

# Analiza i procjena rizika u slučaju sudara zrakoplova sa pticama

---

**Banić, Tomislav**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2017**

*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:119:994916>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-19**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Tomislav Banić**

**ANALIZA I PROCJENA RIZIKA U SLUČAJU SUDARA  
ZRAKOPLOVA SA PTICAMA**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2017.**

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

## **DIPLOMSKI RAD**

**Analiza i procjena rizika u slučaju sudara zrakoplova sa pticama**

**Analysis and Risk Assessment of Aircraft Collision with Birds**

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

**Student: Tomislav Banić**

**JMBAG: 0135227174**

**Zagreb, rujan 2017.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**  
**POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT**

Zagreb, 24. travnja 2017.

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

### **DIPLOMSKI ZADATAK br. 4060**

Pristupnik: **Tomislav Banić (0135227174)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Zračni promet**

Zadatak: **Analiza i procjena rizika u slučaju sudara zrakoplova sa pticama**

**Opis zadatka:**

U uvodnom dijelu potrebno je definirati predmet istraživanja, svrhu i cilj istraživanja, dati pregled dosadašnjih istraživanja razmatrane tematike, predočiti strukturu rada prema poglavljima te definirati očekivane rezultate istraživanja.

Dati pregled postojeće regulative koja se bavi sudarima zrakoplova s pticama.

Analizirati povijesne podatke o sudarima zrakoplova s pticama te izraditi analizu incidentnih događaja prema fazama leta.

Istražiti koje se sve proaktivne metode upotrebljavaju na zračnim lukama u svrhu prevencije sudara zrakoplova s pticama.

Dati pregled postojećih metoda u svrhu prevencije sudara zrakoplova s pticama na primjeru Međunarodne zračne luke Zagreb te preporučiti mjere za poboljšanje postojećeg sustava.

Izvesti konkretne zaključke o istraživanoj tematici i interpretirati rezultate istraživanja.

Zadatak uručen pristupniku: 28. travnja 2017.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

izv. prof. dr. sc. Andrija Vidović

## ANALIZA I PROCJENA RIZIKA U SLUČAJU SUDARA ZRAKOPLOVA SA PTICAMA

### SAŽETAK

U ovom diplomskom radu dati će se pregled postojeće regulative koja se bavi sudarima zrakoplova sa pticama.

Kroz rad će se analizirati povijesni podaci o sudarima zrakoplova sa pticama te izraditi analiza incidentnih događaja prema fazama leta.

Istražiti će se proaktivne, reaktivne i prediktivne metode prevencije sudara zrakoplova sa pticama.

Dati će se pregled postojećih metoda u svrhu prevencije sudara zrakoplova sa pticama na primjeru Međunarodne zračne luke Zagreb te preporučiti mjere za poboljšanje postojećeg sustava.

Izvesti će se konkretni zaključci o istraživanoj tematici i interpretirati rezultate istraživanja.

**KLJUČNE RIJEČI:** analiza; rizik; zrakoplov; ptice; sudar

## Analysis and Risk Assessment of Aircraft Collision with Birds

This final paper will give an overview of the existing regulations dealing with aircraft collisions with birds.

Through the final paper, historical data on aircraft collision with birds will be analyzed and an incident event analysis will be performed according to the flight phases.

Proactive, reactive and predictive methods of bird strike prevention will be researched.

Provide an overview of existing methods for the purpose of bird strike prevention on the example of International Airport Zagreb and recommend measures to improve the existing system.

Concrete conclusions will be made on the research topic and will interpret the result of the research.

**KEY WORDS:** analysis; risk; aircraft; bird; strike

*Zahvaljujem se mentoru izv. prof. dr. sc. Andriji Vidoviću na podršci i povjerenju, te pruženoj prilici za izradu diplomskog rada.*

*Zahvaljujem se djelatnicima Croatia Airlines posebno gosp. Rausu, gosp. Špeharu te gosp. Virovcu. Hvala djelatnicima Zračne luke Zagreb, Međunarodne zračne luke Zagreb, te puno hvala Službi za zaštitu od ptica – sokolarska služba MZLZ i gosp. Turkoviću na mnogobrojnim savjetima i materijalima kako bi diplomski rad bio što kvalitetnije izrađen.*

*Posebno i veliko hvala dr. sc. Igoru Štimcu na nesebičnoj pomoći u ključnim trenucima izrade diplomskog rada. Hvala na mnogobrojnim savjetima, razgovorima te strpljenju i vremenu za moje brojne upite.*

*Veliko HVALA svima!*

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. PREGLED REGULATIVE O SUDARU ZRAKOPLOVA S PTICAMA .....	3
2.1. Međunarodni propisi .....	4
2.1.1. ICAO Dokument 9137 – AN/898 dio četvrti: Mjere za smanjenje utjecaja ptica na sigurnost odvijanja letnih operacija.....	5
2.1.2. ICAO Aneks 14: Aerodromi .....	6
2.1.3. Sustav informiranja pri sudaru ptice u zrakoplov – Dokument 9332 – AN/909 dio treći, 1989.....	7
2.2. Nacionalni propisi .....	9
3. ANALIZA UČESTALOSTI SUDARA ZRAKOPLOVA SA PTICAMA PREMA FAZAMA LETA.....	12
3.1. Faze leta zrakoplova.....	13
3.2. Definiranje pojma sudara ptice i zrakoplova.....	15
3.3. Izvještavanje o udaru ptice u zrakoplov .....	16
3.4. IBIS sustav (ICAO bird strike information system).....	18
3.4.1. Statistička analiza udara ptica u zrakoplov za razdoblje 2008. – 2015. godine. ....	19
3.4.2. Udar ptica i zrakoplova prema fazama leta .....	22
3.4.3. Dijagram toka udara ptice u zrakoplov.....	25
3.5. Mjesto udara ptice u zrakoplov .....	27
3.6. Procjena rizika i matrica rizika.....	31
4. MJERE PREVENCIJE OD SUDARA ZRAKOPLOVA S PTICAMA U ZONI ZRAČNE LUKE .....	37
4.1. Uloga i dužnosti aerodromskog operatera.....	37
4.2. Proaktivne metode.....	39
4.2.1. Održavanje travnatih površina.....	39
4.2.2. Održavanje vodenih površina .....	41
4.2.3. Korištenje bodljikave žice .....	44
4.3. Reaktivne metode .....	44
4.3.1. Zvučne metode .....	45
4.3.2. Korištenje pirotehnike i vatrenog oružja .....	46
4.3.3. Korištenje lasera .....	48
4.3.4. Korištenje strašila raznih boja i oblika .....	49



4.3.5. Korištenje uvježbanih pasa i ptica grabljivica .....	50
4.3.6. Korištenje robotskih ptica - ROBIRD .....	53
4.4. Prediktivne metode - BIRDTAM .....	56
5. POSTOJEĆE PROCEDURE I OPREMA ZA SMANJENJE SUDARA ZRAKOPLOVA S PTICAMA NA MEĐUNARODNOJ ZRAČNOJ LUCI ZAGREB .....	60
5.1. Procedure smanjenja rizika i oprema na Zračnoj luci Zagreb .....	61
5.1.1. Zaštitni ornitološki prostori Zračne luke Zagreb .....	61
5.1.2. Oprema i statistička analiza udara ptice na Zračnoj luci Zagreb 2012. godine. ....	62
5.1.3. Oprema i statistička analiza udara ptica na Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb .....	67
5.2. Statistička analiza udara ptice na MZLZ za 2015. godinu .....	69
5.2.1. Statistička analiza udara ptice prema podacima Croatia Airlines za 2015. godinu .....	72
5.2.2. Usporedna analiza podataka o broju udara ptica na MZLZ i podataka o udaru ptica u zrakoplove zračnog prijevoznika Croatia Airlines na MZLZ za 2015. godinu .....	75
5.3. Statistička analiza udara ptice na MZLZ za 2016. godinu .....	76
5.3.1. Statistička analiza udara ptice prema podacima Croatia Airlines za 2016. godinu .....	79
5.3.2. Usporedna analiza podataka o broju udara ptica na MZLZ i podataka o udaru ptica u zrakoplove zračnog prijevoznika Croatia Airlines na MZLZ za 2016. godinu .....	82
5.4. Analiza aktivnosti ptica u odnosu na vremenske uvjete .....	83
5.5. Krična područja i migracijski putovi ptica u zoni MZLZ .....	85
6. POBOLJŠANJE MJERA ZA SMANJENJE RIZIKA UDARA PTICE U ZRAKOPLOV NA MEĐUNARODNOJ ZRAČNOJ LUCI ZAGREB .....	89
7. ZAKLJUČAK .....	94
LITERATURA .....	96
POPIS KRATICA .....	100
POPIS SLIKA .....	101
POPIS GRAFIKONA .....	103

## 1. UVOD

Sigurnost je danas vrlo važan pojam u svim granama industrije, prometa te svakodnevnog života. Navedeni pojam predstavlja važan čimbenik u zračnom prometu. U zračnom prometu operacije i let zrakoplova je svakodnevno pod utjecajem raznih rizika koji svojim djelovanjem mogu utjecati na sigurnost leta zrakoplova. Primjenjujući pravilnike te odgovarajuću dokumentaciju i učinkovite mjere te opremu za rastjerivanja ptica, može se rizike udara ptice kontinuirano održavati na prihvatljivoj razini. U ovom diplomskom radu prikazati će se utjecaj rizika i potencijalne opasnosti od udara ptice u zrakoplov na Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb, detaljno opisati rad Službe za zaštitu od ptica te oprema kojom se Služba svakodnevno koristi. Također provedena je statistička analiza za 2012., 2015. te 2016. godinu kako za Međunarodnu zračnu luku Zagreb (MZLZ) tako i za zračnog prijevoznika Croatia Airlines (CA).

Svrha ovog rada je analiziranje rizika udara ptice u zrakoplov unutar aerodromske zone MZLZ, prema fazama leta uz primjenu preporuka iz raznih pravilnika, mjera i opreme za rastjerivanje ptica.

Cilj rada je prikazati provedenu statistiku te rezultate analiziranja prema godinama, te određenim razdobljima unutar godine. Također, rad sadrži i prikaz te analizu učinkovitosti mjera i opreme koja se koristi trenutno na MZLZ, te preporuke za primjenu dodatnih ili izmijenjenih mjera za rastjerivanje ptica i održavanje kontinuirane prihvatljive razine utjecaja rizika na zračni promet. Prikazani su konačni rezultati mjera i opreme za rastjerivanje ptica na MZLZ, te učinkovitost istih u odnosu na zračnog prijevoznika Croatia Airlines.

Diplomski rad je koncipiran u 7 cjelina:

1. Uvod
2. Pregled regulative o sudaru zrakoplova
3. Analiza učestalosti sudara zrakoplova sa pticama prema fazama leta
4. Mjere prevencije od sudara zrakoplova s pticama u zračne luke

5. Postojeće procedure i oprema za smanjenje sudara zrakoplova s pticama na Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb
6. Poboljšanje mjera za smanjenje rizika udara ptice u zrakoplov na Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb
7. Zaključak

U prvom uvodnom dijelu rada prikazani su svrha i cilj istraživanja, te je predočena struktura rada.

U drugom prikazana je regulativa te pravilnici o sudaru ptice sa zrakoplovom na međunarodnoj te nacionalnoj razini.

Treće poglavlje sadrži prikaz faza leta zrakoplova, te formu i način izvještavanja sudara ptica i zrakoplova prema nadležnim agencijama i ostalim službama.

U četvrtom poglavlju prikazane su metode prevencije sudara zrakoplova sa pticama u zoni zračne luke, te podjela prema primjeni i učinku određene metode ili opreme.

Peto poglavlje sadrži detaljnu statističku analizu udara ptice prema godinama od strane MZLZ i zračnog prijevoznika Croatia Airlines, te opasna i kritična područja kako unutar tako i izvan aerodromske zone.

U šestom poglavlju je navedena trenutna oprema i prikaz položaja iste koja se danas koristi na MZLZ, te prijedlozi poboljšanja i nabavke novih sustava i opreme za rastjerivanje ptica unutar aerodromske zone.

U sedmom, zaključnom poglavlju dani su konkretni zaključci o predmetu istraživanja ovog diplomskog rada prema prethodno navedenim poglavljima.

## 2. PREGLED REGULATIVE O SUDARU ZRAKOPLOVA S PTICAMA

S obzirom na rast zračnog prometa i transporta važno je postići i višu razinu sigurnosti svih subjekata zračnog prometa. Minimalni tehnički zahtjevi koji se odnose na zračne prijevoznike, aerodromske operatere i pružatelje usluga kontrole zračne plovidbe postavljaju se isto tako i aerodromima. Danas se pažnja ne daje samo tehničkim uvjetima na aerodromu i zračnim operacijama već se sve više pažnje želi usmjeriti na postizanje visokog udjela školovanog i certificiranog osoblja za određene odjele i zadatke unutar samih odjela. Tako se kroz određene pravilnike i dokumentaciju žele postaviti uvjeti i standardi koje tehničko osoblje mora ispuniti kroz odgovarajuću edukaciju. Potrebna je visoka razina znanja o problematici kretanja i pojave ptica unutar aerodromske zone. Pojava ptica ne prati se samo unutar aerodromske zone, već je cilj spriječiti prilaz ptica prema aerodromskoj zoni i područjima u neposrednoj blizini aerodroma Vrlo je jasno da će samo pravilno školovano osoblje kroz iskustvo moći pravilno odgovoriti na specifična pitanja vezana uz sigurnost u zračnom prometu. Odnosno kroz specifičnu edukaciju navedeno osoblje postaje ključna karika koja će biti izravno povezana sa problematikom leta ptica u aerodromskoj zoni te isto tako i problematikom sudara ptica i zrakoplova.

Kako bi se moglo govoriti o sigurnosti kao ključnom segmentu u zračnom prometu, prvo je potrebno definirati određene pojmove:

- **Sigurnost** (*engl. safety*) je stanje u kojem je rizik opasnosti za ljude ili predmete reduciran na, i održavan na ili ispod, prihvatljivog nivoa kroz kontinuirani proces otkrivanja opasnosti i upravljanja rizikom. [1]
- **Rizik** je kombinacija vjerojatnosti ili učestalosti da se dogodi štetna posljedica (efekt) određene opasnosti i ozbiljnosti te posljedice u smislu utjecaja na sigurnost. [2]
- **Nesreća zrakoplova** (*engl. aircraft accident*): je događaj u svezi s operacijom zrakoplova, koji nastane od trenutka kad se jedna ili više osoba ukrca u zrakoplov s namjerom da obavi let, do trenutka iskrcavanja svih osoba iz zrakoplova, a posljedice su:
  1. smrt ili teška tjelesna ozljeda jedne ili više osoba zbog
    - toga što se nalazila u zrakoplovu, ili

- direktnog kontakta s bilo kojim dijelom zrakoplova, uključujući dijelove koji su se odvojili od zrakoplova, ili
- direktnog izlaganja mlaznom udaru,

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

2. uništenje, nestanak ili nedostupnost zrakoplovu kao posljedica nesreće;
3. veće oštećenje imovine treće osobe ili oštećenje osnovne strukture zrakoplova tako da:
  - štetno utječe na strukturalnu čvrstoću, letačke operacije ili karakteristike zrakoplova,
  - uvjetuju veće popravke ili zamjenu oštećene komponente, osim za oštećenja ili prestanak rada motora, kada je šteta ograničena na motor, njegov poklopac ili dodatke ili za štetu ograničenu na propelere, vrhove krila, antene, gume, kočnice, oklope, mala udubljenja ili rupe na površini zrakoplova. [3]
  - **Nezgod**a zrakoplova (*engl. aircraft incident*): događaj u svezi s operacijom zrakoplova koji utječe ili bi mogao utjecati na sigurnost zrakoplova, a nije nesreća. [3]

Svi ostali pojmovi su definirani kroz priručnike i pravilnike koji su spomenuti u sljedećem poglavlju. Također isti ti pravilnici i priručnici predstavljaju temelj održivosti minimalnih tehničkih uvjeta za održavanje kontinuirane razine sigurnosti kako na aerodromu tako i aerodromske zone.

## 2.1. Međunarodni propisi

Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva (*engl. International Civil Aviation Organization – ICAO*) propisuje standarde sigurnosti i preporučene prakse za postizanje visokog stupnja sigurnosti na globalnoj razini. Standardi i preporučena praksa (*engl. Standards and Recommended Practices - SARPs*) sadržani su u dodacima uz Konvenciju o međunarodnom civilnom zrakoplovstvu (*engl. Convention on International Civil Aviation -*

*Chicago Convention*) za čiju je implementaciju potrebno da ih države ugrade u domaće propise, odnosno da domaće propise usklade s njima. [4]

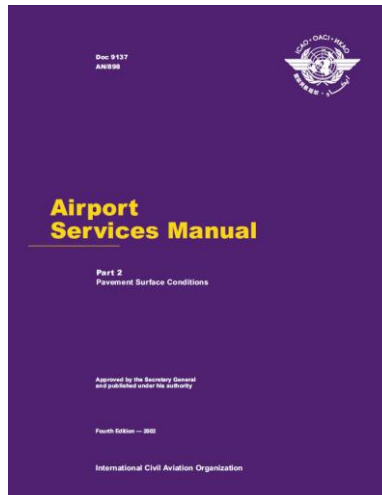
Neki od važnijih propisa su:

- ICAO Dokument 9137 – AN/898 dio četvrti: Mjere za smanjenje utjecaja ptica na sigurnost odvijanja letnih operacija (engl. ICAO Doc. 9137 – AN/898 Part 4 – Wildlife Control and Reduction);
- ICAO Aneks 14: Aerodromi (engl. ICAO Annex 14: Aerodromes)
- Sustav informiranja pri sudaru ptice u zrakoplov – Dokument 9332 – AN/909 dio treći, 1989. (*engl. Manual on the ICAO bird strike information system (IBIS) - Doc 9332-AN/909 Part 3, 1989.*)

Sadržaj dokumenata je ključan za pravilno održavanje aerodroma, te su kroz dokumente navedene preporuke za eliminaciju i sprječavanje pojave ptica u aerodromskoj zoni. U skladu sa SARPs, države bi trebale utvrditi nacionalne programe evidentiranja slučajeva udara ptica, a tamo gdje je to potrebno, poduzeti aktivnosti radi smanjenja broja ptica njihovim odvrćanjem od dolaska i zadržavanja na aerodromima i okolici te uklanjanjem i sprječavanjem nastanka novih odlagališta otpada i sličnih mjesta u blizini aerodroma.

### **2.1.1. ICAO Dokument 9137 – AN/898 dio četvrti: Mjere za smanjenje utjecaja ptica na sigurnost odvijanja letnih operacija**

Navedeni dokument prikazan slikom 1 temelji se na činjenici da danas u moderno doba, kada zbog velikog porasta zračnog prometa i transporta, ptice i životinje unutar aerodromske zone predstavljaju opasnost za održavanje kontinuirane razine sigurnosti. Dokumentom se žele prikazati mjere kako učinkovito smanjiti utjecaj navedenih ptica i životinja na razinu sigurnosti unutar aerodromske zone. Svrha dokumenta nije smanjiti opasnosti već pružiti korisne informacije prvenstveno aerodromskom osoblju, kako razviti učinkovitu strategiju kontrolu kretanja ptica i životinja na/oko aerodroma. Na ozbiljnost situacije prvenstveno ukazuje zemljopisni položaj aerodroma te gustoća prometa.



**Slika 1.** ICAO Doc. 9137 – AN/898

**Izvor:** [5]

Dokumentom se želi prikazati kako je vrlo važno vođenje statistike udara i kretanja ptica kako bi se pravovremeno moglo prepoznati opasnosti ovisno o dobu dana, te godišnjem dobu. S obzirom na raspored leta zrakoplova, odnosno odvijanja zračnog prometa, ovisno o dobu dana, vremenskim uvjetima vrlo važno je smanjiti prisutnost ptica u ključnim vremenskim razdobljima. Smanjenje prisutnosti ptica može se postići korištenjem ekoloških sredstava koja moraju biti dopuštena unutar Nacionalnih propisa o zaštiti okoliša. [5]

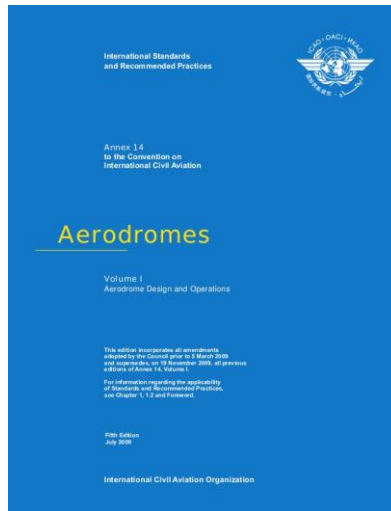
### **2.1.2. ICAO Aneks 14: Aerodromi**

Dokument Annex 14 sadrži standarde i preporučene prakse koje propisuju specifikacije i površine ograničenja prepreka koje se trebaju osigurati na određenim objektima i tehničkim uslugama aerodroma. Također navedeni dokument prikazan slikom 2. ima ulogu donošenja odluke o referentnom kodu<sup>1</sup> aerodroma ovisno o najučestalijem zrakoplovu slijetanja. Isto tako vrlo je važno pratiti smjernice dane kroz dokument vezano za pravilno dnevno i noćno označavanje manevarskih površina. Sadržaj i poglavlja dokumenta također su vezana za ekološke i ostale čimbenike koji utječu na razvoj zračne luke, smjernice održivosti okoliša te aspekti razvoj zračne luke. [6]

---

<sup>1</sup> referenti kod aerodroma – koristi se u svrhu planiranja aerodroma, te sadrži dva elementa:

- prvi je broj i odnosi se na referentnu dužinu staze za avion
- drugi element je slovo koje se utvrđuje na osnovi raspona krila aviona i razmaka između vanjskih rubova kotača glavnog podvozja aviona. [26]



**Slika 2.** ICAO Annex 14: Aerodromi

**Izvor:** [26]

### **2.1.3. Sustav informiranja pri sudaru ptice u zrakoplov – Dokument 9332 – AN/909 dio treći, 1989.**

Godine 1979. ICAO organizacija prema država članicama upućuje pravilnik kako je prilikom svakog događaja udara ptice potrebno ispuniti odgovarajući izvještaj. Izvještaj do 1985. godine nakon mnogo verzija nadopuna i izmjena poprimio je jedinstveni format. Izvještaj se sastoji od dva dijela, prvi dio predstavlja *Sustav informiranja pri sudaru ptica u zrakoplov*, prikazan slikom 3. Drugi dio izvještaja, prikazan slikom 4 naziva se *Prilog izvještaja o udaru ptice u zrakoplov* te ga ispunjava zračni prijevoznik. Kod ispunjavanja ovakvih dokumenata potrebno je da sve informacije budu točne i razumljive. Također ispunjavaju se određeni dijelovi koji se odnose na cijenu oštećenja, koja se utvrđuje nakon detaljnog pregleda i procjene od strane nadležne službe.





Nakon ispunjenja izvješća ono se ne šalje u ICAO-o, već se prosljeđuje nadležnim državnim službama. Uz sam izvještaj nakon procjene i pregleda od strane nadležne službe potrebno je imati i preostale fragmente ptice koji će uvelike pomoći oko preciznije identifikacije vrste ptica, njihove kategorije, migracijske putove te poznata prebivališta i mjera prevencije prilaza takvih ptica u aerodromskoj zoni. Navedeni Izvještaj popunjava pilot zrakoplova nakon incidenta, odnosno isto tako to mogu popuniti i djelatnici zračne luke, te kontrolori zračne plovidbe ili bilo koji ostali sudionici u zračnom prometu.

Ovakav zapis šalje se prema nadležnoj državnoj agenciji. U slučaju Republike Hrvatske, zapis se šalje u Hrvatsku agenciju za civilno zrakoplovstvo (HACZ), te prema nadležnim ICAO uredima koji Izvještaj dodatno popunjavaju te transferiraju u određeni računalni sustav za evidenciju. HACZ je dužan na godišnjoj razini dostaviti statistički izvještaj o broju incidenata udara ptice u zrakoplov, navesti vrstu ptice te zračne prijevoznike koji su sudjelovale u navedenom incidentu. Također potrebno je prikazati najčešća mjesta udara ptice u zrakoplov na području aerodromske zone. [6]

## **2.2. Nacionalni propisi**

U Republici Hrvatskoj temeljni propis u kategoriji sigurnost zračnog prometa naziva se Zakon o zračnom prometu (u daljnjem tekstu ZZP). Navedeni dokument daje samo temeljne i osnovne obveze, odnose i prava unutar sektora zračnog prometa i uvjeta pružanja usluge zračnog prijevoza u pogledu sigurnosti. Ovakvim načinom ostavljeno je dovoljno prostora da se određenim podzakonskim regulativama i aktima odgovori na veliki broj pitanja u pogledu sigurnosti zračnog prometa, pa tako i sigurnosti zračnog prometa u pogledu sudara zrakoplova sa pticama. Vlada RH je na temelju članka 56. stavka 1. Zakona o zračnom prometu (»Narodne novine«, br. 69/09, 84/11, 54/13, 127/13 i 92/14) i članka 31. stavka 2. Zakona o Vladi Republike Hrvatske (»Narodne novine«, br. 150/11 i 119/14) na sjednici održanoj 30. prosinca 2015. godine donijela odluku o donošenju „Nacionalnog programa sigurnosti u zračnom prometu“. [7]

Iako navedeni program predstavlja temelj održivosti sigurnosti u zračnom prometu, također postoje mnogi podzakoni i pravilnici koji detaljnije opisuju probleme pojave i udara ptice u zrakoplov na području aerodroma.

Neki od važnijih nacionalnih zakona koji su usko povezani sa provođenjem određenih akcija na aerodromu su:

- Zakon o lovstvu – NN 140/5, 75/09, 153/09, 14/14, 21/16, 41/16, 67/16, 62/17
- Zakon o zaštiti prirode - NN 70/05, 80/13
- Zakon o zračnom prometu – NN 69/09, 84/11, 54/13, 127/13, 92/14
- Zakon o eksplozivnim tvarima - NN 178/04, 109/07, 67/08, 144/10
- Zakon o oružju - NN 63/07, 146/08, 59/12, 70/17 [8]

Isto tako uz navedene zakone, postoje i pravilnici koji su definirani te izdani u Narodnim novinama, a njihova uloga je da precizno definiraju određene sektore načina lova, te korištenja oružja i oruđa u svrhu rastjerivanja ptica i ostale divljači te isto tako i pravilnik o načinu izvještavanja povrede sigurnosti, odnosno nesreća i nezgoda zrakoplova.

Neki od tih pravilnika su:

- Pravilnik o uvjetima i načinu lova - NN 62/06, 70/10
- Pravilnik o pasminama, broju i načinu korištenja lovačkih pasa za lov - NN 62/06, 143/10 (ako se koriste lovački psi u svrhu redukcijuskog odstrela divljači na zračnoj luci)
- Pravilnik o načinu lova s pticama grabljivicama - NN 140/05, 110/10 (ako se ptice grabljivice koriste u svrhu lova divljači ili rastjerivanju ostalih ptica)
- Pravilnik o lovostaju - NN 155/05, 67/10
- Pravilnik o potvrdi o podrijetlu divljači i njezinih dijelova i obilježavanju krupne divljači evidencijskim markicama – NN 95/10
- Pravilnik o uvjetima i načinu lova, nošenju lovačkog oružja, obrascu i načinu izdavanja lovačke iskaznice, dopuštenju za lov i evidenciji o obavljenom lovu – NN 70/10
- Pravilnik o izvješćivanju i istraživanju ugrožavanja sigurnosti nesreća i ozbiljnih nezgoda zrakoplova – NN 138/09, 57/13 [13]

Također postoje i pravilnici o aerodromu koji su nezavisni jedan od drugog, odnosno s obzirom na geografsko područje na kojem se nalazi aerodrom potrebno je donijeti pravilan program sukladan tom području. Zbog različitih vrsta ptica i divljači koje obitavaju **na** tim područjima. Pravilnik o aerodromu (55/2014) sadrži vrlo definirane stavke vezane za sprječavanje i smanjenje prisutnosti divljači i ptica na aerodromu te obveze operatera aerodroma kroz sljedeće točke:

1. Prisutnost divljih životinja (ptica i drugih životinja) na aerodromu ili u njegovoj neposrednoj blizini predstavlja ozbiljnu opasnost za sigurnost operacija zrakoplova
  2. Operator aerodroma je dužan u suradnji s državnom agencijom<sup>2</sup> poduzeti aktivnosti kako bi se uklonilo ili spriječilo postavljanje smetlišta za odlaganje otpada ili bilo kakvih drugih izvora koji bi mogli privlačiti divlje životinje na aerodromu, ili u njegovoj blizini, osim ako odgovarajuća studija o procjeni opasnosti od divljih životinja pokaže da nije vjerojatno da će sigurnost zračnog prometa biti ugrožena pojavom divljih životinja.
  3. Tamo gdje nije moguće ukloniti takve postojeće izvore, nadležno tijelo lokalne i regionalne samouprave mora osigurati izradu studije o procjeni rizika koje takvi izvori predstavljaju za zrakoplove, kao i osigurati da se takvi rizici smanje na minimum
  4. Sprječavanje kretanja i boravka divljih životinja na području aerodroma u nadležnosti je operatora aerodroma koji mora osigurati:
    - a) plan i upute, te mjere i postupke u svezi s tim,
    - b) potrebnu opremu, kao i
    - c) službu zaduženu za provedbu tih mjera i postupaka.
  5. Operator aerodroma mora dokumentirati provedbu svih mjera i postupaka usmjerenih na sprječavanje kretanja i boravka divljih životinja na području aerodroma, te Agenciju obavijestiti o svakoj nesreći, nezgodi ili događaju uzrokovanom kolizijom divlje životinje sa zrakoplovom u području aerodroma.
- [9]

---

<sup>2</sup> HACZ - Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo.

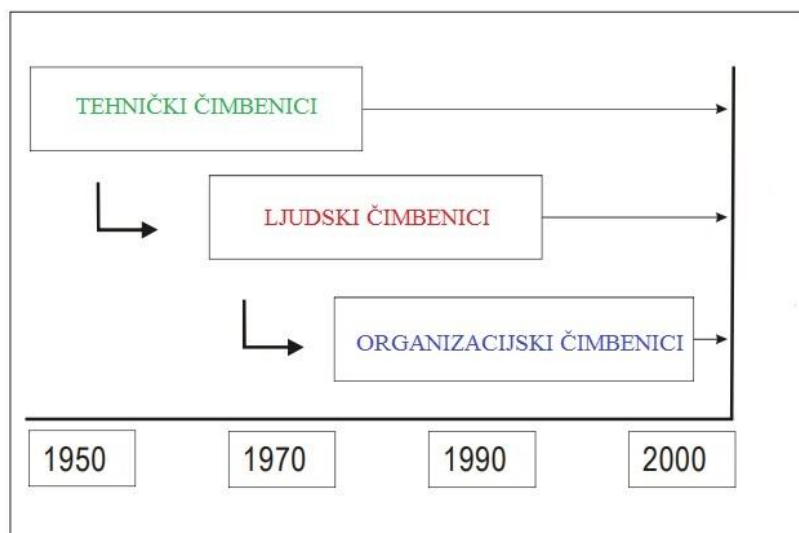
### **3. ANALIZA UČESTALOSTI SUDARA ZRAKOPLOVA SA PTICAMA PREMA FAZAMA LETA**

Analiza predstavlja ključan proces u procjeni rizika ne samo sudara zrakoplova sa pticama već i svih radnji u svim granama industrije, prometa i života. Isto tako analiza se kroz povijest mijenjala.

