

# Uloga uređaja za snimanje leta u istrazi zrakoplovne nesreće

---

**Franjić, Andrea**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:705476>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-27**



*Repository / Repozitorij:*

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



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**DIPLOMSKI RAD**

**ULOGA UREĐAJA ZA SNIMANJE LETA U ISTRAZI  
ZRAKOPLOVNE NESREĆE**

**THE ROLE OF FLIGHT RECORDERS IN THE AIRCRAFT  
ACCIDENT INVESTIGATION**

Mentor: prof. dr. sc. Andrija Vidović

Student: Andrea Franjić

JMBAG: 0135250510

Zagreb, srpanj 2022.

Zagreb, 15. ožujka 2022.

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

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 6580

Pristupnik: **Andrea Franjić (0135250510)**  
Studij: Promet  
Smjer: Zračni promet

Zadatak: **Uloga uređaja za snimanje leta u istrazi zrakoplovne nesreće**

### 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. Potrebno je predočiti temeljnu regulativu i priručnike koji se koriste pri istraživanju zrakoplovnih nesreća i nezgoda te navesti najvažnije procedure i postupke u procesu istrage. Prikazati razvoj uređaja za snimanje leta kroz povijest, objasniti njihovu ulogu te predočiti tehničko-tehnološke značajke. Na primjeru konkretnih zrakoplovnih nesreća dodatno pojasniti ulogu i značaj uređaja za snimanje leta te ukazati na značaj ovih uređaja pri istragama zrakoplovnih nesreća i nezgoda. Izvesti konkretne zaključke o istraživanoj tematici i interpretirati rezultate istraživanja.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

prof. dr. sc. Andrija Vidović

## SAŽETAK

U diplomskom radu je predložen način provedbe istrage zrakoplovne nesreće te je analizirana važnost uređaja za snimanje leta kao izvora presudnih podataka za uspješni rezultat istrage. U svrhu izrade rada provedeno je istraživanje mišljenja o sigurnosti zračnog prometa te se koriste stvarni primjeri zrakoplovnih nesreća koje su zabilježene uređajima za snimanje leta te nesreća s neutvrđenim uzrocima kao posljedica nemogućnosti pronalaska uređaja. Ovaj rad se fokusira na važnost snimača leta obzirom da kreiraju cjelokupnu sliku događaja, stoga su predložena rješenja za dodatna poboljšanja i tehnološke napretke prateće opreme. Zrakoplovna nesreća ukazuje na pojedine nedostatke i propuste u zrakoplovstvu. Istraga zrakoplovne nesreće podrazumijeva prikupljanje i analiziranje raznih podataka kako bi se donijeli zaključci i po potrebi izradile sigurnosne preporuke, a koje će u budućnosti spriječiti zrakoplovne nesreće uzrokovane utvrđenim okolnostima. Stoga, ispravno provedena istraga predstavlja ključan način prevencije budućih nesreća.

**KLJUČNE RIJEČI:** uređaj za snimanje leta; zrakoplov; nesreća; istraga

## SUMMARY

This master thesis presents aircraft accident investigation process and analyses the importance of flight recorders as a source of crucial data for a successful investigation result. In addition, a poll of human opinion on air safety was conducted and are used real examples of aircraft accidents which were recorded by flight recorders and accident with unidentified causes because of the inability to find the device. This paper focuses on the importance of flight recorders as they create an overall picture of the event and solutions are proposed for further improvements and technological advances in ancillary equipment. Aircraft accident indicates certain failures and lapses in aviation. Aircraft accident investigation involves the collection and analysis of various data in order to draw conclusions and, if necessary, make safety recommendations that will prevent aircraft accidents caused by established circumstances in the future. Therefore, a properly conducted investigation is a key to prevent future accidents.

