

# Analiza zrakoplovnih nesreća i nezgoda uzrokovanih udarom ptica u zrakoplov

---

**Pedišić, Lucija**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*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:119:958478>

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

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



*Repository / Repozitorij:*

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



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

## **DIPLOMSKI RAD**

**ANALIZA ZRAKOPLOVNIH NESREĆA I NEZGODA  
UZROKOVANIH UDAROM PTICA U ZRAKOPLOV**

**ANALYSIS OF AIRCRAFT ACCIDENTS AND INCIDENTS  
CAUSED BY BIRD STRIKE**

Mentor: doc. dr. sc. Igor Štimac

Student: Lucija Pedišić  
JMBAG: 0135249997

Zagreb, rujan 2023.

Zagreb, 31. kolovoza 2023.

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

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 7376

Pristupnik: **Lucija Pedišić (0135249997)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Zračni promet**

Zadatak: **Analiza zrakoplovnih nesreća i nezgoda uzrokovanih udarom ptica u zrakoplov**

### Opis zadatka:

U prvom dijelu rada potrebno je uvodno opisati regulatorni okvir i procedure istraživanja zrakoplovnih nesreća. U nastavku potrebno je analizirati statističke podatke o uzrocima zrakoplovnih nesreća s posebnim osvrtom na zrakoplovne nesreće prouzročene udarom ptica u zrakoplov. Nadalje, potrebno je opisati proceduru istraživanja zrakoplovne nesreće uzrokovane udarom ptice u zrakoplov te na kraju detaljno obraditi jednu stvarnu zrakoplovnu nesreću koja je za uzrok imala udar ptice u zrakoplova, primjenjujući sve elemente istraživanja zrakoplovnih nesreća koje su naučene na kolegiju. Na kraju rada potrebno je izraditi zaključak na temelju provedenih istraživanja.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

doc. dr. sc. Igor Štimac

## **SAŽETAK**

Tematika ovog rada je analiza zrakoplovnih nesreća i nezgoda koje su nastale sudarom zrakoplova i ptica na zračnoj luci i u letu. Međunarodnom i nacionalnom regulativom su uređene procedure za istraživanje nesreća i nezgoda. Kroz stvarni primjer zrakoplovne nesreće uzrokovane sudarom zrakoplova i ptica prikazane su posljedice takvog sudara i sigurnosne preporuke koje su donesene nakon te nesreće. Kako do ovakvih i sličnih sudara ne bi došlo, zračne luke bi trebale koristiti određene preventivne mjere koje su specifične za tu zračnu luku. Na taj način se smanjuje prisutnost i broj ptica na području oko zračne luke.

**KLJUČNE RIJEČI:** zrakoplovna nesreća; zrakoplov; sudar; ptice; istraživanje zrakoplovne nesreće

## **SUMMARY**

The topic of this paper is the analysis of air accidents and incidents that occurred due to the collision of aircraft and birds at the airport and in flight. Procedures for the investigation of accidents and incidents are regulated by international and national regulations. Through a real-life example of air accident caused by collision between birds and aircraft, the consequences of such collision are presented together with safety recommendations made after that accident. In order to avoid such and similiar collisions, airports should use certain preventive measures that are specific for that airport. In this way, the presence and number of birds in the area around the airport is reduced.

**KEY WORDS:** air accident; aircraft; collision; birds; investigation of aircraft accident

## Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. REGULATORNI OKVIR ISTRAŽIVANJA ZRAKOPLOVNIH NESREĆA I NEZGODA</b> .....	3
2.1 Pojam zrakoplovne nesreće i nezgode .....	3
2.2 Međunarodna regulativa.....	5
2.3. Nacionalna regulativa.....	8
<b>3. STATISTIČKA ANALIZA UDARA PTICA U ZRAKOPLOV</b> .....	11
3.1 Informacijski sustav za udare s pticama .....	11
3.2 Mjesto udara ptica s zrakoplovom .....	14
<b>4. ANALIZA PROCESA PROVOĐENJA ISTRAGE ZRAKOPLOVNIH NESREĆA I NEZGODA UZROKOVANIH UDAROM PTICA U ZRAKOPLOV</b> .....	17
4.1 Sudionici u provođenju istrage zrakoplovne nesreće/nezgode .....	17
4.2 Faze istrage zrakoplovnih nesreća.....	18
4.2.1 Organizacija i planiranje istrage zrakoplovne nesreće .....	18
4.2.2 Kontrolne liste i prikupljanje podataka .....	20
4.2.3. Istraživanje zrakoplovne nesreće .....	22
4.2.4 Završno izvješće o provedenoj istrazi zrakoplovne nesreće.....	24
4.3 Glavna područja uključena u provedbu istrage.....	26
4.3.1 Povijesne informacije o posadi.....	26
4.3.2 Kvalifikacija i stručnost posade.....	27
4.3.3 Broj sati leta posade, provedeno vrijeme posade na dužnosti i vrijeme odmora.....	27
4.3.4 Upravljanje zadacima i upravljanje resursima posade .....	28
4.3.5 Planiranje leta.....	28
4.3.6 Uravnoteženje i opterećenje zrakoplova .....	29
4.3.7 Karte i baze podataka za navigaciju .....	29
4.3.8 Intervjui svjedoka .....	30
4.3.9 Određivanje putanje leta zrakoplova i rotacije zrakoplova u danu .....	31

<b>5. STUDIJA SLUČAJA ZRAKOPLOVNE NESREĆE US AIRWAYS LET 1549, SJEDINJENE AMERIČKE DRŽAVE .....</b>	<b>32</b>
5.1 Opis događaja prije, tijekom i nakon zrakoplovne nesreće .....	32
5.2 Analiza provedene istrage .....	35
<b>6. KOREKTIVNE MJERE PREVENCIJE NESREĆA I NEZGODA UZROKOVANIH UDAROM PTICA U ZRAKOPLOV.....</b>	<b>40</b>
6.1 BIRDTAM .....	40
6.2 Korištenje bodljikave žice .....	42
6.3 Održavanje travnatih i vodenih površina .....	42
6.4 Korištenje lasera .....	44
6.4. Korištenje zvučnih metoda.....	46
6.5. Korištenje vatrenog oružja i pirotehnike.....	47
6.6. Korištenje uvježbanih pasa i ptica grabljivica.....	48
6.7 Korištenje robotskih ptica .....	50
<b>7. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>53</b>
Popis literature .....	55
Popis kratica .....	60
Popis slika .....	61
Popis grafikona .....	62

## 1. UVOD

Zračni promet je najmlađa grana prometa koja je u konstantnom porastu, napreduje i razvija se velikom brzinom. Prijevoz zrakoplovom karakteriziraju brzina, točnost i sigurnost. Zrakoplovne nesreće i nezgode se ne događaju često, ali kada se dogode, u mnogo slučajeva za sobom ostavljaju posljedice koje mogu biti katastrofalne i što se tiče samog zrakoplova i ljudskih života.

Najčešći uzrok zrakoplovnih nesreća ili nezgoda je ljudska greška. Osim ljudskih grešaka jedni od češćih uzroka zrakoplovnih nesreća ili nezgoda su tehnički problemi, nezakonito djelovanje, meteorološki uvjeti te sudar zrakoplova s pticama.

Sudar zrakoplova i ptica može se dogoditi na zračnoj luci ili tijekom leta, a takvi sudari mogu izazvati velike štete na zrakoplovu i dovesti do gubitka ljudskih života.

Diplomski rad je napisan u sedam cjelina sljedećim redoslijedom:

1. Uvod
2. Regulatorni okvir istraživanja zrakoplovnih nesreća i nezgoda
3. Statistička analiza udara ptica u zrakoplov
4. Analiza procesa provođenja istrage zrakoplovnih nesreća i nezgoda uzrokovanih udarom ptica u zrakoplov
5. Studija slučaja zrakoplovne nesreće US Airways let 1549
6. Korektivne mjere prevencije nesreća i nezgoda uzrokovanih udarom ptica u zrakoplov
7. Zaključak

Prvo poglavlje sadrži uvod u kojemu je navedena struktura samog rada, kratko objašnjen problem istraživanja zrakoplovnih nesreća uzrokovanih udarom ptica u zrakoplov te kratki opis svakog poglavlja.

Drugo poglavlje daje uvid u definicije zrakoplovne nesreće i nezgode kako bi se mogla razlikovati ta dva pojma. Osim toga, navedene su međunarodne i nacionalne regulative koje se odnose na sigurnost zračnog prometa.

Treće poglavlje prikazuje statistiku učestalosti zrakoplovnih nesreća i nezgoda uzrokovanih udarom ptica u zrakoplov. Rezultatima statističke analize se jasno može vidjeti broj prijavljenih udara s pticama tijekom godina u svijetu i u Republici Hrvatskoj te na kojim visinama leta najčešće dolazi do sudara ptica i zrakoplova.

Sudionici te proces u provođenju istrage zrakoplovne nesreće ili nezgode su navedeni i opisana je njihova uloga u četvrtom poglavlju. Također su opisane četiri faze istrage te glavna područja uključena u provedbu istrage zrakoplovne nesreće ili nezgode.

Zrakoplovna nesreća US Airways let 1549 je opisana u petom poglavlju. U prvom dijelu poglavlja su detaljno opisani događaji prije, tijekom i nakon zrakoplovne nesreće, a u drugom dijelu je napravljena analiza istrage zrakoplovne nesreće.

Šesto poglavlje prikazuje različite korektivne mjere koje se mogu koristiti na zračnoj luci kako bi se smanjila prisutnost ptica u području oko zračne luke, a samim time i broj zrakoplovnih nesreća i nezgoda uzrokovanih udarom ptica u zrakoplov.

U sedmom poglavlju su izneseni zaključci koji su temeljeni na prethodnim poglavljima.



## 2. REGULATORNI OKVIR ISTRAŽIVANJA ZRAKOPLOVNIH NESREĆA I NEZGODA

### 2.1 Pojam zrakoplovne nesreće i nezgode

Bitno je znati razliku između zrakoplovnih nesreća i nezgoda. Nesreća je događaj povezan s letenjem zrakoplova koji se odvija između trenutka kada se bilo koja osoba ukrca u zrakoplov s namjerom leta sve do trenutka kada se sve takve osobe iskrcaju, u kojem:

a) je osoba smrtno ili teško ozlijeđena kao posljedica:

- bivanja u zrakoplovu, ili
- izravnog kontakta s bilo kojim dijelom zrakoplova, uključujući dijelove koji su se odvojili od zrakoplova, ili
- izravnoj izloženosti mlaznom udaru, osim kada su ozljede prirodno uzrokovane, samonanesene ili su ih nanijele druge osobe ili kada se ozljede slijepi putnici koji se skrivaju izvan područja koji je redovno raspoloživo putnicima i posadi; ili

b) zrakoplov pretrpi oštećenje ili strukturni kvar koji:

- nepovoljno utječe na radnu uspješnost, strukturalnu čvrstoću, radne ili letne karakteristike zrakoplova, i
- 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 gume kotača, propelere, oplata, vrhove krila, antene, kočnice, male rezove ili rupe u površini zrakoplova; ili

c) zrakoplov nestane ili je u potpunosti nedostupan [1].

Nezgoda je događaj, osim nesreće, povezan s letenjem zrakoplova koji utječe ili bi mogao utjecati na sigurnost leta. Ozbiljna nezgoda je nezgoda čije okolnosti ukazuju da je zamalo došlo do nesreće. U nastavku se nalaze primjeri ozbiljnih nezgoda:

- Bliski susreti u zraku koji zahtijevaju manevriranje kako bi se izbjegli sudar ili nesigurna situacija ili kada bi bio prikladan postupak izbjegavanja.
- Uzlijetanje na zatvorenoj ili zauzetoj uzletno sletnoj stazi s vrlo malom udaljenošću od prepreke(a).
- Kontrolirani let u tlo koji je jedva izbjegnut.
- Požari i dim u putničkom ili teretnom dijelu zrakoplova, ili požari na motoru, iako su takvi požari gašeni sredstvima za gašenje.
- Neuspjelo uzlijetanje na zatvorenoj ili zauzetoj uzletno sletnoj stazi.
- Zakazivanje zrakoplovne strukture ili raskidanje motora koje nije klasificirano kao nesreća.
- Nemogućnost ostvarivanja predviđenih performansi tijekom uzlijetanja ili početnog penjanja.
- Onesposobljenost letačkog osoblja tijekom leta.
- Zakazivanje više od jednog sustava u složenom zrakoplovnom sustavu koji je obvezan za upravljanje letom i navigaciju.
- Događaji koji od letačkog osoblja zahtijevaju korištenje kisika u slučaju nužde.
- Višestruki kvarovi u radu jednog ili više zrakoplovnih sustava koji ozbiljno utječu na rad zrakoplova.
- Zakazivanje sustava, vremenske nepogode, upravljanje zrakoplovom izvan odobrenih aerodinamičkih limita ili drugi događaji koji ugrožavaju sigurnost, a koji su mogli uzrokovati poteškoće u upravljanju zrakoplovom.
- Nezgode prilikom uzlijetanja ili slijetanja. Nегode kao što su slijetanje prije sletne staze, slijetanje sa zaustavljanjem izvan staze ili izlijetanje sa strane izvan granica staze.
- Slijetanje ili pokušaj slijetanja na zatvorenu ili zauzetu uzletno sletnu stazu.
- Količina goriva koja od pilota zahtijeva proglašenje izvanrednog stanja [1].

## 2.2 Međunarodna regulativa

Konvencija u kojoj su obuhvaćena sva pravila i regulative svjetskog zrakoplovstva je Konvencija o međunarodnom civilnom zrakoplovstvu također poznata kao Čikaška konvencija. Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva (eng. *ICAO – International Civil Aviation Organization*) zadužena je za stalni nadzor i provođenje te Konvencije.

Sve zemlje članice Međunarodne organizacije civilnog zrakoplovstva obvezane su pratiti i implementirati dokumente ICAO-a u svoje postojeće nacionalne okvire te prihvatiti preporučene prakse i standarde. Standardi i preporučene prakse su podijeljeni u 19 dodataka ili aneksa te su napisani za svako područje odgovornosti Međunarodne organizacije civilnog zrakoplovstva.

Najbitniji dokument koji se odnosi na istraživanje zrakoplovnih nesreća i nezgoda je ICAO Dodatak 13 – Istraživanje zrakoplovnih nesreća i nezgoda. U navedenom dokumentu opisuju se različite vrste zrakoplovnih nesreća i nezgoda te se navode postupci koje treba slijediti u slučaju takvih događaja. Također se propisuju načini prikupljanja podataka o nesrećama i nezgodama, kao i postupci analize tih podataka kako bi se utvrdili uzroci nesreća te se poduzeli koraci za njihovo sprječavanje. ICAO Dodatak 13 regulira i objavljivanje izvješća o zrakoplovnim nesrećama i nezgodama te propisuje tko ima pravo pristupa tim izvješćima i u kojim okolnostima. Cilj je osigurati transparentnost u istraživanju zrakoplovnih nesreća i nezgoda te omogućiti svim relevantnim stranama da sudjeluju u procesu sprječavanja ponavljanja sličnih događaja. Dokument ICAO Dodatak 13 je prikazan slikom 1 [1].



