07.18-09.17-flyhpa-596e7ad816fbd.jpg> (Pristupljeno: svibanj 2019.)
22. Skybrary. Preuzeto sa: [https://www.skybrary.aero/index.php/Human\\_Error\\_in\\_Aviation\\_and\\_Legal\\_Process](https://www.skybrary.aero/index.php/Human_Error_in_Aviation_and_Legal_Process) (Pristupljeno: svibanj 2019.)
23. Skybrary. Preuzeto sa: [https://www.skybrary.aero/index.php/Human\\_Error\\_Types](https://www.skybrary.aero/index.php/Human_Error_Types) (Pristupljeno: svibanj 2019.)
24. Dijagram granice sigurnosti. Preuzeto sa: <http://www.cfidarren.com/r-flightprofile-cap.gif> (Pristupljeno: svibanj 2019.)
25. Hrvatski zavod za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu. Preuzeto sa: [http://hzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/12/IZAZOV\\_STRES-NA-RADU.pdf](http://hzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/12/IZAZOV_STRES-NA-RADU.pdf) (Pristupljeno: svibanj 2019.)
26. Cirkadijski ritam. Preuzeto sa: [https://www.google.com/search?tbm=isch&q=cirkadijski+ritam&chips=q:biological+clock+circadian+rhythm,online\\_chips:human+circadian&sa=X&ved=0ahUKEwiUos\\_o2uPfAhXGECwKHfi4BSEQ4lYIJygC&biw=1366&bih=657&dpr=1#imgcr=fckQL5GB2GolDM](https://www.google.com/search?tbm=isch&q=cirkadijski+ritam&chips=q:biological+clock+circadian+rhythm,online_chips:human+circadian&sa=X&ved=0ahUKEwiUos_o2uPfAhXGECwKHfi4BSEQ4lYIJygC&biw=1366&bih=657&dpr=1#imgcr=fckQL5GB2GolDM) (Pristupljeno: svibanj 2019.)

27. Uzroci umora. Preuzeto sa:  
[https://www.google.com/search?rlz=1C1GGGE\\_hrHR493HR493&biw=1366&bih=657&tbm=isch&sa=1&ei=4Hs3XMWELoWbSgGm2YuQAg&q=planiranje+posada&oq=planiranje+posada&gs\\_l=img.3...6744.14039..14248...0.0..3.267.3669.0j16j5.....1....1..gsw-wiz-img....0..35i39j0i67j0i5i30j0i30j0i24j0i8i30.OWYBQGbKMJc#imgrc=Ei2ZzPBDCRNzsM](https://www.google.com/search?rlz=1C1GGGE_hrHR493HR493&biw=1366&bih=657&tbm=isch&sa=1&ei=4Hs3XMWELoWbSgGm2YuQAg&q=planiranje+posada&oq=planiranje+posada&gs_l=img.3...6744.14039..14248...0.0..3.267.3669.0j16j5.....1....1..gsw-wiz-img....0..35i39j0i67j0i5i30j0i30j0i24j0i8i30.OWYBQGbKMJc#imgrc=Ei2ZzPBDCRNzsM) (Pristupljeno: svibanj 2019.)
28. Broj zrakoplovnih nesreća uzrokovanih umorom. Preuzeto sa:  
<https://public.tableau.com/profile/lcivic#!/vizhome/Icingfatiguerunwayincursionsandfaultyrepair/Fatigue> (Pristupljeno: svibanj 2019.)
29. AviationKnowledge. Preuzeto sa:  
<http://aviationknowledge.wikidot.com/aviation:aviation-communication-errors> (Pristupljeno: svibanj 2019.)
30. Pilot-Controller Communication Errors. Preuzeto sa:  
<https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a356655.pdf> (Pristupljeno: svibanj 2019.)
31. Broj zrakoplovnih nesreća u godini zbog pogrešaka u održavanju zrakoplova. Preuzeto sa:  
<https://www.fixsoftware.com/blog/poor-maintenance-cost-lives> (Pristupljeno: svibanj 2019.)
32. Skybrary. Preuzeto sa:  
[https://www.skybrary.aero/index.php/Visual\\_Illusions](https://www.skybrary.aero/index.php/Visual_Illusions) (Pristupljeno: svibanj 2019.)
33. Aircraft Accident Report, Human Factors Report on the Tenerife Accident. Preuzeto sa:  
<http://project-tenerife.com/engels/PDF/alpa.pdf> (Pristupljeno: lipanj 2019.)
34. Skybrary. Preuzeto sa:  
[https://www.skybrary.aero/index.php/Surface\\_Movement\\_Radar](https://www.skybrary.aero/index.php/Surface_Movement_Radar) (Pristupljeno: lipanj 2019.)
35. Skybrary. Preuzeto sa:  
[https://www.skybrary.aero/index.php/Taxiway\\_Surface\\_Markings\\_and\\_Signs](https://www.skybrary.aero/index.php/Taxiway_Surface_Markings_and_Signs) (Pristupljeno: lipanj 2019.)
36. Obrazac izvješća umora. Preuzeto sa:  
[https://www.google.com/search?q=fatigue+report&rlz=1C1GGGE\\_hrHR493HR493&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjlpZfi3OPfAhXKliwKHdyiAQMQUAUIDigB&biw=1366&bih=657#imgrc=7-2QclYMphWOhM:&spf=1557835310280](https://www.google.com/search?q=fatigue+report&rlz=1C1GGGE_hrHR493HR493&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjlpZfi3OPfAhXKliwKHdyiAQMQUAUIDigB&biw=1366&bih=657#imgrc=7-2QclYMphWOhM:&spf=1557835310280) (Pristupljeno: lipanj 2019.)