Prve analize su se odnosile na tehničke čimbenike, prvenstveno zbog tada slabo razvijene industrije, prometa, ali i zbog manjka procesa provedbe analize određenog događaja. Također na tehničke čimbenike utjecala je tada slabo razvijena industrija metala i izrade raznih dijelova, te nedovoljna usavršenost istih. Zemaljska oprema za navigaciju, isto tako je napredovala kroz razvoj industrije i tehnike što je utjecalo na daljnji razvoj zrakoplovne industrije. Navedena faza trajala je do polovice šezdesetih i sedamdesetih godina prošlog stoljeća.

Ljudski čimbenici su sljedeća kategorija na koju se sve više obraća pažnja. Smatralo se na se nakon tehničkih čimbenika kroz ljudske čimbenike može utjecati na povećanje razine sigurnosti. Vrlo je važno tada bilo kvalitetno školovanje osoblja, odnosno posebnih odjela za određene grane u zrakoplovstvu. Ovime se htjelo utjecati na psihološku stranu osoblja kako bi dolazilo do sve manjeg broja pogrešaka i kvarova u krajnjim operativnim zahvatima. Isto tako htjelo se upozoriti na kontinuitet posla, odnosno u ljudskoj navici je da ukoliko se isti posao radi više puta zaredom tada dolazi do povećanja vlastite sigurnosti u određen posao, što može vrlo negativno utjecati na krajnji ishod. Tada je bilo važno prikazati da uz praćenje određene dokumentacije prilikom izvršenja procesa kako bi se smanjili mogući rizici utjecaja na sigurnost. Ova faza završava krajem 90-tih godina prošlog stoljeća.

Zadnja, treća faza naziva se organizacijski čimbenici čiji je glavni zadatak upravljanje organizacijom u cjelini. Glavni zadatak ove faze bio je ostvariti sustav koji će biti sposoban predvidjeti i ukoliko je potrebno preventivo otkloniti određene kvarove, nedostatke tehnike i tehnoloških alata, znanja kako bi se eliminirali negativne posljedice završnih operatera. [1] Navedena faza je počela sa implementacijom početkom 21. stoljeća. Faze su prikazane slikom 5.



**Slika 5.** Faze razvoja sustava upravljanja sigurnošću u zrakoplovstvu

Izvor: [1]

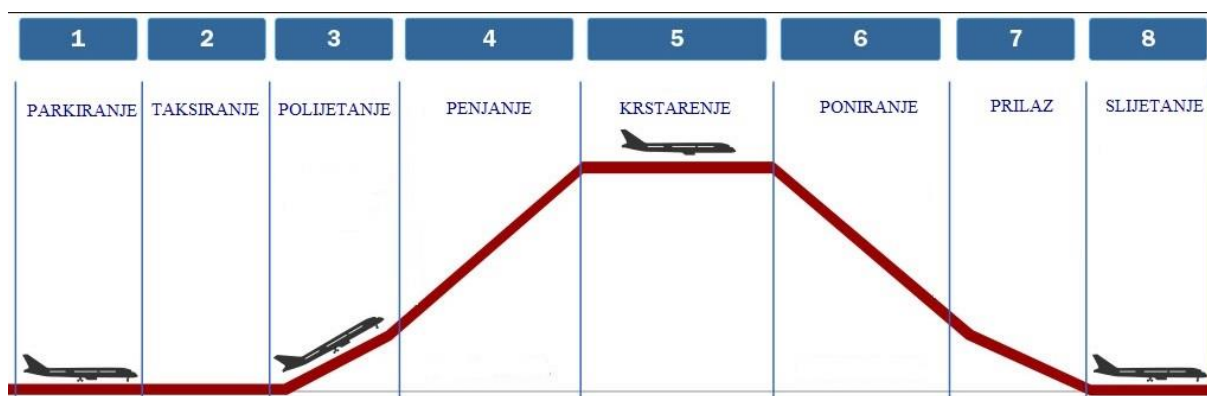
### 3.1. Faze leta zrakoplova

Kako bi se let zrakoplova mogao kvalitetno analizirati i istraživati sve negativne posljedice utjecaja udara ptice i ostalih mogućih rizika potrebno je biti upoznat sa fazama leta zrakoplova. Navedeno podpoglavlje sadrži ukratko prikazane faze leta zrakoplova. Slikom 6. prikazan je let zrakoplova kroz osam osnovnih dijelova i to:

- prva faza „parkiranje“ – zrakoplov se nalazi na određenoj manevarskoj površini (stajanci), koristeći snagu vlastitih motora ili odgovarajuće zemaljske opreme za prihvat i otpremu zrakoplova kreće se prema sljedećoj fazi leta. U navedenoj fazi leta odvija se priprema podataka i informacija pilotskog osoblja za let.
- druga faza „taksiranje“ - zrakoplov se kreće po aerodromskim površinama snagom vlastitih motora, zrakoplov se kreće po točno određenoj putanji ucrtanoj na manevarskim površinama ograničenom brzinom te se upravljanje zrakoplovom odvija uz pomoć nosnog ili repnog kotača kojim upravlja pilotsko osoblje.
- treća faza „polijetanje“ – predstavlja sljedeću fazu u kojoj zrakoplov nakon postizanja potrebne sile uzgona i sile potiska odvaja se od tla te započinje let,

u navedenoj fazi se koristi koncept „V-brzina“ polijetanja na koju ne utječu samo nagib, dužina USS i vremenski uvjeti već i prepreke unutar aerodromske zone. U navedene prepreke pripadaju također i opasnost o udara ptica.

- četvrta faza „penjanje“ – predstavlja fazu nakon polijetanja te neposredno prije postizanja visine leta. U većini komercijalnih letova ova faza se odvija do otprilike 30.000,00 ft
- peta faza „krstarenje“ – faza leta u kojoj zrakoplov postiže određenu visinu, brzinu leta uz najveći udio potrošenog goriva za let. U navedenoj fazi se odvija najveći dio leta zrakoplova.
- šesta faza „poniranje“ – faza leta čiji je primaran zadatak smanjenje visine leta zrakoplova. Također navedena faza je ključna u hitnim slučajevima kada dolazi do gubitka tlaka ili gubitka brzine leta što može biti također posljedica udara ptice u određeni dio zrakoplova.
- sedma faza „prilaz“ – posljednja faza leta neposredno prije faze slijetanja, zrakoplov je u ravnini sa USS sa spuštenim podvozjem i svrhom smanjenja brzine i visine leta.
- osma faza „slijetanje“ – konačna faza leta zrakoplova u kojoj je visina i brzina leta smanjena na optimalnu kako bi se u konačnici zrakoplov mogao sigurno zaustaviti.[27]



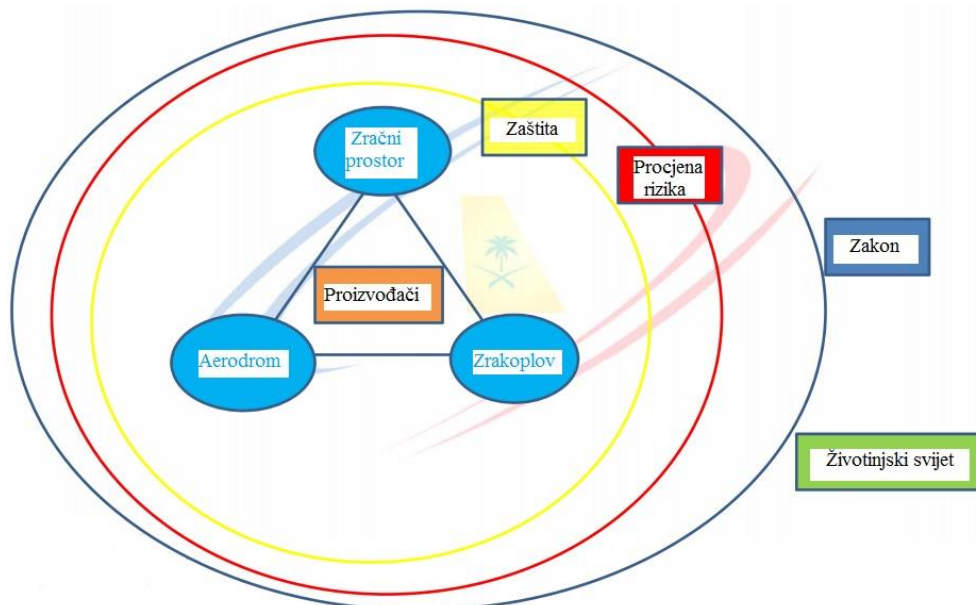
**Slika 6.** Prikaz faza leta zrakoplova

Izvor: [65]

### 3.2. Definiranje pojma sudara ptice i zrakoplova

Udar ptice, pojam koji je definiran kao sudar između ptice i zrakoplova u letu ili polijetanju ili slijetanju. Navedeni pojam se često povezuje s udarom ostalih životinja na području aerodroma. Kod manjih zrakoplova s klipnim motorom udar ptice može dovesti do većih strukturalnih oštećenja zrakoplova, dok kod turbomlaznih zrakoplova prilikom udara ptice u motor može dovesti do gubitka uzgona u određenim fazama leta što može rezultirati katastrofalnim nesrećama. Udar ptice može se dogoditi u bilo kojoj fazi leta, no najčešće se događa prilikom polijetanja i penjanja, te prilikom prilaza i završne faze slijetanja zbog nižih visina u kojima obitavaju ptice. Također najveći broj udara ptice se događa u periodu kada su one najaktivnije, a to je period dnevnih sati dana. [10]

Događaj udara ptice u zrakoplov je vrlo širok pojam u kojem ne sudjeluju samo zračni prijevoznici, aerodromski operateri i kontrola zračne plovidbe, već sudjeluje i vrlo velika skupina i organizacija ljudi. Svaka od tih organizacija ima određenu ulogu i kako bi mogla funkcionirati, odnosno kako bi rizik takvog događaja bio sveden na minimum vrlo je važno da navedene organizacije djeluju zajedno i sukladno. Slikom 6. prikazani su svi subjekti koji sudjeluju u događaju udara ptice u zrakoplov.



**Slika 7.** Prikaz organizacija koje su povezane sa događajem udara ptice u zrakoplov

**Izvor:** [66]



U svakom od događaja koji se pojavljuju unutar aerodromske zone, te predstavljaju prijetnju sigurnosti zračnog prometa danas u moderno doba pristupa se sa velikom važnošću i odgovornošću. Stoga postoji veliki broj organizacija koje sadrže vlastite planove i ciljeve, te je važno njihovo međusobno djelovanje i komunikacija kako bi se postigla visoka razina kvalitete analiza rizika u zračnom prometu.

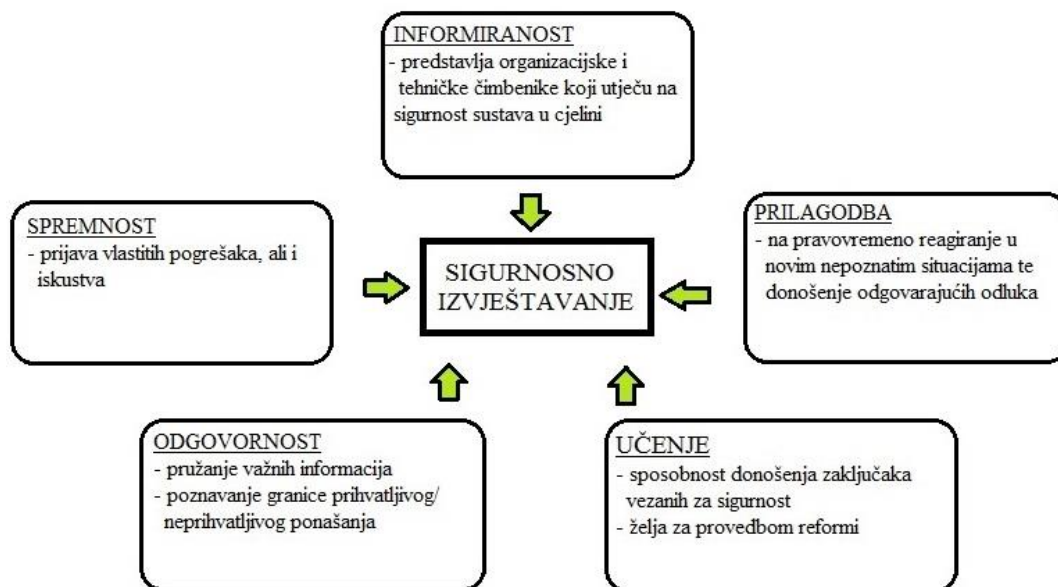
Zrakoplovna industrija aktivno sudjeluje u provedbi novih tehnologija i materijala izrade zrakoplova, kako bi udar ptice te negativne posljedice istog bile smanjenje na prihvatljivu razinu. Također zrakoplovna industrija aktivno djeluje sa aerodromima, gdje se analiziraju i istražuju specifičnosti zračnog prostora određenog aerodroma, vremenski uvjeti te kretanja ptica. Sukladno aktivnostima ptica i vremenskim uvjetima postoje određene mjere zatvaranja zračnog prostora u razdoblju migracija ptica. Cilj je također izraditi kvalitetan plan zaštite od pojave ptica kako unutar tako i izvan aerodromske zone. Mjere i plan zaštite od udara ptice moraju odgovarati aerodromskim specifikacijama i vremenskim uvjetima. Nakon izrade plana zaštite te povratnih informacija učinkovitosti predloženih mjera i plana zaštite vrši se izrada procjene postojećih rizika te izrade matrice rizika.

Kako bi sve navedeni planovi i mjere zaštite na određenim aerodromima mogle biti provedene, važno je da budu u skladu sa postojećim kako europskim tako i državnim nacionalnim zakonima. Životinjski svijet koji se nalazi kako unutar tako i izvan aerodromske zone predstavlja rizik sa negativnim posljedicama prema sigurnosti zračnog prometa, te stoga mora biti kvalitetno analiziran i utjecaj smanjen na prihvatljivu, minimalnu razinu.

### **3.3. Izvještavanje o udaru ptice u zrakoplov**

Postupak izvještavanja je obavezan i vrlo bitan kako bi se na vrijeme upozorili svi ostali sudionici u zračnom prometu, posebno piloti o mogućoj pojavi ptica na istom mjestu ili aerodromu. Izvještavanje o udaru ptice također može u daljnjim analizama pomoći oko kvalitetnih rješenja vezanih za problem pojava ptica. Prijava o pojavi ptica se prvo javlja kontroli zračne plovidbe koja s aerodromskim operaterom poduzimaju mjere za rastjerivanje i uklanjanje ptica, nadalje se obavještava HACZ. [11]

Točno i pravodobno izvještavanje o opasnostima udara ptica je temeljna aktivnost upravljanja sigurnošću. Upravljanje sigurnošću (slika 8) je prikazano kroz pet osnovnih karakteristika koje su direktno povezane s učinkovitim sigurnosnim sustavima izvještavanja.



**Slika 8.** Pet karakteristika sigurnosnog izvještavanja

Izvor: [67]

Prema odredbi ICAO Annex-a 14 Aerodromi, udar ptice mora biti prijavljen prema nadležnoj službi, Agenciji. Također prema članku 9.5. iz navedenog Annex-a zahtjeva se da svi udari ptice budu prijavljeni u ICAO bazu naziva IBIS. Kako bi naveden postupak prijave bio funkcionalan važno je da država članica provede sve mjere vezane za izvještavanje i prikupljanje podataka o udaru ptice od strane aerodromskih operatera i zračnih luka.

U postupku prijave udara ptice aerodromski operater ima važnu ulogu i to:

- Ukoliko aerodromski operater uoči potencijalnu opasnost od ptica mora obavijestiti kontrolu zračne plovidbe.
- Ukoliko dođe do udara ptice u zrakoplov, što rezultira oštećenjem nesrećom/nezgodom zrakoplova, odnosno kvarom, operater mora podnijeti pisani izvještaj o udaru ptice u zrakoplov nakon slijetanja. [12]

Poznato je kako 90% slučajeva udara ptice sa poznatom lokacijom događa upravo u aerodromskoj zoni i/ili njenoj neposrednoj blizini, ključnu ulogu ovdje uz aerodromske operatere imaju također i zračne luke. [14] Cilj prikupljanja podataka o udaru ptice je

otkrivanje potencijalnih lokacija i problema rastjerivanja ptica u aerodromskoj zoni. Informacije o pojavi, postotku udara ptice na određenoj lokaciji, te materijalnoj šteti uvelike pomažu i proizvođačima zrakoplova, u izradi te dizajnu strukture i motora zrakoplova kako bi se povećala „otpornost“ na udar ptice. ICAO, proizvođači zrakoplova i zračni prijevoznici zajedno sudjeluju u izradi rješenja i otkrivanju novih sustava protiv udara ptice u zrakoplov, stoga je vrlo važno prikupljanje informacija na globalnoj, državnoj i regionalnoj razini.

### **3.4. IBIS sustav (ICAO bird strike information system)**

IBIS sustav je osmišljen za prikupljanje i prijavu udara ptice, životinja u zrakoplov. Navedeni sustav se sastoji od dva formulara od kojih se prvi odnosi na Prijavu udara ptice u zrakoplov, te ga ispunjava pilot zrakoplova, odnosno zemaljsko osoblje, kontrolori zračne plovidbe ili zrakoplovni mehaničari.

Neke osnovne informacije koje sadrži izvještaj su:

- zračni prijevoznik
- model/tip zrakoplova
- model/tip motora
- naziv aerodroma
- uzletno-sletna staza
- visina leta
- brzina leta
- oštećeni dijelovi zrakoplova
- atmosferske neprilike
- vrsta/veličina ptice. [6]

Nakon popunjavanja formular se šalje prema HACZ-u, koja zaprimljeni formular prosljeđuje prema ICAO-u.

Drugi dio naziva se Prilog izvještaja o udaru ptice u zrakoplov te ga ispunjava zrakoplovni operater koji je sudjelovao u sudaru zrakoplova i ptice. Navedeni dokument se šalje prema državi u kojoj zrakoplovni operater ima sjedište, te se prosljeđuje prema državi događaja sudara ptice i zrakoplova te prema ICAO-u.

Neke važnije informacije koje sadrži prilog su:

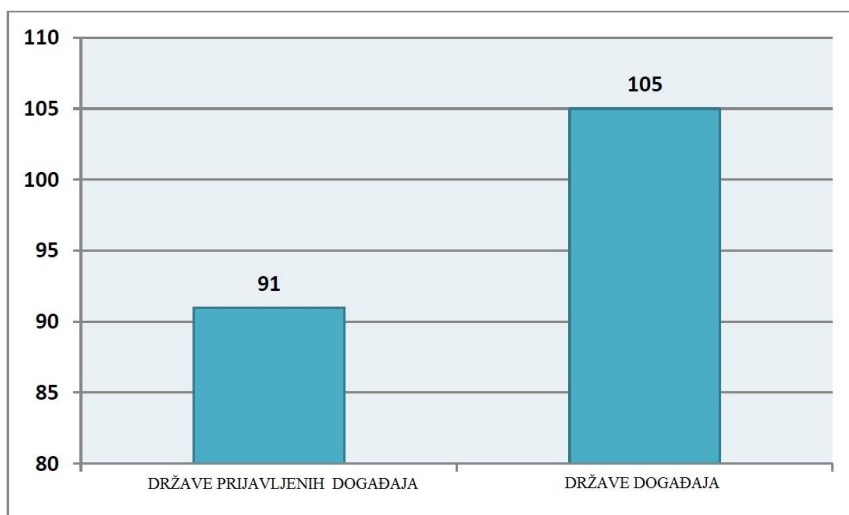
- općeniti podaci
- podaci o cijeni štete
- podaci o šteti motora. [6]

Isto tako kod prijavljivanja ono se odnosi samo na sudar ptice i zrakoplova, a ne na ptice koje se nalaze oko zone zračne luke.

#### **3.4.1. Statistička analiza udara ptica u zrakoplov za razdoblje 2008. – 2015. godine.**

Kroz ovo poglavlje predstaviti će se detaljna analiza udara ptice ovisno o periodima godine. Prvo promatrano razdoblje trajalo je od 2001. do 2007. godine, odnosno sedam godina, dok je drugo promatrano razdoblje trajalo od 2008. do 2015. godine, odnosno osam godina. Unutar razlike od samo jedne godine između dva razdoblja postoji vrlo visok porast prijavljenih udara ptice u zrakoplov sa 42.508 na 97.751.

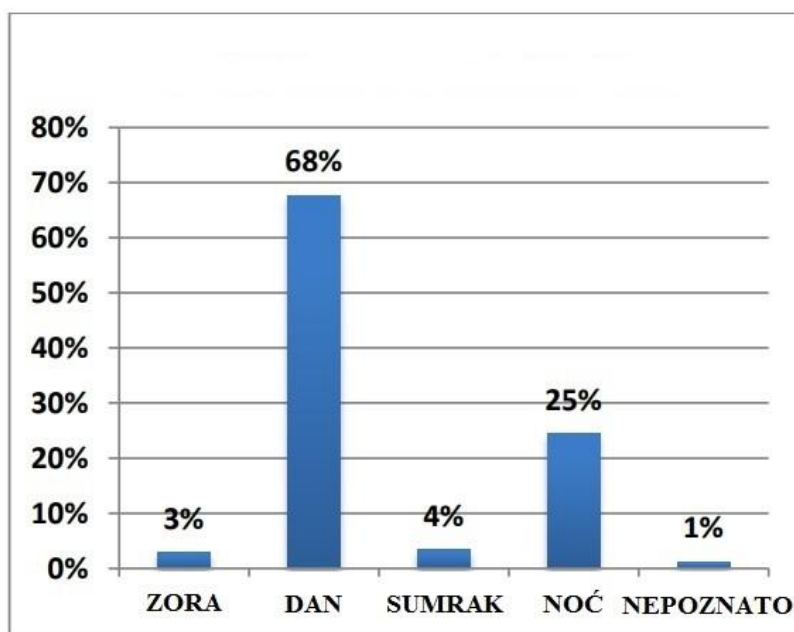
Za period od 2008. do 2015. godine, 97.751 događaja sudara ptice i zrakoplova prijavljeno je od strane 91 ICAO države članice. Navedeni broj se odnosi na 105 država svijeta. Grafikonom 1 prikazan je odnos između prijavljenih država i država pojava događaja. Razlog razlike između navedenih odnosa može se pronaći u pitanju postoji li sustav prijave događaja udara ptice u ostalim država te način na koji je isti implementiran. Također pažnja se mora obratiti i na vrlo važnu stvar, da se većina država koja koriste IBIS sustav se nalaze na Europskom i Sjeverno Američkom kontinentu.



**Grafikon 1.** Odnos države događaja i prijave događaja udara ptice

Izvor: [14]

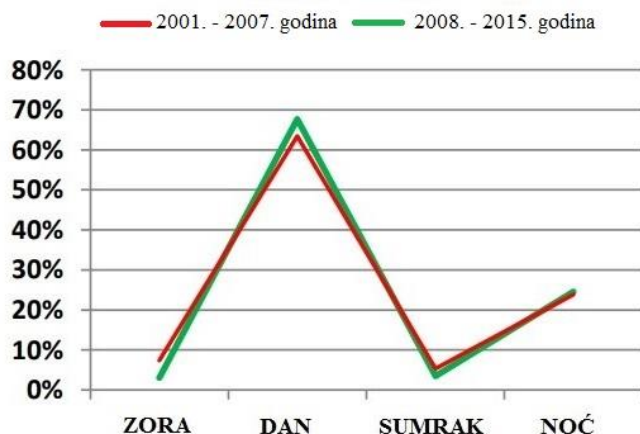
Prema dosadašnjim analizama događaja, izvedena je statistika da se 68% događaja sudara ptice i zrakoplova događa u dnevnim satima, dok do sudara ptice u zrakoplov tijekom noćnih sati bude oko 25% prema podacima iz grafikona 2.



**Grafikon 2.** Analiza udara ptice prema dobi dana za razdoblje 2008. do 2015. godine

Izvor: [14]

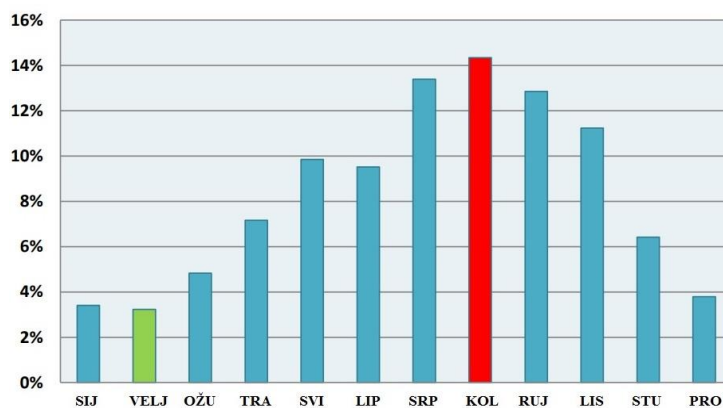
Na grafikonu 3 prikazan je dijagram usporedbe između dva promatrana perioda, gdje je vidljivo kako u periodu od 2008. do 2015. godine postoji veći porast udara ptice kako u dnevnim tako i noćnim satima. Razlog tome se može potražiti u sve većem porastu zračnog prometa u noćnim satima leta, te porast aktivnosti i migracija ptica u noćnim i ranojutarnjim satima.



**Grafikon 3.** Usporedba promatranih razdoblja dana za razdoblje 2001. – 2007. i 2008. – 2015. godina

Izvor: [14]

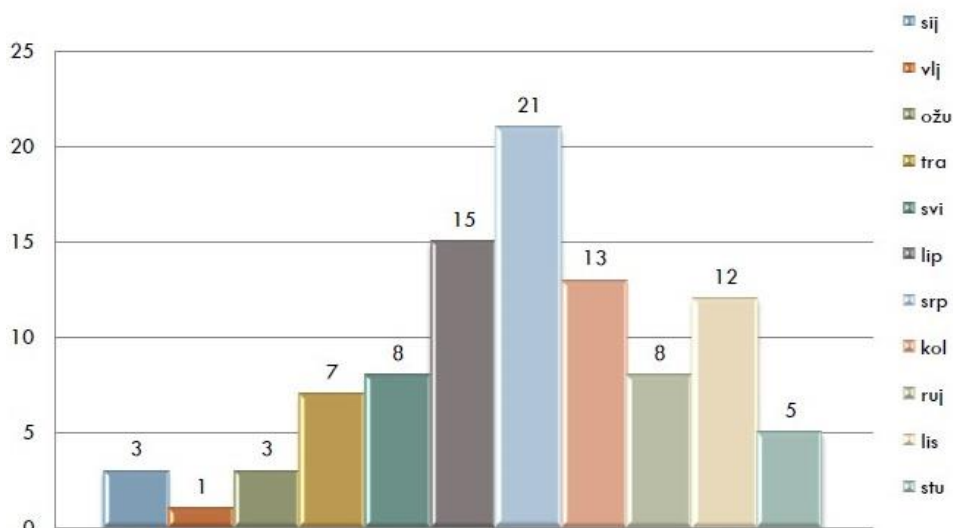
Također udari ptice ovise o razdoblju godine. Stoga se iz grafikona 4 može vidjeti kako je najviše prijavljenih udara bilo u periodu od svibnja do kolovoza, dok je najmanje prijavljenih događaja bilo u mjesecima siječanj i veljača. Također vidljivo je kako mjesec kolovoz ima veći postotak prijavljenih događaja u odnosu na siječanj i veljaču zajedno. Razlog tome je povećan promet u ljetnim mjesecima godine, veći broj aerodromskih operacija, ali isto tako i veća aktivnost ptica.



**Grafikon 4.** Broj udara ptica prema mjesecima za razdoblje 2008. - 2015.

Izvor: [14]

Prateći navedenu analizu broj udara ptica prema mjesecima za navedeno razdoblje, grafikonom 5 prikazati će se stanje u Republici Hrvatskoj za 2010. godinu, koja prati ICAO statistiku te se može vidjeti kako i u RH u ljetnom periodu godine odnosno u mjesecima lipanj do listopad je najveći broj prijavljenih udara ptice u zrakoplov. U 2010. godini na području zračnih luka Republike Hrvatske prikazano grafikonom 5, dogodilo se 96 prijavljenih udara ptice u zrakoplov, od kojih 70% se dogodilo u ljetnom periodu godine, odnosno ljetnim mjesecima što potvrđuje i ICAO analizu na svjetskoj razini. Lipanj, srpanj i kolovoz su mjeseci kada je najveći porast zračnog prometa u RH, stoga navedeni podaci ne iznenađuju. Zbog većeg broj operacija zrakoplova u ljetnom periodu godine te veće aktivnosti ptica ovakav rezultat je i očekivan. Nadalje, ovakva broj također mora biti i upozorenje na korištenje kvalitetnijeg sustava za rastjerivanje ptica, što će rezultirati i manjim brojem udara ptice na području zračne luke.



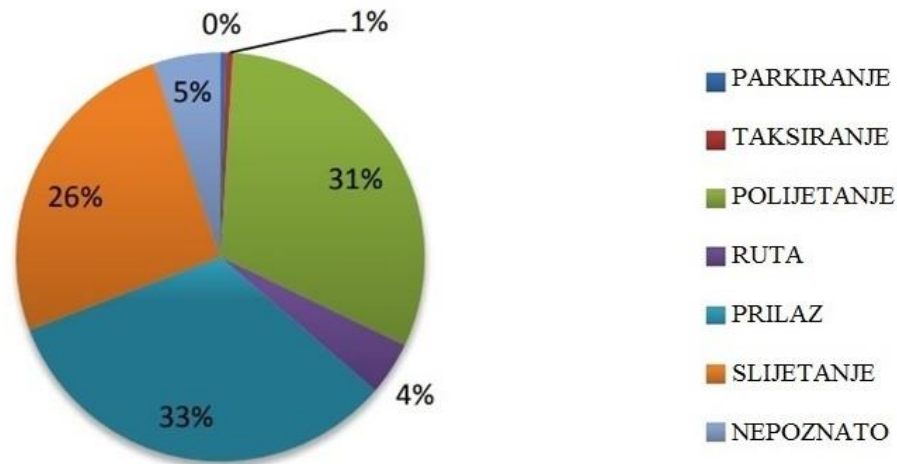
**Grafikon 5.** Broj izvješća o sudaru s pticama - po mjesecima u RH

Izvor: [15]

### 3.4.2. Udar ptica i zrakoplova prema fazama leta

Prema dosadašnjim prijavljenim događajima najveći postotak udara ptice ili jata ptica se događa u fazama leta zrakoplova: polijetanje, prilaz i slijetanje. Također navedene faze su najkritičnije faze leta zrakoplova, stoga opasnost i rizik udara ptice aerodromskim operaterima i službama kako bi se poduzele mjere na kojima je rizik na prihvatljivoj razini, ovaj postupak se izvodi pomoću matrice rizika koja će biti detaljnije opisana u narednim poglavljima.