Slika 1. ICAO Dodatak 13

Izvor: [2]

Dokument se sastoji od četiri dijela koja su napisana na način da su razumljiva svim sudionicima istrage. Prvi dio Dodatka 13 je vezan uz planiranje i organiziranje. Opisana je svrha istraga zrakoplovnih nesreća, odvijanje planiranja istrage, nadležnost istraživanja zrakoplovnih nesreća te postupak obavještanja o zrakoplovnoj nesreći ili nezgodi. Također je opisano koje radnje vatrogasna služba, policija, spasilačka služba, istražitelji i svi ostali trebaju poduzeti na mjestu nesreće.

Procedure i kontrolne liste su predmet drugog dijela dokumenta za istraživanje zrakoplovnih nesreća i nezgoda. Navedena je procedura u slučaju velikih i malih zrakoplovnih nesreća. Također, navedene su uloge i odgovornosti koje su dodijeljene svakoj istraživačkoj skupini. Opisane su ovlasti glavnog istražitelja, što čini zamjenik glavnog istražitelja, te koja je uloga koordinadora potpore istrazi, koordinadora središnjeg ureda, koordinadora za sigurnost mjesta događaja, administrativnog koordinadora te koordinadora za odnose s javnošću.

Treći dio ICAO Dodatka 13 pruža upute za istragu svih tehničkih dijelova koji su mogli biti uključeni u zrakoplovnu nesreću. Isto tako, dane su smjernice za nekoliko faza istrage. Sadržaj koji se obrađuje uključuje, između ostalog, istraživanje olupine, istraživanje struktura i sustava, snimače leta, performanse zrakoplova itd.

Posljednji, četvrti dio navodi smjernice u izradi završnog izvješća kao rezultata istrage zrakoplovnih nesreća i nezgoda, uključujući sveobuhvatne smjernice za izradu i obradu sigurnosnih preporuka [3].

Priručnik o regionalnoj organizaciji za istraživanje nesreća i incidenata (engl. *Manual on Regional Accident and Incident Investigation Organization, (Doc 9946)*) pruža informacije i upute o uspostavljanju i vođenju regionalnom organizacijom za istraživanje nesreća i nezgoda kako bi se pomoglo državama ugovornicama Međunarodne organizacije civilnog zrakoplovstva u provođenju njihovih obveza koje se odnose na istrage zrakoplovnih nesreća i nezgoda.

Priručnik o politici i postupcima istrage nesreća i incidenata (engl. *Manual on Accident and Incident Investigation Policies and Procedures (Doc 9962)*) služi za pomoć državama u razvoju priručnika o politikama i postupcima za istrage nesreća i nezgoda. Dokument je razvijen na način da ga države mogu prilagoditi "popunjavanjem praznina" materijalom specifičnim za državu kao što su zakonodavstvo, propisi itd.

Priručnik o pružanju pomoći žrtvama zrakoplovnih nesreća i njihovim obiteljima (engl. *Manual on Assistance to Aircraft Accident Victims and their Families (Doc 9973)*) pruža smjernice o vrstama obiteljske pomoći koja se može pružiti žrtvama zrakoplovnih nesreća i njihovim obiteljima.

Politika o pružanju pomoći žrtvama zrakoplovnih nesreća i njihovim obiteljima (engl. *Policy on Assistance to Aircraft Accident Victims and their Families (Doc 9998)*) dokument koji utvrđuje politike ICAO-a na koji način pružiti pomoć žrtvama zrakoplovnih nesreća i njihovim obiteljima. Države se potiču da ove politike uključe u planiranje, razvoj i provedbu svojih propisa, postupaka, zakona i politika koji se odnose na pomoć obiteljima.

Smjernice za osposobljavanje za istražitelje zrakoplovnih nesreća (engl. *Training Guidelines for Aircraft Accident Investigators (Circ 298)*) opisuju zahtjeve za osposobljavanje

za istražitelje zrakoplovnih nesreća, uključujući osnovno iskustvo, početnu obuku i obuku na radnom mjestu, te osnovne i napredne tečajeve istrage. Također pruža smjernice za tečajeve istraživanja nesreća.

Opasnosti na mjestima nesreća zrakoplova (engl. *Hazards at Aircraft Accident Sites (Cir 315)*) opisuje prirodu i raznolikost profesionalnih opasnosti i upravljanje rizikom povezanim s izloženošću širokom rasponu zdravstvenih i sigurnosnih opasnosti tijekom istrage nesreća zrakoplova. Istražitelji zrakoplovnih nesreća i osoblje za traganje i spašavanje mogu biti izloženi raznim opasnostima zbog rada na mjestima događaja zrakoplovne nesreće kao što su opasnosti uzrokovane oštećenjem strukture, komponenti ili sustava. Ovaj dokument je napravljen kako bi se pojedincima pomoglo u razmatranju i primjeni učinkovitih praksi upravljanja sigurnošću na radu kako na vlastite aktivnosti tako i na aktivnosti timova s kojima rade ili za koje su odgovorni [3].

### **2.3. Nacionalna regulativa**

Zakon o zračnom prometu je najvažnija nacionalna zakonska regulativa koja se koristi u Republici Hrvatskoj. U sklopu zakona se nalaze tijela nadležna za civilno zrakoplovstvo koja se dijele na:

- 1) Agencija za civilno zrakoplovstvo,
- 2) Ministarstvo nadležno za civilni zračni promet - Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, i
- 3) Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu [4].

Agencija je pravna osoba koja na temelju javnih ovlasti samostalno obavlja poslove određene Zakonom, kao djelatnost u interesu Republike Hrvatske. Također je funkcionalno i organizacijski nezavisna od svih tijela nadležnih za zračni, željeznički i pomorski promet te od svih fizičkih i pravnih osoba. Agencija je osnovana kao nezavisno tijelo za istraživanje nesreća u željezničkom, zračnom i pomorskom prometu, koje potpuno autonomno provodi sigurnosne istrage s zadatkom i ciljem utvrđivanja uzroka nesreća te izdavanja sigurnosnih preporuka na osnovu nalaza provedenih istraga.

Misija Agencije je stručno, nezavisno, racionalno i efikasno izvršavanje poslova i javnih ovlasti koje su temeljem Zakona stavljene u nadležnost Agencije, sa svrhom aktivnog utjecaja na sigurnost pomorskog, željezničkog i zračnog prometa te sprječavanje budućih nesreća, putem sigurnosnih preporuka koje se temelje na stručnom i neovisnom nalazu provedene sigurnosne istrage [5].

Uredba br. 996/2010 istrage i sprječavanje nesreća i nezgoda u civilnom zrakoplovstvu je dokument čiji je cilj povećati sigurnost zračnog prometa na područjima država članica Europske Unije, pa tako i u Republici Hrvatskoj. Svrha Uredbe je, osim povećanja sigurnosti, kvalitete provođenje istrage, utvrđivanje pravila u vezi s pravodobnim davanjem informacija o svim osobama i opasnom teretu u zrakoplovu koji je doživio nesreću, osiguranje učinkovitosti, te poboljšanje pomoći žrtvama zrakoplovnih nesreća i njihovim obiteljima.

Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture je izdalo Pravilnik o aerodromima u kojem su definirane stavke vezane za smanjenje i sprječavanje prisutnosti divljači i ptica na aerodromu te obveze operatera aerodroma kroz sljedeće točke:

- 1) Prisutnost divljih životinja (ptica i drugih životinja) u neposrednoj blizini aerodroma ili na samom aerodromu predstavlja ozbiljnu opasnost za sigurnost operacija zrakoplova,
- 2) Operator aerodroma je dužan u suradnji s državnom agencijom poduzeti aktivnosti koje bi spriječile postavljanje smetlišta za odlaganje otpada ili bilo kakvih drugih izvora koji bi mogli privlačiti divlje životinje na aerodromu, ili u njegovoj blizini,
- 3) Tamo gdje nije moguće ukloniti takve postojeće izvore, nadležno tijelo lokalne i regionalne samouprave mora napraviti izradu studije o procjeni rizika koje takvi izvori predstavljaju za zrakoplove, kao i osigurati da se takvi rizici svedu na minimum,
- 4) Sprječavanje kretanja i boravka divljih životinja na području aerodroma u nadležnosti je operatera aerodroma koji treba osigurati:
  - a) plan i upute, te mjere i postupke u svezi s tim,
  - b) službu zaduženu za provedbu tih postupaka i mjera, te
  - c) potrebnu opremu.

- 5) Operator aerodroma mora dokumentirati provedbu svih postupaka i mjera usmjerenih na sprječavanje boravka i kretanja divljih životinja na području aerodroma, te obavijestiti Agenciju za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu o svakoj nesreći, nezgodi ili događaju uzrokovanom kolizijom divlje životinje sa zrakoplovom u području aerodroma [6].



### 3. STATISTIČKA ANALIZA UDARA PTICA U ZRAKOPLOV

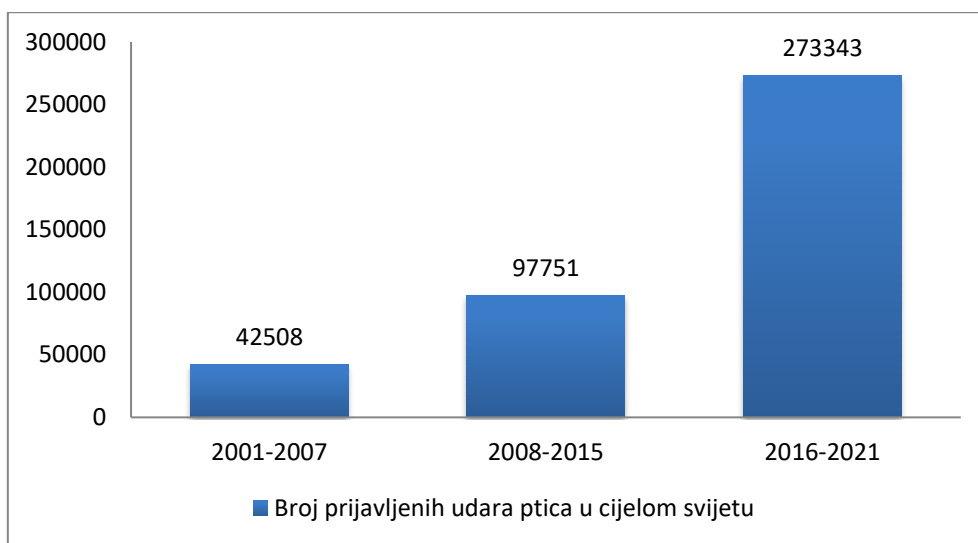
Udari ptica u zrakoplov te nesreće i nezgode vezane uz udare ptica se nisu uvijek bilježili. Iz tog razloga se neki podaci razlikuju i ne postoji točan broj nesreća i nezgoda uzrokovanih udarom ptica jer se u nekim slučajevima nije smatrao glavni uzrok nesreće ili nezgode udar ptica u zrakoplov. 2003. godine je napravljeno istraživanje o nezgodama i nesrećama uzrokovanim udarom ptica od 1912. do 2002. na globalnoj razini. Zabilježeno je 55 nesreća u kojima je bilo 276 smrtno stradalih osoba. Od toga se 16 nesreća dogodilo na zrakoplovima zračnih prijevoznika u kojima je smrtno stradalo 189 osoba. Najveći broj nesreća uzrokovanim udarom ptica se dogodio na zrakoplovima do 5.700 kg i manje (32 nesreće u kojima je poginulo 69 osoba). Na helikopterima se dogodilo sedam nesreća i smrtno je stradalo 18 osoba [7].

Istraživanjem se ustanovilo da kod zrakoplova s mlaznim motorom 76% nesreća nastaje zbog udara ptica u motor zrakoplova. Kod zrakoplova do 5.700 kg i zrakoplova generalne avijacije najčešće mjesto udara ptica je bilo vjetrobransko staklo, isto kao i kod helikoptera. Ptice grabljivice su uzrokovale najviše nesreća, a nakon njih guske, patke, pelikani i dr. Može se zaključiti da su to većinom velike ptice koje zbog svoje veličine i mase mogu napraviti znatnu štetu na zrakoplovu [7].

#### 3.1 Informacijski sustav za udare s pticama

Informacijski sustav za udare s pticama IBIS (eng. *ICAO Bird Strike Information System*) je baza podataka Međunarodne organizacije civilnog zrakoplovstva u kojoj se nalaze razni podaci vezani uz udare ptica u zrakoplov poput vrsta ptica, dio zrakoplova koji je pogođen itd. Analiza podataka o udarima ptica može pomoći u prepoznavanju problematičnih područja na koja bi trebalo obratiti veću pozornost. Za potrebe ovog diplomskog rada uzeti su podaci iz najnovijeg izdanja od 2016. do 2021. godine. Analiza podataka je napravljena na osnovi 273.343 izvještaja iz 136 različitih država svijeta [8].

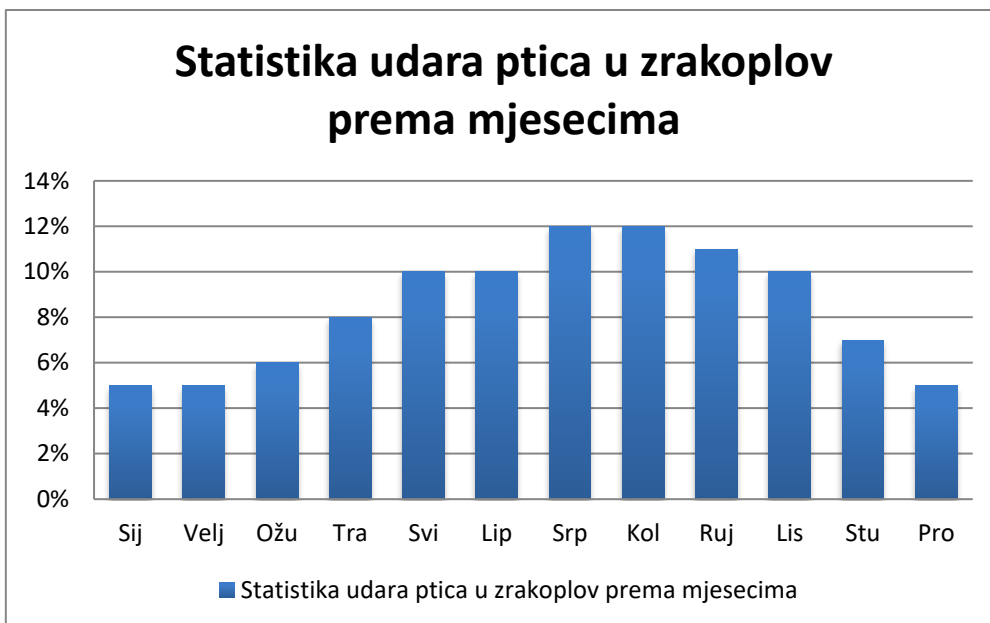
Na grafikonu 2 je prikazan broj prijavljenih udara ptica u cijelom svijetu u određenim vremenskim razdobljima. Prvo razdoblje je od 2001. do 2007. godine kada je prijavljeno 42.508 udara ptica u zrakoplov. Nakon toga slijedi period od 2008. do 2015. kada je prijavljeno 97.751 slučaja udara ptica. Posljednje promatrano razdoblje je od 2016. do 2021. te je zabilježeno 273.343 udara ptica u zrakoplov. U zadnjem razdoblju se može vidjeti veliki porast u broju prijavljenih slučajeva iako je to razdoblje kraće od prva dva te je bio smanjen promet zbog COVID-19 (eng. *Coronavirus disease of 2019*) pandemije. U periodu od 2016. do 2021. godine je došlo do porasta broja letova u cijelom svijetu te je iz tog razloga došlo i do porasta broja udara ptica u zrakoplov [8].