## **POPIS SLIKA**

Slika 1. Mjesto prvog udara .....	13
Slika 2. SHELL model .....	22
Slika 3. Dijagram granice sigurnosti .....	26
Slika 4. Cirkadijski ritam .....	27
Slika 5. Uzroci umora.....	28
Slika 6. Prikaz položaja zrakoplova, njihova putanje prema poziciji za polijetanje i mjesto sudara .....	39
Slika 7. Prikaz treće spojnice .....	44
Slika 8. Obrazac izvješća umora .....	50
Slika 9. Reasonov model.....	51



## **POPIS TABLICA**

Tablica 1. Uzroci nesreća .....	20
Tablica 2. Najčešći čimbenici koji doprinose pogreškama u ponavljanju i prijemu naredbi...	30
Tablica 3. Prikaz letačkog iskustva članova posade KLM-ovog zrakoplova.....	40
Tablica 4. Prikaz letačkog iskustva članova posade Pan Am zrakoplova.....	41

## **POPIS GRAFIKONA**

Grafikon 1. Stopa zrakoplovnih nesreća na milijun polijetanja i broj poginulih po godinama	17
Grafikon 2. Postotak nesreća po fazi leta .....	18
Grafikon 3. Statistički prikaz zrakoplovnih nesreća .....	21
Grafikon 4. Broj zrakoplovnih nesreća uzrokovanih umorom.....	29
Grafikon 5. Pogreške prema uzroku zbog netočnog prijema i ponavljanja naredbi .....	31
Grafikon 6. Uzroci nastanka pogrešaka .....	33
Grafikon 7. Broj zrakoplovnih nesreća u godini zbog pogrešaka u održavanju zrakoplova ...	34

## POPIS KRATICA

ICAO	(International Civil Aviation Organization) Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva
OUN	Organizacija ujedinjenih naroda
ACCID	(Accident) Nesreća
INCID	(Incident) Nezgoda
ADREP	(Accident / Incident Data Reporting) Izvješće o nesrećama / nezgodama
CRM	(Cockpit Resource Management) Upravljanje resursima posade
ATS	(Air Traffic services) Usluge zračnog prometa
CVR	(Cockpit Voice Recorder) Snimač zvuka u kokpitu
RVR	(Runway visual range) Uzdužna vidljivost staze
ATC	(Air Traffic Control) Kontrola zračnog prometa
ILS	(Instrumental Landing System) Instrumentalni sustav letenja
SMR	(Surface Movement Radar) Radar površinskog kretanja
SMS	(Safety Management System) Sustav upravljanja sigurnošću
FRMS	(Fatigue Risk Management System) Sustav upravljanja rizikom umora



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 pokazuju 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 **Procedure u provođenju istrage zrakoplovnih nesreća uzrokovanih**  
**ljudskim čimbenikom**

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

U Zagrebu, 3.7.2019 \_\_\_\_\_

Student/ica:

*Iva Vžarević*  
\_\_\_\_\_  
(potpis)