**KEY WORDS:** flight recorders; aircraft; accident; investigation

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	2
2. ZRAKOPLOVNA NESREĆA ILI NEZGODA .....	5
2.1. Pregled regulative o istragama zrakoplovnih nesreća i nezgoda .....	6
2.2. Postupci istrage zrakoplovne nesreće .....	9
2.2.1. Velika zrakoplovna nesreća .....	10
2.2.2. Manja zrakoplovna nesreća ili nezgoda .....	12
2.2.3. Tijelo nadležno za istraživanje nesreća i nezgoda .....	13
2.3. Proces istrage ovisno o teritoriju zrakoplovne nesreće .....	15
2.3.1. Obavješćivanje .....	16
2.3.2. Istraživanje .....	17
2.4. Završno izvješće .....	19
2.4.1. Oblik Završnog izvješća .....	19
2.4.2. Objavljivanje Završnog izvješća .....	22
3. TEHNIČKO – TEHNOLOŠKE ZNAČAJKE UREĐAJA ZA SNIMANJE LETA .....	25
3.1. Povijesni pregled razvoja uređaja za snimanje leta .....	28
3.2. Način rada i opremljenost današnjih uređaja za snimanje leta .....	31
3.2.1. Podvodni odašiljač lokacije .....	32
3.2.2. Nepravilnosti uređaja za snimanje leta .....	33
3.3. Zahtjevi za instalacijom snimača leta .....	35
3.4. Standardi izrade .....	36
3.5. Nezaštićeni uređaji za snimanje leta .....	38
4. OSIGURANJE I PRIKUPLJANJE DOKUMENTACIJE .....	40
4.1. Uloga glavnog istražitelja .....	40
4.2. Koordinator potpore istrazi .....	41
4.3. Istraživačke skupine .....	42
4.3.1. Skupina za analizu operacija zrakoplova .....	43
4.3.2. Skupina za analizu podataka sa uređaja za snimanje leta .....	44
4.4. Ovlašteni predstavnici .....	44
4.5. Promatrači ili sudionici .....	45
4.6. Rukovanje s uređajem za snimanje leta u slučaju zrakoplovne nesreće .....	45
5. DOPRINOS SNIMAČA LETA REZULTATU ISTRAGE .....	48
5.1. Germanwings let 9525 .....	48
5.2. Delta Airlines let 1141 .....	51

5.3. Malaysia Airlines let 370.....	52
5.4. Uspješno istražene zrakoplovne nesreće uz nedostupne i neuporabljive uređaje za snimanje leta .....	53
5.5. Analiza rezultata istraživanja mišljenja putnika o sigurnosti zračnog prometa	55
6. TEHNOLOŠKI NAPREDAK UREĐAJA ZA SNIMANJE LETA.....	61
6.1. Kombinirani uređaj za snimanje leta.....	61
6.2. Automatsko odvojivi uređaj za snimanje leta.....	61
6.3. Uređaj za snimanje slike u kokpitu .....	63
6.4. Uređaj za snimanje leta dostupan tijekom leta zrakoplova .....	63
7. ZAKLJUČAK.....	66
LITERATURA .....	68
POPIS KRATICA .....	72
POPIS TABLICA.....	75

## 1. UVOD

Zrakoplovna nesreća predstavlja događaj povezan s letom zrakoplova u kojem je došlo do smrtnih ili teških ozljeda putnika te oštećenja ili nestanka zrakoplova. Broj zrakoplovnih nesreća se unazad nekoliko godina uvelike smanjio. Istraživanja ukazuju da se jedna fatalna zrakoplovna nesreća dogodi na 3,7 milijuna letova. Stoga se može reći da je sigurnost temeljna značajka zrakoplovne industrije. Navedeno je upravo rezultat optimiziranja sposobnosti zrakoplova, uređaja, zemaljske i navigacijske opreme, procedura kontrole letanja, ali i istrage zrakoplovnih nesreća. Točnije, svrha provedbe istrage nije pronaći krivca već utvrditi uzroke zrakoplovne nesreće kako bi se isti eliminirali kao potencijalni uzroci zrakoplovnih nesreća u budućnosti. Saznanja i uzroci utvrđeni istragom nalaze se u zaključku Završnog izvješća. Također, važan dio Završnog izvješća su sigurnosne preporuke čija je svrha sprječavanje nesreća te bilo koje proizašle popravne radnje. Kada je Završno izvješće objavljeno od strane države koja provodi istragu o nesreći zrakoplova s najvećom masom iznad 5.700 kg, ista je obavezna poslati kopiju Završnog izvješća ICAO-u (*International Civil Aviation Organization – ICAO*). Ukoliko Završno izvješće doprinosi sprječavanju nesreća ono će biti uključeno u publikaciju ICAO *Aircraft Accident Digest*. Navedena publikacija predstavlja izvor informacija o velikim nesrećama te pomoć za osposobljavanje istražitelja. Istraga zrakoplovne nesreće može utvrditi neočekivane pogreške i propuste zrakoplovstva, odnosno nedostatke koji nisu izravan uzrok nesreće. U navedenom slučaju istražni tim ih treba zabilježiti te dostaviti relevantnim tijelima, iako isti ne mogu biti dio službenog izvješća.