**Grafikon 1.** Broj prijavljenih udara ptica u cijelom svijetu

Izvor: [8]

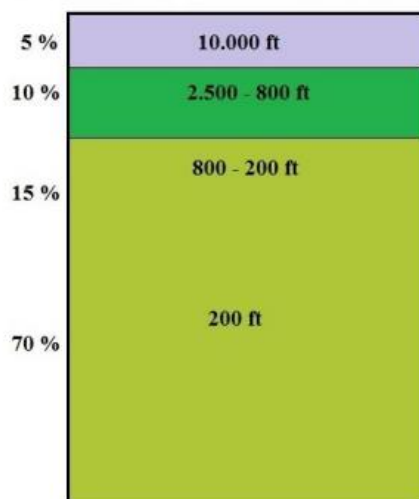
Grafikon 3 prikazuje udare ptica u zrakoplov prema mjesecima u godini. Iz grafikona 3 se može vidjeti da je najveći broj udara ptica u zrakoplov bio u srpnju i kolovozu 2016.—2021. jer su tada migracije ptica najveće i veći je broj operacija zrakoplova tijekom ljetne sezone. Također se može vidjeti kako u zimskim mjesecima je postotak udara puno manji.



**Grafikon 2.** Statistika udara ptica u zrakoplov prema mjesecima za razdoblje od 2016.-2021.

Izvor: [8]

Udar ptica se najčešće događa na nižim visinama odnosno 70% udara se događa do 200 ft. Nakon toga 15% udara se događa između 200-800 ft, 10% udara između 800-2.500 ft te 5% udara se dogodilo na 10.000 ft kao što je prikazano slikom 2.



**Slika 2.** Postotak udara ptica prema visinama leta

Izvor: [9]

Iz prethodne slike i grafikona 4 je moguće zaključiti da se najveći broj udara s pticama događa tijekom polijetanja, slijetanja i prilaza. Podaci za grafikon 4 su uzeti iz IBIS sustava, a prikazuju udar ptica u zrakoplov prema fazama leta u razdoblju od 2016. do 2021.

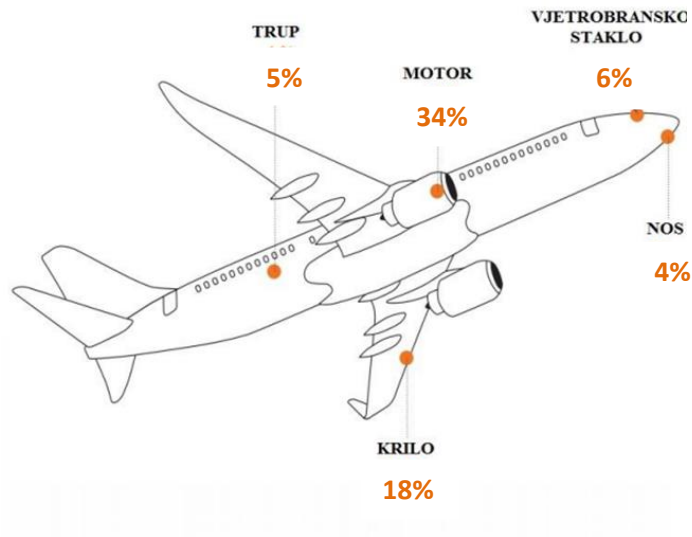


**Grafikon 3.** Udar ptica u zrakoplov prema fazama leta

Izvor: [8]

### 3.2 Mjesto udara ptica s zrakoplovom

Tijekom popunjavanja Izvještaja o udaru ptice u zrakoplov, potrebno je navesti i mjesto gdje su ptice udarile u zrakoplov. Zrakoplovnom operateru je podatak o mjestu udara vrlo bitan kako bi prilikom održavanja zrakoplova obratio veću pozornost upravo na taj dio. O šteti na zrakoplovu uvelike utječu masa ptice i brzina kojom se zrakoplov kretao prilikom udara. Na slici 3 su prikazani dijelovi zrakoplova koji su bili najčešće prijavljeni da su oštećeni od udara ptica. Najčešće je bio oštećen motor zrakoplova (34%) pa nakon njega krila (18%). Vjetrobransko staklo (6%), trup (5%) i nos (4%) su bili manje oštećeni. Također su bile prijavljene štete na stajnom trapu (5%), repu (2%) i dr.



**Slika 3.** Postotak udara ptica u određene dijelove zrakoplova

Izvor: [10]

Motor zrakoplova s 34% i krila s 18% su površinom veći dijelovi zrakoplova pa ne iznenađuje da su oni najčešće pogodeni udarom ptica. Ove komponente su također najbitnije komponente bez kojih zrakoplov ne može normalno odvijati let. Prilikom udara ptica u motor zrakoplova može doći do loma lopatica ventilatora, otkaza motora i sl. što je prikazano slikom 4.



**Slika 4.** Oštećenje lopatica ventilatora

Izvor: [11]

Kada ptica udari u krilo zrakoplova većinom ne nastane velika šteta koja bi utjecala na sigurnost leta, ali se u nekim slučajevima može dogoditi da ptica udari u napadnu ivicu krila gdje se nalaze predkrilca. Predkrilca su ključna u fazi polijetanja i ako je došlo do udara ptice u tom području za vrijeme polijetanja može doći do velikih oštećenja koja onemogućuju normalno odvijanje leta (slika 5).



**Slika 5.** Oštećenje krila zbog udara ptice

Izvor: [12]

Udari u vjetrobransko staklo događaju se u 6% slučajeva udara ptica, ali ako dođe do potpunog proboja vjetrobranskog stakla može doći do ozbiljnih posljedica poput direktnog udara u posadu zrakoplova i dekompresije kabine. U većini slučajeva udara ptica u vjetrobransko staklo ne dolazi do proboja stakla nego samo do puknuća. Na slici 6 je prikazan proboj ptice u pilotsku kabinu kroz vjetrobransko staklo.



**Slika 6.** Proboj ptice kroz vjetrobransko staklo

Izvor: [13]

## **4. ANALIZA PROCESA PROVOĐENJA ISTRAGE ZRAKOPLOVNIH NESREĆA I NEZGODA UZROKOVANIH UDAROM PTICA U ZRAKOPLOV**

Ukoliko dođe do zrakoplovne nesreće ili nezgode to znači da je došlo do određenih propusta i opasnosti u zračnom prometu koji se moraju otkriti kako bi zračni promet bio što sigurniji. Ključno je provesti kvalitetnu istragu kako bi se otkrio uzrok nesreće ili nezgode te kako ne bi došlo do ponavljanja istih ili sličnih nesreća u budućnosti. Istražitelji trebaju biti oprezni tijekom istrage da automatski ne donose određene zaključke jer neke nesreće ili nezgode mogu biti vrlo slične, ali svaka od njih ima svoje specifičnosti.

### **4.1 Sudionici u provođenju istrage zrakoplovne nesreće/nezgode**

Istražno tijelo treba provesti istragu i izraditi izvješće o događaju te treba osigurati da istraga ima adekvatne resurse. Najčešće za provođenje istrage je zadužen imenovani glavni istražitelj. Zadatak glavnog istražitelja je obavještavati nadležno tijelo za provođenje istrage o bilo kakvim značajnijim promjenama u opsegu i veličini istrage i svim drugim situacijama koje mogu rezultirati značajnom promjenom resursa potrebnih za istragu. Istražitelj mora prije odlaska na mjesto nesreće ili nezgode, odrediti tehnička, financijska i ljudska sredstva potrebna za istragu te mora odrediti istražni tim. Glavni istražitelj je odgovoran za kontrolu i provođenje istrage zrakoplovne nesreće tijekom faze prikupljanja dokaza na mjestu događaja. Zadatak glavnog istražitelja tijekom kasnijih faza istrage je spojiti sve grupne izvještaje, obraditi i analizirati informacije i napisati završno izvješće [14].

Koordinatori potpore istrazi su najčešće zaposlenici u istražnom tijelu države koja provodi istragu. Oni pomažu glavnom istražitelju u svim dijelovima istrage te se povezuju s različitim istraživačkim skupinama, državama i organizacijama. Koordinator potpore istrazi su: zamjenik glavnog istražitelja, administrativni koordinator, koordinator središnjeg ureda, koordinator za sigurnost mjesta događaja i koordinator za odnose s javnošću [14].

## **4.2 Faze istrage zrakoplovnih nesreća**

Budući da su istrage zrakoplovnih nesreća zahtjevne te se svaka razlikuje Dodatak 13 ne može pokriti sve moguće scenarije. Ovaj dokument predstavlja osnovu kako se provodi istraživanje zrakoplovnih nesreća, no nije zamjena za iskustvo i obuku. Dodatak 13 se sastoji od četiri različita dijela, odnosno faza pomoću kojih se provodi istraga zrakoplovnih nesreća i nezgoda, a one su:

1. Organizacija i planiranje istrage
2. Kontrolne liste i prikupljanje podataka
3. Istraživanje zrakoplovne nesreće
4. Završno izvješće o provedenoj istrazi

### **4.2.1 Organizacija i planiranje istrage zrakoplovne nesreće**

Kako bi se prevenirale daljnje nesreće ključno je pravilno provesti istragu. Cijeli istražni proces treba biti dobro isplaniran i organiziran kako bi se istraga mogla pravilno provesti.

Kada krene istraga, među prvim zadacima zakonodavnog okvira je uspostaviti oblik vlasti koji će istraživati zrakoplovnu nesreću (odbor, agencija ili drugo tijelo). Također, vlast koja će istraživati nesreću treba biti neovisna od ostalih tijela vlasti civilnog zrakoplovstva kako bi istraga bila objektivna. Tijelo koje će istraživati zrakoplovnu nesreću mora biti u potpunosti nepristrano te mora moći izdržati politički pritisak i uplitanje. Tijelo za istraživanje nesreća bi trebalo imati neometan pristup svim dokazima koji su potrebni za istragu bez da je potrebno prethodno tražiti odobrenje od pravosudnih i drugih tijela [15].

Glavni istražitelj je odgovoran za organizaciju timova, podjelu zadataka članovima tima i kontroliranje napretka istrage. U slučaju istraživanja velike nesreće, veći tim istražitelja je podijeljen u specijalizirane grupe kako bi se mogli pokriti svi dijelovi istrage. U slučaju nezgode ili manje nesreće, može doći do proporcionalnog smanjenja istražiteljskog tima od ranije navedenog tima. Tijela za istraživanje nesreća nemaju uvijek svoj prostor, svu



opremu i dovoljno ljudstva pa se moraju osloniti na pomoć drugih civilnih i vojnih organizacija.

Morali bi postojati postupci i propisi kako bi se osiguralo da su svi zapisi i bilješke vezani za spomenuti let prikupljeni i zaštićeni kako bi se mogli naknadno proučiti u tijeku istrage. Također bi se trebali unaprijed propisati postupci za osiguranje sve dokumentacije vezane uz zrakoplov, posadu i letne operacije. Pružatelji usluga nadopune goriva te ured zrakoplovne meteorologije su također dužni predati svoja izještaje [15].

Kada se dogodi zrakoplovna nesreća, jedan od prvih zadataka je obavijestiti istražitelje što je prije moguće kako bi oni mogli doći na mjesto nesreće što prije, ali tijekom obavješćivanja treba paziti da se ne daju pogrešne informacije. Prosljeđivanje obavijesti i informacija o nesreći ili nezgodni treba odraditi država u kojoj se dogodila nesreća ili nezgoda i to:

- 1) državi registracije;
- 2) državi operatora;
- 3) državi proizvodnje;
- 4) državi projektiranja; i
- 5) Međunarodnoj organizaciji civilnog zrakoplovstva, kada se radi o zrakoplovu mase iznad 2.250 kg [16].

Obavješćivanje se obavlja pomoću telefona, faksa, elektroničke pošte ili aeronautičke fiksne telekomunikacijske mreže. Obavijest se treba poslati što je prije moguće i s što više informacija, ali se ne smije odgađati ukoliko nisu dostupne sve potrebne informacije. Obavijest bi trebala sadržavati sljedeće podatke:

- a) za nesreće identifikacijska kratica ACCID (eng. *Accident*), za ozbiljne nezgode INCID (eng. *Incident*);
- b) serijski broj zrakoplova, proizvođač, nacionalnost, model te registarske oznake;
- c) ime operatora, vlasnika i unajmitelja, ako postoji, zrakoplova;
- d) nacionalnost posade i putnika te ime kapetana zrakoplova;
- e) datum i vrijeme nesreće ili ozbiljne nezgode;
- f) posljednje mjesto uzlijetanja i mjesto predviđenog slijetanja zrakoplova;

- g) geografska duljina i širina te lokacija zrakoplova u odnosu na neku lako definiranu zemljopisnu točku;
- h) broj posade i putnika u zrakoplovu, teško ozlijeđenih i smrtno stradalih; ostalih teško ozlijeđenih i smrtno stradalih;
- i) opis nesreće ili ozbiljne nezgode i opis koliko je oštećen zrakoplov s obzirom na dobivene informacije;
- j) naznaka do koje mjere će istraživanje biti provedeno ili delegirano od strane države u kojoj se dogodila nesreća ili nezgoda;
- k) reljef tj. fizičke karakteristike područja u kojem se dogodila nesreća ili ozbiljna nezgoda, te naznake o teškoćama u pristupu ili posebni uvjeti za pristup mjestu nesreće;
- l) naznaku pošiljatelja izvješća i način na koji se može stupiti u kontakt s glavnim istražiteljem te nadležnim tijelom za provedbu istrage u državi nesreće ili ozbiljne nezgode; i
- m) prisutnost i opis opasne robe u zrakoplovu [17].

Po primitku obavijesti, država operatora, država proizvodnje, država registracije i država projektiranja, trebaju što je prije moguće, pružiti državi nesreće ili nezgode sve relevantne podatke koji su raspoloživi, a tiču se zrakoplova i letačkog osoblja uključenog u nesreću ili ozbiljnu nezgodu.