Grafikon 6 prikazuje udar ptice u zrakoplov prema fazama leta u razdoblju od 2008. – 2015. godine, gdje je prikazano kroz postotke u kojim fazama leta najčešće dolazi do udara ptice.



**Grafikon 6.** Udar ptice prema fazama leta za razdoblje od 2008. – 2015. godine

Izvor: [14]

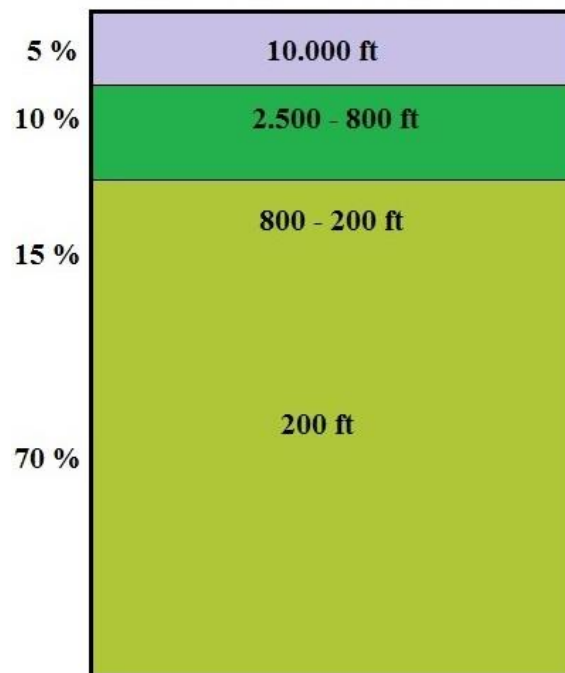
Kod analize udara ptice prema fazi leta potrebno je biti upoznat sa mogućim lokacijama navedenog događaja. Stoga mogući događaji udara ptice u zrakoplov su:

1. Sudar zrakoplova s pticama i/ili drugim životinjama na zračnoj luci
  - u fazi prilaženja zrakoplova na visini od 200 do 0 ft<sup>3</sup>
  - u fazi penjanja zrakoplova na visini od 0 do 1.000 ft, pod pretpostavkom da se zrakoplov nalazi iznad područja nadležnosti zračne luke
  
2. Sudar s pticama u blizini zračne luke
  - u fazi prilaženja zrakoplova na visini od 1.000 do 200 ft
  - u fazi penjanja zrakoplova na visini od 1.000 do 3.000 ft
  
3. Sudar s pticama na putanji leta - en route
  - u fazi prilaženja zrakoplova na visini od najmanje 3.000 ft
  - u fazi penjanja zrakoplova ako je u radijusu većem od 8 km [15]

<sup>3</sup> ft(feet) - 1ft = 0,3048m.



Prema ICAO analizi može se primijetiti da se najveći broj zabilježenih udara ptice upravo događaju u fazama leta polijetanja i slijetanja te prilaza. Također iako je populacija ptica u Europi pala za 10%, rizik udara ptice se nije smanjio proporcionalno navedenom postotku. Razlog tome je to što sve vrste ptica ne predstavljaju opasnost u zračnom prometu zbog njihovih migracijskih putova i veličina. Istraživanja provedena od strane Europske agencije za zrakoplovnu sigurnost (engl. European Aviation Safety Agency – EASA) su pokazala kako ptice manjih masa se ne smije uzeti olako, jer zbog njihove veličine kao obrambeni mehanizam protiv grabežljivaca one lete u jatima. Unazad desetak godina ovog stoljeća došlo je do promjene prilagodbe ptica, njihovog staništa, ali i populacije. Klimatske promjene danas su u svijetu također ostavile trag i na promjenu zemljopisnih područja gdje ptice obitavaju, što za sobom povlači i sve veće migracijske putove ptica. Zanimljivo je napomenuti kako je 1970. godina bila presudna za korištenje organskih pesticida u svrhu smanjenja populacije ptica u području aerodroma. Naravno, ovakav pothvat za sobom je povukao rezultat da je došlo do povećanja populacije određenih vrsta ptica koje su gotovo izumrle posljednjih desetljeća prošlog stoljeća. S toga se može zaključiti kako zbog velikog broja različitih vrsta ptica i njihovih visina leta koje su u većini slučajeva od oko 95% do 2500ft i oko 70% ispod 200ft itekako potrebne suvremene metode prevencije pojave ptica na području aerodroma. Visine su prikazane slikom 9. [16]



**Slika 9.** Postotak udara ptice prema visini leta

Izvor: [16]

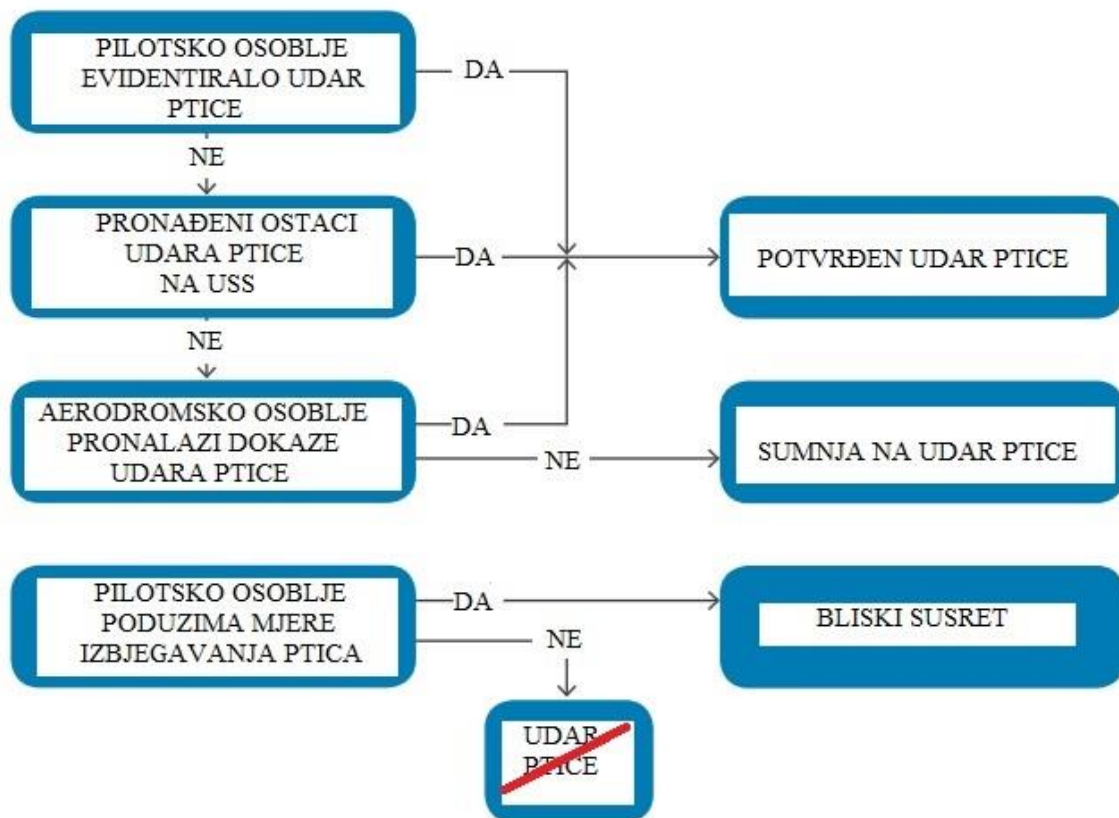
### 3.4.3. Dijagram toka udara ptice u zrakoplov

Udar ptice u zrakoplov može biti u aerodromskoj zoni, no također i u blizini aerodroma. Stoga prilikom prijave udara ptice postoje različite situacije udara ptice ovisno o području. Udar ptice kao događaj smatra se samo u slučaju ako je pilotsko osoblje vidjelo ili čulo udar ptice, ukoliko su pronađeni ostaci ptice na području aerodromske zone, te ukoliko je udar ptice prijavljen od strane pilotskog osoblja. U slučaju da jedna od navedenih stavaka nije ispunjen tada se udar ptice smatra kao sumnja na navedeni događaj ili se događaj u potpunosti odbacuje.

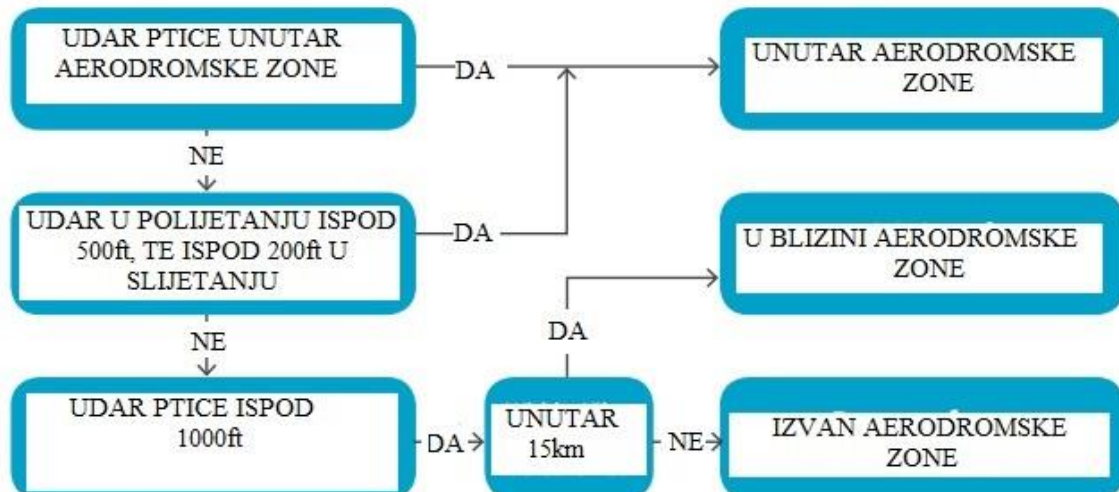
Ukoliko se udar ptice dogodio unutar granične aerodromske zone te na visini od ispod 500 ft u polijetanju te ispod 200 ft u fazi slijetanja tada se smatra da se udar ptice dogodio upravo u aerodromskoj zoni. Sljedeća situacija je moguća da se udar ptice dogodio na visini leta zrakoplova ispod 100 ft te na udaljenosti 15 km od aerodroma tada se ova situacija smatra kao događaj u blizini aerodroma, a ukoliko je udaljenost udara ptice veća od 15km do aerodroma, tada se smatra da se događaj udara ptice dogodio izvan aerodromske zone. Navedene situacije su prikazane slikom 10.

Prvi dio slike obojan tamno plavom bojom odnosi se na udar ptice izvan aerodromske zone, dok se drugi dio slike obojen svijetlo plavom bojom odnosi na udar ptice unutar aerodromske zone.

### UNUTAR AERODROMSKE ZONE



### IZVAN AERODROMSKE ZONE



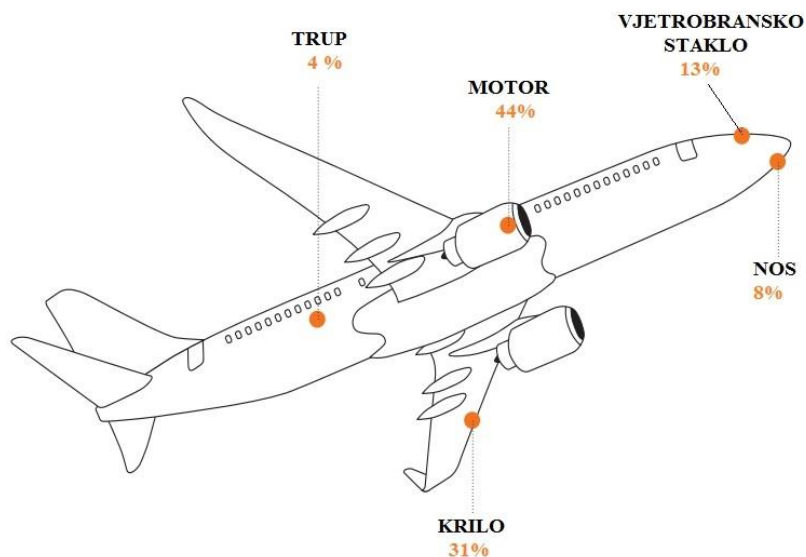
**Slika 10.** Dijagram toka udara ptice

Izvor: [24]

### 3.5. Mjesto udara ptice u zrakoplov

Prilikom ispunjavanja Izvještaja o udaru ptice u zrakoplov, jedna od stavaka je i navesti mjesto udara ptice. Ovaj podatak je vrlo važan za zrakoplovnog operatera kako bi prilikom održavanja zrakoplova veću pozornost obratio upravo na mjesta najčešćih udara ptice. Također vrlo lako je moguće da udar ptice ne ostavi vidljiva vanjska oštećenja, no može doći do unutarnjih oštećenja određenih komponenti zrakoplova koja tijekom eksploatacije zrakoplova mogu dovesti do katastrofalnih oštećenja zbog naprezanja materijala. Naravno o jačini udara i šteti ovisi također i masa ptice, ali i brzina zrakoplova. Istraživanje provedeno od strane Boeinga pokazalo je ukoliko ptica mase 5 kg udari u zrakoplov koji leti brzinom od 275 km/h učini štetu razmjernoj vreći napunjenom određenim materijalom od 100 kg sa visine od 15 m. Iz navedenog primjera vrlo lako se može zaključiti kako su masa i brzina proporcionalne veličine, te njihova veličina uvelike utječe na posljedice i štetu udara ptice u zrakoplov.

Udar ptice i to dvije trećine udara se najčešće odnosi na udar u krila i motore zrakoplova, no osim navedenih dijelova može doći i do bilo kojeg oštećenja zrakoplova. Najčešći dijelovi zrakoplova koji su u zoni udara ptice su prikazani slikom 11.



**Slika 11.** Učestalost mjesta udara ptice u zrakoplov

Izvor: [17]

Prilikom udara ptice o vjetrobransko staklo može doći do katastrofalnih posljedica kao što su dekompresije kabine zrakoplova, te direktan udar ptice u posadu zrakoplova. Navedeni udar prema istraživanju događa se u 13% slučajeva udara ptice te je zapažen vrlo malen broj uništenja vjetrobranskog stakla, najčešći slučajevi budu puknuće stakla. Današnja zrakoplovna industrija sve više pažnje obraća upravo na ovakve situacije kako bi se rizik puknuća i loma stakla smanjio na minimalnu razinu. Slikom 12 prikazan je slučaj udara ptice u zrakoplov pri kojem je došlo do proboja ptice u kabinu zrakoplova.



**Slika 12.** Oštećenje vjetrobranskog stakla zrakoplova

**Izvor:** [18]

Sljedeće komponente predstavljaju najčešća mjesta udara ptice. Motor sa 44% udara ptice, te krilo sa 31% predstavljaju površinom najveće dijelove zrakoplova, stoga ovakav postotak nije iznenađujući. Također navedene komponente predstavljaju i najvažnije dijelove za normalno odvijanje funkcije leta. Motori predstavljaju potisnu silu dok krila služe za stvaranje sile uzgona, te zajedno omogućavaju funkciju leta.

Prilikom udara ptice u motor može doći do katastrofalnih posljedica kao što su potpuno uništenje lopatica fan ventilatora, kućišta motora, kompresora motora i na kraju otkaza motora. Ukoliko dođe do navedenog slučaja prvi znakovi udara u motor su: vibracije motora i nenormalan rad što uzrokuje povećanje sile otpora, smanjene sile potiska te mogućnost pojave dima i vatre. U takvim slučajevima pilotska posada poduzima potrebne

mjere za uspostavu normalnog rada motora ili u najgorem slučaju isključenja motora. Slikama 13 i 14 prikazane su posljedice udara ptice u motor.



**Slika 13.** Oštećenje kućišta i lopatica turbo-fan motora

Izvor: [19]



**Slika 14.** Oštećenje lopatica kompresora motora

Izvor: [20]

Kod udara ptice u krilo, najčešće ne dolazi do ozbiljnih utjecaja na sigurnost leta, u velikome postotku slučajeva udar ptice bude o napadnu ivicu krila, no također može doći i do odbijanja ptice od krila. Također postoje slučajevi kada imamo udar ptice u napadnu ivicu krila i to u području gdje se nalaze predkrilca. Navedeni uređaj je vrlo ključan u fazi polijetanja, te prilikom udara može doći do potpunog oštećenja uređaja i ne mogućnosti daljnjeg korištenja te opasnosti na sigurnost leta kako u fazi polijetanja tako i ostalim fazama. Udar ptice u krilo zrakoplova prikazan je slikom 15.



**Slika 15.** Udar ptice u krilo zrakoplova

Izvor: [21]

Tablica 1 prikazuje broj prijavljenih udara ptica prema mjestu udara na zrakoplovu u postocima. EASA je izvršila istraživanje gdje se prikazalo najčešća mjesta udara ptice, broj udara te postotak udara koji je izazvao određena veća ili manja oštećenja.

**Tablica 1.** Prikaz prijavljenih udara ptice u zrakoplov

Dijelovi zrakoplova	Broj udara ptice	% udara izazvao oštećenja
Nos/trup	6.393	9,50%
Vjetrobransko staklo	2.546	6,60%
Krilo	3.006	25%
Stajni trap	1.595	9,50%
Svijetla	183	71%
Repne površine	381	30%

Izvor: [22]

### 3.6. Procjena rizika i matrica rizika

Procjena rizika omogućuje aerodromskim operaterima objektivnan pristup različitim rizicima koji se pojavljuju na području aerodroma. Procjena rizika mora se provoditi za svaki segment i zadatak koji će provesti aerodromsko osoblje, pa se s toga također puna pažnja pridaje prema pticama kao riziku udara u zrakoplov.

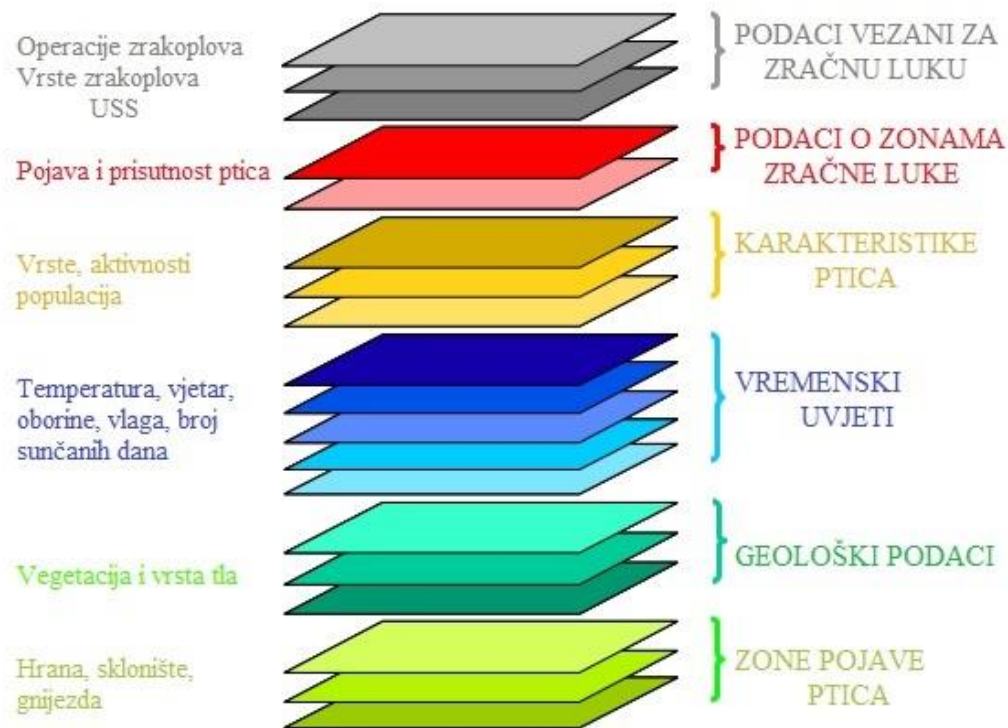
Prilikom izrade procjene rizika vrlo važno je proći i jasno definirati pet osnovnih koraka izrade kroz koje se definiraju vrlo važne smjernice i zadaci. Pet osnovnih koraka izrade su:

- utvrđivanje opasnosti
- mogući subjekti koji mogu biti oštećeni
- analiza i procjena postojećih mjera
- analiza opasnosti
- pregled procjene rizika i moguće izmjene



Kada se vrši procjena rizika vrlo važno je znati da se ona ne odvija samo u smjeru rizika i mjera kako navedeni rizik smanjiti na prihvatljivu razinu, već se vrlo velika pažnja pridaje prema financijskim, pravnim, ekonomskim te ostalim rizicima.

Kako bi procjena rizika bila na visokom nivou kvalitetne izrade potrebni su sljedeći podaci prikazani slikom 16, a koji su detaljnije objašnjeni u nastavku.



**Slika 16.** Podaci potrebni za izradu procjene rizika udara ptice

Izvor: [23]

- podaci vezani za zračnu luku (broj operacija slijetanja/polijetanja, vrste zrakoplova, korištenje uzletno-sletne staze u daljnjem tekstu USS)
- podaci vezani za područje zračne luke (pojava i prisutnost ptica u određenim zonama)
- karakteristike ptica (vrste, aktivnosti i populacija)
- podaci o vremenskim uvjetima (temperatura, vjetar, vlaga, oborine i sunčani dani)
- geološki podaci (vegetacija, analiza i vrsta tla)
- zone pojave ptica (hrana, skrovišta i gnijezda) [23]

Cilj procjene rizika je kategorizacija opasnosti u smislu razvijanja, korištenja i provedbe sigurnosnih mjera. Prilikom procjene rizika potrebno je utvrditi granice rizika. Prilikom određivanja granica rizika potrebno je uspostaviti kvalitetne i odgovarajuće mjere pomoću kojih će se prihvatljiva razina rizika biti u mogućnosti održavati određen vremenski period. Također postoji slučaj da nakon određenog vremenskog perioda prihvatljiva razina rizika bude prekoračena, odnosno dođe do pojave razine rizika iznad granice prihvatljive razine, tada je potrebno napraviti novu procjenu rizika gdje će se postaviti prihvatljiva razina iznad prethodne razine rizika. Procjena rizika izvodi se kroz sljedeće korake:

- Prvi korak u procjeni rizika je biti upoznat sa svim pticama i životinjama koje se pojavljuju u aerodromskoj zoni. Na temelju prethodno navedenog podatka se može izvršiti procjena rizika i štete u slučaju udara ptice u zrakoplov.
- Sljedeći korak u procjeni rizika je procjena vjerojatnosti udara određene kategorije ptice u zrakoplov, stoga se vjerojatnost može procijeniti od vrlo niske do vrlo visoke. Postoje vrste ptica koje izbjegavaju zrakoplov zbog buke i veličine i kao takve može ih se označiti sa niskom ili vrlo niskom vjerojatnosti udara u zrakoplov, dok ptice koje lete u jatim predstavljaju razinu koju označavamo sa visoka i vrlo visoka vjerojatnost udara u zrakoplov. Razine također ovise o vremenskim uvjetima, duljini trave ili količini padalina.

Kod evidencije udara ptice koristi se kvantitativni pristup te se određuje u odnosu na broj od 10.000 letova zrakoplova u odnosu na udar ptice. Tako npr. ukoliko postoji pet udara ptica na 10.000 letova navedeni rizik označiti će se kao vrlo visoka vjerojatnost udara, dok npr. jedan udar na 10.000 letova može se označiti kao nizak rizik vjerojatnosti udara.

Prilikom procjene rizika koriste se dva vrlo važna pojma i to:

- ozbiljnost – mogućnost stanja ili događaja koji mogu utjecati na sigurnost te rezultirati katastrofalnim posljedicama
- vjerojatnost – mogućnost događaja koji utječe na sigurnost [1]

Kod izrade matrice rizika koriste se oznake koje sadrže skup slova, brojeva i boja pomoću kojih se označava određeno stanje događaja, kao što je prikazano tablicom 2.

**Tablica 2. Matrica rizika**

VJEROJATNOST RIZIKA	OZBILJNOST RIZIKA				
	KATASTROFALNO 5	OPASNO 4	ZNAČAJNO 3	NISKO 2	NEZNATNO 1
VRLO VISOKO	5A	5B	5C	5D	5E
VISOKO	4A	4B	4C	4D	4E
SREDNJE	3A	3B	3C	3D	3E
NISKO	2A	2B	2C	2D	2E
VRLO NISKO	1A	1B	1C	1E	1E

Izvor: [1]

Procjena rizika temelji se na masi ptice što dovodi do logičnog zaključka kako ptice veće mase npr. 1,8 kg ili jato ptica mogu prouzročiti velika oštećenja na zrakoplovu prilikom udara, dok ptice manje mase od otprilike 50 g također predstavljaju prijetnju, no vrlo nižeg stupnja rizika i manje mogućnosti oštećenja zrakoplova. Prema tome ozbiljnost rizika je podijeljena prema kategorijama, odnosno oznakama od slova A do E. Svako od navedenih slova ima određeno značenje i to:

- A – predstavlja oznaku za katastrofalne posljedice gdje dolazi do potpunog uništenje zrakoplova i opreme, te fatalnih žrtava
- B – predstavlja oznaku za opasnu razinu u kojoj dolazi do većih oštećenja zrakoplova i opreme, smanjena je sigurnosna razina što dovodi do vrlo teškog rada aerodromskih operatera te ispunjenja njihovih zadataka
- C – predstavlja oznaku za značajnu razinu smanjenja sigurnosne granice, povećana razina opterećenja operatera te mogućnost pogrešaka, mogući incidenti te lakše ozljede

- D – predstavlja nisku razinu ozbiljnosti rizika u kojoj postoje određene smetnje koje mogu utjecati na rad, mogućnost pojava manjih oštećenja zrakoplova
- E – predstavlja neznatnu razinu ozbiljnosti rizika sa vrlo malim brojem mogućih posljedica u slučaju ove razine proboja sigurnosne razine [1]

Neposredno prije izrade matrice rizika potrebno je definirati granične vrijednosti i to:

- vjerojatnost – predstavlja prosječan broj udara ptica unatrag razdoblja od 5 godina, te se u obzir uzimaju samo udari ptice prijavljeni od strane pilotskog osoblja, kategorije su:
  - vrlo niska vjerojatnost 0 – 0,2
  - niska vjerojatnost 0,3 – 0,9
  - srednja vjerojatnost 1 – 2,9
  - visoka vjerojatnost 3 -10
  - vrlo visoka vjerojatnost > 10
- ozbiljnost – predstavlja postotak udara ptice koji su prouzročili određenu štetu na zrakoplovu, navedena vrijednost dobiva se umnoškom broja 0,014 i prosječne mase ptice koja je sudjelovala u sudaru sa zrakoplovom, kategorije su:
  - vrlo niska razina 0 – 1,9%
  - niska razina 2 – 5,9%
  - srednja razina 6 – 9,9%
  - visoka razina 10 – 20%
  - vrlo visoka razina > 20% [25]

Analiza učestalosti udara ptica prema fazi leta zrakoplova, predstavlja kompleksan sustav velikog broja adekvatnih istraživanja odgovarajućih organizacija. Navedenoj analizi pristupa se nakon detaljnog istraživanja područja kretanja ptica kako unutar tako i izvan aerodromske zone. Potrebno je da svi subjekti koji sudjeluju u događaju udara ptice budu detaljno upoznati sa procedurama prijave i poduzimanja određenih postupaka u svrhu smanjenja utjecaja udara ptice na sveukupni zračni promet. Procedure prijave udara ptice moraju biti točno definirane kako bi se moglo pravovremeno pristupiti prema nadležnim organizacijama. Definiranjem mjesta udara ptice u zrakoplov, te karakteristikama pojave ptica prema području, visini, i fazi leta uvelike se olakšava točnost izrade analiza udara ptice u zrakoplov.

Nakon prikupljenih podataka i informacija, te komunikacije sa nadležnim organizacijama izvode se procjene rizika udara ptice. Navedena procedura procjene rizika udara ptice izvodi se na temelju određenog broja pojave ptice unutar/izvan aerodromske zone te se vrši kategorizacija postojećih rizika. Važno je da informacije i procjene rizika budu na visokoj razini točnosti. Samo kvalitetna i točna analiziranja rizika omogućiti će primjenu odgovarajućih mjera kako bi se rizici nalazili na prihvatljivoj razini.

## **4. MJERE PREVENCIJE OD SUDARA ZRAKOPLOVA S PTICAMA U ZONI ZRAČNE LUKE**

Sve životinje, pa tako i ptice imaju osnovne potrebe za preživljavanje ovisno o vrsti i karakteristikama njihovih staništa i dostupnosti hrane. Često ptice u potrazi za hranom, vodom ili skrivajući se od grabežljivaca se pronadu upravo u aerodromskim zonama. Prolaskom kroz aerodromske zone, ptice predstavljaju kritičnu skupinu koja svojim kretanjem može imati katastrofalne posljedice za zračni promet. Analiziranjem i praćenjem podataka pojave ptica uvelike se može pomoći oko prepoznavanja kritičnih područja aerodroma. Korištenjem analiziranih podataka može se predvidjeti učinkovitost određenih mjera ovisno o godišnjem dobu ili dobi dana, te tako utjecati na upravljanje rizicima. Kako bi se rizici utjecaja ptica na zračni promet mogli regulirati, odnosno bili na prihvatljivoj razini potrebno je detaljno analizirati i proučavati njihova kretanja i ponašanja u određenim situacijama. Korištenjem adekvatnih i učinkovitih planova i mjera prevencija pojave ptica može se utjecati na aktivnosti ptica unutar aerodromske zone. Korištenje mjera ovisi o broju i aktivnostima ptica, broju operacija polijetanja/ slijetanja zrakoplova, operativnim satima aerodroma, ali i razlozima privlačenja ptica dolaska u aerodromsku zonu. Osnovne metode prepoznavanja opasnosti, rizika su:

- *reaktivna metoda*
- *proaktivna metoda*
- *prediktivna metoda* [1]

Planovi i mjere prevencije pojave ptica donose se sukladno lako dostupnim resursima za ptice u pogledu hrane, vode ili skrovišta. U pogledu prevencije pojave ptica unutar aerodromske zone, aerodromski operater predstavlja ključnu osobu. Odlukom korištenja određenih mjera aerodromski operater uvelike utječe na učinkovitost prevencije pojave ptica.

### **4.1. Uloga i dužnosti aerodromskog operatera**

Aerodromski operater predstavlja osobu čija je dužnost, odgovornost provedba *Plana i mjera zaštite od ptica*. Također ukoliko je moguće, aerodromski operater zajedno sa nacionalnim odborom mora imenovati koordinatora za zaštitu od životinja i ptica na

aerodromu. Kako bi osoba mogla biti kvalificirana za posao koordinatora životinja i ptica na području aerodroma mora biti: školovana, zdravstveno sposobna za obavljanje dužnosti te upoznata sa resursima i opremom za obavljanje određenog zadatka. [5]

Također aerodromski operater ujedno može i predstavljati, obavljati dužnosti koordinatora za zaštitu od životinja i ptica na aerodromu. Svaki aerodromski operater ima odgovornost razviti, implementirati i prikazati učinkoviti Plan i mjere zaštite od ptica. Plan i mjere koje se koriste donose se sukladno površini i kompleksnosti aerodroma uzimajući u obzir identifikaciju rizika i opasnosti od ptica.