Zrakoplovstvo karakteriziraju stroga pravila i potrebni standardi, a koji su odredili putanju razvoja zrakoplovne industrije. Obzirom da zračni promet povezuje sve dijelove svijeta nužna je međunarodna suradnja i odgovornost svih država. Stoga su osnovane brojne organizacije sa zajedničkim ciljem održavanja zadovoljavajuće razine sigurnosti, ali različitog područja djelovanja i važnosti njihovih regulativa. Riječ je o organizacijama koje djeluju na međunarodnoj i europskoj razini, to jest donose globalno primjenjive regulative i regulative na europskoj razini. U nastavku su nabrojane najvažnije organizacije kojima je regulirano odvijanje zračnog prometa: ICAO, Europska agencija za sigurnost zračnog prometa (*European Union Aviation Safety Agency – EASA*), Europska organizacija za sigurnost zračne plovidbe (*The*

*European Organisation for the Safety of Air Navigation – EUROCONTROL*) i Europska komisija. Dakle složenom i ujednačenom regulacijom izbora i osposobljavanja osoblja, održavanja i eksploatacije zrakoplova, prihvata i otpreme zrakoplova, putnika, prtljage i tereta, zajamčena ja visoka razina sigurnosti zračnog prometa.

Pod uređajima za snimanje leta podrazumijeva se nekoliko vrsta snimača leta instaliranih na zrakoplovu, a temeljna podjela podrazumijeva uređaje koji su zaštićeni tijekom zrakoplovne nesreće i uređaje koji nisu zaštićeni tijekom nesreće. Svrha snimača leta je prikupljanje i snimanje podataka s raznih senzora zrakoplova koji se pohranjuju kako bi bili dostupni istražiteljima u slučaju nesreće. Prikupljeni podaci mogu utvrditi je li uzrok nesreće kvar zrakoplovnih sustava, greška pilota ili određeni vanjski utjecaj, odnosno događaj. Važnost uređaja za snimanje leta je činjenica da je prema Annexu 6 ICAO-a zabranjeno isključiti ih tijekom leta, a prema MEL (*Minimum Equipment List – MEL*) listi predstavlja opremu bez koje je zrakoplovima zabranjeno polijetati. Točnije, MEL lista sadrži popis onih uređaja i dijelova koji u trenutku polijetanja zrakoplova smiju biti neispravni što znači da se uređaji za snimanje leta ne nalaze na istoj.

Svrha istraživanja u ovom radu je objasniti temeljnu dokumentaciju i proces istrage zrakoplovne nesreće, prikazati zahtijevane tehničko – tehnološke značajke uređaja za snimanje leta, istaknuti zrakoplovne nesreće čijim su rezultatima istrage doprinijeli snimači leta te utvrditi ostvarene tehnološke napretke.

Cilj istraživanja je definirati važnost postavljanja uređaja za snimanje leta, ukazati na kompleksnost provedbe istrage zrakoplovne nesreće, ustanoviti mišljenja o sigurnosti zračnog prometa te navesti konkretne zaključke o istraživanoj tematici.

Predmet istraživanja je uloga uređaja za snimanje leta u istrazi zrakoplovne nesreće. Diplomski rad je podijeljen u sedam cjelina uključujući uvod i zaključak:

1. Uvod
2. Zrakoplovna nesreća ili nezgoda
3. Tehničko – tehnološke značajke uređaja za snimanje leta
4. Osiguranje i prikupljanje dokumentacije
5. Doprinos snimača leta rezultatu istrage
6. Tehnološki napredak uređaja za snimanje leta
7. Zaključak



U uvodnom dijelu definirani su predmet istraživanja, svrha i cilj istraživanja te je predočena struktura rada.