#### **4.2.2 Kontrolne liste i prikupljanje podataka**

Kontrolna lista služi za provjeru obavještavanja svih nužnih tijela o zrakoplovnoj nesreći. Glavni istražitelj pomoću kontrolnih listi provjerava, kontrolira i dijeli poslove skupinama unutar istražnog tima.

Tijelo nadležno za provedbu istrage nesreća i nezgoda ima neograničene ovlasti nad provođenjem istrage i ima neovisnost u provođenju iste, te sadrži sljedeće:

- 1) prikupljanje, snimanje i analizu svih bitnih informacija o nezgodi ili nesreći;
- 2) ako je moguće, ustanoviti uzroke i/ili čimbenike koji doprinose nesreći/nezgodi;

- 3) ako je potrebno, izdavanje sigurnosnih preporuka; i
- 4) sastavljanje Završnog izvješća [18].

Nesreće mogu biti male i velike, ovisno o kakvom se zrakoplovu radi i ima li smrtnih slučajeva. S obzirom na to, sljedeći čimbenici utječu na kompleksnost i širinu istrage, sastav i broj ljudi u istraživačkom timu:

- 1) ozljede, smrti i oštećenja osoba, okoliša i opreme;
- 2) potencijalna i identificirana pitanja vezana uz sigurnost koja se temelje na nesreći/nezgodi;
- 3) povijest nesreće i nezgode koja se odnosi na veličinu i model zrakoplova, proizvođača, vrstu operacije, regulatora, operatora;
- 4) potencijalna te stvarna odstupanja od procedura i praksi, sigurnosnih i operativnih propisa te standarda; i
- 5) vjerojatnost ponavljanja, vjerojatnost i ozbiljnost štetnih posljedica [18].

Presudno je da se opseg istrage i veličina zadatka procijenjene u ranoj fazi, kako bi se mogao planirati sastav i broj članova istražnog tima, te da se može osigurati dovođenje eksperata ukoliko u sastavu istražnog tima ne postoji osoba koja je specijalizirana za provođenje određenog dijela istrage. Glavni istražitelj će istražni tim podijeliti u skupine, a broj skupina i broj članova dodijeljenih svakoj skupini ovisiti će o složenosti i vrsti nesreće. Dvije glavne podjele skupina su:

- 1) Operativna skupina koja sadrži skupine za:
  - a) Performanse zrakoplova;
  - b) Medicinske/ljudske čimbenike;
  - c) Meteorologiju;
  - d) Operacije;
  - e) Preživljavanje;
  - f) Svjedoke;
  - g) Analizu uređaja za snimanje leta;
  - h) Usluge zračne plovidbe/aerodrome; i
  - i) Skupinu za sigurnost kabine.

2) Tehnička skupina koja se sastoji od sljedećih skupina:

- a) Sustava;
- b) Motornih grupa;
- c) Struktura;
- d) Otpornost na sudare;
- e) Održavanje i evidencija;
- f) Nadzor mjesta događaja; i
- g) Foto/video skupina [18].

Kontrolna lista se koristi za sve događaje koji su vezani uz istragu zrakoplovne nesreće te služi za provjeru obavještanja svih nužnih tijela i za provjeru zadataka vezanih uz organizaciju i provedbu istrage u skladu s procedurama.

#### **4.2.3. Istraživanje zrakoplovne nesreće**

Organizacija i veličina istražnog tima te opseg i veličina istrage trebaju se temeljiti na okolnostima nesreće. Stručnjaci koji pomažu u provođenju istrage moraju imati pristup informacijama koje su im potrebne za pružanje savjeta u svom području stručnosti. Glavni istražitelj mora odlučiti koje dokumente treba dobiti i mora osigurati kontakt s relevantnim organizacijama i zatražiti prikupljanje dokumentacije [19].

Istraživanje zrakoplovnih nesreća ili nezgoda uključuje tri faze:

- 1) prikupljanje podataka,
- 2) analiza podataka, i
- 3) predstavljanje nalaza.

Prikupljanje podataka predstavlja početnu fazu istražnog postupka u kojoj je najbitnije definirati i dobiti podatke koji se odnose na nesreću. Važno je da podaci koji su prikupljeni tijekom prvih dana istrage upotpunjuju s podacima prikupljenim tijekom kasnijih faza istrage. Vrste podataka koje je potrebno prikupiti su:

- a) Podaci o nesreći/nezgodi

- Ovi podaci se dobivaju iz izvora poput radarskih zapisa, planova leta te navigacijskih i topografskih karata.
- Prikupljeni podaci trebaju uključivati:
  1. datum,
  2. vrijeme,
  3. podaci o lokaciji,
  4. referentna mreža,
  5. visina i topografija,
  6. polazišna točka (zračna luka s koje je zrakoplov poletio)
  7. radarske putanje
  8. visina leta ili visina krstarenja zrakoplova

#### b) Meteorološki podaci

- Vremenska prognoza i lokalni meteorološki uvjeti mogu utjecati na let u fazi planiranja leta, tijekom samog leta te utječu na performanse zrakoplova.
- Meteorološke podatke uključuju:
  1. pozicija sunca i mjeseca,
  2. zaleđivanje,
  3. jačina i smjer vjetra,
  4. atmosferski uvjeti,
  5. rijetke pojave kao što su vulkanski pepeo i dim, te
  6. ostale pojave koje bi mogle utjecati na polijetanje ili slijetanje te dodatnu potrošnju goriva.
- Tijekom istraživanja nesreće potrebno je dobiti točne meteorološke podatke kako bi se loši vremenski uvjeti mogli izuzeti kao uzrok nesreće.

#### c) Tehnički podaci

- Prikupljaju se na mjestu nesreće ili nezgode zajedno s evidencijama o održavanju i proizvodnji zrakoplova, laboratorijskom analizom komponenti zrakoplova i dostupnim podacima s uređaja u zrakoplovu.
- Takvo prikupljanje informacija biti će od velike važnosti za rekonstrukciju zrakoplovne nesreće te izradu simulacije.

#### d) Ljudski faktor

- U kobnim nesrećama najteže je prikupljanje informacija vezano za ljudski faktor jer je moguće ispitati mali broj svjedoka koji su vidjeli ili čuli nešto što bi potvrdilo procedure i akcije posade zrakoplova.
- Pomoću rezultata autopsije i rekonstrukcije aktivnosti posade na temelju snimaka pružatelja usluga u zračnoj plovidbi te snimaka u kokpitu, može se vidjeti koje je radnje letačko osoblje primijenilo.
- Ukoliko se posumnja na kvarove u sustavu zrakoplova, potrebno je održati razgovore sa zemaljskim osobljem zračne luke te s osobljem zaduženim za održavanje.
- Navedeni razgovori trebaju biti provedeni što je prije moguće, s obzirom na sjećanje svjedoka te da nakon nekog vremena, ne bi ti isti svjedoci bili pod utjecajem drugih radnika.

Druga faza istrage zrakoplovne nesreće je analiza podataka. Prilikom prvobitne analize podataka često može doći do pokretanja dodatnih pitanja koja zahtijevaju daljnje prikupljanje podataka. Kako bi se svi potrebni podaci prikupili i obradili potrebna je učestala razmjena mišljenja između različitih članova istražnog tima. U posljednjoj fazi istrage predstavljaju se dobiveni rezultati analize koji se upisuju u Izvješće o nezgodi. Ono treba biti napisano u formatu koje je propisano ICAO Dodatkom 13 kako bi se moglo unijeti u ADREP (eng. *Accident/Incident Data Reporting*) bazu podataka [20].

#### **4.2.4 Završno izvješće o provedenoj istrazi zrakoplovne nesreće**

Posljednja faza istrage zrakoplovnih nesreća ili nezgoda je izvještavanje. Završno izvješće o istrazi zrakoplovne nesreće je potrebno kako bi se mogle pokrenuti sigurnosne mjere potrebne za sprječavanje daljnjih nesreća koje su prouzrokovane sličnim uzrocima. Ono mora utvrditi što se dogodilo, kako i zašto je došlo do nesreće. Završno izvješće bi trebalo uključivati:

- zapis svih relevantnih činjenica,
- analizu relevantnih činjenica,

- zaključke u obliku nalaza i uzroka, i
- sigurnosne preporuke.

Završno izvješće sastaviti će se temeljem izvješća različitih skupina, a odgovornost da Završno izvješće bude napisano u ujednačenom i dosljednom stilu ima glavni istražitelj. Standardizirani format Završnog izvješća definiran je u ICAO Dodatku 13 i sastoji se od pet dijelova:

- 1) Uvod,
- 2) Činjenične informacije,
- 3) Analiza,
- 4) Zaključci, i
- 5) Sigurnosne preporuke.

Država koja je zadužena za vođenje istrage je dužna poslati Završno izvješće u najkraćem roku:

- državi koja je pokrenula istragu;
- državi dizajna zrakoplova;
- državi registracije;
- državi operatera;
- državi proizvođača zrakoplova;
- svakoj državi koja je dopustila upotrebu svojih istražnih objekata ili stručnjaka te doprinijela relevantnim informacijama; i
- svakoj državi čiji su građani teško ozlijeđeni ili umrli u nesreći.

Ako država koja vodi istragu ne primi nikakve primjedbe u roku od šezdeset dana, ona će izdati Završno izvješće, osim ako države međusobno ne dogovore produženje tog razdoblja. Država koja provodi istragu bi trebala objaviti Završno izvješće što je prije moguće, odnosno u roku od dvanaest mjeseci od datuma kada se dogodila nesreća ili nezgoda. Također, ICAO preporuča državama razmjenu informacija o bilo kakvim prijelaznim sigurnosnim preporukama donesenim prije kompletiranja Završnog izvješća [21].

### **4.3 Glavna područja uključena u provedbu istrage**

Kada se provodi istraga potrebno je provjeriti i analizirati veliki broj parametara kako bi se došlo do točnog uzroka nesreće. Istražitelji moraju biti na oprezu kako ne bi na početku istrage donijeli krive odluke zbog uzroka koji se čini da je doveo do nesreće ili nezgode, a daljnjom istragom se ustanovi da to nije pravi uzrok. Iz tog razloga je potrebno provjeriti sve parametre koji su navedeni u nastavku.

#### **4.3.1 Povijesne informacije o posadi**

Jedan od najvažnijih dijelova istraživanja ljudskih čimbenika je istraživanje činjenica vezanih uz posadu.

Ključne informacije koje se moraju prikupiti u ovom segmentu su sljedeće:

- Ime i prezime svakog člana posade, godine i spol,
- Zdravstveni izvještaj posade (nalazi pregleda, psihološka analiza, vrijeme odmora),
- Opće informacije o zračnom prijevozniku (edukacija posade, licence, prijašnje nezgode ili nesreće),
- Vrijeme provedeno u zrakoplovu (i na dužnosti),
- Ukupno iskustvo u letenju zrakoplovom (po danu/noći, različitim vremenskim uvjetima, broj ukupnih sati leta, ocjene nadzornika),
- Iskustvo u letenju po određenoj ruti (poznavanje rute, broj slijetanja i polijetanja na aerodromima na toj ruti, poznavanje ostalih procedura vezanih za letenje).

Potrebno je proučiti aktivnosti svih članova posade u zadnjih sedam dana, a posebnu pozornost treba obratiti na posljednjih 72 sata prije nesreće s posebnom psihološkom analizom koja je mogla imati utjecaj na učinak posade. Također, istražitelj treba proučiti događaje koji su mogli imati utjecaj na posadu te udaljenosti koje je posada prolazila prilikom vožnje prema zračnoj luci prije stupanja na dužnost te prilikom pripreme za let. Podaci o aktivnostima koje posada obavlja tijekom leta najčešće se mogu dobiti pomoću



snimljenih zapisa razgovora ili od preživjelih članova posade. Dužnost glavnog istražitelja je da analizira svaku aktivnost članova posade tijekom same nesreće. Aktivnosti koje istražitelj treba analizirati nakon nesreće su način na koji je posada evakuirala zrakoplov, psihološko stanje posade ukoliko je preživjela nesreću te postupke i organizaciju posade nakon nesreće [20].

#### **4.3.2 Kvalifikacija i stručnost posade**

Istražitelji bi trebali utvrditi razinu kvalifikacija svakog člana posade kako bi utvrdili je li let proveden u skladu s iskustvom ili obukom posade. Npr. prijevoz putnika za noćne letove obično zahtijeva određeni broj polijetanja i slijetanja noću unutar određenog razdoblja. Pilot koji izvrši potreban broj polijetanja i slijetanja neposredno prije noćnog leta za prijevoz putnika može biti kvalificiran, ali se može dovesti u pitanje njegova stručnost [20].

#### **4.3.3 Broj sati leta posade, provedeno vrijeme posade na dužnosti i vrijeme odmora**

Postoje državni propisi o duljini leta posade i razdoblju dužnosti te količini očekivanog odmora prije početka letačkih aktivnosti. Operatori vode evidenciju leta posade, vremena dužnosti i odmora. Informacije o aktivnosti posade i odmoru također se mogu dobiti uvidom u hotelsku evidenciju i razgovorom s najbližim rođacima. Međutim, istražitelj mora poštivati privatnost takvih informacija. Zračni prijevoznik mora obratiti pozornost da ukupno vrijeme leta svakog člana posade ne prijeđe:

- a) 100 sati tijekom 28 uzastopnih dana
- b) 900 sati u kalendarskoj godini
- c) 1.000 sati tijekom 12 uzastopnih mjeseci.

Također, zračni prijevoznik treba obratiti pozornost na to da ukupan broj sati provedenih na dužnosti za članove posade zrakoplova ne prijeđe:

- a) 60 sati dužnosti tijekom 7 uzastopnih dana

- b) 110 sati dužnosti tijekom 14 uzastopnih dana
- c) 190 h dužnosti tijekom 28 uzastopnih dana [23].

Tijekom analize vremena rada posade, nije dovoljno analizirati vrijeme izvan posla. Potrebno je analizirati i vrijeme spavanja, kvalitete smještaja u kojem se posada mogla odmoriti, moguće smetnje tijekom odmora itd. [20].

#### **4.3.4 Upravljanje zadacima i upravljanje resursima posade**

Prilikom istraživanja nesreće nije dovoljno samo analizirati aktivnost posade tijekom nesreće. Potrebno je da istražitelji sagledaju cijelu situaciju tijekom leta i nesreće. U ekstremnim situacijama kao što su zrakoplovne nesreće, može doći do određenih propusta u koracima koje je potrebno izvršiti ili ti koraci nisu uopće bili prepoznati. Iz tog razloga je potrebno analizirati način na koji je posada donosila odluke tijekom stresnih situacija [22].

#### **4.3.5 Planiranje leta**

Za većinu letova, kontrola zračne plovidbe sudjeluje u ispunjavanju plana leta. Zbog toga je od iznimne važnosti ispitati i djelatnike kontrole zračne plovidbe vezano za podatke koje su kontrolori dali posadi te koje je posada koristila.