Dužnosti aerodromskog operatera su:

- osigurati provedbu Plana mjera zaštite od životinja i ptica
- osigurati da je navedeni Plan sukladan Sustavu upravljanja sigurnošću (engl. *Safety Management System – SMS*)
- osigurati dovoljno financijskih i ljudskih resursa, te obuku istih kako bi se omogućila provedba Plana mjera zaštite od životinja i ptica
- sudjelovanje na raznim odborima i skupovima s ciljem prevencije pojave životinjskog svijeta na području aerodroma
- rad sa državnim i lokalnim službama [27]

Specifične odgovornosti aerodromskog operatera su:

- donošenje registra zaštićenih vrsta životinja i ptica unutar Plana zaštite od životinja i ptica, te donošenje odgovarajućih mjera zaštite od istih
- osigurati podnošenje odgovarajućih izvještaja prema državnoj zrakoplovnoj instituciji, u Republici Hrvatskoj navedenu instituciju predstavlja HACZ
- uključivanje staništa i zemljišta zaštićenih životinja i ptica u Master plan aerodroma

Ukoliko aerodromski operater predstavlja ujedno i koordinatora za zaštitu od životinja i ptica na aerodromu, tada uz navedene dužnosti ima obveze i:

- planiranje i organizacija provedbe operacije kontrole životinja i ptica sukladno Planu zaštite od životinja i ptica
- nadgledanje i praćenje životinja i ptica unutar aerodromske zone kako bi se utvrdilo je li Plan zaštite od životinja i ptica pravilno implementiran
- vođenje evidencije pojave životinja i ptica, udara ptica u zrakoplov, uklanjanje staništa životinja i ptica, te snimanje istih
- osiguravanje tehničkog nadzora životinja i ptica
- održavanje opreme za nadzor i kontrolu životinja i ptica, nabava potrošnog materijala

Aerodromski operater i/ili koordinator zaštite od životinja i ptica na aerodromu treba zajedno sa kontrolom zračne plovidbe (engl. Air Traffic Control – ATC), te ostalim sudionicima koordinirati aktivnostima iz Plana i mjera zaštite od ptica. Odgovornost je također korištenje određenog vremenskog perioda za promatranje, kontrolu, izvještavanje aktivnosti i udara životinja i/ili ptica. [28]

## **4.2. Proaktivne metode**

Navedena metoda uključuje analizu postojećih situacija u stvarnom vremenu. Metoda se temelji na procjeni i izvještavanju odgovornih osoba u smislu aktivne potrage za rizicima i opasnostima u postojećim događajima. [1] Navedena metoda se koristi u slučaju održavanja travnatih i vodenih površina, te korištenje bodljikave žice na oznakama manevarskih površina unutar i izvan aerodromske zone.

### **4.2.1. Održavanje travnatih površina**

Zračne luke moraju imati implementiran plan i raspored održavanja travnatih površina unutar i izvan aerodromske zone. Travnate površine, pa tako i stabala, grmlje i nisko raslinje predstavljaju pticama izvor hrane i skloništa. Vegetacija, odnosno travnate površine treba održavati, kositi na visinu koja neće biti atraktivna pticama u potrazi za hranom i skloništem. Potrebno je znati kako travnate površine predstavljaju izvore hrane i to:



- gliste, insekti, glodavci i druge životinje prisutne su na tlu i vegetaciji. Vegetacija i sjeme također predstavlja hranu za ptice.
  - pristupačnost hrane ovisi o gustoći i visini vegetacije. Duga, gusta vegetacija će sprječavati pticama pristup i otkrivanje hrane.
  - duga, gusta vegetacija također sprječavaju ptice u skrivanju, jer tada ptice imaju slabu vidljivost prema grabežljivcima. Ptice se češće kreću u vegetaciji niže visine kako bi lakše uočile grabežljivce i imale vremena za reagiranje.
  - ukoliko vegetacija tijekom cvatnje sadrži plod, ono također predstavlja izvor hrane pticama, te je potrebno takvu vegetaciju pravovremeno održavati, kositi.
- [5]

Redovitom i pravovremenom košnjom trave je jedini način održavanje određene visine vegetacije. Važnost košnje trave u jesen omogućava rast raznih plodova i sjemena vegetacije, te mogućnost da isto bude raspoloživo u zimsko doba. Ukoliko dođe do kasne košnje u jesenje doba godine postoji mogućnost da plodovi i sjeme bude dostupno zimi, kada je dostupnost hrane za ptice uvelike smanjena. Ovim načinom se privlači pozornost ptica u potrazi za hranom upravo na travnatim površinama aerodroma.

Kako su travnate površine dominantne aerodromske površine potrebno je košnju trave prilagoditi preporučenoj vrijednosti visine. Preporučena visina košnje je između 15 – 36 cm, no vrlo je malo znanstvenih dokaza kako upravo taj visinski raspon utječe na smanjenje aktivnosti ptica. Duljina trave iznad 30 cm smatra se pogodnom za privlačenjem raznim životinja i sisavaca koji traže sklonište. Ukoliko se duljina trave nalazi između 15 – 20 cm, te sa nižom razinom korova dokazano je da će biti manja aktivnost i prisutnost divljači kao što su zečevi, ali i ptica poput galeba i goluba. Navedena analiza visina košnje trave provedena je od strane T. Brough i C. J. Bridgman te ima naziv „politika dužine trave“ (engl. „long grass policy“ – LGP)<sup>4</sup>. Navedena politika uzgoja i košnje trave se odnosi na proizvodnju uspravne, guste trave sa vrlo niskom razinom korova kako bi se smanjila opasnost kretanja ptica unutar aerodromske zone, odnosno po travnatim površinama. Sve travnate površine unutar i uz rubne dijelove aerodroma trebale biti uključene u LGP, a održavanje i košnja prema sezonskim rasporedu i vrsti vegetacije. Također preporuka je da se upotreba organskih i umjetnih gnojiva

---

<sup>4</sup> Brough, T. and Bridgman, C. J.: An Evaluation of Long Grass as a Bird Deterrent on British Airfields Journal of Applied Ecology, Vol. 17, No. 2 (Aug., 1980), pp. 243-253

manji ili u potpunosti ukine kako bi se reducirala brzina rasta trave i smanjio interval košnje trave. [29] Održavanje trave se vrši pomoću radnih strojeva prikazanih slikom 17.



**Slika 17.** Stroj za održavanje travnatih površina

Izvor: [30]

Održavanje travnatih površina mora se odvijati tijekom cijele godine. Redovitim košnjom trave moguće je reducirati pojavu ptica no neće je biti moguće u potpunosti eliminirati. Travnate površine prirodno su stanište raznih ptica i njihova pojava je svakodnevna te predstavljaju prijetnju sigurnosti odvijanja zračnog prometa. Takav rizik nije moguće eliminirati, no postoje načini kojima se upravo ti rizici mogu smanjiti na prihvatljivu razini.

#### **4.2.2. Održavanje vodenih površina**

Voda kao jedan od osnovnih elemenata za život pticama predstavlja izvor hrane i moguće sklonište od grabežljivaca. Najčešće su površinske vode upravo te koje privlače pozornost ptica i rizik kretanja ptice unutar aerodromske zone. Cilj je takve površinske vode u potpunosti ukloniti ili minimalizirati u najvećoj mjeri.

Neki od načina smanjenja ili eliminacije površinske vode unutar aerodromske zone su:

- korištenje crpka za ispumpavanje vode i to na način da se nakon kiše vodene površine isušuju. Jedan od načina je i korištenje zaštitne mreže i plutajućih lopta pomoću kojih se zaklanja površina vode ukoliko se radi o većim vodenim površinama
- korištenje prilaznih cesta prema vodenim površinama, kako bi aerodromski operater imao mogućnost rastjerivanja ili eliminacije ptica
- korištenje odvodnih jaraka sa strmim nagibom. Važno je pravilno i redovito održavanje jaraka, kako se vegetacija ne bi mogla razvijati i predstavljati izvor hrane pticama. Ovim načinom se otežava pticama prilaz prema vodi.
- preporuka je također korištenje podzemnih odvodnih cijevi umjesto jaraka kada je to moguće [5]

Ukoliko postoje vodene površine u aerodromskoj zoni, ako je moguće potrebno je izvesti kopanje vodene površine na veću dubinu. Ovim načinom se sprječava razvoj vegetacije unutar vodene površine. Neke od mjera održavanja vodenih površina i smanjenja prilaza ptica su:

- dubina vode minimalno 4 m, kako bi se smanjila mogućnost stvaranja vegetacije na dnu vodene površine
- eliminacija mogućih otoka unutar vodene površine, time se onemogućava gniježđenje ptica
- korištenje žičane ograde oko ruba vodene površine u visini od minimalno 1 m. Ovim se sprječava prilaz divljači prema vodenoj površini.
- korištenje žičane mreže preko površine vode čime se onemogućava prilaz ptica na vodenu površinu, prikazano slikom 18.
- korištenje plutajućih lopta kojima se prekriva vodena površina, te ona postaje slabo uočljiva pticama, prikazano slikom 19.
- na vodenim površinama treba zabraniti razne sportske aktivnosti i ribolov [31]



**Slika 18.** Prikaz žičane mreže

Izvor: [32]



**Slika 19.** Prikaz plutajućih lopti

Izvor: [33]

Instalacija žičane ograde na većim vodenim površinama može potrajati duži period, a i sama instalacija je mnogo skuplja. Ukoliko je moguće, preporuča se korištenje plastičnih lopta čija cijena iznosi oko 0,40 €, imaju duži životni vijek otprilike do 25 godina, te prednost što zbog crne boje, ne propuštaju UV zrake i onemogućavaju razvoj vegetacije unutar vodene površine. [34]

### 4.2.3. Korištenje bodljikave žice

Ova metoda sprječava prilaza ptica unutar aerodromske zone, postavlja se prvenstveno na razne horizontalne i vertikalne oznake manevarskih površina. Pticama se sprječava mogućnost slijetanja na navedene oznake te se time želi ukloniti mogućnost kretanja ptica u manevarskoj zoni. Problematika kod ove metode je to što ukoliko bodljikava žica nije adekvatna prema veličini ptice, onda će navedena metoda biti u potpunosti neučinkovita. Metoda je prikazana slikom 20. [28]



**Slika 20.** Prikaz bodljikave žice

**Izvor:** [34]

### 4.3. Reaktivne metode

Ova metoda temelji se na analizama i identifikaciji opasnosti prošlih ishoda ili događaja. Nesreće i nezgode do kojih je došlo jasan su pokazatelj propusta u sustavu te se mogu koristiti za određivanje opasnosti koje su pridonijele događaju ili su latentne. [5] U ovom poglavlju prikazati će se metode koje se najčešće koriste te imaju visoku učinkovitost u sprječavanju prilaska ptica unutar aerodromske zone.

### 4.3.1. Zvučne metode

Zvuk predstavlja osnovni način raspoznavanja među pticama te uočavanje grabežljivaca. Ptice također emitiraju razne zvukove i na taj način komuniciraju. Uočavanjem kretanja ptica ovisno o zvuku, upravo su zvučni uređaji predstavili alternativnu mjeru za zastrašivanje ptica. Stoga kao primarna metoda rastjerivanja ptica koriste se upravo razni zvučni uređaji koji emitiraju različite frekvencije zvuka. Razvoj uređaja potječe iz vojnih svrha, kada su se razne sirene koristile kao zvuk obavještanja ili u slučaju smirivanja uličnih nereda. [31]

Reakcije ptica na zvuk su:

- ptice zvuk shvaćaju kao upozorenje i napuštaju područje emitiranja zvuka
- određene vrste ptica kreću se prema izvoru zvuka kako bi utvrdile izvor prijetnje

Zvučne sirene prikazane slikom 21, predstavljaju jedna od načina zastrašivanja ptica. Najčešće sirene budu postavljene na krovu vozila te prate smjer kretanja vozila. Ovim načinom osoba zadužena za provođenje ove mjere ima uvid u kretanje ptica nakon zvučnog signala. Neke od preporučenih smjernica za učinkovito korištenje navede mjere su:

- vozilo mora biti stacionarno
- vozilo bi trebalo biti uz smjer puhanja vjetra
- korištenje zvučne sirene u smjeru kretanja ptica, kako bi promijenile smjer leta
- idealna udaljenost između vozila i ptica trebala bi biti manja od 100 metara
- emitiranje zvuka trebalo bi trajati minimalno 90 sekundi. [29]



**Slika 21.** Vozilo opremljeno zvučnim sirenama

**Izvor:** [35]

Plinski topovi predstavljaju također alternativnu zvučnu metodu. Navedena metoda ima prednost što je jednostavna za korištenje. Plinski topovi mogu biti izvedeni kao stacionarni ili mobilni prikazano slikom 22. Prednost korištenja plinskih topova je to što ATC ima mogućnost daljinskog upravljanja uključivanjem rada topova o određenim situacijama i fazama leta zrakoplova.



**Slika 22.** Prikaz plinskih topova

**Izvor:** [36]

Plinski topovi proizvode određenu frekvenciju zvuka, te samim time ako su stacionirani u određenom djelu aerodroma imati će ograničenu učinkovitost. Frekvencija zvuka koju plinski topovi proizvode nakon određenog vremena pticama postane prepoznatljiva te je ne smatraju prijatnom. Potrebno je pravovremeno ukoliko je to moguće promijeniti frekvenciju zvuka plinskih topova, te područja djelovanja, kako bi se smanjila mogućnost navikavanja ptica na rad navedenog uređaja. [29]

#### **4.3.2. Korištenje pirotehnike i vatrenog oružja**

Pirotehnika i oružje predstavljaju klasičnu metodu rastjerivanja ptica na aerodromima. Iako je to bila među prvim metodama i dan danas je vrlo učinkovita. Pirotehnička sredstva postižu velike visine od otprilike 400 metara uz jak zvuk detonacije. Korištenje vatrenog oružja najčešće se vrši zajedno sa zvučnim metodama poput sirena, kako bi rastjerivanje ptica bilo što učinkovitije. [5] Navedena metoda postoji u vrlo mnogo oblika:

- nakon pucnja stvara veliku zvučnu eksploziju
- nakon pucnja ostavlja trag dima ili bliješteću boju visokog intenziteta
- nakon pucnjave proizvodi zvižduk

Pirotehnička sredstva se ispaljuju pomoću revolvera, pištolja ili sačmarice prikazanih na slici 23.



**Slika 23.** Prikaz pirotehničkih sredstva i vatrenog oružja

Izvor: [37]

Pirotehnička sredstva moraju se nalaziti u posebnom spremniku odvojene od vatrenog oružja tijekom transporta i ne korištenja. Važno je vođenje evidencije ispaljenih hitaca, te praćenje učinkovitosti određenog pirotehničkog sredstva. Također strogo je zabranjeno pucanje pirotehničkih sredstva iz vozila. Navedena metoda će biti najučinkovitija ako se pucnjevi odvijaju upravo u kritičnim zonama pojave ptica. Pirotehnička sredstva se ne smiju ispaliti u jato ptica jer tada dolazi do nekontroliranog leta ptica, već se pucnjevi moraju usmjeriti na jednu stranu nedaleko od jata ptica, kako bi došlo do promjene smjera leta ptica u željenom smjeru od strane aerodromskog operatera ili koordinatera. Korištenje navedenog oružja smije obavljati samo certificirana osoba, koja je prikladno školovana i upoznata sa rukovanjem istog. [29]



### 4.3.3. Korištenje lasera

Laseri su nova tehnologija koja se koristi u zastrašivanju ptica na većim udaljenostima unutar aerodromske zone. Ova metoda se sastoji od fiksnog lasera koji proizvodi lasersku zraku različite boje. Laserski uređaji posebnu primjenu imaju tijekom noći i u zoru kada je slaba vidljivost. Pomoću lasera se lako može osvijetliti određeni dio površine na udaljenosti od 1.000 metara pa sve do 2.500 metara. Prednost ove laserske tehnologije je to što je u potpunosti sigurna po zdravlje ljudi, ali i ptica. Laserske zrake su bezopasne za ljudsko zdravlje, ne izazivaju oštećenje vida ili neke druge povrede. Primjer takvog lasera je prikazan na slici 24. [38]



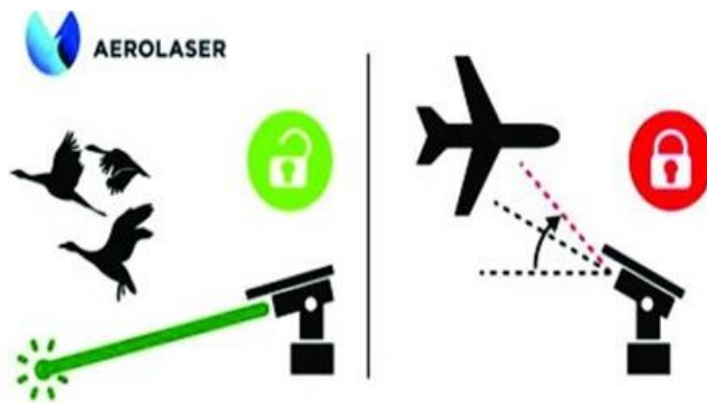
**Slika 24.** Prikaz lasera

**Izvor:**[39]

Također postoji i laserska tehnologija koja omogućava osvjetljavanje velike površine aerodroma. Takav sustav može biti programiran te aktivan 24/7. Ovo je naročito pogodno ako bi se ovakvi uređaji postavili na same prilaze zrakoplova tj. početke uzletno sletne staze da svojim radom rastjeruju ptice. Svojim radom uređaj bi rastjerao one ptice kao što su fazani i trčci koje znaju prenočiti na zelenim površinama te sove koje znaju sjediti na lampama duž uzletno sletne staze. Ptice koje mogu sletjeti za vrijeme seobe na zelene površine kao što su čaplje, vivci i druge te na kraju galebove koji noću zbog porasta vodostaja okolnih rijeka znaju sletjeti na osvijetljenu pistu koja uz odbljesak svjetlosti stvara pticama sliku vodene površine osobito u slučaju kiše. Isto tako, ovaj uređaj je visoko preporučljivo postaviti na onim mjestima uz zračnu luku gdje se zadržavaju velika jata ptica kao što su galebovi. Na

vodenim površinama radom ovih uređaja možemo smanjiti brojnost ptica na takvim mjestima, a samim time i prelet ptica preko aerodroma. [15]

Navedena fiksna laserska tehnologija ima veliku površinu rada od 19km<sup>2</sup>. Prednost ove tehnologije je to što može biti u potpunosti automatizirana, no postoji i daljinska kontrola uređajem. Laserska tehnologija sadrži i određena ograničenja u pogledu visine rada. Laser koji proizvodi lasersku zraku ima određen kut rada kako ne bi došlo do situacije da u određenim fazama leta zrakoplova laserska zraka utječe na pilotsko osoblje. Laserski uređaj je prikazan slici 25. [38]



Slika 25. Prikaz rada laserskog fiksnog uređaja

Izvor: [40]

#### 4.3.4. Korištenje strašila raznih boja i oblika

Vizualni dojam uz zvuk predstavlja osnovno osjetilo raspoznavanje prijetnje. Danas oblici koji se koriste za zastrašivanje ptica temelje se na strašilima u obliku balona, skulptura ili vrpca žarkih boja. Navedena metoda zastrašivanja ptica ima kratkotrajnu učinkovitost te nisu prikladna za korištenje kao dugoročne mjere na zračnim lukama. Većina kratkoročnih uspjeha kod korištenja ove metode prepisuje se reakciji na novu okolinu ili objekt. Jedan od primjera i testova koji je proveden u Sjedinjenim Američkim Država je bio postavljanje vrpce žarkih boja na napuštenoj zgradi u blizini aerodroma. Ova metoda je prvenstveno imala učinak na golubove koji se tijekom dana nisu pojavljivali na navedenoj zgradi, no u roku od 24 sata golubovi su se vratili te nastavili uobičajene aktivnosti bez određene reakcije ili zainteresiranosti na vrpca. Također jedna od metoda je i korištenje modela ptica ili predatora u obliku zmajeva, balona kao što je prikazano na slici 26.



**Slika 26.** Primjer strašila ptica

**Izvor:** [41]

Korištenje navedene metode je vrlo vremenski, prostorno ograničeno. Analiziranjem navedene metode došlo se do rezultata kako već nakon 3 do 4 sata ova metoda postaje slabo učinkovita i predlaže se korištenje više metoda zastrašivanja istovremeno. [5]

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

Korištenje specijalno uvježbanih pasa i ptica grabljivica je jedna od najuspješnijih metoda rastjerivanja ptica i sisavaca unutar aerodromske zone. Prednost je to što psi i ptice grabljivice prema pticama i sisavcima predstavljaju grabežljivce. Zbog urođenog straha koji se stvarao kroz povijest vrlo teško je pticama i sisavcima prilagoditi se ovoj metodi zastrašivanja. Zvuk koji proizvode psi i ptice grabljivice, te njihov oblik i pojava predstavljaju znak opasnosti. Psi i ptice grabljivice imaju vrlo širok krug djelovanja te su stoga vrlo učinkoviti na velikim kako travnatim tako i vodenim površinama unutar aerodromske zone kako na male skupine ptica pa sve većih jata istih.

U veljači 1999. godine Southwest Florida International Airport (RSW) postaje prva komercijalna zračna luka koja u Program zaštite od životinja i ptica uvodi korištenje pasa kao metode rastjerivanja i smanjenja prisutnosti ptice na zračnoj luci. Nakon korištenja pasa u periodu od dvije godine provedena je analiza te je ustanovljeno kako dolazi do smanjenja pa čak i potpunog nepojavljivanja određenih vrsta ptica poput gusaka i patka u krugu zračne luke

i udaljenosti od 4 km. Vrsta psa koja se pokazala vrlo učinkovitom se naziva Border Collie prikazana slikom 27.



**Slika 27.** Vrsta psa Border Collie

**Izvor:** [43]

Ova pasmina se odlikuje vrlinama kao što su visoka razina inteligencije, prilagodljivost i visoka razina podnošenja buke. Border Collie pasmina predstavlja istinsku prijetnju pticama kao predator i grabežljivac. Zbog različitog područja kretanja unutar određenog vremenskog razmaka te raznovrsnog ponašanja pasa, ptice i ostali sisavci se vrlo teško navikavaju na ovu metodu. Školovanja pasa u svrhu rastjerivanja ptica odvija se u posebnim školama za pse. S obzirom kako je svaka zračna luka jedinstvena, te sadrži različite vrste ptica i prirodno okruženje, tako se i psi posebno školuju i kvalificiraju za rad na određenoj zračnoj luci. U periodu od pet do šest mjeseci vrši se školovanje pasa za određenu zračnu luku, te se nakon odabira kvalificiranog psa vrši dodatno školovanje u trajanju od pet do šest mjeseci na konkretnoj zračnoj luci. Također, psa se mora prilagoditi vozilu u kojem će biti transportiran.

U lipnju 1997. godine zračna luka RSW provela je 11-mjesečnu analizu životinjskog i ptičjeg svijeta koji okružuje zračnu luku. Nakon provedene analize rezultati su pokazali kako 92% ptičjeg svijeta čine patke, gavrani te ptice porodice roda. Uvođenjem psa u periodu od veljače do rujna iste godine istraživanje je prikazalo rezultate od 29% smanjenja pojave navedenih vrsta ptica u aerodromskoj zoni. [42] Danas kako bi se povećala učinkovitost rada psa koristi se veliki broj dodatne opreme.

Jedne od najčešće korištene opreme na psu su:

- zaštitne naočale, kako bi se zaštitile oči psa od UV zraka, sitnog kamenja uslijed operacija zrakoplova
- svjetlosne i zvučne oznake, kako bi pas bio vidljiv noću
- zaštitna obuća, kako bi se smanjila mogućnost ozlijede šapa psa tijekom rastjerivanja po različitim terenima. [44]

Korištenje pasa se tada pokazalo kao vrlo učinkovita mjera te je postala primjenjiva na skoro svim zračnim lukama diljem svijeta.

Sljedeća metoda rastjerivanja ptica je korištenje ptica grabljivica prikazano na slici 28. Grabljivice predstavljaju posebnu vrstu ptica koja se koristi na zračnim lukama zbog toga što ova vrsta ptice prirodna je prijetnja pticama.



**Slika 28.** Prikaz ptice grabljivice

Izvor: [46]

Prve ptice grabljivice su se koristile 1940. godine na aerodromu u Škotskoj radi prevencije slijetanja ptica na području aerodroma. Tada je navedena metoda bila vrlo ograničena i učinkovita zbog nedostatka ispravnog školovanja kako ptica tako i odgovornih osoba – sokolara. Aerodrom kao području predstavlja pticama vrlo mirno područje u potrazi za hranom ili staništem, ovo podrazumijeva naravno manje zračne luke. Ptice grabljivice su se u ovom slučaju prikazale kao idealno rješenje jer zbog svoje brzine leta od 40 do 60 km/h te brzine u obrušavanju čak do 320 km/h predstavljaju brzo i kvalitetno rješenje u problemu

pojave ptica na aerodromu. Ptice grabljivice započinju treninge i školovanje kao vrlo male ptice, važno je privikavanje na sokolara kako bi činili cjelinu. Prije nego ptica grabljivica postane aktivna i sposobna za rastjerivanje ptica provode se mnogi i razni oblici vježba. Jedna od vježba je da se balon ispunjen helijem na koji je pričvršćen mamac pušta na visinu od 150 do 180 metara te je cilj da ptica grabljivica mamac uhvati te ga donese prema sokolaru. Ptice nakon 30 do 60 dana uz kvalitetno i adekvatno školovanje mogu krenuti sa prvim zadacima rastjerivanja ptica unutar aerodromske zone. Ovim načinom se želi pticu grabljivicu školovati da ne napada i ubija ostale ptice u ovom slučaju balon, već da rastjerivanjem ptica dobiva nagradu odnosno mamac. Ptice grabljivice uz pse danas rezultiraju kao najučinkovitije metode rastjerivanja ptica unutar aerodromske zone. [45]

#### **4.3.6. Korištenje robotskih ptica - ROBIRD**

Sa napretkom razvoja tehnologije razvoja mehaničkih i elektroničkih komponenti, razvoj novih materijala i sve većom prilagodbom ptica na postojeće mjere došlo je do želje stvaranja nove učinkovite metode. Poznato je kako su upravo ptice grabljivice te psi najveća prijetnja pticama, stoga se krenulo upravo u tom smjeru razvoja nove tehnologije. Ideja stvaranja robotske daljinski upravljive ptice krenula je od studenta Nico Nijenhuis 2010. godine kada je kao student promatrao let zrakoplova na vrlo niskim visinama leta te aerodinamiku leta. Kroz razgovor sa vlastitim mentorom Nico je prihvatio ideju stvaranja programa daljinski upravljive ptice. Naravno, cilj je bio da ideja ne ostane samo tinta na listu papira već da se stvori program razvoja i izrade daljinski upravljive ptice.

Već nakon godinu dana istraživanja, nizozemska tvrtka imenom Clear Flight Solutions (u daljnjem tekstu CFS), koja inače u opisu vlastitog programa sadrži kontrolu leta ptica te inspekciju istih, prihvaća ideju te kreće u realizaciju projekta. [47] Kako se u programu govorilo o daljinski upravljivom uređaju odnosno bespilotnoj letjelici, projektu se pridružila i kanadska tvrtka Aerium. Navedena kompanija u svom programu nudi i razvoj bespilotnih letjelica. Cilj navedenih tvrtki bio je svijetu predstaviti novu ideju kojom će se povećati razina sigurnosti i prevencije udara ptica na aerodromima.

Prvotna ideja bila je izrade bespilotne letjelice, no nakon detaljnijeg istraživanja došlo se na ideju kako upravo ta bespilotna letjelica neće sadržavati četiri motora, već će to biti ptica u potpunosti izgledom i pokretima kao prava ptica. Novost kod ove vrste bespilotne

letjelice je bila inovacija motora i pokretnih krila. Korišteni su elektromotori sa visokom frekvencijom rada kojom se omogućilo doslovno „mahanje“ krila. Mahanjem krila Robird letjelica je poput prave ptice, jer mahanjem krila ostvaruje brzinu, silu potiska i silu uzgona te ima mogućnost lebdenja. Specifičnost je također i pokret repnim krilom kojim se upravlja visinom leta Robird-a. Kod izrade ove letjelice korišteni su suvremeni materijali. Tijelo i krila letjelice izrađeno 3D printer metodom od staklo-najlon-kompozitnih materijala koji se odlikuju visokim stupnjem čvrstoće i malom masom. Elektromotori su pogonjeni baterijskim sustavom napajanja te se nalaze u tijelu letjelice. Neke od specifikacija ove letjelice su:

- mogućnost trajanja leta u prosjeku od 12 do 15 minuta, dok je za potpuni učinak letjelice i rastjerivanje potrebno oko 5 do 10 minuta
- mogućnost leta na udaljenosti od oko 2 km, iako se u većini slučajeva ptice nalaze na 200 do 500 m krugu unutar aerodromske zone
- razmah krila 1,12 m
- masa letjelice iznosi oko 750 g
- postizanje brzine do 70 km/h
- postizanje visine od oko 122 m [48]

Robird je prikazan na slici 29. Krug djelovanja letjelice može se ograničiti korištenjem auto-pilot sustava, te geo-ograda. Sustav geo-ograda je virtualni napredni sustav geografskog ograđivanja određenog područja. Pomoću ovog sustava Robird ima ograničeno područje leta, te se time smanjuje mogućnost izlaska letjelice u nekontrolirano područje te udara u određeni objekt ili zrakoplov. Letjelicom Robird upravlja kontrolor, odnosno pilot uz pomoć promatrača. Tečaj školovanja za upravljanjem ove letjelice traje oko pet tjedana. [49]



**Slika 29.** Prikaz bespilotne letjelice – Robird

**Izvor:** [51]

Za let navedene bespilotne letjelice potreban je dozvola od nadležne državne agencije, npr. u Republici Hrvatskoj to je HACZ. Dozvola se izdaje temeljem klasifikacije bespilotne letjelice prema masi i području letenja. Za Robrid letjelicu potrebno je izdavanje dozvole u klasi do 5 kilograma.

Prema Pravilniku o sustavima bespilotnih letjelica, NN 49/2015, članka 3., bespilotni zrakoplovi kojima se izvode letačke operacije s obzirom na operativnu masu, dijele se na:

- klasa 5: do 5 kilograma
- klasa 25: od 5 kilograma do 25 kilograma
- klasa 150: od 25 kilograma do i uključujući 150 kilograma.

Također prema prethodno navedenom Pravilniku, članak 4., u odnosu na izgrađenost, naseljenost i prisutnost ljudi, područja letenja dijele se na klase:

- klasa I – područje u kojem nema izdignutih građevina ili objekata i u kojem nema ljudi, osim rukovatelja i osoblja koje je nužno za letenje
- klasa II – područje u kojem postoje pomoćni gospodarski objekti ili građevine koje nisu namijenjene za boravak ljudi i u kojem nema ljudi, osim rukovatelja i osoblja koje je nužno za letenje. Dozvoljen je samo povremeni prolazak, bez zadržavanja, ljudi kroz područje (biciklisti, šetači i sl.).