U drugom je poglavlju objašnjena razlika između zrakoplovne nesreće i nezgode te je istaknuta regulacija provedbe istrage zrakoplovne nesreće. Nadalje je opisan proces istrage ovisno o veličini i teritoriju zrakoplovne nesreće te uloga Završnog izvješća.

U trećem poglavlju su opisane tehničko – tehnološke značajke uređaja za snimanje leta. Riječ je o: povijesti proizvodnje uređaja, zahtjevima ICAO-a, načelima rada i standardima izrade te lokaciji snimača leta u zrakoplovu.

U četvrtom poglavlju je objašnjena uloga i doprinos pojedinih sudionika istrage u smislu osiguranja i prikupljanja dokumentacije, odnosno dokaza. Zatim je razrađen postupak rukovanja s uređajem za snimanje leta kao izvora ključnih činjeničnih informacija.

U petom poglavlju je opisan doprinos uređaja za snimanje leta rezultatu istrage stvarnih zrakoplovnih nesreća. U sklopu petog poglavlja analizirani su rezultati ankete provedene u svrhu utvrđivanja mišljenja putnika o sigurnosti zračnog prometa.

U šestom poglavlju opisan je tehnološki napredak uređaja za snimanje leta i prateće opreme.

U posljednjem, zaključnom dijelu, doneseni su konkretni zaključci o tematici istraživanja u diplomskom radu.

## 2. ZRAKOPLOVNA NESREĆA ILI NEZGODA

Pod pojmom događaj, u zrakoplovstvu se podrazumijeva svaka nesreća ili nezgoda povezana s operacijom zrakoplova. Zrakoplovnoj nesreći ili nezgodi se pridodaje velika važnost obzirom da obično rezultiraju znatnom materijalnom štetom i gubitkom ljudskih života. Stoga, gotovo uvijek se provodi istraga kako bi se pravovremeno spriječile buduće nesreće i nezgode uzrokovane istim ili sličnim uzročnicima. Pojam istraživanja zrakoplovne nesreće uključuje prikupljanje i analizu podataka, zaključivanje i utvrđivanje uzroka te po potrebi izradu sigurnosnih preporuka. Istraživanja ukazuju da su zrakoplovne nesreće i nezgode najčešće uzrokovane ljudskim čimbenikom. Smatra se da su pogreške pilota bile uzrok 53% dosadašnjih zrakoplovnih nesreća, mehanički kvarovi 21% te vremenski uvjeti 11% [1].

Zrakoplovna nesreća je događaj povezan s letenjem zrakoplova koji se dogodio od trenutka kada se bilo koja osoba ukrca u zrakoplov s namjerom leta do trenutka kada se sve takve osobe iskrcaju, a u kojem je:

- Osoba smrtno ili je teško ozlijeđena kao posljedica:
  - a) bivanja u zrakoplovu,
  - b) izravnog kontakta s bilo kojim dijelom zrakoplova te dijelovima koji su se odvojili od zrakoplova,
  - c) izravne izloženosti mlaznom udaru (osim kada su ozljede prirodno uzrokovane, samonanesene ili su ih nanijele druge osobe ili kada se ozlijede slijepi putnici koji su bivali izvan područja koji je redovno raspoloživ putnicima i posadi),
- Zrakoplov pretrpio oštećenje ili strukturni kvar koji:
  - a) utječe na strukturalnu čvrstoću, radnu uspješnost ili letne značajke zrakoplova,
  - b) zahtijeva veći popravak ili zamjenu oštećenog dijela, osim otkazivanja ili oštećenja motora pri kojima je oštećenje ograničeno na motor, njegove metalne poklopce, dodatne dijelove ili za oštećenje ograničeno na propelere, vrhove krila, antene, gume kotača, kočnice, oplata, male rezove ili rupe u površini zrakoplova,
- zrakoplov nestane ili je u potpunosti nedostupan [2].