Letačka posada obično uspostavlja, uz pomoć dispečera, detaljan tehnički plan leta ili navigacijske zapise koje istražitelj može iskoristiti. U slučaju nesreća koje uključuju navigacijske čimbenike ili pitanja potrošnje goriva, bit će potrebno provjeriti tehničke planove leta i navigacijske zapise i osigurati da grafički ili tablični podaci iz kojih su izvedeni bili relevantni za posebne okolnosti namjeravanog leta, kao što su vrijeme, tip i model zrakoplova, visina krstarenja itd. [20].

#### 4.3.6 Uravnoteženje i opterećenje zrakoplova

Lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova se izrađuje prije svakoga leta. Za komercijalne zrakoplove koriste se standardni obrasci s izračunom mase i centrom težišta. Sljedeći segmenti moraju biti analizirani kod uravnoteženja i opterećenja zrakoplova:

- Masa zrakoplova,
- Količina goriva i ulja koje je bilo na zrakoplovu,
- Analizirati robu koja je bila ukrcana (putem zračnog teretnog lista, robnog manifesta, provjeriti da li je bilo opasne robe, provjeriti je li se nadodala prtljaga),
- Provjeriti broj putnika, njihovu strukturu (muško, žensko, djeca i bebe), putne isprave, izraditi analizu putnika koji su se iskrcali i ponovno ukrcali iz/u zrakoplov.

Pomoću tih podataka provjerava se ispravnost izračuna liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova [22].

#### 4.3.7 Karte i baze podataka za navigaciju

Potrebno je ustanoviti postoji li uzročna posljedična veza između baze podataka i navigacijskih karata koje su se koristile s zrakoplovnom nesrećom. Također može biti relevantno ispitati funkcionalni međusobni odnos različitih karata dizajniranih za različite faze operacije, gdje je vidljivo da je možda došlo do krivog čitanja karata. Podaci i karte koje se koriste za pripremu i tijekom leta su:

- Karte aerodroma,
- Karte prilaza i odleta,
- Aeronautičke karte,
- Radio-navigacijske karte,
- Ispisane karte prema specifičnosti rute [20].

#### 4.3.8 Intervjui svjedoka

Jedna od glavnih zadataka istražitelja je prikupljanje dokaza od svjedoka. Međutim, istražitelj treba imati na umu da u nekim državama može biti odgovornost policije intervjuirati svjedoke tijekom istrage nesreće. Prikupljanje dokaza od svjedoka jedan je od glavnih zadataka istražitelja; tako dobiveni podaci mogu pružiti trag jer idu ruku pod ruku s materijalnim dokazima otkrivenim tijekom ispitivanja mjesta i olupina, i može ih nadopuniti ili pojasniti. Korištenje modela (makete) zrakoplova katkada je efikasno kod razgovora sa svjedocima koji su vidjeli pad zrakoplova. Važno je da istražitelj pusti svjedoka da ispriča cijelu priču bez prekidanja kako svjedok ne bi promijenio mišljenje zbog postavljanja potpitanja. Također, istražitelj ne smije zanemariti ljudski faktor pogreške i stresa u tijeku ispitivanja pri čemu određene izjave svjedoka mogu biti u koliziji s dokazima prikupljenih na terenu. Potrebu za stručnim tumačenjem ne treba podcjenjivati kad god istražitelj intervjuira svjedoka i materinski jezik nije zajednički objema osobama: standard komunikacije može biti zadovoljavajući za društveni razgovor, ali blage intonacije u iskazu svjedoka ili detalji koji mogu imati tehnički značaj mogu se lako izgubiti zbog neadekvatnog prijevoda od strane svjedoka, istražitelja ili nekog drugog osim stručnog tumača.

Izjave svjedoka treba uzeti što je prije moguće nakon nezgode jer su prve izjave obično najtočnije dok su događaji još svježiji u sjećanju (prva izjava je najčešće najtočnija). Uvijek je vrlo korisno saslušati svjedoke na mjestu gdje su se zatekli u vrijeme nesreće. Ovo može biti od velike pomoći, ne samo za jasnije razumijevanje izjave, već i za dobivanje dodatnih detalja (osobito u slučaju izjava koje se tiču putanje leta zrakoplova). Istražitelju je od najveće pomoći korištenje kompasa za točno dokumentiranje zapažanja očevidaca. Strogo se preporučuje da se razgovori sa svjedocima odvijaju u izolaciji kako bi se izbjegao utjecaj drugih svjedoka. Također, gdje god je to moguće, svjedoke treba poticati da se suzdrže od međusobnog razgovora prije nego što su imali razgovor s istražiteljima. Bitno je da istražitelj ni jednu izjavu svjedoka ne odbaci prije provjere [20].

Razgovori sa svjedocima mogu se u određenoj mjeri voditi u dvije faze: u prvoj fazi istražitelj treba, koliko god je to moguće, pustiti svjedoka da svojim riječima prepriča viđene događaje (bez prekida osim da bi se svjedok zadržao na relevantnim stvarima); u drugoj fazi

istražitelj će možda trebati postaviti pitanja kako bi razjasnio sve dvojbene točke ili pokrenuo druge (ali nikada ne bi smjeli biti formulirani na takav način da sugeriraju odgovore).

Vrlo je korisno ukoliko svjedok pristane da se razgovor snima, jer na taj način istražitelj može nekoliko puta preslušati snimku.

Bitne informacije koje se moraju uzeti od svjedoka su:

- Osobni podaci (ime, prezime, adresa, telefon,...),
- Lokacija gdje se svjedok nalazio za vrijeme nesreće,
- Vrijeme svjedočenja nesreće (ukoliko je svjedoku poznato),
- Je li bilo oštećenja na zrakoplovu prije leta,
- Bilo koja vizualna informacija ili informacija o zvuku prije ili u vrijeme nesreće (jesu li kotači bili izvučeni, kakav je bio položaj krila,...) [20].

#### **4.3.9 Određivanje putanje leta zrakoplova i rotacije zrakoplova u danu**

Rekonstrukcija leta zrakoplova se radi kako bi se odredila putanja leta zrakoplova. Ukoliko postoje, za to se koriste izvještaji iz zrakoplovnih zapisnika i radarske snimke.

Po pitanju rotacija zrakoplova u danu, potrebno je provjeriti prethodne izvještaje kako bi se utvrdilo je li već na prethodnim letovima bilo kakvih primjedbi na tehničke segmente zrakoplova ili njegove sustave [22].

## **5. STUDIJA SLUČAJA ZRAKOPLOVNE NESREĆE US AIRWAYS LET 1549, SJEDINJENE AMERIČKE DRŽAVE**

U povijesti se dogodio određen broj zrakoplovnih nesreća uzrokovanih udarom ptica u zrakoplov, ali najpoznatija je upravo ova nesreća. Ono što nesreću US Airwaysa čini posebnom je to što su piloti uspješno sletjeli na vodenu površinu i svi putnici i kabinsko osoblje je preživjelo nesreću. Upravo iz tog razloga je ova nesreća odabrana za detaljan opis i analizu istrage nesreće. Opis i analiza nesreće su napravljeni prema službenom Završnom izvješću Nacionalnog odbora za sigurnost prometa (eng. *NTSB-National Transportation Safety Board*)

### **5.1 Opis događaja prije, tijekom i nakon zrakoplovne nesreće**

Dana 15.1.2009. let US Airways 1549 je po rasporedu trebao letjeti sa Zračne luke LaGuardia, New York do Charlotte, Sjeverna Karolina. Zrakoplovom Airbus A320 su upravljali kapetan Chesley Sullenberger i kopilot Jeffrey Skiles. Kapetan Sullenberger je prije bio vojni pilot i u vrijeme nesreće je imao oko 20.000 sati leta te 4.756 sati leta u Airbusu A320. Kopilot Skiles je također imao oko 20.000 sati leta u vrijeme nesreće, ali je imao samo 37 sati leta na Airbusu A320. Ovaj let je bio posljednji let u nizu nakon 4 dana letenja te drugi let u danu u tom zrakoplovu. Posada je letjela od Međunarodne zračne luke Pittsburgh, Pennsylvania do Međunarodne zračne luke Charlotte Douglas, Sjeverna Karolina drugim zrakoplovom i nakon toga je posada letjela od Međunarodne zračne luke Charlotte Douglas do Zračne luke LaGuardia.

Kontrola zračnog prometa iz kontrolnog tornja u Zračnoj luci LaGuardia je odobrio polijetanje letu Cactus 1549 s uzletno sletne staze 4 u 15:24. Kopilot Skiles je upravljao zrakoplovom tijekom polijetanja. Polijetanje je prošlo bez ikakvih poteškoća. U 15:25 toranjska kontrola je uputila posadu da kontaktira prilaznu kontrolu oko daljnjih uputa. Kapetan Sullenberger je stupio u kontakt s prilaznom kontrolom i obavijestio ih da se zrakoplov trenutno nalazi na visini od 700 ft (213,36 m) i penje se na visinu od 5.000 ft (1.524

m). Nakon toga prilazna kontrola je uputila posadu da se penju do visine od 15.000 ft (4.572 m) [25].

Prema snimaču glasa u pilotskoj kabini u 15:27 je kapetan Sullenberger primijetio ptice i sekundu nakon toga se čuo glasan zvuk udarca. Tri sekunde kasnije čuo se zvuk prestanka rada motora zrakoplova. Prema snimaču podataka o letu udar ptica u zrakoplov se dogodio na visini od 2.818 ft (858,92 m) te 4,5 milja (7,24 km) od Zračne luke LaGuardia. Snimač podataka o letu je također zabilježio da su oba motora odmah nakon udara ptica počeli usporavati što je kapetan Sullenberger uočio odmah te nekoliko sekundi kasnije pokrenuo pomoćnu pogonsku jedinicu (eng. *APU-Auxiliary power unit*).

Kapetan je u tom trenutku preuzeo kontrolu nad zrakoplovom kao iskusniji pilot. Uputio je kopilota da provjeri gubitak potiska u oba motora u priručniku za izvanredne situacije te je nakon toga kontaktirao kontrolu leta riječima „mayday, mayday, mayday“ koje označavaju uzbunu i izvanrednu situaciju. Chesley Sullenberger je obavijestio kontrolu leta da se dogodio sudar ptica s zrakoplovom te da se zrakoplov vraća na Zračnu luku LaGuardia [24].

Dok je kopilot Skiles čitao upute iz priručnika za gubitak potiska u oba motora, kapetan je razgovarao s kontrolom leta o mogućim opcijama za slijetanje. Kontrolor leta je predložio uzletno sletnu stazu 13 za slijetanje, ali je kapetan Sullenberger odbio tu opciju. Nakon toga je kontrolor leta predložio uzletno sletnu stazu 4 na Zračnoj luci LaGuardia što je kapetan također odbio i pitao za opcije na Zračnoj luci Teterboro u New Jerseyu. U međuvremenu kopilot Skiles je pokušavao upaliti motore prema uputama iz priručnika, ali bez uspjeha. U tom trenutku je kapetan preko razglasa obavijestio putnike da se pripreme za prisilno slijetanje. Par sekundi kasnije kontrolor leta je predložio uzletno sletnu stazu 1 na Zračnoj luci Teterboro, ali je kapetan i tu opciju odbio te dodao da će sletjeti na rijeku Hudson.

Kapetan je zatražio od kopilota da postavi zakrilca u položaj za slijetanje. U 15:29 kontrola leta je izgubila kontakt sa zrakoplovom. Zrakoplov se tada nalazio na visini od 250 ft (76,2 m). Snimač glasa u pilotskoj kabini je prestao raditi u 15:30 kada je kapetan rekao kopilotu da se pripreme za udar u vodu. Na slici 7 je prikazano mjestu udara ptica u zrakoplov i mjesto prisilnog slijetanja na rijeku Hudson [24].



**Slika 7.** Prikaz putanje leta US Airwyas 1549

Izvor: [24]

Ukupno trajanje leta je bilo 5 minuta i 8 sekundi. Nakon što su sletjeli, posada i putnici su otvorili izlaze u nuždi i počeli evakuirati zrakoplov. Većina putnika se nalazilo na krilima zrakoplova do dolaska prvih brodova (slika 8). Prvo su došla dva trajekta kako bi ukrcali putnike na brod. Nedugo nakon toga je došla Obalna straža jer je dio putnika završio u rijeci, a na kopnu je putnike čekala hitna pomoć. Svi putnici i posada su spašeni 24 minute nakon prisilnog slijetanja. Samo četiri putnika i jedan član kabinskog osoblja su imali teške ozljede, ali svih 150 putnika i 5 članova posade su preživjeli nesreću.



**Slika 8.** Let 1549 nakon slijetanja na rijeku Hudson

Izvor: [25]



## 5.2 Analiza provedene istrage

Nacionalni odbor za sigurnost prometa je nakon nesreće proveo istragu u kojoj su došli do određenih saznanja i zaključaka te su izdali nove sigurnosne preporuke. U nastavku su navedena saznanja koja su donesena provedbom istrage:

- Članovi letačke i kabinske posade bili su propisno certificirani i kvalificirani prema saveznim propisima. Nikakvi dokazi ne upućuju na bilo kakvo prethodno zdravstveno ili fizičko stanje koje bi moglo nepovoljno utjecati na performanse letačke posade tijekom nesreće.
- Zrakoplov je bio opremljen i održavan u skladu sa saveznim propisima.
- Pregled pronađenih komponenti nije otkrio nikakve dokaze o postojanju prijašnjih kvarova na motorima, sustavima ili strukturi zrakoplova.
- Oštećenje konstrukcije zrakoplova uzrokovano je snažnim udarom u stražnji dio trupa i uslijed kretanja zrakoplova prema naprijed kroz vodu (slika 9).