- klasa III – područje u kojem postoje građevine ili objekti primarno namijenjeni za stanovanje, poslovanje ili rekreaciju (stambene zgrade, stambene kuće, škole, uredi, sportski tereni, parkovi i slično)
- klasa IV – područje uskih urbanih zona (središta gradova, naselja i mjesta)[50]

Prvi testovi izvedeni su na područjima odlagališta smeća gdje se nalazi velika koncentracija ptica, te se korištenjem Robird letjelice postigla 75%-tna učinkovitost i smanjenje pojavljivanja ptica. Jedan od testova bio je i na farmi gdje se uzgajaju borovnice, te nakon određenog razdoblja korištenja Robird letjelice vlasnik farme je prijavio prihod voća veći za 15% u odnosu na prethodnu godinu i tako ostvario veću zaradu za 50.000,00 USD. [53]

Prva komercijalna zračna luka u svijetu koja će koristiti navedenu mjeru eliminacije ptica u aerodromskoj zoni naziva se Edmonton International Airport - Kanada. Nakon završenih svih faza testiranja koje traju od svibnja 2017. godine, vjeruje se kako će u jesen iste godine Robird postati mjera prevencije pojave i sudara ptice u zrakoplov. Cijena korištenja ove metode iznosi oko 1.700 USD dnevno. [52]

Korištenjem navedenih metoda može se uvelike utjecati na sigurnosti u zračnom prometu. Daljnji razvoj tehnologije i industrije će ponuditi mnoga nova adekvatna rješenja u pogledu pojave i rastjerivanja ptica. Sve navedene metode i korištenje istih potrebno je prilagoditi aerodromu, području oko aerodroma te pojavi vrste ptica.

#### **4.4. Prediktivne metode - BIRDTAM**

Navedena metoda se temelji na prikupljanju podataka u svrhu identificiranja moguće opasnosti koja bi mogla utjecati na buduće događaje. Osim opasnosti, analiziraju se i postojeći sustavi te okolina kako bi se identificirali budući rizici. [5]

Promatranje i analiziranje kretanja ptica vrlo je zahtjevna metoda. Prvenstveno kvaliteta i učinkovitost ovisi i vrstama ptica, migracijama te godišnjem dobu. Zbog mogućih naglih promjena kretanja i ruta leta ptica potrebno je ovu metodu uzeti u obzir sa određenom dozom odstupanja.

BIRDTAM je specijalizirani NOTAM<sup>5</sup> (*engl. Notice to Airmen*) koji služi za pružanje informacija o opasnostima leta ptica te mogućim udarima ptice u određenom dijelu zračnog prostora najčešće na nižim visinama leta. Temelji se na promatranoj aktivnosti ptica bilo od strane ljudi ili radarske detekcije, a također sadrži i predviđanja leta i migracija ptica. Položaj i razina aktivnosti ptica određuje se preko mreže kockica koja se proteže preko referentne karte te sadrži stupanj aktivnosti za određeno područje. BIRDTAM se izdaje u slučajevima kada postoje povećane koncentracije kretanja ptica, te je vremenski ograničen. Vremenski period trajanja BIRDTAM-a iznosi maksimalno 4 sata, no uz daljnje analiziranje postoji mogućnost produženja vremenskog perioda ukoliko postoje nove informacije o smjeru kretanja ptica. Također postoji i BIRDTAM koji se izdaje 24 sata unaprijed. Takav BIRDTAM se izdaje u godišnjim dobima proljeća i jeseni kada migracije i kretanje ptica imaju najveću vrijednost. Također prilikom izdavanja BIRDTAM-a i restrikcija leta mora se obratiti pozornost na broj letova, operacija zrakoplova i vremensku prognozu. [54]

Svaki BIRDTAM sadrži obavijesti o:

- broj izdavanja BIRDTAM-a
- vrijeme i datum početka valjanosti BIRDTAM-a
- vrijeme i datum isteka BIRDTAM-a
- razina intenziteta od nula do osam
- područja na koja se odnosi BIRDTAM
- visina baze aktivnosti ptica u odnosu na srednju razinu mora
- gornja visina aktivnosti ptica u odnosu na srednju razinu mora

Razina intenziteta označava se brojevanom vrijednosti od nula do osam. Samo se vrijednosti iznad 5 ili više prijavljuju te označavaju kao opasne zone. Razine rizika se određuju numeričkim vrijednostima:

- 5 – prilično visoka razina
- 6 – visoka razina
- 7 – vrlo visoka razina

---

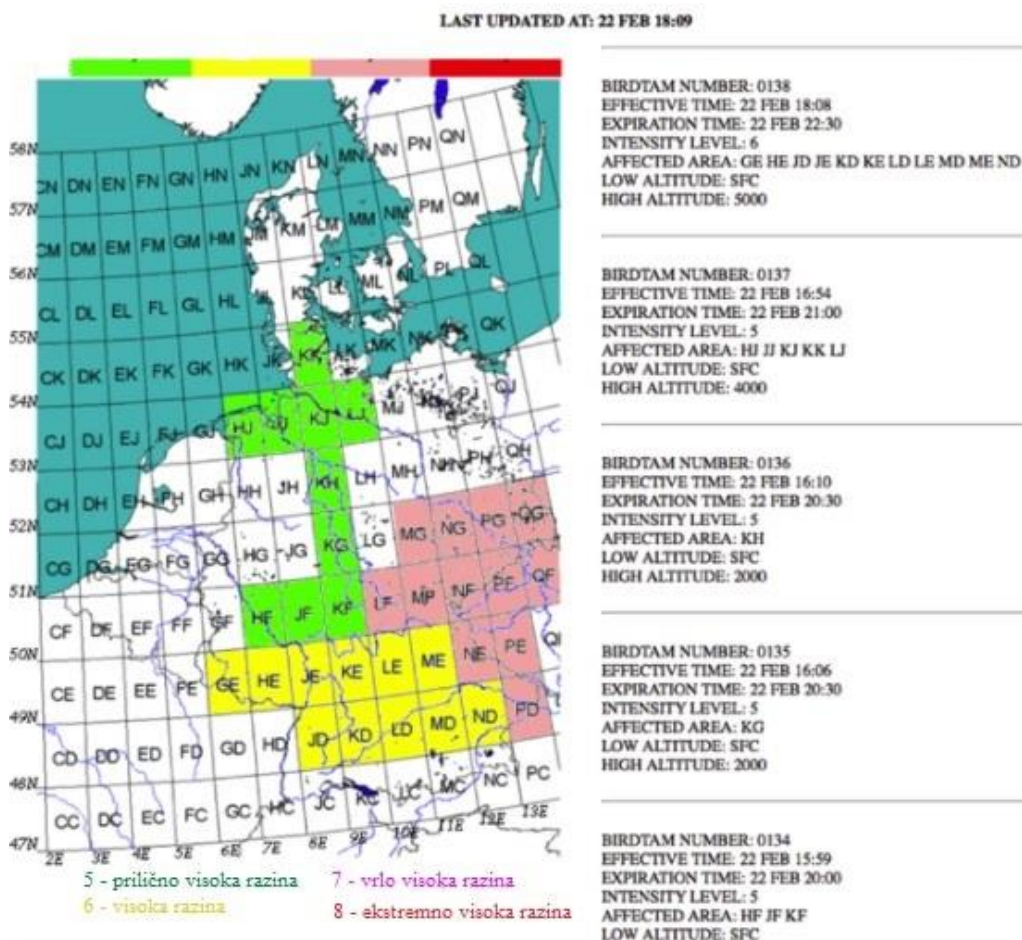
<sup>5</sup> NOTAM – Notice to Airmen – predstavlja obavijest određenog zrakoplovnog tijela kao upozorenje pilotskom osoblju zrakoplova o mogućim opasnostima tijekom leta koje bi mogle utjecati na sigurnost leta zrakoplova.

- 8 – ekstremno visoka razina. [55]

Načini dobivanja informacija o kretanju i migracijama ptica mogu se dobiti pomoću:

- vojnih radara velikog dometa do 150 km
- meteoroloških radara
- radara kratkog dometa 5 do 10 km, koji se nalaze u blizini zračnih luka
- označavanjem i praćenjem pojedinih vrsta ptica. [56]

BIRDTAM prikazan na slici 30, nikada se ne izdaje samo za točno određeno područje. Izdaje se najčešće za dva ili više susjedna područja ili države. Razlog tome je to što ptice kroz određeni period prolaze određeni put te tako napuštaju jednu zonu ulaze u drugu susjednu zonu. Jedna od poznatijih organizacija u čijem opisu posla je proučavanje kretanja i migracije ptice njemačka je organizacija imenom Bundeswher Geo Information Office.



Slika 30. Prikaz BIRDTAM-a

Izvor: [57]

Slikom 30 prikazan je primjer BIRDTAM-a sa zadnjim vrijednostima na dan 22. veljače. Sadržaj BIRDTAM-a se ažurirao u vremenskim razmacima od jednog do dva sata. BIRDTAM pod rednim brojem 0135 na snagu nastupa u vremenskom razdoblju od 16:06 h pa sve do 20:30 h, U tom vremenskom razdoblju rizik pojave ptice je minimalan, broj 5. Odnosi se na geografska polja pod kodnim brojem KG te visinu od razine zemlje pa sve do 2.000 ft. Nadalje u vremenskom razmaku od samo jednog sata BIRDTAM pod rednim brojem 0136 prikazuje veću koncentraciju ptica prema geografskim poljima HJ, JJ, KJ, KK, LJ. Razina rizika koncentracije ptice je i dalje 5, no visina na koju se BIRDTAM odnosi povećava se na 4.000 ft. Zadnji BIRDTAM pod rednim brojem 0138 nakon ažuriranja od 18:08 h sadrži nove podatke. Razina rizika koncentracije ptica povećava se na razinu 6, te se odnosi na mnogo veći broj zahvaćenih geografskih polja kao što su: GE, HE, JD, JE, KD, KE, LD, LE, MD, ME, ND. Također uz navedene vrijednosti povećava se gornja granica visine koja sad iznosi 5.000 ft. Ovim primjerom može se utvrditi kako je kretanja i migracije ptica vrlo teško pratiti prema određenim vremenskim ili prostornim periodima i poljima. Migracije i kretanje ptica ovisi o vremenskim uvjetima, temperaturi i tlaku zraka.

## **5. POSTOJEĆE PROCEDURE I OPREMA ZA SMANJENJE SUDARA ZRAKOPLOVA S PTICAMA NA MEĐUNARODNOJ ZRAČNOJ LUCI ZAGREB**

Zračna luka Zagreb d.o.o. (ZLZ) je tvrtka koja je upravljala zračnom lukom od njenog otvorenja 20. 4. 1962. godine. Uslijed porasta prometa, infrastruktura ZLZ-a je u nekoliko faza proširivana kako bi se osigurali kapaciteti i kvaliteta usluge sukladno međunarodnoj najboljoj praksi. Zahvaljujući razvoju i kontinuiranom porastu potražnje za aerodromskim uslugama, postojeći putnički terminal više nije mogao odgovoriti na sve veće zahtjeve tržišta. Neadekvatan prostor putničkog terminala u odnosu na porast broja putnika, uvjetovao je tijekom 2009. godine donošenje Odluke o projektu izgradnje Novog putničkog terminala (u nastavku teksta NPT). Raspisan je međunarodni natječaj za arhitektonsko rješenje NPT-a, a potom i za izbor koncesionara.

Projekt se temelji na koncesijskom modelu s obilježjima javno privatnog partnerstva. Na međunarodnom natječaju za koncesiju za izgradnju i upravljanje Zračnom lukom Zagreb pobijedila je grupacija ZAIC Ltd. sastavljena od uglednih međunarodnih tvrtki Aeroports de Paris Management (ADPM) i Bouygues Bâtiment International (BBI) kojima su se dodatno pridružile firme, Marguerite Fund, IFC, TAV Airports i Viadukt. ZAIC Ltd. je za potrebe realizacije projekta u Republici Hrvatskoj osnovao novu tvrtku Međunarodnu zračnu luku Zagreb d.d. (MZLZ), na koju su prenijeta prava i obaveze iz Ugovora o koncesiji i koja je 05. 12. 2013. godine preuzela upravljanje Zračnom lukom Zagreb na razdoblje koncesije od 30 godina. Karakteristike uzletno- sletne staze MZLZ su:

- referentni kod 4E
- dužina 3.251 m
- površina USS – asfalt

U 2016. godini MZLZ ostvaruje broj putnika u iznosu od 2.776.087, broj operacija 40.796 te količina prevezene robe od 10.074 tona. [63]

## 5.1. Procedure smanjenja rizika i oprema na Zračnoj luci Zagreb

Kako bi se moglo provesti određene procedure za smanjenje rizika udara ptica na zračnoj luci, potrebno je definirati zaštitne ornitološke prostore te problematiku ptica promatrati na razini pojasa oko zračne luke.

### 5.1.1. Zaštitni ornitološki prostori Zračne luke Zagreb

Zračna luka Zagreb imala je ornitološku službu čiji je cilj bio praćenje kretanja i raspoznavanje vrsta ptica. Prilikom evidentiranja primijećeno je pojavljivanje 60 vrsta ptica. Neke od ptica Zaštićene su zakonom o zaštiti prirode, dok neke od njih pripadaju u lovnu skupinu. Velika većina iz skupine ptica zadržavala se na području ZLZ, dok je manji dio bio često samo u preletu preko ZLZ.

Neke od vrsta ptica koje se najčešće pojavljuju na području ZLZ su:

- ćuk/sova
- čvorci
- riječni galeb
- škanjac
- lastavica
- vjetruša. [15]

Zračna luka Zagreb sukladno Aerodromskom priručniku ZLZ sadrži tri zaštitna ornitološka područja. Kod definiranja ornitoloških područja u obzir su se uzimala područja kao što su rijeke ili jezera gdje je velika koncentracija zadržavanja ptica te učestali prelet kako jedinki tako i jata tijekom cijele godine i za vrijeme migracija.

Ornitološka područja ZLZ su definirana kao:

- *I. zaštitni ornitološki prostor* koji obuhvaća zonu manevarskih površina gledano od centra USS-e te se prostire do zaštitne ograde i objekata na zračnoj luci

- *II. zaštitni ornitološki prostor* nastavlja se na prvi, pravokutnog je oblika te širine i dužine 6x9 kilometara gledano od centralne linije USS-e i prilaza 05 i 23, te obuhvaća prostor područja uz Savu i jezero u Lomnici i jezero Bundek
- *III. zaštitni ornitološki prostor* obuhvaća prostor na deponiju Mraclin, smetlišta Jakuševac te pročistaču otpadnih voda kod Novog Čiča, također je pravokutnog oblika [15]

*U I. zaštitnom prostoru* zrakoplov je u fazi slijetanja/polijetanja te su upravo u ovom području najveći rizici sudara zrakoplova sa pticom. Unutar I. zaštitnog područja vrši se svakodnevno i kontinuirano praćenje i rastjerivanje ptica koju obavlja Služba za zaštitu od ptica u suradnji sa ATC. Na prostoru ZLZ nema poljoprivrednih zona te se košnja trave odvija redovito isto kao i uklanjanje drveća, grmlja kako bi se spriječilo gniježđenje ptica. Također ukoliko postoje građevinski radovi unutar ovog područja nakon iskopa zemlje, gradilišta se saniraju i ponovo zatrpavaju.

*II. zaštitno područje* sadrži svakodnevna kretanja više stotina ptica uzduž rijeke Save prema jezeru Bundek i jezeru u Lomnici. Unutar ovog područja postoji velika koncentracija ptica zbog poljoprivrednih usjeva te područja uzgoja voća i orašastih plodova. Upravljanje u navedenom području Služba za zaštitu od ptica može vršiti samo uz suradnju Uprave za zaštitu prirode kako bi se smanjilo zadržavanje ptica u užem području zračne luke

*III. zaštitno područje* pripada u kritičnu zonu zbog velike koncentracije ptica koja se zadržavaju na području smetlišta Jakuševac te jezera Čiče gdje pronalaze izvore hrane, često tamo noće i koriste kao područje za odmor. Ova zona je kritična jer je prisutan svakodnevni prelet ptica između Jakuševca i jezera Čiče točno preko pojasa aerodromske zone. [57]

### **5.1.2. Oprema i statistička analiza udara ptice na Zračnoj luci Zagreb 2012. godine.**

Kako bi se mogla održavati prihvatljiva razina sigurnosti te eliminacija mogućih rizika potrebna je kvalitetno organizirana Služba za zaštitu od ptica te adekvatno školovano osoblje. ZLZ je imala Službu za zaštitu od ptica sa pet stalnih izvršitelja poslova zaštite od ptica.

Održivost i kontinuiranost prihvatljive razine sigurnosti te postojećih rizika moguće je samo uz pravilno korištenje metoda i opreme rastjerivanja ptica. ZLZ uz održavanje travnatih površina unutar aerodromske zone koristila je i opremu poput:

- plinske topove tipa Guardian 2
- pirotehnička sredstva i municija
- zvučnih sustava – sirena
- uvježbanih ptica grabljivica
- uvježbanih pasa vrste Border Collie

Oprema će biti detaljnije objašnjena kroz nadolazeća poglavlja. Croatia Airlines predstavlja nacionalnog predstavnika zračnog prijevoznika u Republici Hrvatskoj sa bazom na ZLZ te je 2012. godine na ZLZ bilo 39.054 operacija zrakoplova.[63] U ovom poglavlju prikazati će se statistička analiza udara ptice u zrakoplov prema fazi leta, prema periodu godine odnosno mjesecima te najučestalijem području udara ptice u zrakoplov. Svi statistički podaci dobiveni su od zračnog prijevoznika Croatia Airlines te će se sukladno istima koristiti u statističkim analizama.

U 2012. godine na Zračnoj luci Zagreb, od strane zračnog prijevoznika Croatia Airlines prijavljeno je bilo 28 sudara ptice u zrakoplov. Flota zrakoplova 2012. godine sastojala se od tipa zrakoplova Airbus A319 i A320 te Dash 8 –Q400.

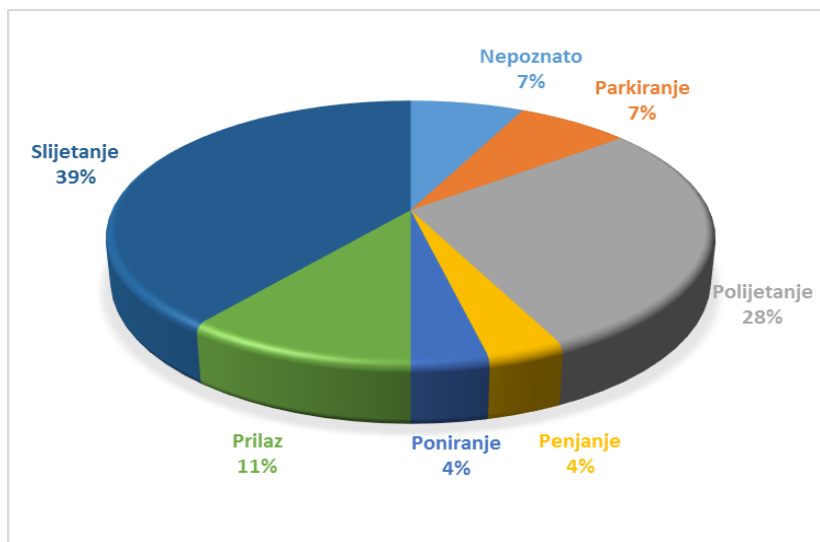
Tablica 3. te grafikon 7. sadrže podatke vezane za broj udara ptice u zrakoplov prema fazama leta. Jasno je vidljivo kako su upravo slijetanje i polijetanje najkritičnije faze leta zrakoplova zbog preleta ptica unutar aerodromske zone na nižim visinama. Također postoje i dva slučaja kada je bilo teško za definirati točnu fazu udara ptice u zrakoplov. Nakon slijetanja i pregleda zrakoplova utvrđeni su krvavi tragovi udara ptice.

**Tablica 3.** Broj udara ptica na Zračnoj luci Zagreb prema fazama leta za 2012. godinu

Nepoznato	2
Parkiranje	2
Polijetanje	8
Penjanje	1
Poniranje	1
Prilaz	3
Slijetanje	11
<b>Ukupno</b>	<b>28</b>

Izvor: [58]



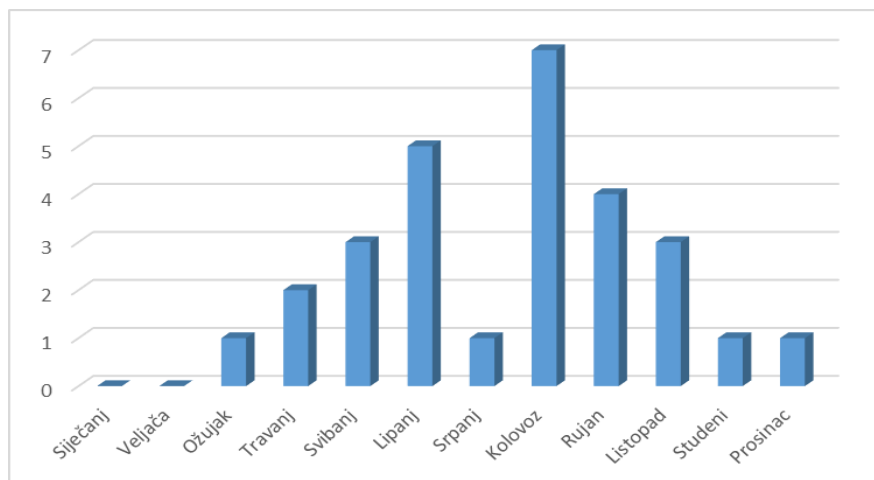


**Grafikon 7.** Prikaz postotka udara ptica na Zračnoj luci Zagreb prema fazama leta za 2012. godinu

Izvor: [58]

Također praćena je i statistička analiza udara ptice u zrakoplov prema godišnjim dobima, odnosno mjesecima. Kao što je i očekivano najveći broj udara ptica bio je u ljetnim mjesecima godine. U tom razdoblju godine povećava se broj operacija zrakoplova. Ptice postaju aktivnije, pripremaju se za migracije, te upravo zbog preleta na dionici Jakuševac i jezero Čiče preko aerodromske zone. U mjesecima do lipnja prisutan je kontinuirani rast broja udara ptica prvenstveno zbog rasta broja operacija zrakoplova, toplijeg vremena i aktivnosti ptica. Tada u srpnju nastupa vrlo drastičan pad broja udara ptica na svega jedan, što može biti pozitivna posljedica učinkovitosti mjera za rastjerivanje ptica od strane Službe za zaštitu od ptica na ZLZ. Također postoji i mogućnost da pilotsko osoblje ili aerodromski operater nisu prijavili udar ptice, jer nakon slijetanja i utvrđenog stanja došlo se do zaključka kako nema oštećenja te nije potrebna prijava. Zanimljivo je kako se već u sljedećem mjesecu kolovozu bilježi drastičan rast prijavljenog broja udara ptice, te iznosi osam. Jedna od pretpostavaka je da metode i mjere rastjerivanja ptica postaju neučinkovite, odnosno kako je prije spomenuto dolazi do navikavanja ptica na određene metode. Na primjer ukoliko se pucanj plinskog topa odvija svakodnevno u točno određenim periodima te istom razinom zvuka, postoji mogućnost da se ptice naviknu na događaje koje ih okružuju iznad određenog područja tijekom leta ili preleta. Približavanjem zimskog razdoblja godine te zimskim mjesecima prisutan je značajan pad broja udara ptica. Pretpostavka može biti da je došlo do promjene korištenja mjera zastrašivanja ptica te promjene intenziteta zvuka ili lokacije postavljanja topova.

Također u zimskom razdoblju godine zabilježen je određen broj udara ptice prvenstveno zbog preleta ptica prema odlagalištu smeća Jakuševac u potrazi za hranom.



**Grafikon 8.** Prikaz udara ptice prema mjesecima u 2012. godini

Izvor: [58]

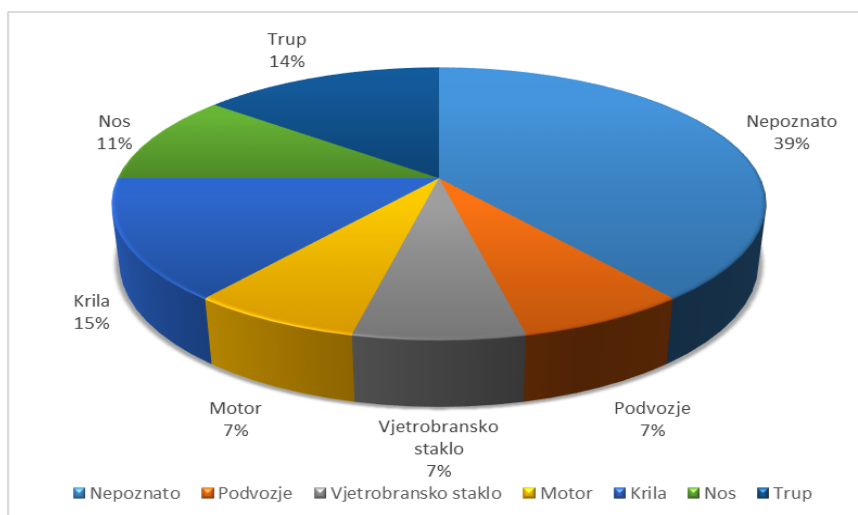
Posljedice udara ptica najčešće ostavljaju vidljive tragove te oštećenja određenih dijelova zrakoplova. Croatia Airlines od navedenih 28 udara ptice prilikom pregleda utvrdilo se kako za čak 11 udara ptice nije moguće definirati mjesto udara na zrakoplovu, što je prikazano tablicom 4.

**Tablica 4.** Prikaz broja udara ptice na Zračnoj luci Zagreb prema području udara na zrakoplovu

Nepoznato	11
Podvozje	2
Vjetrobransko staklo	2
Motor	2
Krila	4
Nos	3
Trup	4
<b>Ukupno</b>	<b>28</b>

Izvor: [58]

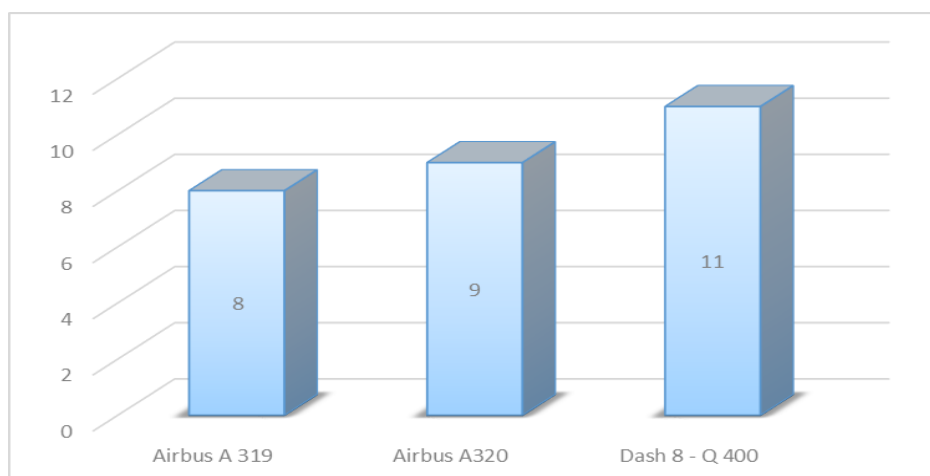
Razlog tome može biti zbog male mase ptice te manje brzine zrakoplova u određenoj fazi došlo je do odbijanja ili okrznuća ptice od zrakoplov. U navedenih 28 udara nisu zabilježena veća oštećenja zrakoplova. Zanimljivo je kako je bilo samo dva udara ptice o motor i to jedan slučaj kada je nakon pregleda utvrđeno krvavi tragovi na kućištu motora, te drugi slučaj kada je udar ptice bio o elisu motora. Nakon pregleda elise nisu utvrđena značajna oštećenja. Iz grafikona 9. može se vidjeti kako upravo najveće površine zrakoplova poput krila, trupa budu najčešće mjesto udara ptice.



**Grafikon 9.** Prikaz postotka udara ptice u zrakoplov zračnog prijevoznika Croatia Airlines prema mjestu udara za 2012. godinu

**Izvor:** [58]

Kod analiziranja udara ptice u obzir je uzeta također i flota zrakoplova Croatia-e Airlines koju čine modeli zrakoplova Airbus te Dash 8. Grafikonom 10 prikazano je broj udara ptice u odnosu na model zrakoplova.



**Grafikon 10.** Prikaz broja udara ptice prema floti zrakoplova zračnog prijevoznika Croatia Airlines

**Izvor:** [58]

### 5.1.3. Oprema i statistička analiza udara ptica na Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb

Preuzimanjem koncesionara ZAIC Ltd., 2013. godine Zračna luka Zagreb postaje Međunarodna zračna luka Zagreb te dolazi do određenih promjena u pogledu opreme kojom Služba za zaštitu od ptica raspolaže. U cilju smanjenja troškova ukida se korištenje pasa i ptica grabljivica u svrhu rastjerivanja ptice. Navedene metode kao što je u prethodnim poglavljima objašnjeno, predstavljaju najučinkovitije mjere prevencije i rastjerivanja ptica unutar aerodromske zone. Kroz razgovor sa Služnom za zaštitu od ptica rečeno je da danas raspolažu sa opremom kao što su plinski topovi, vatreno oružje, zvučne sirene te jedno vozilo za ophodnju aerodromske zone.