Prema ICAO klasifikaciji, smrtna ozljeda je ona ozljeda koja je uzrokovala smrt unutar 30 dana od datuma nesreće. Teško ili ozbiljno ozlijeđena osoba je osoba koja je pretrpjela ozljedu u nesreći koja:

- zahtijeva hospitalizaciju dulju od 48 sati, koja započinje unutar sedam dana od datuma kada je ozljeda zadobivena; ili
- rezultira lomom bilo koje kosti (osim jednostavnih lomova prstiju, nožnih prstiju ili nosa); ili
- uključuje povrede koje uzrokuju obilno krvarenje ili oštećenje živaca, mišića ili tetiva; ili
- uključuje ozljedu bilo kojeg unutrašnjeg organa; ili
- uključuje opekline drugog ili trećeg stupnja ili bilo koje opekline koje zahvaćaju više od 5 posto tjelesne površine; ili
- uključuje potvrđenu izloženost zaraznim tvarima ili štetnoj radijaciji [2].

Također, kako bi se bolje razumjela definicija zrakoplovne nesreće, zrakoplov se smatra nestalim kada je službena potraga za istim zaustavljena, a olupina nije pronađena. Službeno definiranje ključnih izraza nužno je radi statističke ujednačenosti, odnosno utvrđivanja stope smrtnosti i stope preživljavanja zrakoplovnih nesreća i nezgoda.

Nadalje, nezgoda je događaj povezan s letenjem zrakoplova koji utječe ili bi mogao utjecati na sigurnost leta, a ozbiljna nezgoda je nezgoda s okolnostima koje su mogle uzrokovati nesreću. Točnije, ozbiljnu nezgodu i nesreću razlikuje ishod.

## 2.1. Pregled regulative o istragama zrakoplovnih nesreća i nezgoda

Kao što je prethodno navedeno, organizacije zadužene sa sigurnost cjelokupnog zrakoplovnog sektora djeluju na globalnoj i europskoj razini, a zajednička svrha im je spriječiti zrakoplovne nesreće i nezgode.

Naime, ICAO propisuje globalno primjenjive minimalne standarde zrakoplovne sigurnosti koji predstavljaju općenita pravila ponašanja svih sudionika zračnog prometa. Annex ICAO-a je dokument širokog raspona na čijim se smjernicama temelje zajednička pravila o sigurnosti u civilnom zrakoplovstvu. Usvajanjem standarda i

preporučenih praksi za istrage zrakoplovnih nesreća 11. travnja 1951. godine nastao je Annex 13 ICAO Čikaške konvencije pod nazivom „Istraga zrakoplovnih nesreća i nezgoda“. Smjernice Annexa 13 koje se odnose na odgovornosti i prava svih sudionika istrage zrakoplovne nesreće ili nezgode opisane su u ovom poglavlju. Svakako je važno istaknuti i Annex 6 ICAO koji sadrži standarde i preporučene prakse za tehnički rad zrakoplova, a u prilogu D donosi odredbe koji se odnose na snimače leta. Točnije, propisuje da svi zrakoplovi s najvećom dopuštenom masom pri polijetanju većom od 5.700 kg moraju biti opremljeni s uređajem za snimanje podataka o letu bez obzira na datum potvrde o plovidbenosti [3].

Stvaranje europskog unutarnjeg tržišta zračnog prometa 80-ih godina prošlog stoljeća omogućilo je da sva putovanja unutar Europske unije (*European Union – EU*) imaju jednako visoku razinu sigurnosti. Navedeno je rezultat obavezne primjene pravila na razini EU, to jest regulativa na europskoj razini koje se zasebno usklađuju s Nacionalnim programom sigurnosti svake države. EASA je nadležna za definiranje regulatornih odredbi, a zajedno s Europskom komisijom i nadležnim nacionalnim regulatornim tijelima nadzire primjenu tih pravila. Primjerice, nadležno regulatorno tijelo Republike Hrvatske je Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo. Regulative vezane za sigurnost na europskoj razini su regulativa Europske komisije, Europski program sigurnosti te Nacionalni program sigurnosti svake države članice. Također, europske zemlje koje nisu članice EU mogu se pridružiti unutarnjem tržištu zračnog prometa, a navedeno podrazumijeva potpisivanje Sporazuma o zajedničkom europskom prostoru te primjenu svih zajedničkih pravila sigurnosti u civilnom zrakoplovstvu. To su države Balkana, Švicarska te države Europskog gospodarskog prostora [4]. Takav oblik suradnje između država uspostavlja nužan jedinstven standard sigurnog obavljanja svakodnevnih operacija, a što dodatno poboljšava sigurnost cjelokupnog europskog zračnog prometa.