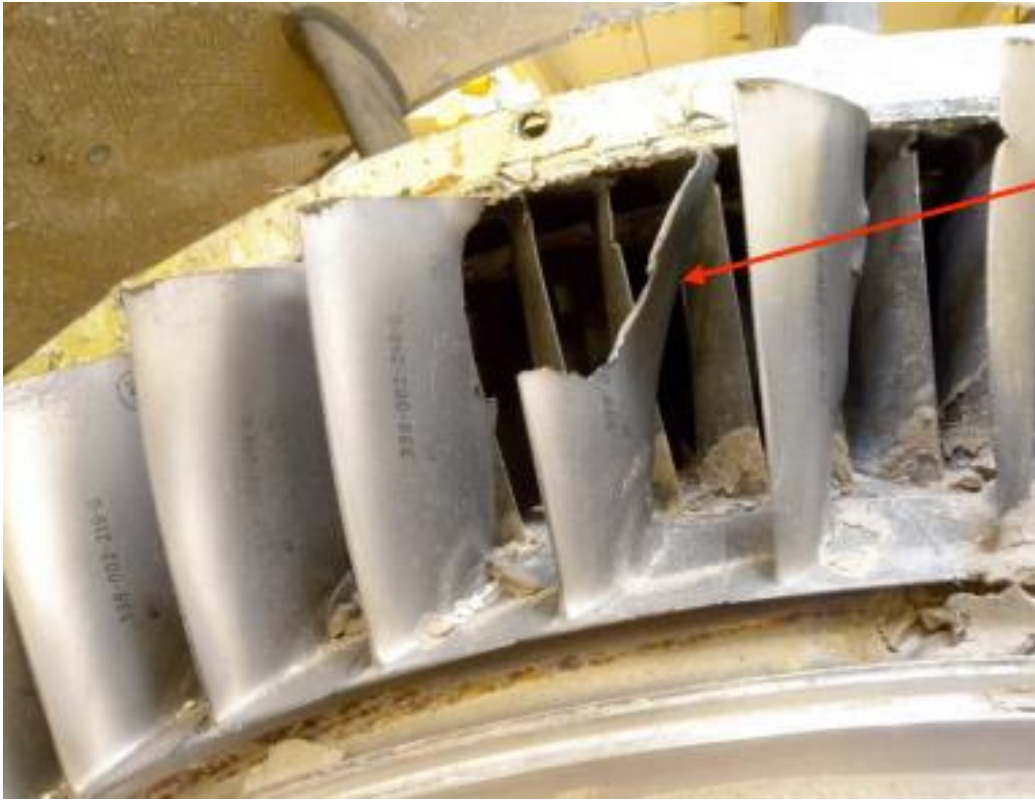


**Slika 9.** Prikaz oštećenja stražnjeg dijela trupa

Izvor: [26]

- Oba su motora radila normalno sve dok se sa svakim motorom nisu sudarile najmanje dvije velike ptice, od kojih je jedna usisana u jezgre motora, uzrokujući mehanička oštećenja koja su spriječila motore u mogućnosti pružiti dovoljan potisak za održati

let (slika 10) . Vrsta ptice koja se sudarila sa zrakoplovom je Kanadska guska koja teži oko 3,6 kilograma (slika 11).



**Slika 10.** Prikaz oštećenog motora s leta 1549

Izvor: [26]



**Slika 11.** Prikaz Kanadske guske

Izvor: [26]

- Da je elektronički sustav upravljanja motorima bio u stanju obavijestiti članove posade o kontinuiranom operativnom statusu motora, bili bi svjesni da se potisak ne može obnoviti i ne bi trošili dragocjeno vrijeme pokušavajući ponovno upaliti motore.
- Iako priručnik za provjeru dvostrukog kvara motora nije u potpunosti odgovarao ovom događaju, bio je najprimjenjiviji priručnik za provjeru sadržan u kratkom priručniku za rješavanje događaja, i odluka letačke posade da koristi ovaj kontrolni priručnik bila je u skladu s US Airways procedurom.
- Unatoč tome što nije mogao izvršiti kontrolni priručnik dvostrukog kvara motora, kapetan je uključio pomoćnu pogonsku jedinicu, koja je poboljšala ishod slijetanja na vodenu površinu osiguravajući izvor električne energije zrakoplovu. Uključivanjem pomoćne pogonske jedinice nije došlo do gubitka uzgona.
- Kapetanova odluka da prisilno sleti na rijeku Hudson radije nego da pokuša sletjeti na zračnu luku pružilo je najveću vjerojatnost za preživljavanje nesreće.
- Kapetanova odluka da upotrijebi zakrilca u položaju 2 za slijetanje na vodu, na temelju njegovog iskustva i percepcije situacije, bila je razumna i u skladu s ograničenim civilnim i vojnim smjernicama koje su bile dostupne u vezi s prisilnim slijetanjem velikih zrakoplova bez napajanja.
- Članovi letačke posade bili bi bolje pripremljeni za slijetanje na vodu da su prošli obuku te tehnike dodira s vodenom površinom, s i bez snage motora.
- Sudar s pticama dogodio se na udaljenosti i visini izvan područja odgovornosti zračne luke LaGuardia stoga sudar ne bi bio ublažen metodama i praksama upravljanja divljim životinjama Zračne luke LaGuardia.
- Istraživanje upotrebe zrakoplovnih sustava kao što su pulsirajuća svjetla, laseri i radari može dovesti do učinkovitih metoda odvratanja ptica od njihovog zadržavanja na zračnoj luci ili letenja na putanji zrakoplova te tako smanjiti vjerojatnost sudara s pticama.
- Hitna intervencija je bila pravovremena i učinkovita zbog blizine hitnih službi mjestu nesreće i njihove obuke.
- Kabinsko osoblje je odmah pokrenulo evakuaciju i, iako su naišli na poteškoće na izlazima, ipak su uspjeli izvršiti učinkovitu i pravovremenu evakuaciju [24].

- Iako propisi Savezne uprave za civilno zrakoplovstvo (eng. *FAA-Federal Aviation Administration*) nisu zahtijevali da zrakoplov bude opremljen za produžene nadvodne operacije, činjenica da je zrakoplov bio tako opremljen, uključujući dostupnost prednjeg tobogana/splavi, što je pridonijelo preživljavanju svih putnika i nizak broj ozbiljnih ozljeda povezanih s uranjanjem u hladnu vodu jer je oko 64 putnika i osoblja koristilo prednji tobogan/splav nakon slijetanja u vodu.
- S obzirom na okolnosti ove nesreće i veliki broj zračnih luka smještenih u blizini vode i letova iznad vode, potrebno je razmotriti zaštitu putnika tijekom takvih letova na način da ima dovoljno prsluka za spašavanje i druge opreme koja je potrebna kod prisilnog slijetanja na vodu.
- Opremanje zrakoplova plutajućim jastucima za sjedalo i prslucima za spašavanje na svim letovima, bez obzira na rute, putnicima će pružiti održavanje na površini vode u slučaju nesreća na vodenoj površini.
- Većina putnika nije obratila pozornost na usmeno sigurnosno informiranje prije leta niti je pročitala sigurnosno-informativnu karticu, što pokazuje da je potrebna kreativnija i učinkovitija metoda prenošenja sigurnosnih informacija putnicima zbog rizika povezanih s time da putnici nisu svjesni sigurnosne opreme [24].

Nakon određenih saznanja i zaključaka dovedene su sigurnosne preporuke kako bi se spriječile slične nesreće. NTSB je izdao sljedeće sigurnosne preporuke:

- Surađivati s vojskom, proizvođačima i Nacionalnom Aeronautičkom Svemirskom Administracijom (eng. *NASA- National Aeronautics Space Administration*) za dovršetak razvoja tehnologije sposobne za informiranje pilota o stalnom operativnom statusu motora.
- Zahtijevati od proizvođača zrakoplova s turbinskim pogonom da izrade priručnik za provjeru i postupak za kvar oba motora koji se dogodio na maloj visini.
- Razviti i potvrditi sveobuhvatne smjernice za hitne slučajeve i razvoj priručnika za provjeru. Za smjernice je potrebno uzeti u obzir redoslijed kritičnih stavki na priručniku za provjeru (na primjer, pokretanje pomoćne jedinice za napajanje), da nisu preduge, predetaljne, ne iziskuju puno vremena za ispunjavanje kontrolnog popisa te da su napisane jasno i razumljivo.

- Suradivati sa zrakoplovnom industrijom kako bi se utvrdilo je li potrebno unaprijediti preporučene prakse i procedure povezane s prisilnim slijetanjem bez snage u oba motora na vodi i na tlu.
- Zahtijevati od Airbus operatera da u priručniku u slučaju gubitka snage u oba motora se navede korak za isključivanje sustava upozorenja na blizinu tla tijekom završne faze prisilnog slijetanja.
- Suradivati s Ministarstvom poljoprivrede na razvoju i implementaciji inovativne tehnologije koje se mogu instalirati na zrakoplove koje bi smanjile vjerojatnost sudara s pticama.
- Provesti istraživanje kako bi se odredio najbolji položaj u kojem bi se putnici trebali nalaziti tijekom prisilnog slijetanja na vodu. Ukoliko se istraživanjem utvrdi novi položaj koji je bolji od prijašnjeg trebaju se izraditi novi materijali o položaju putnika tijekom prisilnog slijetanja.
- Zahtijevati na novim zrakoplovima i zrakoplovima u upotrebi da su tobogani/splavovi uvijek dostupni i da je dovoljan kapacitet dostupan za sve putnike i osoblje nakon prisilnog slijetanja na vodu.
- Zahtijevati pojaseve za brzo otpuštanje i rukohvate na svim toboganima/splavovima.
- Zahtijevati da zrakoplov bude opremljen plutajućim jastucima za sjedalo i prslucima za spašavanje za svakog putnika na svim letovima, bez obzira na rutu.
- Upoznati putnike sa svom plutajućom opremom ugrađenom u zrakoplov, uključujući potpunu demonstraciju ispravnog izvlačenja i oblačenja prsluka za spašavanje, prije svih letova, bez obzira na rutu.
- Zahtijevati preinake odjeljaka za odlaganje prsluka za spašavanje ili poboljšanje lokacija za odlaganje prsluka za spašavanje kako bi svaki putnik bio u mogućnosti uzeti prsluk za spašavanje.

## 6. KOREKTIVNE MJERE PREVENCIJE NESREĆA I NEZGODA UZROKOVANIH UDAROM PTICA U ZRAKOPLOV

Ptice često prilikom traženja hrane, vode ili staništa prolaze kroz aerodromsku zonu. Zbog toga ptice se smatraju kritičnom skupinom koja svojim kretanjem može uzrokovati ozbiljne posljedice u zračnom prometu. Praćenjem i analiziranjem podataka o kretanju ptica mogu se otkriti kritična područja u aerodromskoj zoni. Analizom podataka može se previdjeti koja mjera bi bila najučinkovitija ovisno o godišnjem dobu, je li dan ili noć (dobu dana) itd. Određivanje odgovarajuće metode ovisi o broju i aktivnosti ptica, broju polijetanja i slijetanja, razlozima dolaska ptica u aerodromsku zonu i druge. Metode se mogu podijeliti u tri osnovne skupine: prediktivne, proaktivne te reaktivne. Prediktivna metoda je BIRDTAM, proaktivne su korištenje bodljikave žice te održavanje travnatih i vodenih površina, a reaktivne metode su korištenje lasera, zvučnih metoda, vatrenog oružja i pirotehnike, uvježbanih pasa i ptica grabljivica te korištenje robotskih ptica. Bitno je napomenuti da nijedna od ovih metoda ne nanosi fizičke ozljede pticama.

### 6.1 BIRDTAM

BIRDTAM je specijalizirani NOTAM (eng. *Notice to Airmen*) koji se koristi za pružanje informacija o položajima ptica i upozorava na moguće udare ptica u određenim dijelovima zračnog prostora, pretežno na nižim visinama leta. Radi na principu promatranja aktivnosti ptica od strane ljudi ili pomoću radarske detekcije te sadrži migracije ptica. Također, BIRDTAM nije univerzalan i koristi se najviše u sjevernoj i zapadnoj Europi [27].

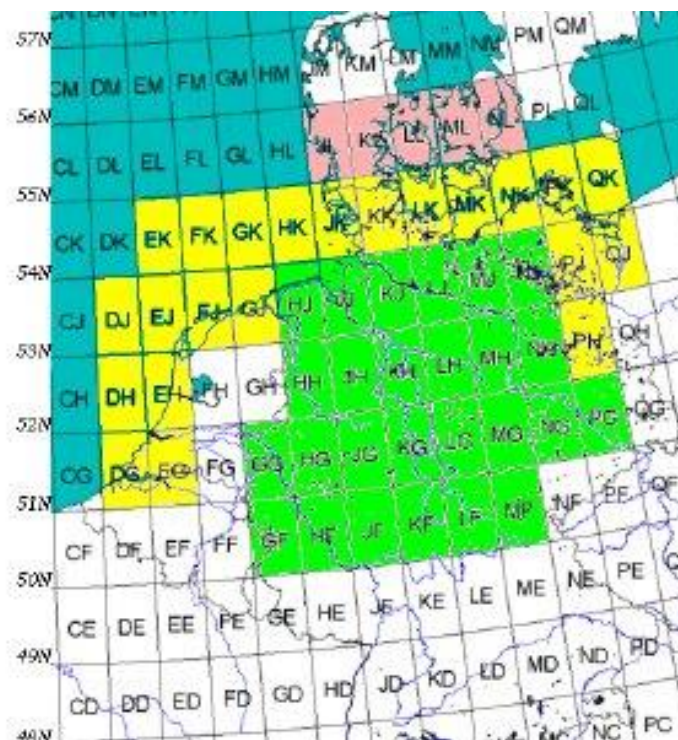
Vremenski je ograničen te se izdaje u slučaju povećanog kretanja ptica. BIRDTAM traje maksimalno četiri sata, no ukoliko postoje nove informacije o kretanju ptica moguće je produžiti vremenski period. U proljeće i ljeto izdaje se BIRDTAM 24 sata unaprijed zbog migracije ptica [28].

Učinkovitost i kvaliteta ove metode uvelike ovise o vrstama ptica, godišnjem dobu i migracijama. Ova metoda nije dovoljno pouzdana radi mogućih naglih promjena smjera leta ptica.

Svaki BIRDTAM sadrži sljedeće informacije:

- datum i vrijeme početka BIRDTAM-a
- datum i vrijeme isteka
- broj izdavanja
- razina intenziteta od nula do osam
- područje na koje se odnosi BIRDTAM
- donja granica nadmorske visine aktivnosti ptica
- gornja granica nadmorske visine aktivnosti ptica [27].

Razina intenziteta se označava brojkama od nula do osam, ali prijavljuju se i označavaju kao opasne zone samo razine iznad pet. Na slici 12 može se vidjeti da se BIRDTAM izdaje za više država zbog kretanja ptica određenim putem u određenom periodu i tako lete iz jedne zone u drugu zonu.



Slika 12. Prikaz BIRDTAM-a

Izvor: [29]

## 6.2 Korištenje bodljikave žice

Ovom metodom se sprječava prilaz pticama i ostalim životinjama unutar aerodromske zone tako što se postavlja žica prvenstveno na horizontalne i vertikalne oznake na manevarskoj površini te na krovove objekata. Na taj način se pticama onemogućuje slijetanje na navedene površine i time se smanjuje mogućnost kretanja ptica u aerodromskoj zoni. Ova metoda nije učinkovita ako se žica ne postavi adekvatno prema veličini ptice koja najčešće prolazi kroz aerodromsku zonu. Na slici 13 se može vidjeti navedena metoda [30].



**Slika 13.** Prikaz bodljikave žice

Izvor: [31]

## 6.3 Održavanje travnatih i vodenih površina

Kod izgradnje zračne luke operatori aerodroma bi se trebali konzultirati s agronomima oko toga koja trava bi najbolje odgovarala za njihove potrebe. Nakon izgradnje se treba odrediti raspored košnje tj. održavanja travnatih površina unutar i izvan područja zračne luke. Travnate površine treba održavati na način da ne budu primamljive pticama koje traže hranu i sklonište. Pticama više odgovara kratka i rijetka vegetacija (5-10cm) nego viša i gušća vegetacija (15-20 cm) jer tada ptice imaju slabiju vidljivost na grabežljivce. Visina travnate površine iznad 30 cm se smatra pogodnom za privlačenje raznih sisavaca i drugih



životinja koje traže sklonište. Također, viša vegetacija sprječava pticama pristup i otkrivanje hrane poput insekata i glodavaca. [30].