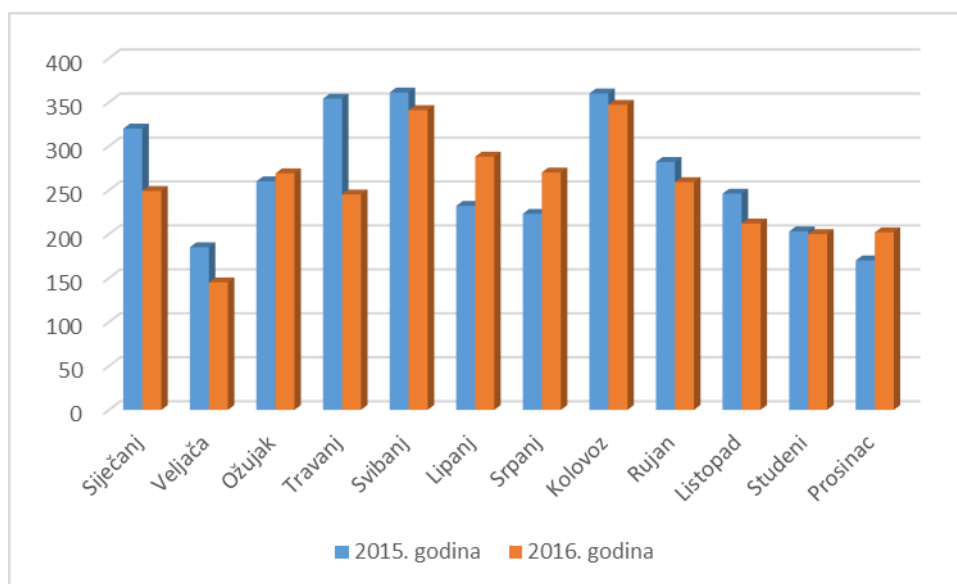
Plinski topovi prikazani slikom 31. koji se koriste su tipa Guardian 2, te predstavljaju fiksne plinske topove koji su raspoređeni na točno određenim lokacijama unutar aerodromske zone na MZLZ. Navedeni sustav sadrži automatski timer pomoću kojeg se može regulirati vrijeme pucanja. Ono može biti podešeno da isпали zvuk svake minute pa sve do svakih pola sata, ovisno o potrebi i koncentraciji ptica. Ovaj tip plinskog topa nema mogućnost zakretanja kruga djelovanja već se ispaljeni hitac zvuka uvijek proizvodi u smjeru kojem je prethodno podešen. Ispaljeni hitac zvuka proizvodi glasnoću od 120 dB što pokriva prostor od tri do četiri hektara. Uređaj je postavljen na visinu otprilike 1,5 metara kako bi se ispaljeni hitac zvuka bolje raspršio. [59]



**Slika 31.** Prikaz plinskog topa Guardian 2

**Izvor:** Slikao autor

Sljedeće mjera koje se koriste na MZLZ su korištenje vatrenog oružja za rastjerivanje i odstrel ptica, zvučni sustav. Korištenje vatrenog oružja ima na pravo samo osoblje Službe za zaštitu koje je školovano te ima dozvolu za korištenje istog. Kod korištenja ove metode važna je evidencija broja ispaljenih hitaca, odnosno potrošnja municije, te broj odstrela ptica koji mora biti u skladu sa dopuštenjima iz Pravilnika o zaštiti prirode. Prema izvještaju od strane MZLZ evidentirano je u 2015. godini potrošnja municije u iznosu od 3.196 komada, dok u 2016. godini ispaljeno je bilo 3.027. Nešto manji iznos potrošene količine municije može se pripisati boljoj organizaciji Službe za zaštitu od ptica, te kvalitetnijem korištenje ove metode sa većim učinkom. Usporedba potrošnje municije između 2015. godine i 2016. godine prema mjesecima prikazano je grafikonom 11.



**Grafikon 11.** Usporedba potrošnje municije za 2015. i 2016. godinu

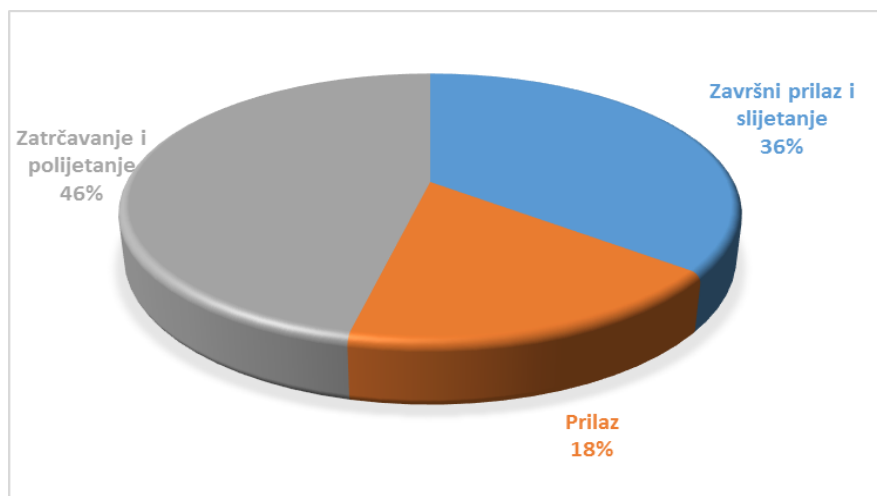
Izvor: [60], [61]

Korištenje uvježbanih pasa i ptica grabljivica se ukinulo. Jedan od razloga ukidanja ptice grabljivice bio je premalo područje aerodromske zone. Prilikom korištenja ptice grabljivice dolazilo je do izlaska ptice grabljivice izvan aerodromske zone zbog praćenja jata ili jedinke ptica. Korištenje uvježbanog psa za rastjerivanje ukinuto je zbog starosti psa. Naime pas je u službi dugi niz godina te je uslijed starosti oslabio, te kao takav postao neučinkovit kao mjera rastjerivanja ptica. O nabavci novog psa nije se razmatralo. [60]

## 5.2. Statistička analiza udara ptice na MZLZ za 2015. godinu

Tijekom 2015. godine na području odgovornosti MZLZ – Upravitelj zračne luke Zagreb d.o.o. zabilježeno je 28 udara ptice i životinja u zrakoplov i 39.854 operacija zrakoplova[63]. Od navedenog ukupnog broja udara ptice 13 udara se dogodio u fazi zatrčavanja i polijetanja zrakoplova, 5 u fazi prilaza zrakoplova, te 10 u fazi završnog prilaza i slijetanja, prikazano grafikonom 12. U ostalim fazama leta zrakoplova nije zabilježen niti jedan udar ptice. Najveći broj udara ptice prema mjesecima dogodio se u ljetnom periodu godine, te mjesecima svibanj kada je zabilježeno 4 udara ptice, srpnju 5 udara ptica, kolovozu 8 udara ptica te rujnu 5 udara ptica. U zimskom periodu godine zabilježen je manji broj udara ptica.

U većini slučajeva u udaru ptice u zrakoplov sudjelovala je jedinka ili nekoliko ptica, osim u slučaju sa lastavicama kada je zabilježen veći broj ptica.[60]

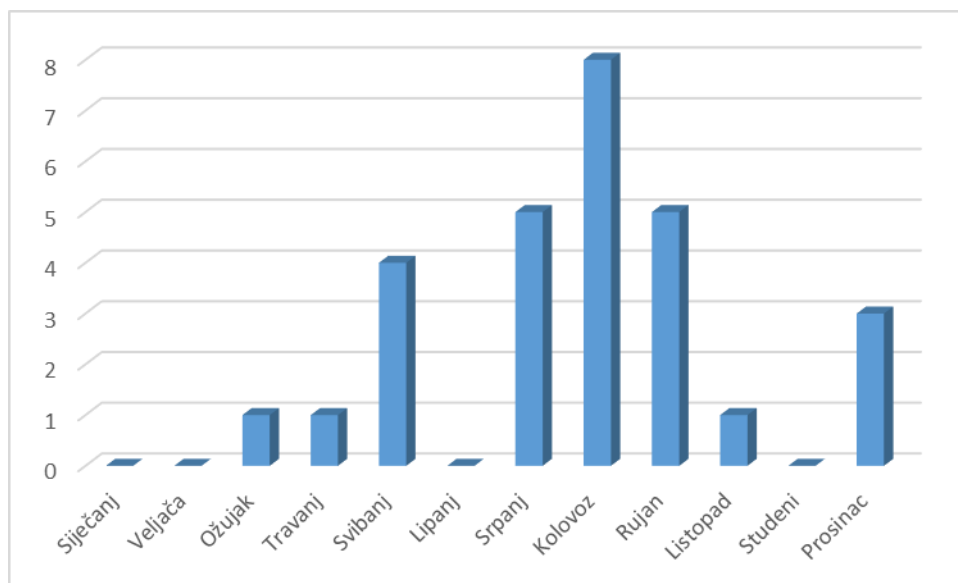


**Grafikon 12.** Prikaz postotka udara ptica u zrakoplov prema fazama leta na MZLZ

Izvor: [60]

Iz grafikona 12 je jasno vidljivo kako i u 2015. godini upravo u slijetanju i polijetanju je najveći broj i postotak udara ptice u zrakoplov. S obzirom na navedeni graf može se zaključiti kako su te faze upravo kritične faze leta sa najvećom vjerojatnosti i rizikom udara ptice.

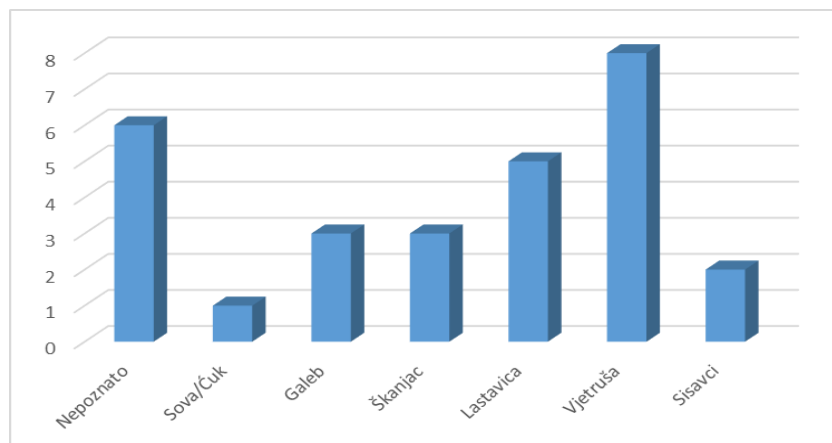
Na grafikonu 13. prikazan je broj udara ptica prema mjesecima. U ljetnom razdoblju godine očekivano je zabilježen najveći broj udara ptice tijekom 2015. godine. Proljeće i ljeto predstavljaju godišnje doba sa karakteristikama poput toplog vremena, počinje reprodukcija ptica, odnosno ptice traže gnijezda i staništa za polaganje jaja te očekivanje potomaka. Upravo zbog tog razloga ptice se više zadržavaju u okolnim područjima oko zračne luke. U rujnu iako statistički pripada u jesenje doba godine, zabilježeno je također veći broj udara ptica. Jedan od razloga može biti dobro vremenski uvjeti, što prema pticama znači odgoda vremena migracije i zadržavanje u okolnim područjima. Također u rujnu postoji veći broj udara ptica zbog nagle promjene vremena. Ukoliko dođe do naglog pada temperature i pojave kiša ptice shvaćaju to kao znak pripreme i migracije. Kod migracija je vrlo zanimljivo da u većini slučajeva zabilježeno je kako veći broj ptica napušta određeno područje, a manji broj ptica se vraća. Razlozi tome su utjecaj grabežljivaca tijekom leta, utjecaj lovaca, utjecaj vremenskih neprilika, te starost ptica.



**Grafikon 13.** Prikaz broja udara ptica na MZLZ po mjesecima za 2015. godinu

Izvor: [60]

Evidencija udara ptice u zrakoplov vodi se i prema dobu dana. Na MZLZ se najveći broj udara ptice u 2015. godini dogodio upravo preko dana. Razlog tome je jer su ptice u tom periodu najaktivnije, a i tada se odvija najveći broj operacija zrakoplova. Udar ptice prema dobi dana ovisi također i o vrsti ptice. Na grafikonu 14 prikazana je aktivnost ptica prema vrsti pojave ptica.



**Grafikon 14.** Broj udara ptice prema vrsti ptice na MZLZ - 2015. godina

Izvor: [60]

Galeb, opasna ptica koja zbog svoje veće mase može prouzročiti fatalne posljedice prilikom udara u zrakoplov, je najaktivniji u jutarnjim i popodnevним satima, upravo kada su i najveći brojevi operacija zrakoplova na zračnim lukama. Evidencijom je utvrđeno kako unutar razdoblja godine od pet do 10 mjeseci ujutro sa jezera Čiče na odlagalište smetlišta Jakuševac preko MZLZ prelijeće oko 5.000 – 10.000 galebova. U popodnevним satima zabilježen je isti broj zbog vraćanja galebova sa smetlišta Jakuševac na jezero Čiče gdje ptice noće. Tijekom kišnih dana dolazi do pojave ptica na USS u potrazi za hranom (glistama, insektima, ...), za vrijeme puhanja vjetra jugo prelet galebova je na vrlo niskim visinama svega 20 do 50 metara.

Škanjac, ptica koja se na MZLZ zadržava tijekom čitave godine sa evidencijom od 30 do 40 primjeraka u proljetnoj i jesenjoj migraciji. Preleti ove ptice odvijaju se preko travnatih i asfaltnih površina MZLZ, te se evidentiralo zadržavanje na rasvjetnim tijelima USS, ogradama, antenama. Ova ptica predstavlja rizik za vrijeme magle, kada je slaba vidljivost te su slabo uočljive Službi za zaštitu od ptica i ATC-u. Pojačana je pojava ove ptice tijekom košnje trave, zbog toga što je ptica u potrazi za manjim sisavcima i glistama u travnatim površinama.

Vjetruša kliktavka, pojavljuje se na području MZLZ tijekom cijele godine. Evidentirana je prisutnost ove ptice na rasvjetnim tijelima USS-e, te prelet preko travnatih površina između USS i rulne staze. Ova ptica se gnijezdi na travnatim površinama sa većim brojem jedinki legla. Režimom košnje trave na visinu od 20 – 30 cm može se reducirati pojava gniježđenja ptice u travnatim površinama.



Sova i ćuk, također se pojavljuju na području MZLZ tijekom cijele godine. Ova vrsta ptice najaktivnije je noću uz evidenciju boravka ptice na prilaznim svijetlima, antenama i uređajima za navođenje zrakoplova. Zbog specifičnosti ove ptice vrlo teško ih je uočiti noću te isto tako i rastjerati. Košnjom trave na visinu od 20 – 30 cm može se smanjiti mogućnost boravka ptice na travnatim područjima MZLZ.

Lastavica, vrlo specifična vrsta ptice zbog migracijskih kretanja. Ova ptica se najčešće pojavljuje iznad travnatih područja MZLZ kada je u potrazi za hranom. Tijekom kolovoza dolazi do pojave da ptica, odnosno jato ptica koje borave na USS i ostalim betonskim površinama spremajući se za seobu u toplije krajeve. Evidentirano je kako je upravo u kolovozu na MZLZ u jednom danu znalo biti evidentirano tri do četiri udara ptice ili jata ptica u zrakoplov.

Čvorci, vrsta ptica koja se kreće u jatima tijekom cijele godine na području MZLZ. Zbog voćnjaka i poljoprivrednih usjeva u okolici MZLZ svakodnevno je evidentiran prelet jata ptica oko zone prilaza. Pojavljuju se češće u proljeće i jesen. Zbog male mase, no velike brojnosti uslijed udara u motor mogu prouzročiti ozbiljna oštećenja. [57]

### 5.2.1. Statistička analiza udara ptice prema podacima Croatia Airlines za 2015. godinu

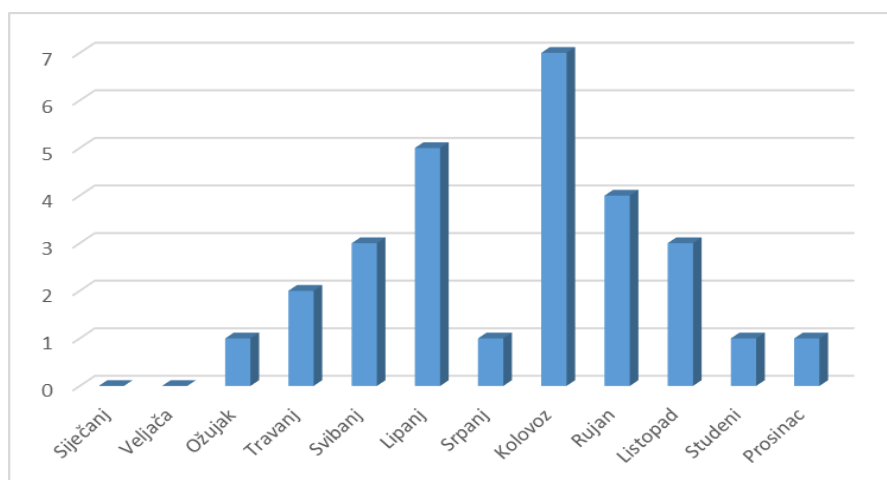
Prema statističkim podacima nacionalnog prijevoznika Croatia Airlines evidentirano je 19 udara ptice u zrakoplov. Broj operacija zrakoplova zračnog prijevoznika Croatia Airlines te je godine iznosio 19.133. Najveći broj udara ptice u zrakoplov evidentiran je u prilazu 37% te slijetanju 47%. Broj udara ptice prema fazama leta prikazan je u tablici.

**Tablica 5.** Prikaz broja udara ptica prema fazi leta zrakoplova Croatia Airlines – 2015. godina

Nepoznato	0
Parkiranje	0
Polijetanje	1
Penjanje	1
Poniranje	1
Prilaz	7
Slijetanje	9
<b>Ukupno</b>	<b>19</b>

Izvor: [58]

Uspoređujući podatke Croatia-e Airlines iz 2012. godine te podatke iz 2015. godine dolazi se do zaključka kako u 2015. godini evidentirala 19 udara ptice u zrakoplov. Razmatrajući ljetno razdoblje godine, odnosno razdoblje od srpnja do listopada u 2015. godini evidentirano je 13 udara ptice, dok je u 2012. godini evidentirano 15 udara ptice za isto razdoblje. Razlog tome se može potražiti u korištenju adekvatnih metoda i mjera Službe za rastjerivanje ptica i djelovanja ATC-a. U periodu od studenog do ožujka nema raspoloživih podataka, te je stoga nemoguće izraditi kvalitetnu usporedbu. Razlog tome može se potražiti u tome da u tom razdoblju nije došlo do udara ptice ili ono nije evidentirano. Broj udara ptica prema mjesecima prikazano je grafikonom 15.



**Grafikon 15.** Prikaz udara ptice prema mjesecima u 2015. godini - Croatia Airlines

**Izvor:** [58]

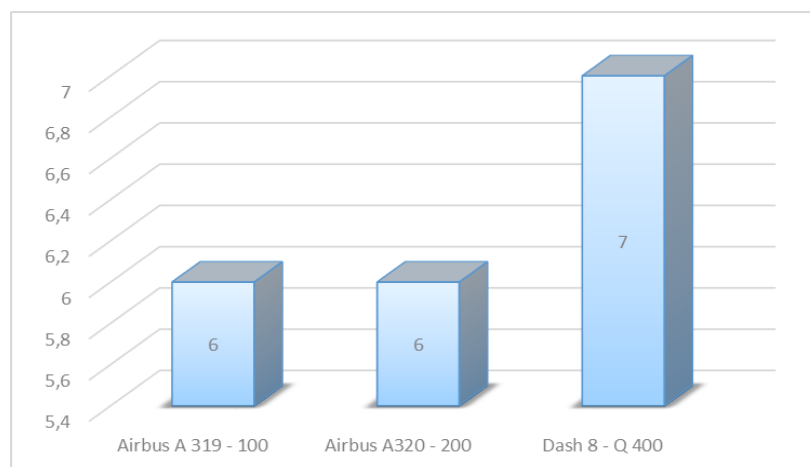
U 2015. godini nije evidentiran niti jedan slučaj udara ptice u motor, podvozje ili trup zrakoplova flote Croatia Airlines. Veći dio udara ptice evidentiran je u fazama leta zrakoplova prilaz i slijetanje na manjim visinama leta. Kategorija nepoznatog dijela udara područja zrakoplova bio je u fazi slijetanja, gdje je nakon pregleda utvrđeno da nema oštećenja. Vrlo vjerojatno je kako se opet radi o situaciji da je pri manjoj brzini došlo do odbijanja ptice od zrakoplov. Podaci su prikazani na tablici 6.

**Tablica 6.** Prikaz broja udara ptice prema području udara na zrakoplovu 2015. godine - Croatia Airlines

Nepoznato	10
Podvozje	0
Vjetrobransko staklo	4
Motor	0
Krila	1
Nos	4
Trup	0
<b>Ukupno</b>	<b>19</b>

Izvor:[58]

U 2015. godini evidentirano je po 6 udara u svaki tip zrakoplova Airbus A320 – 200 i Airbus A319 – 100, te 7 udara ptice u zrakoplov tipa Dash 8 – Q 400. Na grafikonu 16 prikazan je broj udara ptice prema određenom modelu zrakoplova.



**Grafikon 16.** Prikaz broja udara ptice prema floti zrakoplova Croatia-e Airlines godine 2015.

Izvor:[58]

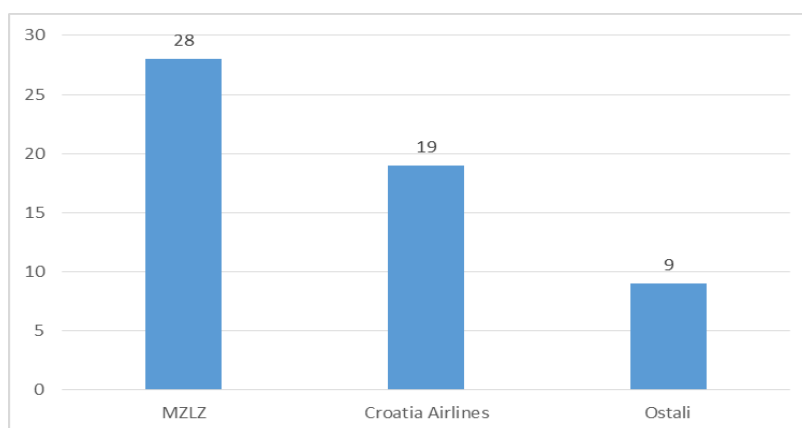
Kod analiziranja udara ptice zračnog prijevoznika Croatia Airlines u obzir je uzeto također i broj udara ptice prema tipu zrakoplova. Flota Croatia Airlines sastoji se od :

- 2 x Airbus A320 – 200
- 4 x Airbus A319 – 100

- 6 x Dash 8 – Q 400[62]

### 5.2.2. Usporedna analiza podataka o broju udara ptica na MZLZ i podataka o udaru ptica u zrakoplove zračnog prijevoznika Croatia Airlines na MZLZ za 2015. godinu

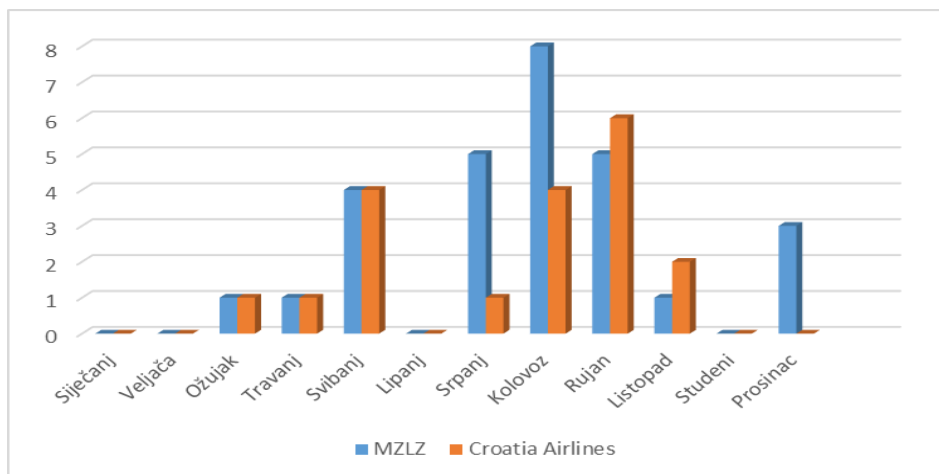
Služba za zaštitu od ptica 2015. godine je evidentirala 28 udara ptice na Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb, dok je od strane Croatia Airlines kao nacionalnog prijevoznika sa središnjom bazom na MZLZ evidentirala 19 udara ptica što predstavlja broj veći od 65% ukupnog broja udara ptica. Ostatak broja udara ptice odnosi se na ostale mnogobrojne zračne prijevoznike. Odnos broja udara na MZLZ te zračne prijevoznike prikazan je grafikonom 17.



**Grafikon 17.** Prikaz odnosa udara ptica na MZLZ i Croatia Airlines

Izvor: [58]

Broj udara ptica prema mjesecima može se vidjeti na grafikonu 18. Zanimljiv je mjesec rujan u kojem MZLZ evidentira pet udara ptica dok Croatia Airlines evidentira šest udara. Također zanimljiv je i mjesec rujan jer je od strane MZLZ evidentirano pet udara ptice dok je Croatia Airlines evidentirala šest udara ptice. Iako je nemoguće da jedan zračni prijevoznik za određeni mjesec prijavi više broja udara ptice u zrakoplov nego što evidentira zračna luka. U ovom slučaju je to moguće, jer se prema Izvještaju iz 2015. godine navodi kako su za tri udara ptice u zrakoplov izgubljena sva tri službena zapisnika. Stoga statistika iz grafikona 17 ima temelje za navedene odnose udara ptica evidentiranih od MZLZ i Croatia Airlines. [60]



**Grafikon 18.** Odnos broja udara ptica MZLZ i Croatia Airlines za 2015. godinu

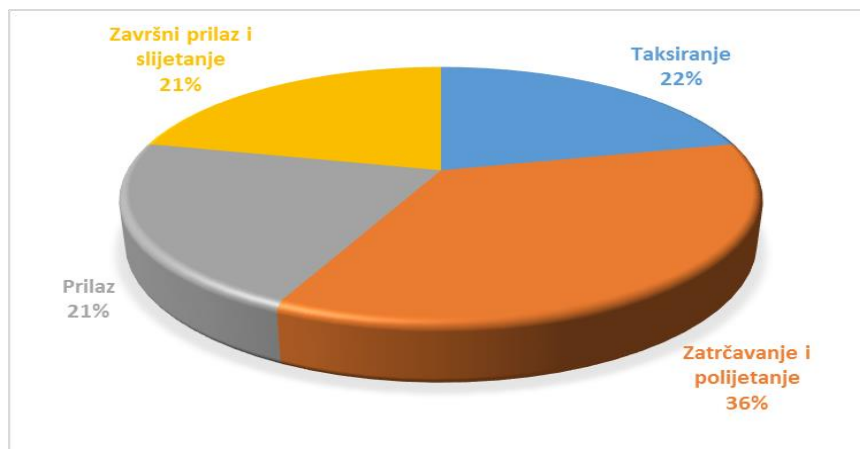
Izvor: [58], [60]

Godina 2015. predstavila je mnogo bolje rezultate u odnosu na 2012. godinu. Iako je došlo do smanjenja korištenja određenih metoda rastjerivanja ptica rezultati se nisu promijenili u negativnom smjeru. Tadašnje mjere i metode koje je Služba za zaštitu od ptica koristila prikazale su se učinkovite. Iako je broj operacija zrakoplova porastao u odnosu na 2012. prema očekivanju je bilo da postoji i veći broj udara ptice, no analiza je prikazala upravo suprotan rezultat. Također nacionalni zračni prijevoznik zabilježio je manji broj udara ptice u kritičnim fazama leta u ljetnom periodu godine. Oštećenja određenih mjesta zrakoplova su također u potpunosti eliminirana što direktno utječe na financijsku snagu zračnog prijevoznika.

### 5.3. Statistička analiza udara ptice na MZLZ za 2016. godinu

Tijekom 2016. godine na području odgovornosti MZLZ – Upravitelj zračne luke Zagreb d.o.o. zabilježeno je ukupno 14 udara ptica u zrakoplov sa pticama i ostalih životinja. Od navedenog ukupnog broja udara ptica zabilježeno je pet udara u fazi zatrčavanja i polijetanja zrakoplova, tri u fazi prilaza zrakoplova prema USS, zatim tri u fazi završnog prilaza i slijetanja te tri u fazi taksiranja po manevarskoj površini. Najveći broj udara ptice i ostalih životinja dogodio se tijekom ljetnih mjeseci i to u srpnju kada je zabilježeno 4 udara ptica, kolovozu 3 udara ptica, te rujnu 2 udara ptica, prikazano na grafikonu 21. U lipnju,

listopadu i studenom zabilježeno je po jedan udar ptice u zrakoplov. U većini slučajeva udara ptice u zrakoplov zamijećena je jedna ili nekoliko jedinki ptice.

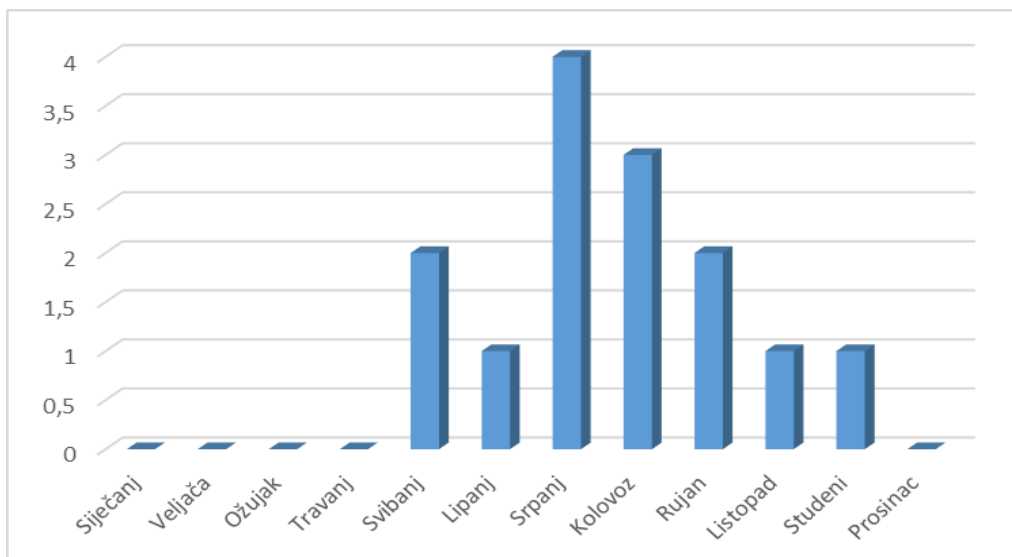


**Grafikon 19.** Prikaz postotka udara ptica u zrakoplov prema fazama leta na MZLZ - 2016. godina

Izvor: [61]

Iz grafikona 19 je vidljivo kako je broj udara ptice prema fazi leta otprilike jednak. Čak statistički podaci prikazuju više od 20% udara u fazi taksiranja, što znači da je zrakoplov u potpunosti sa podvozjem u doticaju sa zemljom. Ukoliko dolazi do udara ptica u fazi taksiranja, to znači da postoji prisutnost ptica u aerodromskoj zoni dok zrakoplovu rade motori te može doći do usisa ptice u motor i značajnih oštećenja.

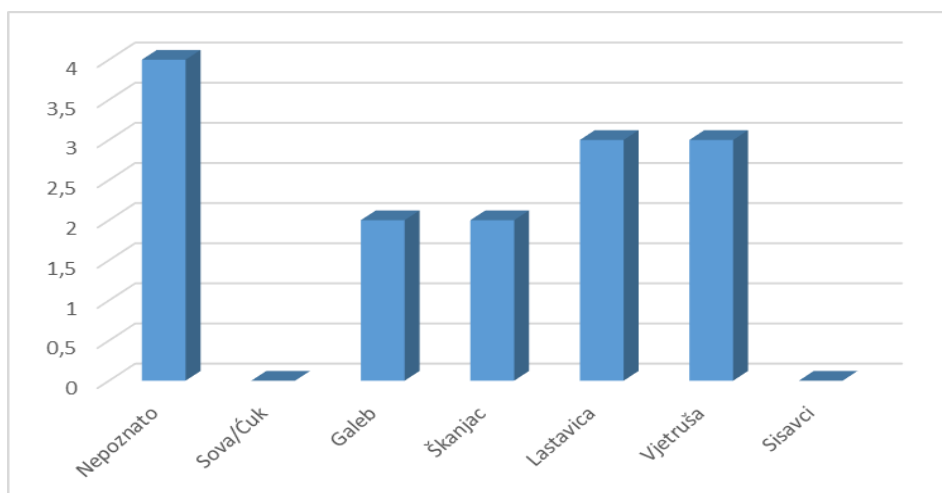
Gledajući prema mjesecima isto kao u 2015. godini najveći broj udara ptice evidentirano je u ljetnom razdoblju godine. Najveći broj udara ptice dogodio se u srpnju i kolovozu što se može prepisati većoj aktivnosti ptica zbog priprema za migraciju. Za zimsko razdoblje godine nisu evidentirani slučajevi udara ptice. Iako je najveći broj udara ptice 2016. godine upravo u kolovozu i srpnju u ukupnom iznosu od sedam udara, dok je u kolovozu 2015. godine evidentirano osam udara ptice. Ova činjenica prikazuje kako su mjere rastjerivanja ptica te rad Službe za zaštitu od ptica mnogo učinkovitije nego u odnosu na 2015. godinu. Grafikon 20 prikazuje broj udara ptice na MZLZ prema mjesecima za 2016. godinu.