Preporuka je da se ne koristi vegetacija koja nakon cvjetanja proizvodi plod jer je to isto izvor hrane za ptice. Jedini način održavanja određene visine vegetacije je pravovremenom košnjom. Također je preporuka da se ne koriste organska ili umjetna gnojiva kako bi se usporio rast trave i smanjilo održavanje tj. košnja trave. Na slici 14 je prikazano kako se održavaju travnate površine u aerodromskoj zoni [32].



**Slika 14.** Održavanje travnatih površina

Izvor:[33]

Voda je jedan od osnovnih elemenata u životu ptica jer im služi kao sklonište od grabežljivaca i izvor hrane. Cilj je bilo kakve veće vodene površine u potpunosti ukloniti ili minimizirati u aerodromskoj zoni i okolici.

Načini eliminacije ili smanjenja vodenih površina unutar aerodromske zone su:

- korištenje crpka za ispumpavanje vode i to na način da se nakon kiše vodene površine isušuju,
- korištenje odvodnih jaraka sa strmim nagibom,
- korištenje podzemnih odvodnih cijevi umjesto jaraka kada je to moguće,
- korištenje prilaznih cesta prema vodenim površinama, kako bi aerodromski operater imao mogućnost rastjerivanja ili eliminacije ptica,

- dubina vode bi trebala biti minimalno 4 m, kako bi se smanjila mogućnost stvaranja vegetacije na dnu vodene površine,
- korištenje žičane ograde oko ruba vodene površine u visini od minimalno 1 m kojom se sprječava prilaz divljači prema vodenoj površini,
- korištenje žičane mreže preko površine vode i
- korištenje plutajućih lopta kojima se prekriva vodena površina, prikazano na slici 15 [30].

Preporuča se korištenje plutajućih plastičnih lopti jer postavljanje žičane mreže duže traje i skuplji je proces. Plutajuće lopte su lakše za instalaciju, crne su boje što onemogućava propuštanje UV zraka, a time i razvoj vegetacije unutar vodene površine [34].



**Slika 15.** Prikaz plutajućih lopti

Izvor: [34]

## 6.4 Korištenje lasera

Korištenje lasera je nova metoda za prevenciju udara ptica u zrakoplov koja se koristi na većim udaljenostima unutar aerodromske zone. U ovoj metodi se koristi fiksni laser koji

proizvodi zrake različitih boja. Laser se najčešće koristi u zoru i tijekom noći kada je slabija vidljivost. Ovaj uređaj može osvijetliti površinu i do 1.500 metara, ali se najčešće koristi na udaljenosti između 300 i 600 metara. Prednost korištenja lasera je funkcionalnost kod svih ptica koje se zadržavaju na tlu poput golubova, galebova i slično. Također, je smanjen broj obilazaka jer se ova metoda može koristiti s udaljenosti. Bitno je napomenuti kako je korištenje lasera u potpunosti sigurno za ljude i za ptice. Ono je bezopasno za zdravlje ljudi i ptica jer ne izaziva oštećenje vida [35].

Fiksni laseri imaju određena ograničenja u vidu visine rada. Laser ima određeni kut rada pod kojim proizvodi zrake kako ne bi došlo do ometanja pilotskog osoblja u određenim fazama leta. Preporuka je da se prvo napravi test koja boja laserske zrake je najbolja ovisno o vrsti ptica koje se kreću oko područja zračne luke. Način korištenja lasera je prikazan slikom 16. [30].

Što se tiče korištenja lasera u Republici Hrvatskoj u svrhu rastjerivanja ptica potrebne su određene prilagodbe zakonodavnog okvira. U ICAO-ovom dokumentu Doc 9815-AN/447 „Manual on Laser Emitters and Flight Safety“ su dane međunarodne preporuke o zonama zabrane korištenja lasera u okolini aerodroma koje su implementirane u čl. 88. Pravilnika o aerodromima. U tom članku pod naslovom „Laserske zrake koje mogu ugroziti sigurnost zrakoplova“ navodi se:

„Da bi se zrakoplovi zaštitili od štetnih učinaka laserskih zračenja, u okolici aerodroma će se uspostaviti sljedeća zaštićena područja letenja:

1. područje letenja slobodno od laserskog zračenja
2. područje letenja s ograničenim laserskim zračenjem
3. područje letenja osjetljivo na lasersko zračenje [6].

U područjima letenja s ograničenim laserskim zračenjem moguće je koristiti lasere samo od strane ovlaštenih osoba i na način koji neće ugroziti sigurnost sudionika u zračnom prometu [36].



**Slika 16.** Prikaz rada fiksnog lasera

Izvor: [37]

#### **6.4. Korištenje zvučnih metoda**

Ptice koriste zvuk kako bi se raspoznale i za uočavanje grabežljivaca. Ptice se trebaju ispravno identificirati prema vrsti kako bi se mogla koristiti odgovarajuća zvučna metoda. Zvukovi koji se najčešće koriste su zvukovi grabežljivaca te razni zvukovi na različitim frekvencijama.



**Slika 17.** Vozilo sa zvučnim sirenama

Izvor: [38]

Zvučne sirene najčešće su postavljene na krov vozila tako da prate smjer kretanja ptica kao što je prikazano slikom 17. Ovako postavljene zvučne sirene omogućuju osobi zaduženoj za provođenje ove metode uvid u smjer kretanja ptica nakon zvučnog signala. Vozilo bi trebalo biti stacionarno, a nakon zvuka sirene smjer kretanja ptica bi se trebao promijeniti. Također, zvuk sirene bi trebao trajati minimalno 90 sekundi da bude učinkovito [30].

Druga zvučna metoda koja se može koristiti su plinski topovi prikazani na slici 18. Njima se upravlja daljinski do osam kilometara od topa. Plinski topovi proizvode određenu frekvenciju zvuka na koju se ptice s vremenom priviknu pa metoda više nije učinkovita koliko bi trebala biti. U tim slučajevima trebalo bi premjestiti topove na novu lokaciju i promijeniti frekvenciju. Također, preporuka je da se topovi ne koriste često jer time se gubi element iznenađenja i da djelatnici nose zaštitu za sluh, ako se nalaze u blizini plinskih topova [39].



**Slika 18.** Prikaz plinskih topova

Izvor: [39]

## 6.5. Korištenje vatrenog oružja i pirotehnike

Vatreno oružje i pirotehnika predstavljaju jednu od najčešćih metoda rastjerivanja ptica na zračnim lukama. Ova metoda je jedna od starijih metoda protiv udara ptica u zrakoplov. Vatreno oružje se najčešće koristi u kombinaciji sa zvučnom sirenom, dimom,

bliješćem bojom visokog intenziteta ili zvukom zvižduka. Pištolj, sačmarica ili revolver se koriste za ispaljivanje pirotehničkih sredstava [30].



**Slika 19.** Prikaz revolvera i pirotehničkog sredstva

Izvor: [30]

Samo ovlaštena osoba koja je prošla školovanje i upoznata je sa rukovanjem istog može koristiti vatreno oružje. Također, nije dopušteno pucanje vatrenog oružja iz vozila. Također, pirotehnička sredstva se moraju nalaziti u različitim spremnicima od vatrenog oružja dok se ne koriste i tijekom transporta. Važno je da se pirotehnička sredstva ne ispaljuju direktno u ptice jer može doći do nekontroliranog kretanja ptica. Kada se puca potrebno je usmjeriti pirotehničko sredstvo nedaleko od jata ptica na način da ptice promjene smjer kretanja u odabranu stranu [32].

## **6.6. Korištenje uvježbanih pasa i ptica grabljivica**

Za rastjerivanje ptica s zračne luke se koriste psi i ptice grabljivice jer oni predstavljaju prirodne grabežljivce pticama. Pojava i zvuk koji proizvode ptice grabljivice i psi predstavljaju opasnost i urođeni strah pticama. Ova metoda se pokazala vrlo učinkovitom jer ptice grabljivice i psi imaju široku mogućnost djelovanja na vodenim i travnatim površinama unutar područja zračne luke. Bitno je napomenuti da ova metoda je učinkovita jedino ako se ptice grabljivice i psi školuju upravo za ovu svrhu. Psi se moraju posebno školovati i kvalificirati za rad na svakoj zračnoj luci jer svaka zračna luka sadrži različito prirodno okruženje te različite vrste ptica [30].



**Slika 20.** Prikaz uvježbanog psa za rastjerivanje ptica

Izvor: [40]

Psi na sebi imaju dodatnu opremu kao što su (slika 20):

- zaštitne naočale - štite psa od štetnih UV zraka, prašine i sitnog kamenja tijekom operacija zrakoplova
- zaštita za uši - štite uši psa od glasnih zvukova u aerodromskoj zoni
- prsluk - na njemu se nalazi identifikacijska oznaka
- zvučne i svjetlosne oznake - kako bi se osigurala bolja vidljivost psa noću
- zaštitna obuća - štiti šape psa od vrućine betona i na različitim terenima
- prva pomoć – osnovna pomoć za pse, ako dođe do ozljede [40].

Uz pse još se koriste i ptice grabljivice kao metoda rastjerivanja ptica prikazano slikom 21. Ptice grabljivice se koriste za ovu metodu zbog toga što su prirodna opasnost drugim pticama. Kao i kod pasa, potrebna je određena obuka kako ptica tako i sokolara. Ptice grabljivice kreću s obukom dok su mlade kako bi se priviknule na sokolara. Nakon 30-60 dana adekvatnog školovanja je potrebno da ptice grabljivice mogu početi s prvim rastjerivanjima ptica unutar područja zračne luke. Bitno je napomenuti da ptice grabljivice su školovane da samo rastjeraju ptice, a ne da ih ozljede.



**Slika 21.** Ptica grabljivica

Izvor: [41]

Ptice grabljivice zajedno sa sokolarima rade u timovima sat vremena prije izlaska sunca do sat vremena nakon zalaska sunca. Koriste se različite vrste ptica grabljivica poput sokolovi, jastrebovi i orlovi. Sokolovi su najbolji za velika otvorena područja zbog svoje brzine, jastrebovi se najviše koriste za uže prostore, a orlovi se koriste za rastjerivanje većih ptica poput gusaka [42].

## **6.7 Korištenje robotskih ptica**

Metoda s uvježbanim psima i pticama grabljivicama pokazala se vrlo uspješnom i iz tog razloga su se krenule razmatrati nove slične metode. Uz pomoć razvoja novih materijala i novih tehnologija izrađene su robotske ptice koje predstavljaju istu prijetnju pticama kao ptice grabljivice.

Prva ideja o robotskim pticama je nastala 2010. godine kada je tvrtka Clear Flight Solutions htjela izraditi bespilotnu letjelicu, ali nakon detaljnijeg istraživanja su odlučili napraviti letjelicu koja izgledom i pokretima podsjeća na pravu pticu. Prvi let je bio 2016. godine u Njemačkoj na zračnoj luci Weeze. Za iluziju „mahanja“ krila su korišteni elektromotori visoke frekvencije rada koja se može vidjeti na slici 22. Pokretnim repnim



krilom se upravlja visina leta robotske ptice. Tijelo i krila robotske ptice su izrađena tako da imaju visoki stupanj čvrstoće i malu masu te su izrađena od kompozitnih materijala pomoću 3D printer metode. Letjelicom daljinski upravlja pilot uz pomoć promatrača. Specifikacije ove letjelice su:

- Maksimalno vrijeme leta: 20 minuta
- Maksimalna brzina leta: 75 km/h
- Masa letjelice: 850-900 grama
- Razmah krila: 1,12 m [43].

Robotske ptice su se počele koristiti na globalnoj razini u zanjih par godina. Tvrtka Aerium Analytics je vodeća tvrtka za proizvodnju i implementaciju robotskih ptica na zračnim lukama. Na međunarodnim zračnim lukama Edmonton (Kanada) i Grand Forks (Sjedinjene Američke Države) se koriste robotske ptice nekoliko godina i pokazalo se da se broj sudara ptica s zrakoplovima smanjio za 25%. Također su jedan kratki period proveli i na međunarodnim zračnim lukama Southampton (Engleska) i Chicago O'Hare (Sjedinjene Američke države) gdje se također vrlo brzo moglo primjetiti smanjenje sudara ptica s zrakoplovom [44].



**Slika 22.** Robotska ptica u letu

Izvor: [45]

Robotske ptice trebaju imati dozvolu za let od nadležne državne agencije kao i sve druge bespilotne letjelice. U Republici Hrvatskoj to je Hrvatska agencija za civilno

zrakoplovstvo. Prema Pravilniku o sustavu bespilotnih zrakoplova, Članka 3. bespilotni zrakoplovi kojima se izvode letačke operacije, klasificiraju se prema:

1. Klasa 5: do 5 kilograma,
2. Klasa 25: od 5 kilograma do 25 kilograma,
3. Klasa 150: od 25 kilograma do i uključujući 150 kilograma [46].

Iz navedenog se može vidjeti da je za robotsku pticu potrebna dozvola u klasi do 5 kilograma. U Republici Hrvatskoj ova metoda je tek na početku i još se ne koristi na nijednoj zračnoj luci.

Navedene korektivne mjere prevencije odnosno metode mogu značajno smanjiti udare ptica u zrakoplov. Sve navedene metode potrebno je prilagoditi određenoj zračnoj luci te vrsti ptica na tom području. U stvarnosti se koristi kombinacija više različitih metoda kako bi rastjerivanje ptica bilo što učinkovitije.

## 7. ZAKLJUČAK

Bitno je razlikovati pojmove zrakoplovna nesreća i zrakoplovna nezgoda jer ta dva pojma su jako različita. Ono što je zajedničko nesrećama i nezgodama je to da istraživanje i jednih i drugih daje isti cilj, a to je da se takve nesreće i nezgode ne ponove u budućnosti. Međunarodne i nacionalne regulative su vrlo korisne tijekom istrage zrakoplovnih nesreća ili nezgoda jer sadrže postupke, prakse i tehnike koje se koriste u takvim slučajevima.

Analiza podataka o udarima ptica može pomoći u prepoznavanju problematičnih područja na koja bi trebalo obratiti veću pozornost. Većina sudara ptica s zrakoplovom se dogodi tijekom polijetanja i slijetanja tako da je potrebno najviše pozornosti uputiti u tom području kod biranja mjera za rastjerivanje ptica. Iz statističkih podataka je vidljivo da se većina sudara ptica s zrakoplovom dogodi u području motora.

Postupak provođenja istrage zrakoplovne nesreće ili nezgode je kompleksan proces koji iziskuje blisku suradnju glavnog istražitelja, istraživačkih skupina te ostalih odjela uključenih u istragu. Potrebno je istragu privesti kraju što je prije moguće, ali je isto tako bitno da se iz svih prikupljenih dokaza nađe pravi uzrok nesreće što u nekim slučajevima može biti vrlo izazovno. Ukoliko je poznat uzrok nesreće ili nezgode moguće je donijeti određene sigurnosne preporuke. Implementacijom tih preporuka se smanjuje količina zrakoplovnih nesreća i nezgoda čime se povećava sigurnost cjelokupnog zračnog prijevoza.

Primjerom zrakoplovne nesreće US Airways-a let 1549 može se zaključiti koliko su opasni sudari ptica, pogotovo većih ptica, sa zrakoplovom. Srećom navedena nesreća nije imala za posljedicu gubitak ljudskih života, ali je došlo do milijunske materijalne štete i ozbiljnih ozljeda kod malog broja putnika i osoblja. Međutim, ne završi svaka zrakoplovna nesreća uzrokovana udarom ptica u zrakoplov samo s materijalnom štetom i zato je vrlo važno da zračne luke implementiraju određene preventivne mjere za rastjerivanje ptica kako bi se smanjio broj takvih zrakoplovnih nesreća.

Postoje različite preventivne mjere za rastjerivanje ptica, a u ovom radu su navedene neke od njih. Zračne luke ne koriste sve mjere nego samo one koje smatraju najboljima za svoj slučaj. Određivanje odgovarajuće metode ovisi o broju i aktivnosti ptica, broju

polijetanja i slijetanja, razlozima dolaska ptica u aerodromsku zonu i druge. Svaka korektivna mjera ima svojih prednosti i mana, ali nijedna mjera ne nanosi fizičke ozljede pticama nego većina mjera funkcionira na principu zastrašivanja.

## Popis literature

- [1] International Civil Aviation Organization: *Annex 13 – Aircraft Accident and Incident Investigation*. Quebec: 2015.
- [2] ICAO. *Safety*. Preuzeto s: <https://www.icao.int/safety/annexes/forms/allitems.aspx> [Prisputeljno: 1. kolovoza 2023.]
- [3] ICAO. *Safety. Documents*. Preuzeto s: <https://www.icao.int/safety/airnavigation/aig/pages/documents.aspx> [Pristupljeno: 1. kolovoza 2023.]
- [4] Republika Hrvatska. *Zakon o zračnom prometu*. Izdanje: 71/22. Zagreb: Narodne novine; 2014.
- [5] Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu (AIN). *Osnovne informacije*. Preuzeto s: <https://www.ain.hr/About> [Pristupljeno: 27. srpnja 2023.]
- [6] Republika Hrvatska. *Pravilnik o aerodromima*. Izdanje: NN 55/2014. Zagreb: Narodne novine; 2014.
- [7] Thorpe J. *Fatalities and destroyed aircraft due to bird strikes, 1912-2002*. Research Gate. [https://www.researchgate.net/publication/266163494\\_Fatalities\\_and\\_destroyed\\_aircraft\\_due\\_to\\_bird\\_strikes\\_1912-2002](https://www.researchgate.net/publication/266163494_Fatalities_and_destroyed_aircraft_due_to_bird_strikes_1912-2002) [Pristupljeno: 30. lipnja 2023.]
- [8] International Civil Aviation Organization. *2016-2021 Wildlife strike analyses (IBIS)*. 2023. [https://www.icao.int/safety/ibis/Documents/03.%20EB%202023.30%20-%202016\\_2021%20WILDLIFE%20STRIKE%20ANALYSES/2016%20-%202021%20Wildlife%20Strike%20Analyses%20\(IBIS\)%20-%20EN.pdf](https://www.icao.int/safety/ibis/Documents/03.%20EB%202023.30%20-%202016_2021%20WILDLIFE%20STRIKE%20ANALYSES/2016%20-%202021%20Wildlife%20Strike%20Analyses%20(IBIS)%20-%20EN.pdf) [Pristupljeno 30. lipnja 2023.]
- [9] Štimac I. *Istraživanje zrakoplovnih nesreća (3)*. [Prezentacija] Istraživanja zrakoplovnih nesreća i nezgoda. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. 2022.
- [10] Juračka J, Chlebek J, Hodan V. Bird strike as a threat to aviation safety. *Science Direct*. 2021;59: 281-291. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.11.120>

- [11] Federal Aviation Administration. *Wildlife Strike Gallery*. [https://www.faa.gov/airports/airport\\_safety/wildlife/gallery](https://www.faa.gov/airports/airport_safety/wildlife/gallery) [Pristupljeno: 30. lipnja 2023.]
- [12] Cutting Tool Engineering. *Nvision gets bird-damaged 737 back in the skies fast*. <https://www.ctemag.com/news/industry-news/nvision-gets-bird-damaged-737-back-skies-fast> [Pristupljeno: 30. lipnja 2023.]
- [13] Cape Cod Times. *Loon smashes windshield of Cape Air plane*. <https://www.capecodtimes.com/story/news/2012/11/22/loon-smashes-windshield-cape-air/49262380007/> [Pristupljeno: 30. lipnja 2023.]
- [14] Vidović A. *Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation Part II – Procedures and Checklists*. [Prezentacija] Istraživanja zrakoplovnih nesreća i nezgoda. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. 2022.
- [15] International Civil Aviation Organization. *Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation – Part 1*. Montreal; University Street; 2015.
- [16] Vidović A. *Dodatak 13*. [Prezentacija] Istraživanje zrakoplovnih nesreća. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. 2022.
- [17] International Civil Aviation Organization. *Annex 13 – Aircraft Accident and Incident Investigation*. 10. izdanje. Montreal: University Street; 2010.
- [18] International Civil Aviation Organization. *Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation – Part 2*. Montreal: University Street; 2012.
- [19] Vidović A. *Part 2\_skraćena verzija\_2. dio* [Prezentacija] Istraživanje zrakoplovnih nesreća. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. 2022.
- [20] International Civil Aviation Organization. *Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation – Part 3*. Montreal: University Street; 2011.
- [21] International Civil Aviation Organization. *Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation – Part 4*. Montreal: University Street; 2003.
- [22] Štimac I. *Istraživanje zrakoplovnih nesreća (2)*. [Prezentacija] Istraživanja zrakoplovnih nesreća i nezgoda. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. 2022.

- [23] Republika Hrvatska. *Pravilnik o radnom vremenu članova posade zrakoplova*. Izdanje: 1177. Zagreb: Narodne novine; 2013.
- [24] National transportation safety board. *Aircraft Accident Report, Loss of Thrust in Both Engines After Encountering a Flock of Birds and Subsequent Ditching on the Hudson River, US Airways Flight 1549, Airbus A320-214, N106US, Weehawken, New Jersey, January 15, 2009*. Washington DC. 2010.
- [25] Britannica. *US Airways flight 1549*. <https://www.britannica.com/topic/US-Airways-Flight-1549-incident> [Pristupljeno: 9. kolovoza 2023]
- [26] National Transportation Safety Board. *US Airways Flight 1549 WaterLanding Hudson River January 15, 2009*. <https://graphics8.nytimes.com/packages/images/nytint/docs/documents-for-the-testimony-of-us-airways-flight-1549/original.pdf> [Pristupljeno: 12. kolovoza 2023.]
- [27] Skybrary. *Birdtam*. <https://www.skybrary.aero/articles/birdtam> [Pristupljeno: 15. srpnja 2023]
- [28] Royal Netherlands Air Force. *A European-wide BIRDTAM system using the weather radar network*. Mexico. 2010. <https://www.icao.int/NACC/Documents/Meetings/2014/CARSAMP/AF12/CARSAMP/AF12-PPT-1-12.pdf> [Pristupljeno: 15. srpnja 2023.]
- [29] Reaserch Gate. *Birdtam*. [https://www.researchgate.net/figure/BIRDTAM-as-published-on-www-notamsfaagov-common-birdtamhtml-Colors-indicate-the-bird\\_fig2\\_228814923](https://www.researchgate.net/figure/BIRDTAM-as-published-on-www-notamsfaagov-common-birdtamhtml-Colors-indicate-the-bird_fig2_228814923) [Pristupljeno: 15. srpnja 2023.]
- [30] Wildlife Hazard Management Handbook, ACI, Second Edition, Montreal, 2013.
- [31] Nixalite of America Inc. *Effective Pest Bird & Wildlife Control Solutions*. <https://www.nixalite.com/photo-contest> [Pristupljeno: 16. srpnja 2023.]
- [32] Wildlife Hazard Management at Aerodromes, Civil Aviation Authority, CAP 772, 2017.

- [33] Safety management in the environment and fauna. *Grass management at airports*. Ciudad de Panama. 2015. [https://www.icao.int/SAM/Documents/2015-CARSAMPAF13/S6P35\\_Powerpoint%20grass%20management%20at%20airports%20TRILO%20\(1\).pdf](https://www.icao.int/SAM/Documents/2015-CARSAMPAF13/S6P35_Powerpoint%20grass%20management%20at%20airports%20TRILO%20(1).pdf) [Pristupljeno: 16. srpnja 2023.]
- [34] Patowary K. *Ivanhoe Reservoir Covered With 400 000 Black Plastic Balls*. Amusing planet. <https://www.amusingplanet.com/2011/11/ivanhoe-reservoir-covered-with-400000.html> [Pristupljeno: 16. srpnja 2023.]
- [35] Bird control group. *Frankfurt Airport Adopts Innovative Laser Bird Control Tool*. <https://birdcontrolgroup.com/effective-bird-control-at-frankfurt-airport/> [Pristupljeno: 17. srpnja 2023.]
- [36] Rešetar M, Romić J. *Udar ptica i iluminacija laserom u zrakoplove kao prijetnja sigurnosti zračnog prometa*. Pravni fakultet Osijek. 2017. [Pristupljeno: 3. rujna 2023.]
- [37] McCullough C. *Keeping birds at bay with lasers*. Direct industry. <https://emag.directindustry.com/2017/05/03/keeping-birds-at-bay-with-lasers/> [Pristupljeno: 17. srpnja 2023.]
- [38] Alcetsound Vogelafweer. *Airport bird control system, including control unit en speaker*. <https://www.alcetsound.nl/en/airport-bird-control-system-including-control-unit.html> [Pristupljeno: 17. srpnja 2023.]
- [39] Purivox airport bird control devices. *Purivox bird control gas cannons function*. <https://en.purivox-birdstrike.com/purivox-airport-bird-control-gas-cannons-function/> [Pristupljeno: 17. srpnja 2023.]
- [40] Cherry Capital Airport K-9. <http://www.airportk9.org/> [Pristupljeno: 20. srpnja 2023.]
- [41] The olive press. *Given the bird: how falcons are used to protect spains airports from the dangers of bird strikes*. <https://www.theolivepress.es/spain-news/2022/02/06/given-the-bird-how-falcons-are-used-to-protect-spains-airports-from-the-dangers-of-bird-strikes/> [Pristupljeno: 20. srpnja 2023.]
- [42] Flight safety foundation. *Birds at work*. <https://flightsafety.org/asw-article/birds-at-work/> [Pristupljeno: 20. srpnja 2023.]



[43] The drone bird company. *The drone bird solution*. <https://www.thedronebird.com/>  
[Pristupljeno: 22. srpnja 2023.]

[44] UAS Magazine. *Robird drone convinces bird flocks to move away from airports*.  
<https://uasmagazine.com/articles/1946/robird-drone-convinces-bird-flocks-to-move-away-from-airports#:~:text=The%20Grand%20Forks%20International%20Airport%20is%20the%20third%20facility%20at,a%20third%20season%20next%20year.> [Pristupljeno: 3. rujna 2023.]

[45] Drone life. *It takes a bird to stop a bird: the robird flying robot defends airports against bird strikes*. <https://dronelife.com/2022/06/10/the-robird-flying-robot-defends-airports-against-bird-strikes/> [Pristupljeno: 22. srpnja 2023.]

[46] Republika Hrvatska. *Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova*. Izdanje: NN 49/2015. Zagreb: Narodne novine; 2015.

## Popis kratica

ICAO	(International Civil Aviation Organization) Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva
Doc	(Document) Dokument
IBIS	(ICAO Bird Strike Information System) ICAO Informacijski sustav za udare s pticama
COVID-19	(Coronavirus disease of 2019) Koronavirus
ACCID	(Accident) Nesreća
INCID	<i>(Incident)</i> Ozbiljna nezgoda
ADREP	(Accident/Incident Dana ReportingSystem) Sustav izvješćivanja u slučaju nesreće/nezgode
NTSB	(National Transportation Safety Board) Nacionalni odbor za sigurnost prometa
APU	(Auxiliary power unit) Pomoćna pogonska jedinica
FAA	(Federal Aviation Administration) Savezna uprava za civilno zrakoplovstvo
NASA	(National Aeronautics and Space Administration) Nacionalna Aeronautička i Svemirska Administracija
NOTAM	(Notice-to-Airman) Zrakoplovne obavijesti

## Popis slika

Slika 1. ICAO Dodatak 13 .....	6
Slika 2. Postotak udara ptica prema visinama leta.....	13
Slika 3. Postotak udara ptica u određene dijelove zrakoplova .....	15
Slika 4. Oštećenje lopatica ventilatora .....	15
Slika 5. Oštećenje krila zbog udara ptice.....	16
Slika 6. Proboj ptice kroz vjetrobransko staklo .....	16
Slika 7. Prikaz putanje leta US Airwyas 1549.....	34
Slika 8. Let 1549 nakon slijetanja na rijeku Hudson .....	34
Slika 9. Prikaz oštećenja stražnjeg dijela trupa.....	35
Slika 10. Prikaz oštećenog motora s leta 1549 .....	36
Slika 11. Prikaz Kanadske guske .....	36
Slika 12. Prikaz BIRDTAM-a.....	41
Slika 13. Prikaz bodljikave žice .....	42
Slika 14. Održavanje travnatih površina .....	43
Slika 15. Prikaz plutajućih lopti.....	44
Slika 16. Prikaz rada fiksnog lasera.....	46
Slika 17. Vozilo sa zvučnim sirenama .....	46
Slika 18. Prikaz plinskih topova .....	47
Slika 19. Prikaz revolvera i pirotehničkog sredstva .....	48
Slika 20. Prikaz uvježbanog psa za rastjerivanje ptica.....	49
Slika 21. Ptica grabljivica .....	50
Slika 22. Robotska ptica u letu.....	51

## **Popis grafikona**

Grafikon 2. Broj prijavljenih udara ptica u cijelom svijetu .....	12
Grafikon 3. Statistika udara ptica u zrakoplov prema mjesecima za razdoblje od 2016.-2021. ....	13
Grafikon 4. Udar ptica u zrakoplov prema fazama leta.....	14

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je \_\_\_\_\_ DIPLOMSKI RAD \_\_\_\_\_  
(vrsta rada)

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom ANALIZA ZRAKOPLOVNIH NESREĆA I NEZGODA UZROKOVANIH UDAROM PTICA U ZRAKOPLOV, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, \_\_\_11.9.2023.\_\_\_\_

Lucija Pedišić

(ime i prezime, potpis)

Lucija Pedišić