**Grafikon 20.** Prikaz broja udara ptica po mjesecima za 2016. godinu

Izvor: [61]

U 2016. godini najveći broj udara pripada pticama lastavica i vjetruša, što je prikazano grafikonom 21. Kao i u prethodnoj 2015. godini, upravo ova vrsta ptica je također predstavljala najveću opasnost i rizik udara u zrakoplov. U 2016. godini nije evidentiran niti jedan slučaj udara sisavaca i sova u zrakoplov.



**Grafikon 21.** Broj udara ptice prema vrsti ptice na MZLZ - 2016. godina

Izvor: [61]

Korištenje mjere košnje trave na visinu od 20 do 30 cm pokazalo je kvalitetan učinak u smislu da se noću sove nisu zadržavale na travnatim površinama. Aktivnosti Službe za

zaštitu od ptica noću u rastjerivanju sova pokazale su također visok učinak sa rezultatom od nula udara sova.

### 5.3.1. Statistička analiza udara ptice prema podacima Croatia Airlines za 2016. godinu

Prema statističkim podacima nacionalnog prijevoznika Croatia Airlines evidentirano je 17 udara ptice u zrakoplov. Broj operacija zrakoplova te godine iznosio je 19.219. Najveći broj udara ptice u zrakoplov evidentiran je u fazi prilaza u iznosu od 59% te u fazi slijetanja u iznosu od 23%. U odnosu na 2015. godinu, 2016. godine evidentirana su dva udara ptice manje. Broj udara ptice prema fazama leta prikazan je u tablici 7.

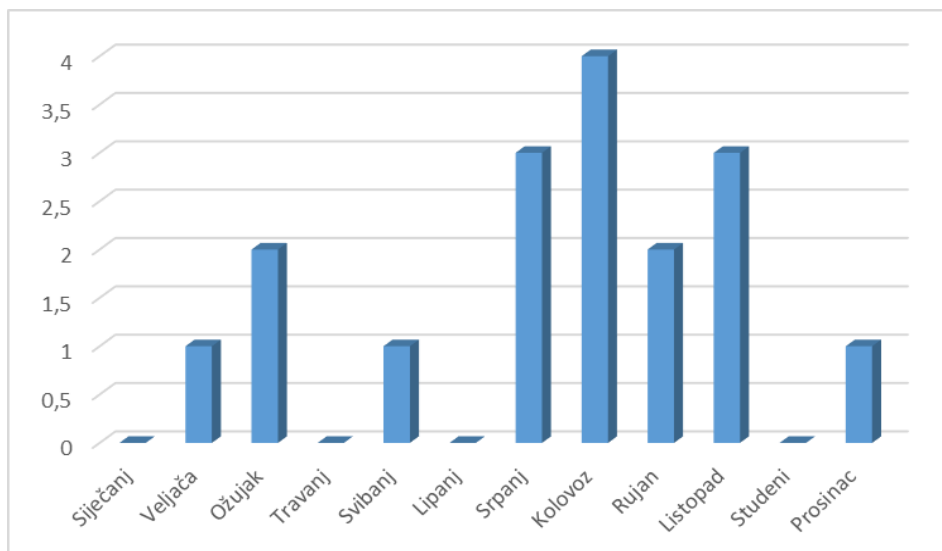
**Tablica 7.** Prikaz broja udara ptica prema fazi leta zrakoplova Croatia Airlines - 2016. godina

Nepoznato	1
Parkiranje	0
Polijetanje	2
Penjanje	0
Poniranje	0
Prilaz	10
Slijetanje	4
<b>Ukupno</b>	<b>17</b>

Izvor:[58]

Razmatrajući ljetno razdoblje godine, odnosno razdoblje od srpnja do listopada u 2016. godini evidentirano je 12 udara ptice, dok je za isto razdoblje 2015. godine evidentirano 13 udara ptice. Razlog manjeg broja udara ptice može se potražiti u korištenju adekvatnih metoda i mjera Službe za rastjerivanje ptica i djelovanja ATC-a. U periodu od studenog do ožujka nema raspoloživih podataka, te je stoga nemoguće izraditi kvalitetnu usporedbu. Razlog tome može se potražiti u tome da u tom razdoblju nije došlo do udara ptice ili ono nije evidentirano. Broj udara ptica prema mjesecima prikazano je grafikonom 22.





**Grafikon 22.** Prikaz udara ptice prema mjesecima u 2016. godini - Croatia Airlines

**Izvor:** [58]

U 2016. godini nije evidentiran niti jedan udar ptice u nos, krila i trup zrakoplova. Najveći broj udara ptice koji se nalazi pod kategorijom nepoznato dogodio se u prilazu i polijetanju zrakoplova. Zabilježen je udar ptice u lijevi motor zrakoplova A319 u kolovozu, pilotsko osoblje je prijavilo samo „čudan“ miris nakon udara unutar kabine. Pregledavajući parametre i instrumente motora, utvrdilo se kako je sve uredu te se može nastaviti sa fazom polijetanja te prema destinaciji. U ožujku je također prijavljen udar ptice na zrakoplov Dash 8 – Q400, te je nakon pregleda utvrđeno kako je udar ptice bio o kućište motora te je oštećeno svijetlo za slijetanje zrakoplova. Ovdje se može zaključiti kako se radilo o jatju ptica zbog širine udara.

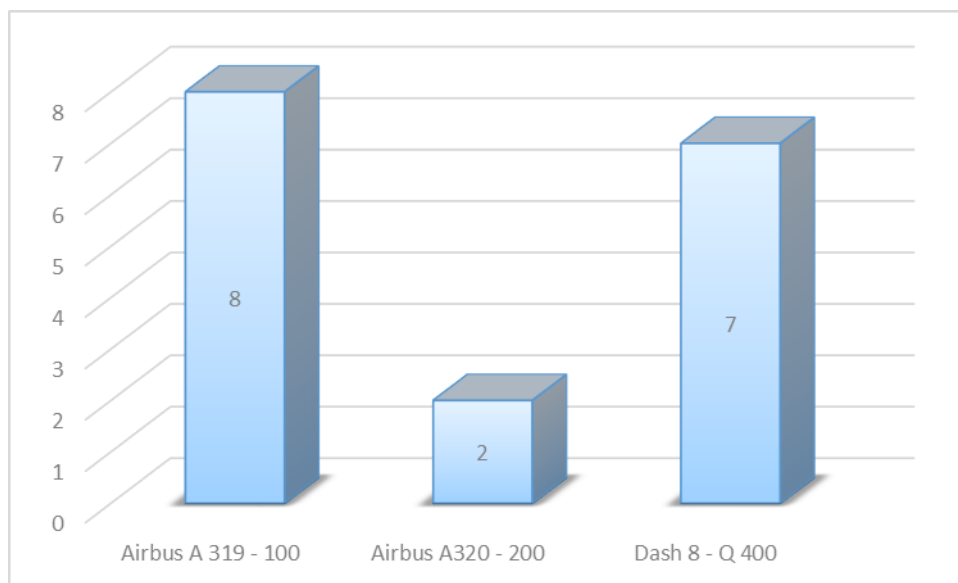
Iako je vrlo veliki postotak nepoznatog mjesta udara ptice u zrakoplov u svim slučajevima nije bilo oštećenja. Kako bi analiziranje udara ptice bilo kvalitetnije potrebno je voditi detaljniju analizu te evidenciju udara ptice o mjestu na zrakoplovu. Broj udara ptice prema mjestu na zrakoplovu prikazano je tablicom 8.

**Tablica 8.** Prikaz broja udara ptice prema području udara na zrakoplovu 2016. godine - Croatia Airlines

Nepoznato	13
Podvozje	1
Vjetrobransko staklo	1
Motor	2
Krila	0
Nos	0
Trup	0
<b>Ukupno</b>	<b>17</b>

Izvor: [58]

U 2016. godini evidentirano je osam udara ptica u zrakoplov A319 dva udara ptice o A320, te sedam udara ptice u zrakoplov Dash 8 – Q400. Broj udara ptica prema floti zrakoplova Croatia Airlines može se pronaći u grafikonu 23.

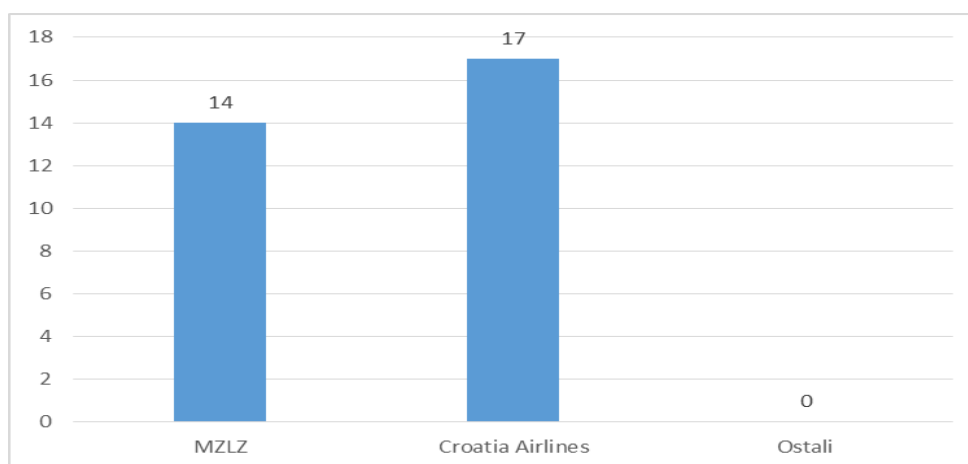


**Grafikon 23.** Prikaz broja udara ptice prema floti zrakoplova Croatia-e Airlines godine 2016.

Izvor: [58]

### 5.3.2. Usporedna analiza podataka o broju udara ptica na MZLZ i podataka o udaru ptica u zrakoplove zračnog prijevoznika Croatia Airlines na MZLZ za 2016. godinu

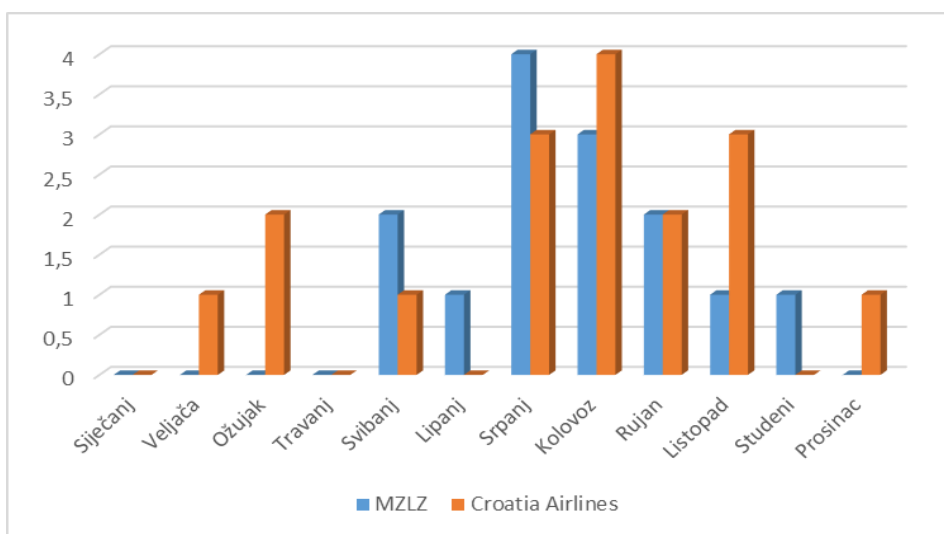
Služba za zaštitu od ptica 2016. godine je evidentirala 14 udara ptice na Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb, dok je od strane Croatia Airlines evidentirala 17 udara ptice što predstavlja broj veći od ukupnog broja udara ptica zabilježenih od strane zračne luke. Nepoznat je broj udara ptica sa ostalim zračnim prijevoznicima. Također iz Izvještaja o udaru ptica u zrakoplov na MZLZ za 2016. godinu navedeno je kako je izgubljen jedan službeni zapisnik. Razlika između prijavljenih udara ptice na MZLZ i od strane CA može biti u tome što MZLZ ili Služba za zaštitu od ptica nije unijela u računalni sustav sve službene zapisnike o udaru ili su određeni izgubljeni. Također može biti slučaj da CA je unutar same tvrtka prijavila udar ptice, no ne i prema MZLZ. Odnos broja udara ptice na MZLZ i CA prikazano je na grafikonu 24.



**Grafikon 24.** Prikaz odnosa udara ptica na MZLZ i Croatia Airlines - 2016. godina

Izvor: [58], [61]

Godina 2016. prikazala je mnogo bolje rezultate u odnosu na 2015. godinu. Uz iste mjere, ali bolju organizaciju Službe za zaštitu od ptica evidentirano je od strane MZLZ bilo je duplo manje udara ptica. Također ove podatke mora se uzeti sa određenom rezervom zbog navoda vezanih za zapisnike MZLZ iz prethodnog odlomka. U odnosu na ljetno razdoblje 2015. godine, u 2016. godini za period od srpnja do listopada evidentiran je veći broj udara ptice i to za nešto više od 50%. U zimskom razdoblju, odnosno od prosinca do ožujka od strane CA evidentirano je četiri udara ptice, dok za isto razdoblje od strane MZLZ nije evidentiran niti jedan udar ptice. Na grafikonu 25 prikazan je odnos udara ptice na MZLZ i CA prema mjesecima za 2016. godinu.



**Grafikon 25.** Odnos broja udara ptica prema mjesecima za MZLZ i Croatia Airlines za 2016. godinu

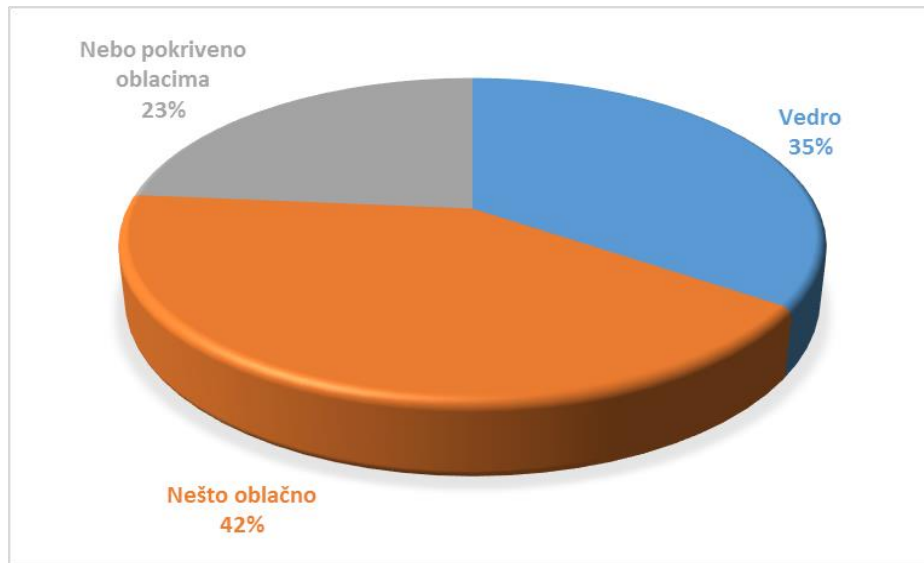
Izvor: [58], [61]

Također nacionalni zračni prijevoznik zabilježio je veći broj udara ptice u zimskom i ljetnom razdoblju godine. Oštećenja određenih mjesta zrakoplova su također u potpunosti eliminirana što direktno utječe na financijsku snagu zračnog prijevoznika. Dok je ostao veliki broj mjesta udara na zrakoplovu nepoznat i nedefiniran.

#### 5.4. Analiza aktivnosti ptica u odnosu na vremenske uvjete

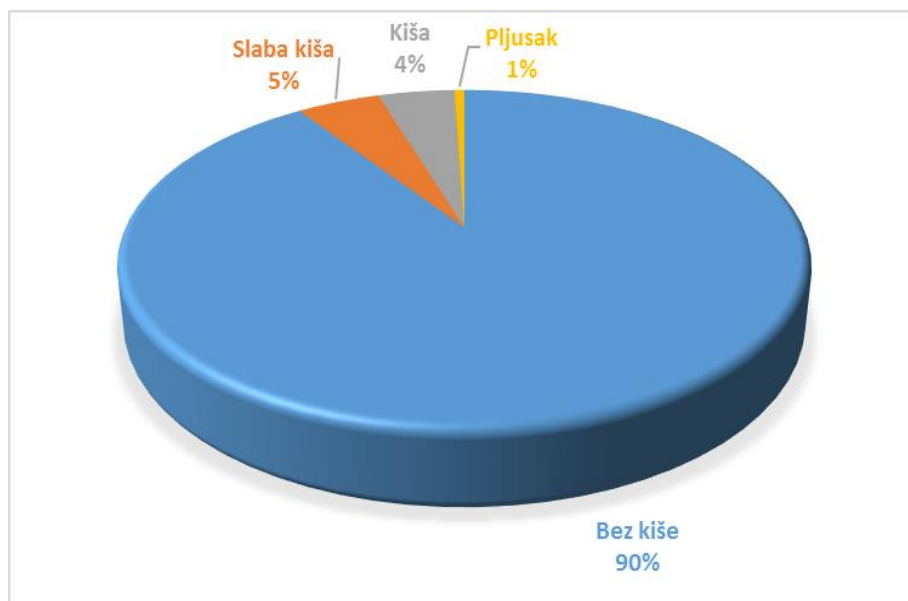
Analizirajući razdoblje između kolovoza 2015. godine i kolovoza 2016. godine, odnosno razdoblje od godine dana, prikazati će se aktivnost ptica prema vremenskim utjecajima oblačnosti i padalina. Naime određene ptice poput sove noću i za vrijeme veće oblačnosti postaju mnogo aktivnije, dok galebovi za vrijeme padalina, kiše, postaju aktivni zbog potrage za hranom. Na grafikonima 26 i 27 prikazan je odnos broja primijećenih aktivnosti i leta ptica prema vremenskim prilikama. Služba za zaštitu od ptica na području MZLZ koristi programski sustav GALIOT Aero WLM pomoću kojeg se može detaljno analizirati i pratiti aktivnost ptica za vrijeme raznih vremenskih uvjeta. Analizom se dolazi do rezultata kako je za vrijeme slabe oblačnosti najveći postotak aktivnosti ptica i to u iznosu od 42%. Razlog tome može se pronaći u tome što zbog oblaka dolazi do zasjenjenja određenih dijelova aerodromske zone što pticama olakšava potragu za hranom. Kada je vedro tada

sunčeve zrake izravno obasjavaju betonske površine te dolazi do odsjaja i moguće slabije vidljivosti ptica.



**Grafikon 26.** Prikaz aktivnosti ptica prema vremenskim uvjetima 2016. - 2017. godina

Izvor: [64]



**Grafikon 27.** Prikaz aktivnosti ptica za vrijeme padalina 2016. - 2017. godina

Izvor: [64]

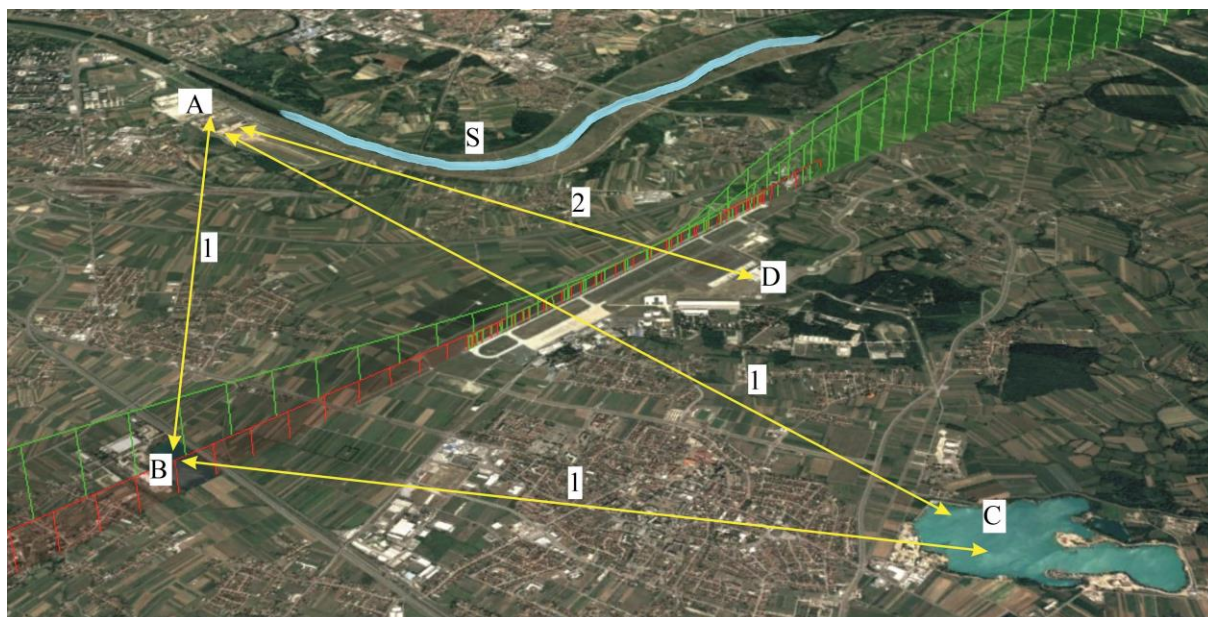
## 5.5. Kritična područja i migracijski putovi ptica u zoni MZLZ

Republika Hrvatska sa svojim geografskim položajem u Jugoistočnom dijelu Europe te Mediterana predstavlja područje jesenskih i proljetnih migracijskih putova ptica. Kako u svijetu, tako i u Republici Hrvatskoj, većina zračnih luka okružena je raznim travnatim površinama, jezerima, rijekama te zaštitnim rezervatima. Takva područja predstavljaju staništa raznih ptica i životinja. Ovakvi preleti su vrlo opasni u fazama leta zrakoplova poput prilaza, slijetanja i polijetanja te su zabilježeni najveći broj udara upravo u tim fazama. Razlog tome je prelet ptica između područja na nižim visinama leta. MZLZ je vrlo specifična zračna luka koja je okružena područjima poput zaštitnih rezervata, odlagališta smeća, poljoprivrednih usjeva i voćnjaka, te jezerima i rijekom. Migracijski putovi i svakodnevni preleti ptica prema i od navedenih područja upravo prolaze preko aerodromske zone i USS-e. Iako je prema ICAO dokumentu 9137 propisano kako se odlagalište smeća ne bi smjelo nalaziti unutar 13 km od zračne luke [5], upravo je odlagalište smeća Jakuševac opasno područje zbog velike koncentracije ptica udaljeno svega 3,5 km zračne linije od centra USS-e.

Prilikom izgradnje ZLZ nije se razmatrao okolni prostor te područja, te nisu uvedena veća ograničenja u smislu poljoprivrednih djelatnosti. Danas sa razvojem zračne luke, povećanjem aerodromske zone te izgradnjom novog putničkog terminala, takva su poljoprivredna područja i voćnjaci na svega par stotina metara od aerodromske zone, dok se neka poljoprivredna područja nalaze upravo ispod prilazne putanje zrakoplova prema USS, pragu 05. Uz problem postojanja odlagališta smeća u neposrednoj blizini, MZLZ također graniči i sa tri lovišta u kojima su stanište pronašla razna divljač i sisavci. U neposrednoj blizini nalazi se i rijeka Sava koja predstavlja izvor hrane i vode pticama, te kao mjesto za odmor. Sljedeće opasno područje su jezero Lomnica koje je udaljeno svega 2,3 km u smjeru prilaza zrakoplova prema USS-i pragu 05, te jezero Čiče, šljunčara, koje predstavlja svakodnevno područje odmora i noćenja pticama. [15] U blizini MZLZ na svega 25 km, nalazi se i ornitološki zaštićeni rezervat Crna mlaka na području Pokupskog. Područje je zaštićeno zbog važnosti migracija ptica te zimovanja. Tijekom zimskog razdoblja u tom području zabilježeno je nekoliko tisuća primjeraka ptica močvarica. [68]

U blizini MZLZ nalaze se jezera i rijeke: jezero Čiče, jezero Lomnica, rijeka Sava te ribnjaci Crne mlake. Odlagališta smeća u blizini MZLZ su Jakuševac i Mraclin, lovišta u blizini MZLZ su: I/136 Velika Gorica, I/137 Donja Lomnica te I/138 Črnkovec. [15]

Na slici 32 prikazana su sva kritična područja visoke koncentracije ptica u blizini MZLZ, te rijeka Sava. Linije putova ptica između kritičnih područja i novog putničkog terminala (NPT), te linije zrakoplova u fazi polijetanja i slijetanja.



**Slika 32.** Prikaz kritičnih područja i linija leta ptica preko aerodromske zone MZLZ

**Izvor:** Zračna luka Zagreb d.o.o.

Opis simbola sa slike 32.:

- A – odlagalište smeća Jakuševac
- B – jezero Lomnica
- C – jezero Čiče
- D – novi putnički terminal (NPT)
- S – rijeka Sava
- 1 – linije leta ptice galeb
- 2 – linija leta ptice vrana
- zelene linije – zrakoplovi u polijetanju
- crvene linije – zrakoplovi u slijetanju

Služba za zaštitu od ptica svakodnevno svjedoči preletima ptica preko aerodromske zone. Kroz evidenciju ustanovljene su najčešće linije kretanja ptica između područja u blizini zračne luke. Tako su u jutarnjim satima zabilježene velika aktivnost leta ptica iz smjera jezera Čiče prema odlagalištu smeća Jakuševac. Razlog tome je to što ptice u popodnevnim satima napuštaju Jakuševac te kreću prema jezeru Čiče gdje imaju staništa i noće. Određen broj ptica kreće se u smjeru prema jezeru Lomnica gdje noći ili nakon odmora nastavlja let prema jezeru Čiče. Kretanjem prema jezeru Lomnica linijama broj jedan ptice izravno sijeku prilaznu putanju zrakoplova u fazi slijetanja prema pragu 05. Kao posljedica te aktivnosti ptica i linije leta u 2015. godini zabilježeno je u fazi slijetanja 36% udara ptice dok u fazi prilaza 18%. Najveći postotak udara ptice je zabilježen u ljetnom razdoblju godine, mjesecima od srpanj do rujan, kada je zabilježeno preko 64% od ukupnog broja udara ptice tijekom godine. U tom razdoblju zbog visoke temperature ptice ranije u hladnijim jutarnjim satima kreću prema jezeru Lomnica te nastavljaju let prema odlagalištu otpada Jakuševac. Kroz analiziranje i praćenje aktivnosti ptica utvrđeno je kako na linijama leta jedan najveći broj jedinki ptice čini upravo galeb. U popodnevnim satima zabilježena je aktivnost ptica u smjeru od odlagališta smeća Jakuševac prema jezeru Čiče, te prema jezeru Lomnica. Ovakav tijek leta ptica prema navedenim linijama događa se na svakodnevnoj bazi. U slučaju polijetanja zrakoplova u smjeru praga 23, također linije leta jedan ptica sijeku se sa putanjom linije polijetanja zrakoplova.

Linija leta dva također predstavlja kritičnu liniju za istu situaciju polijetanja zrakoplova, tako je u 2015. godini evidentirano 46% udara ptice u fazi polijetanja od ukupnog broja udara. Prilikom evidencije aktivnosti i praćenja ptica ustanovljeno je kako su vrane također opasna vrsta ptice. Zabilježena je najveća koncentracija jedinki ptice vrana na liniji dva u smjeru kretanja od odlagališta smeća Jakuševac i travnate površine na kojoj se danas nalazi NPT. Također nedaleko od NPT nalazi se i akumulacijski bazen za skupljanje otpadnih voda i odvodnju. Akumulacijski bazen se nalazi u blizini linije dva leta ptica. Izgradnjom akumulacijskog bazena nedaleko od NPT dodatno se dalo razloga letu ptica upravo prema tome području u potrazi za hranom i vodom. Kroz razgovor sa Službom za zaštitu od ptica na MZLZ rečeno je kako bez obzira na izgradnju NPT-a nije došlo do smanjenja broja aktivnosti leta ptica po liniji dva. S obzirom na prikaz svih kritičnih područja i linija leta, sukladno tome potrebno je prilagoditi mjere rastjerivanja ptice što će se detaljnije objasniti i prikazati u slijedećem poglavlju.



S obzirom na porast zračnog prometa na MZLZ koji je prikazan tablicom 9, može se u budućnosti očekivati sve veći broj operacija zrakoplova.

**Tablica 9.** Broj operacija zrakoplova na MZLZ

Godina /Year	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.
Ops (ARR + DEP)	40.884	43.258	44.542	40.684	39.812	42.360	39.054	38.894	38.348	39.854	40.796
Trend YoY	0%	5,81%	2,97%	-8,66%	-2,14%	6,40%	-7,80%	-0,41%	-1,40%	3,93%	2,36%

Izvor: [63]

Veći broj operacija zrakoplova predstavlja učestaliji broj polijetanja i slijetanja zrakoplova u određenim vremenskim razdobljima. Linije leta ptica te linije putanje zrakoplova će se sve više sjeći te će rizik udara ptice u zrakoplov biti na višoj razini. Prateći statistiku i analizirajući podatke potrebno je redovito uz organizaciju Službe za zaštitu od ptica te ATC-a provoditi učinkovite mjere rastjerivanja ptica održavajući što veću razinu sigurnosti uz prihvatljivu razinu rizika od udara ptica.

## **6. POBOLJŠANJE MJERA ZA SMANJENJE RIZIKA UDARA PTICE U ZRAKOPLOV NA MEĐUNARODNOJ ZRAČNOJ LUCI ZAGREB**

Međunarodna zračna luka Zagreb kao što je u prethodnim poglavljima navedeno, specifična je zračna luka na području Republike Hrvatske. MZLZ je svojim geografskim položajem smještena na području vrlo učestale pojave magle, okružena lovištima, te rijekom Savom, zaštićeni područjima i raznim jezerima. Zanimljivost je također i odlagalište smeća Jakuševac koje se prema ICAO dokumentu 9137 ne nalazi u zoni izvan 13 km od zračne luke, već u njenoj neposrednoj blizini. [5] Također jezero Čiče, stanište mnogobrojnih vrsta ptica gdje ptice noće nalazi se u neposrednoj blizini zračne luke. Jezero Čiče i odlagalište smeća Mičevac predstavljaju najopasnija područja u blizini zračne luke zbog svakodnevnih jutarnji i kasno popodnevni preleta ptica upravo preko aerodromske zone i USS-e.

Kako bi se preleti ptica u što većem postotku eliminirali te se rizik udara ptice u zrakoplov održavao na minimalnoj ili prihvatljivoj razini vjerojatnosti udara na MZLZ se koriste primjerene mjere i oprema od strane Službe za zaštitu od ptica. Oprema je prikazana te objašnjena u prethodnim poglavljima. Danas na MZLZ u Službi za zaštitu od ptica aktivno radi petero zaposlenika koji se koriste jednim službenim vozilom za potrebe kretanja unutar aerodromske zone te ophodnji USS-e. Za kvalitetniju obavljanja posla ophodnje i zaštite, obzirom na navedene specifičnosti lokacije MZLZ, potrebno je proširiti tim Službe za zaštitu od ptica zapošljavanjem dodatnih dvoje adekvatno školovanih i certificiranih djelatnika te osiguravanjem dodanog vozila za poslove Službe. Korištenjem paralelno dva vozila omogućava se ophodnja USS-e u cilju potrage za pticom ukoliko je došlo do udara ptice u zrakoplov te pregled zrakoplova nakon slijetanja i popunjavanje Izvještaja o udaru ptice u zrakoplov. Drugim vozilom zaposlenici Službe mogu vršiti podešavanje i korištenje opreme za rastjerivanje ptica.

Oprema MZLZ sadržavala je i rakete koje se ispaljuju pomoću raketnog pištolja, što je prema iskustvu zaposlenika Službe za zaštitu od ptica bila vrlo učinkovita mjera u rastjerivanju galeba. Galebi danas na MZLZ predstavljaju ptice sa najvećom koncentracijom pojavljivanja i preleta te su izrazito opasni zbog svoje mase te visine leta. Specifičnost ove opreme je to što rakete nakon ispaljivanja pod kutom od 45° postižu visinu od otprilike 450 metara te nakon aktivacije proizvode zvuk jačine 180 dB. Navedena oprema sa okvirnom

cijenom od 15€ po raketi, se prestala koristiti sa preuzimanjem koncesionara nad upravljanjem zračne luke.

Naime cijena rakete i učinkovitost iste naspram cijene i posljedice udara ptice u zrakoplov je gotovo neusporedivo. Sljedeća metoda koja se koristila prije nego što je koncesionar preuzeo upravljanje zračnom lukom je bila korištenje psa i ptice grabljivice. Danas se navedene metode na MZLZ ne koriste. Metoda rastjerivanja ptica pomoću psa se ukinula zbog starosti psa. Pas je oslabio te povučen iz službe, o nabavci novog psa se nije razmatralo. Problem kod korištenja psa je bio to što pas aktivno može djelovati određeno vremensko razdoblje do 30 minuta, te je nakon određenog vremenskog perioda potreban odmor, dok je broj operacija zrakoplov mnogo učestaliji. Također prijevoz psa se obavlja vozilom Službe, što bi značilo da dok se psa dovede na područje djelovanja, gubi se dragocjeno vrijeme na čekanja dok pas aktivno izvrši svoju misiju rastjerivanja ptica. Za to vrijeme ostali djelatnici službe ne mogu vršiti ophodnju ostalih područja aerodromske zone te podešavanje ostale opreme za rastjerivanje ptica. Problem kod korištenja ptice grabljivice zaposlenici Službe su naveli širok krug djelovanja grabljivice za veličinu područja aerodromske zone, također ptica grabljivica učinkovito djeluje samo uz prisutnost sokolara. Širok krug djelovanja objašnjen je kroz sljedeću situaciju. Kada je ptica grabljivica korištena za rastjerivanje jata ptica na prilaznoj ravnini u smjeru praga USS-e 05, ptica grabljivica je rastjerivanjem jata izlazila izvan aerodromske i prilazne zone čime se trošilo vrijeme na povratak ptice prema sokolaru te napuštanje zone djelovanja kako bi se operacije zrakoplova mogle aktivno odvijati. Služba za zaštitu od ptica raspolaže laserskom opremom za rastjerivanje ptica u noćnim uvjetima, te uvjetima slabije vidljivosti iako se ova metoda ne primjenjuje. Uslijed nekoliko vrlo opasnih događaja od strane nepoznatih osoba ili objekata u godinama prije 2013. godine došlo je do zabrane korištenja lasera unutar određene zone oko zračne luke. Naime zabilježeno i prijavljeno je nekoliko slučajeva kada je pilotsko osoblje u fazi prilaza i slijetanja od nepoznatih subjekata bilo osvjetljeno laserom prilikom izvođenja završnih manevara. Nakon prijave događaja prema ATC-u, aerodromskoj policiji te nadležnim službama, Pravilnikom o aerodromima NN, članak 88., donesena je odluka o zabrani korištenja laserskih svjetla u području od dijametra 18.500 metara oko zračne luke. Naime, uređaj koji je danas spremljen i ne koristi se plaćen je u iznosu od 3.000 do 5.000 USD prema navodima Službe, te je njegovo korištenje zabranjeno. Ovim slučajem bi nadležno tijelo HACZ, te zračna luka i pravni sustav trebali u zajedničkoj suradnji i komunikaciji donijeti vrlo precizne odluke o pravu korištenja laserske svjetlosti od strane

certificiranog osoblja te prilikom određenih vremenskih uvjeta. Potpuna zabrana je vrlo besmislena i kao takva neprihvatljiva.

Sljedeća metoda koja se koristi na MZLZ su plinski topovi, prikazani slikom 31. MZLZ raspolaže sa četiri topa postavljena uz lijevu stranu gledajući prag 05 USS-e. Prvi top je postavljen na 300 metara od praga, razlog je kako bi se povećao učinak topa u prilaznoj ravnini gdje prema statistikama se događa i najviše udara ptice. Sljedeći top je postavljen na 1.000 metara, te svaki sljedeći na razmaku od 500 m. Na upit zašto nakon 2.000 metara nisu postavljeni topovi, objašnjeno je kako se u blizini praga 23 nalaze naselja i stambeni objekti. Udar topa proizvodi ton visokog zvuka te bi prilikom rada negativno utjecalo na stanovnike okolnih naselja. Na upit zašto se plinski topovi ne koriste na desnoj strani USS-e gledajući iz mjera prema pragu 05, objašnjeno je kako zbog blizine putničke zgrade i ostalih objekata topovi nisu pronašli mjesto na tom području. Danas putnička zgrada ZLZ više nije u upotrebi, te se sve operacije putnika odvijaju na NPT<sup>6</sup> MZLZ. Također današnji topovi koji se koriste na MZLZ su dotrajali te starije tehnologije. Sa razvojem tehnologije na tržištu i zračnim lukama postoje topovi sa mogućnosti zakretanja odnosno rotacije topa, te podešavanje jačine i vrste zvuka koji top proizvodi. Ukoliko bi postojao plinski top sa rotirajućom mogućnosti topa, tada bi se prilikom preleta ptica iz raznih smjerova moglo kontrolirati rad topa. Danas su topovi okrenuti prema smjeru jezera Čiče što znači da ukoliko u popodnevnim satima ptice kreću na let sa područja Jakuševca tada ptice dolaze iz smjera poleđine topa. Top proizvodi zvuk u potpuno krivom smjeru što izravno utječe na daljnji smjer kretanja ptica. Ukoliko bi se koristili plinski topovi sa rotirajućim topom tada bi se proizvodnja zvuka mogla korigirati prema smjeru leta ptica.

---

<sup>6</sup> NPT – novi putnički terminal.



**Slika 33.** Prikaz položaja plinskih topova i zvučnih sirena na MZLZ

**Izvor:** Zračna luka Zagreb d.o.o.



**Slika 34.** Prikaz zvučnih sirena na MZLZ

**Izvor:** Zračna luka Zagreb d.o.o.

Također jedna od postojećih metoda je i korištenje zvučnih sirena. Takav uređaj je postavljen kod bazena za skupljanje oborinskih i tehničkih voda nedaleko od NPT-a. Navedeni uređaj radi samo u slučaju oborina kada se bazen puni vodom kako bi rastjerao ptice. Važno je za napomenuti kako zvučne sirene proizvode samo jednu vrstu tona, što će nakon određenog vremenskog perioda kod ptica izazvati navikavanje te će sustav kao takav postati neučinkovit. Također jedan od prijedloga je korištenje zaštitne žice koja bi se nalazila preko površine bazena kako ptice ne bi imale pristup vodi. Ova mjera je djelomično učinkovita iz razloga što ukoliko ptica padne kroz zaštitnu mrežu u bazen, potrebno je istu tu mrežu ukloniti te nakon obavljenog posla vratiti u prvobitno stanje. Ova procedura oduzima dragocjeno vrijeme koje se može iskoristiti u rastjerivanju ptica unutar aerodromske zone. Trenutna lokacija plinskih topova i zvučnih sirena prikazano je slikom 33, a zvučna sirene su prikazane slikom 34. Kako bi učinkovitost rastjerivanja ptica na najvišoj mogućoj razini potrebno je koristiti više metoda i opreme istovremeno u različitim razdobljima i režimima.

## 7. ZAKLJUČAK

Gledajući zračni promet kao cjenovno najskuplju granu prometa, podrazumijeva i najvišu razinu sigurnosti. Kako bi sve operacije i let zrakoplova bio na najvišoj mogućoj razini sigurnosti u svim fazama leta potrebno je detaljno analizirati sve opasnosti i rizike sa kojima se zrakoplov susreće. Tako je kroz ovaj diplomskim rad detaljno analizirana Međunarodna zračna luka Zagreb te Croatia Airlines kao nacionalni zračni prijevoznik u Republici Hrvatskoj sa bazom u navedenoj zračnoj luci.

Nastavno na detaljnu analizu ovog rada, evidentno je da MZLZ prema ICAO pravilnicima ne zadovoljava preporučene standarde i prakse prvenstveno zbog blizine odlagališta smeća Jakuševac koje predstavlja opasno i kritično područje zbog visoke koncentracije pojave ptica. U ovom slučaju nadležne državne agencije bi trebale u skladu sa gradom Zagrebom, predstavništvom zračne luke, te nadležnim ministarstvima donijeti strateški plan daljnje funkcije odlagališta smeća Jakuševac. Jedan od prijedloga je zatvaranje rada te područja odlaganja smeća, te analiziranje adekvatnog novog područja preseljenje odlagališta na sigurno području dovoljne udaljenosti od zračne luke. Ovaj prijedlog je vrlo teško i gotovo nemoguće primijeniti u vrlo kratkom razdoblju. Stoga drugi prijedlog je korištenje adekvatnih metoda i opreme za rastjerivanje ptica na odlagalištu smeća, kako bi se njihovo zadržavanje eliminiralo u što većoj mjeri.

Praćenjem nacionalne dokumentacije, lako je zaključiti kako je vrlo loše definiran Pravilnik o aerodromima i primjeni laserske svjetlosti na zračnim lukama. Pravilnikom je zabranjeno korištenje laserske svjetlosti na području zračne luke. Navedena metoda je vrlo učinkovita u područjima slabe vidljivosti i magle. Upravo MZLZ se nalazi na takvom geografskom području te Služba za zaštitu od ptica raspolaže laserskom opremom za koju ima izričitu zabranu korištenja. U navedenom slučaju može se vidjeti kako nacionalno zakonodavstvo, HACZ, te uprava zračne luke ne sudjeluje aktivno u rješavanju problema te zajedničkom donošenju kvalitetnih odluka. Potrebno je donijeti korekcije pravilnika, zakona te aktivno sudjelovanje svih navedenih organizacija i službi u donošenju novih. Vežano za postojeću opremu i mjere rastjerivanja ptica unutar aerodromske zone potrebno je donijeti strateške planove izmjene lokacije smještaja opreme te sukladno razgovoru sa Službom za zaštitu od ptica pratiti njihove smjernice i prijedloge o nabavci nove učinkovite opreme. Iako je u zračnom prometu kao i svakoj grani prometa ostvarenje profita cilj, potrebno je uzeti u

obzir sve rizike i opasnosti koje predstavljaju prepreke na putu do navedenog cilja. Samo uz kvalitetno analiziranje i poznavanje opasnosti i rizika moguće je uz korištenje učinkovite opreme, strateških planova i kvalitetnom organizacijom za zaštitu od ptica postići da se rizici i opasnosti kontinuirano održavaju na najmanjoj mogućoj razini odnosno prihvatljivoj razini.



## LITERATURA

- [1] Safety Management Manual (SMM), DOC 9859., International Civil Aviation Organisation, Montreal, Kanada, 2013.
- [2] Pravilnik o uvjetima i načinu izdavanja svjedodžbe o sposobnosti; Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, Narodne novine 81/08, Zagreb, 2008.
- [3] Pravilnik o izvješćivanju i istraživanju ugrožavanja sigurnosti, nesreća i ozbiljnih nezgoda zrakoplova, Ministarstvo mora, turizma, prometa i razvitka, Narodne novine 139/05, Zagreb, 2005.
- [4] The Convention on International Civil Aviation, Chicago, 7. 12. 1944.
- [5] Airport Service Manual, (DOC 9137), International Civil Aviation Organisation, 2002.
- [6] Manual on the ICAO bird strike information system (IBIS) - Doc 9332-AN/909 treće izdanje, 1989.
- [7] [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015\\_12\\_141\\_2632.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015_12_141_2632.html) (srpanj, 2017.)
- [8] <https://www.zakon.hr/> (srpanj, 2017.)
- [9] <http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/dodatni/431584.pdf> (srpanj, 2017.)
- [10] [http://www.skybrary.aero/index.php/Bird\\_Strike](http://www.skybrary.aero/index.php/Bird_Strike) (srpanj, 2017.)
- [11] <http://expertaviator.com/2012/05/07/how-to-report-a-bird-strike/> (srpanj, 2017.)
- [12] <http://www.skybrary.aero/bookshelf/books/2109.pdf> (srpanj, 2017.)
- [13] <http://www.hls.com.hr/pravni-propisi/> (srpanj, 2017.)
- [14] [https://www.icao.int/safety/IBIS/2008%20%202015%20Wildlife%20Strike%20Analyses%20\(IBIS\)%20-%20CH.pdf](https://www.icao.int/safety/IBIS/2008%20%202015%20Wildlife%20Strike%20Analyses%20(IBIS)%20-%20CH.pdf) (srpanj, 2017.)
- [15] Tomić, B.: Zaštita zračnog prometa u Republici Hrvatskoj od utjecaja ptica i sisavaca, Fakultet prometnih znanosti, specijalistički magistarski rad, Zagreb, 2011.
- [16] [http://www.skybrary.aero/index.php/Bird\\_Population\\_Trends\\_and\\_Impact\\_on\\_Aviation\\_Safety](http://www.skybrary.aero/index.php/Bird_Population_Trends_and_Impact_on_Aviation_Safety) (srpanj, 2017.)
- [17] [http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/2011\\_q3/4/](http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/2011_q3/4/) (srpanj, 2017.)
- [18] <https://www.scienceabc.com/wp-content/uploads/2015/11/bird-strike.webp>(srpanj, 2017.)
- [19] [http://english4aviation.pbworks.com/f/1279060408/ram\\_b734\\_cnrmf\\_amsterdam\\_100606\\_3.jpg](http://english4aviation.pbworks.com/f/1279060408/ram_b734_cnrmf_amsterdam_100606_3.jpg) (srpanj, 2017.)
- [20] <http://www.snopes.com/photos/airplane/graphics/planeash02.jpg> (srpanj, 2017.)

- [21] [http://i.dailymail.co.uk/i/pix/2016/11/23/13/3AAF5C0E00000578-3964398-image-m51\\_1479906124812.jpg](http://i.dailymail.co.uk/i/pix/2016/11/23/13/3AAF5C0E00000578-3964398-image-m51_1479906124812.jpg) (srpanj, 2017.)
- [22] <https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/Final%20report%20Bird%20Strike%20Study.pdf> (srpanj, 2017.)
- [23] [http://www.int-birdstrike.org/Warsaw\\_Papers/IBSC26%20WPAE2.pdf](http://www.int-birdstrike.org/Warsaw_Papers/IBSC26%20WPAE2.pdf) (srpanj, 2017.)
- [24] <http://www.skybrary.aero/bookshelf/books/3843.pdf> (srpanj, 2017.)
- [25] [http://nordicbirdstrike.com/CPH\\_BS\\_Risk\\_Assess.pdf](http://nordicbirdstrike.com/CPH_BS_Risk_Assess.pdf) (srpanj, 2017.)
- [26] ICAO Annex 14; Aerodromes; Seventh Edition; 2016.
- [27] <https://www.fp7-restarts.eu/index.php/home/root/state-of-the-art/objectives/2012-02-15-11-58-37/71-book-video/parti-principles-of-flight/126-4-phases-of-a-flight.html> (kolovoz, 2017.)
- [28] Wildlife Hazard Management Handbook, ACI, Second Edition, Montreal, 2013.
- [29] Wildlife Hazard Management at Aerodromes, Civil Aviation Authority, CAP 772, 2014.
- [30] <https://www.airport-suppliers.com/wp-content/uploads/2013/03/Trilo-1.jpg> (kolovoz, 2017.)
- [31] <https://publicapps.caa.co.uk/docs/33/CAP%20772Issue1.pdf> (kolovoz, 2017.)
- [32] <http://www.ilmuterbang.com/images/stories/teknologi/birdcontrol2.JPG> (kolovoz, 2017.)
- [33] <http://media.sarpoosh.com/images/9512/95-12-c05-178.jpg> (kolovoz, 2017.)
- [34] <http://www.amusingplanet.com/2011/11/ivanhoe-reservoir-covered-with-400000.html> (kolovoz, 2017.)
- [35] <https://i.ytimg.com/vi/hMvD2-ig8Yk/maxresdefault.jpg> (kolovoz, 2017.)
- [36] [https://www.purivoxbirdstrike.com/uploads/galleries/purivox\\_tarc\\_system\\_en/Purivox\\_TA-RC\\_System\\_-\\_Liege\\_Airport\\_-1.JPG](https://www.purivoxbirdstrike.com/uploads/galleries/purivox_tarc_system_en/Purivox_TA-RC_System_-_Liege_Airport_-1.JPG) (kolovoz, 2017.)
- [37] [http://www.gettyimages.com/detail/news-photo/kendra-cross-is-a-wildlife-biologist-with-the-u-s-news-photo/161121975?esource=SEO\\_GIS\\_CDN\\_Redirect#kendra-cross-is-a-wildlife-biologist-with-the-us-department-of-she-picture-id161121975](http://www.gettyimages.com/detail/news-photo/kendra-cross-is-a-wildlife-biologist-with-the-u-s-news-photo/161121975?esource=SEO_GIS_CDN_Redirect#kendra-cross-is-a-wildlife-biologist-with-the-us-department-of-she-picture-id161121975) (kolovoz, 2017.)
- [38] <https://birdcontrolgroup.com/aerolaser-handheld-frankfurt-airport/> (kolovoz, 2017.)
- [39] [http://www.hydropure.co.il/568-tm\\_thickbox\\_default/-aerolaser-handheld-by-repels.jpg](http://www.hydropure.co.il/568-tm_thickbox_default/-aerolaser-handheld-by-repels.jpg) (kolovoz, 2017.)
- [40] <http://saiaviotechnics.com/images/temp/aero/2.jpg> (kolovoz, 2017.)

- [41] [http://www.birdfighter.com/media/catalog/product/cache/1/image/650x/040ec09b1e35df139433887a97daa66f/s/c/scare\\_eye\\_bird\\_deterrent.jpg](http://www.birdfighter.com/media/catalog/product/cache/1/image/650x/040ec09b1e35df139433887a97daa66f/s/c/scare_eye_bird_deterrent.jpg) (kolovoz, 2017.)
- [42] [http://www.int-birdstrike.org/Amsterdam\\_Papers/IBSC25%20WPAS5.pdf](http://www.int-birdstrike.org/Amsterdam_Papers/IBSC25%20WPAS5.pdf) (kolovoz, 2017.)
- [43] <http://www.airportk9.org/> (kolovoz, 2017.)
- [44] <http://www.dailymail.co.uk/news/article-3773587/Piper-hardworking-border-collie-takes-break-job-airport-runway-security-jump-skydive.html> (kolovoz, 2017.)
- [45] <https://flightsafety.org/asw-article/birds-at-work/> (kolovoz, 2017.)
- [46] [https://www.wired.com/2011/11/st\\_birdbouncers/](https://www.wired.com/2011/11/st_birdbouncers/) (kolovoz, 2017.)
- [47] <https://novelt.com/en/our-stories/clear-flight-solutions-the-world-is-your-oyster> (kolovoz, 2017.)
- [48] <https://www.youtube.com/watch?v=w6VLzKACnS8> (kolovoz, 2017.)
- [49] <https://www.wired.com/2014/08/realistic-robo-hawks-designed-to-fly-around-and-terrorize-real-birds/> (kolovoz, 2017.)
- [50] [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015\\_05\\_49\\_974.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015_05_49_974.html) (kolovoz, 2017.)
- [51] <https://3dprint.com/wp-content/uploads/2016/04/robird.png> (kolovoz, 2017.)
- [52] <https://clearflightsolutions.com/news/item/release-090517> (kolovoz, 2017.)
- [53] <https://www.youtube.com/watch?v=XzrYYsYI5qA> (kolovoz, 2017.)
- [54] [http://www.int-birdstrike.org/Brasil\\_Papers/IBSC28%20WP14.pdf](http://www.int-birdstrike.org/Brasil_Papers/IBSC28%20WP14.pdf) (kolovoz, 2017.)
- [55] <https://www.skybrary.aero/index.php/BIRDTAM> (kolovoz, 2017.)
- [56] <https://www.slideshare.net/Space-Applications/flysage-a-tool-to-increase-flight-safety-of-belgian-air-force-operations> (kolovoz, 2017.)
- [57] Materijali procesa procjene i rizika opasnosti od ptica na aerodromu Zračna luka Zagreb, 2013.
- [58] Croatia Airlines d.o.o.: Statistički podaci udara ptice u zrakoplov, Međunarodna zračna luka Zagreb, Buzin, 2017.
- [59] <https://vogelverschrikker.nl/en/product/guardian-2-single-rotary/> (kolovoz, 2017.)
- [60] Roguljić, S.: Izvješće o kolizijama zrakoplova sa pticama i drugim životinjama u Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb tijekom 2015. godine, MZLZ – Upravitelj zračne luke Zagreb d.o.o, 2016.
- [61] Roguljić, S.: Izvješće o kolizijama zrakoplova sa pticama i drugim životinjama u Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb tijekom 2016. godine, MZLZ – Upravitelj zračne luke Zagreb d.o.o, 2017.
- [62] <http://www.croatiaairlines.com/hr/Planiranje-i-rezervacije/flota> (kolovoz, 2017.)

- [63] <http://zlj-zagreb-airport.hr/hr> (kolovoz, 2017.)
- [64] Međunarodna zračna luka Zagreb d.o.o.: Služba za zaštitu od ptica, programski sustav GALIOT Aero WLM, 2017.
- [65] [http://aviationweek.com/sitefiles/aviationweek.com/files/uploads/2014/12/PED\\_phase\\_flight.jpg](http://aviationweek.com/sitefiles/aviationweek.com/files/uploads/2014/12/PED_phase_flight.jpg) (kolovoz, 2017.)
- [66] <https://www.icao.int/MID/Documents/2014/Wildlife%20and%20FOD%20Workshop/Risk%20Reduction%20program%20-%20GACA.pdf> (srpanj, 2017.)
- [67] <http://www.skybrary.aero/bookshelf/books/644.pdf> (srpanj, 2017.)
- [68] <http://www.crocontrol.hr/UserDocsImages/AIS%20produkti/eAIP/2017-06-22-AIRAC/html/eAIP/LD-ENR-5.6-en-HR.html> (kolovoz, 2017.)

## **POPIS KRATICA**

ATC (Air Traffic Control) – kontrola zračnog prometa

CA – Croatia Airlines

CFS – Clear Flight Solutions

EASA (European Aviation Safety System) – Europska agencija za zrakoplovnu sigurnost

HACZ – Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo

IBIS (ICAO Bird Strike Information System) – Sustav informiranja pri sudaru ptice u zrakoplov

ICAO (International Civil Aviation Organization) - Organizacija međunarodnog civilnog zrakoplovstva

LGP (Long Grass Policy) – Politika dužine trave

MZLZ – Međunarodna zračna luka Zagreb

NPT – Novi putnički terminal

SMS (Safety Management System) – Sustav upravljanja sigurnošću

ZLZ – Zračna luka Zagreb

ZZP – Zakon o zračnom prometu

## POPIS SLIKA

Slika 1. ICAO Doc. 9137 – AN/898 .....	6
Slika 2. ICAO Annex 14: Aerodromi.....	7
Slika 3. Izvještaj o udaru ptica u zrakoplov .....	8
Slika 4. Prilog izvještaja o udaru ptica u zrakoplov .....	8
Slika 5. Faze razvoja sustava upravljanja sigurnošću u zrakoplovstvu.....	13
Slika 6. Prikaz faza leta zrakoplova .....	14
Slika 7. Prikaz organizacija koje su povezane sa događajem udara ptice u zrakoplov .....	15
Slika 8. Pet karakteristika sigurnosnog izvještavanja .....	17
<b>Slika 9.</b> Postotak udara ptice prema visini leta .....	24
Slika 10. Dijagram toka udara ptice .....	26
Slika 11. Učestalost mjesta udara ptice u zrakoplov .....	27
Slika 12. Oštećenje vjetrobranskog stakla zrakoplova.....	28
Slika 13. Oštećenje kućišta i lopatica turbo-fan motora.....	29
Slika 14. Oštećenje lopatica kompresora motora .....	29
Slika 15. Udar ptice u krilo zrakoplova.....	30
Slika 16. Podaci potrebni za izradu procjene rizika udara ptice .....	32
Slika 17. Stroj za održavanje travnatih površina.....	41
Slika 18. Prikaz žičane mreže.....	43
Slika 19. Prikaz plutajućih lopti .....	43
Slika 20. Prikaz bodljikave žice .....	44
Slika 21. Vozilo opremljeno zvučnim sirenama .....	45
Slika 22. Prikaz plinskih topova.....	46
Slika 23. Prikaz pirotehničkih sredstva i vatrenog oružja .....	47
Slika 24. Prikaz lasera .....	48
Slika 25. Prikaz rada laserskog fiksnog uređaja.....	49
Slika 26. Primjer strašila ptica.....	50
Slika 27. Vrsta psa Border Collie.....	51
Slika 28. Prikaz ptice grabljivice.....	52

Slika 29. Prikaz bespilotne letjelice – Robird .....	55
Slika 30. Prikaz BIRDTAM-a.....	58
Slika 31. Prikaz plinskog topa Guardian 2.....	67
Slika 32. Prikaz kritičnih područja i linija leta ptica preko aerodromske zone MZLZ.....	86
Slika 33. Prikaz položaja plinskih topova i zvučnih sirena na MZLZ .....	92
Slika 34. Prikaz zvučnih sirena na MZLZ.....	92

## POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Odnos države događaja i prijave događaja udara ptice.....	20
Grafikon 2. Analiza udara ptice prema dobi dana za razdoblje 2008. do 2015. godine .....	20
Grafikon 3. Usporedba promatranih razdoblja dana za razdoblje 2001. – 2007. i 2008. – 2015. godina .....	21
Grafikon 4. Broj udara ptica prema mjesecima za razdoblje 2008. - 2015.....	21
Grafikon 5. Broj izvješća o sudaru s pticama - po mjesecima u RH.....	22
Grafikon 6. Udar ptice prema fazama leta za razdoblje od 2008. – 2015. godine .....	23
Grafikon 7. Prikaz postotka udara ptica na Zračnoj luci Zagreb prema fazama leta za 2012. godinu.....	64
Grafikon 8. Prikaz udara ptice prema mjesecima u 2012. godini .....	65
Grafikon 9. Prikaz postotka udara ptice u zrakoplov zračnog prijevoznika Croatia Airlines prema mjestu udara za 2012. godinu.....	66
Grafikon 10. Prikaz broja udara ptice prema floti zrakoplova zračnog prijevoznika Croatia Airlines .....	66
Grafikon 11. Usporedba potrošnje municije za 2015. i 2016. godinu .....	68
Grafikon 12. Prikaz postotka udara ptica u zrakoplov prema fazama leta na MZLZ .....	69
Grafikon 13. Prikaz broja udara ptica na MZLZ po mjesecima za 2015. godinu .....	70
Grafikon 14. Broj udara ptice prema vrsti ptice na MZLZ - 2015. godina .....	71
Grafikon 15. Prikaz udara ptice prema mjesecima u 2015. godini - Croatia Airlines .....	73
Grafikon 16. Prikaz broja udara ptice prema floti zrakoplova Croatia-e Airlines godine 2015. ....	74
Grafikon 17. Prikaz odnosa udara ptica na MZLZ i Croatia Airlines.....	75
Grafikon 18. Odnos broja udara ptica MZLZ i Croatia Airlines za 2015. godinu.....	76
Grafikon 19. Prikaz postotka udara ptica u zrakoplov prema fazama leta na MZLZ - 2016. godina .....	77
Grafikon 20. Prikaz broja udara ptica po mjesecima za 2016. godinu.....	78
Grafikon 21. Broj udara ptice prema vrsti ptice na MZLZ - 2016. godina .....	78
Grafikon 22. Prikaz udara ptice prema mjesecima u 2016. godini - Croatia Airlines .....	80
Grafikon 23. Prikaz broja udara ptice prema floti zrakoplova Croatia-e Airlines godine 2016. ....	81



Grafikon 24. Prikaz odnosa udara ptica na MZLZ i Croatia Airlines - 2016. godina.....	82
Grafikon 25. Odnos broja udara ptica prema mjesecima za MZLZ i Croatia Airlines za 2016. godinu.....	83
Grafikon 26. Prikaz aktivnosti ptica prema vremenskim uvjetima 2016. - 2017. godina.....	84
Grafikon 27. Prikaz aktivnosti ptica za vrijeme padalina 2016. - 2017. godina .....	84

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Prikaz prijavljenih udara ptice u zrakoplov.....	31
Tablica 2. Matrica rizika .....	34
Tablica 3. Broj udara ptica na Zračnoj luci Zagreb prema fazama leta za 2012. godinu.....	63
Tablica 4. Prikaz broja udara ptice na Zračnoj luci Zagreb prema području udara na zrakoplovu .....	65
Tablica 5. Prikaz broja udara ptica prema fazi leta zrakoplova Croatia Airlines – 2015. godina .....	72
Tablica 6. Prikaz broja udara ptice prema području udara na zrakoplovu 2015. godine - Croatia Airlines .....	74
Tablica 7. Prikaz broja udara ptica prema fazi leta zrakoplova Croatia Airlines - 2016. godina .....	79
Tablica 8. Prikaz broja udara ptice prema području udara na zrakoplovu 2016. godine - Croatia Airlines .....	81
Tablica 9. Broj operacija zrakoplova na MZLZ.....	88



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih  
znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj \_\_\_\_\_ diplomski rad

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

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

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ diplomskog rada

pod naslovom **Analiza i procjena rizika u slučaju sudara zrakoplova sa pticama**

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

Student/ica:

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

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_