Nadalje, 1994. godine načela ICAO-a koja se odnose na istrage zrakoplovnih nesreća postala su dio prava EU u Direktivi 94/56/EZ, a koju je kasnije zamijenila Uredba (EU) br. 996/2010. Navedena uredba utvrđuje pravila o pravodobnom pružanju informacija o svim osobama i opasnom teretu u zrakoplovu koji je uzrokovao nesreću te se istom želi unaprijediti pomoć žrtvama zrakoplovnih nesreća i njihovim bližnjima. Općenito, cilj uredbe je poboljšati sigurnost u zračnom prometu EU osiguranjem visoke

razine učinkovitosti i kvalitete istrage. Ova se uredba primjenjuje na istrage zrakoplovnih nesreća i ozbiljnih nezgoda kako slijedi:

- Kada se događaju na teritoriju država članica EU,
- Kada se događaju izvan teritorija država članica, a koje su uzrokovali zrakoplovi registrirani u državi članici ili kojima upravlja tvrtka sa sjedištem u državi članici,
- U slučaju kada je država članica ovlaštena (na temelju međunarodnih standarda i preporučenih praksi) imenovati ovlaštenog predstavnika kako bi sudjelovala u istrazi,
- U slučaju kada je zemlja koja provodi istragu dopustila državi članici, koja zbog smrtnih slučajeva ili ozbiljnih ozljeda svojih državljana ima poseban interes imenovati stručnjaka [5].

Uredba se ne primjenjuje na istrage nesreća i ozbiljnih nezgoda koje su uzrokovali zrakoplovi obavljajući vojne, carinske, policijske ili slične zadaće.

Uredba dopušta suradnju i prenošenje zadaća među različitim tijelima odgovornima za istrage, a od smjernica za uspostavljanje neovisnog nacionalnog tijela odgovornog za istrage koje se odnose na sigurnost u civilnom zrakoplovstvu (*Safety Investigation Authority – SIA*) mogu se istaknuti sljedeće:

- Svaka država članica mora osigurati da istrage vodi SIA bez ikakvog vanjskog uplitanja,
- SIA mora biti funkcionalno tijelo i neovisno o svakom drugom tijelu ili stranci koja bi mogla biti u suprotnosti s njegovim zadaćama ili bi mogla utjecati na njegovu objektivnost,
- SIA mora imati sposobnost neovisno provesti cijelu istragu koja se odnosi na sigurnost,
- Države članice moraju svoja SIA tijela opskrbiti svim potrebnim sredstvima i osigurati sustav financiranja, kako bi ona mogla neovisno izvoditi svoje zadaće i za to na raspolaganju imati dovoljno sredstava,
- SIA mora imati na raspolaganju kvalificirano osoblje i odgovarajuće objekte, uključujući urede i hangare, u kojima je moguće skladištiti i pregledavati zrakoplove, njihov sadržaj i olupine [5].

## 2.2. Postupci istrage zrakoplovne nesreće

Osnovni cilj istrage zrakoplovne nesreće i nezgode je sprječavanje istih u budućnosti, a postupak istrage čine sljedeći koraci:

- Prikupljanje, snimanje i analiza relevantnih informacija,
- Izdavanje sigurnosnih preporuka po potrebi,
- Utvrđivanje uzroka i/ili čimbenika nesreće ili nezgode,
- Izrada Završnog izvješća [2].

Cjelokupan postupak istrage podrazumijeva standardizirana pravila i procedure kojih se moraju pridržavati svi sudionici istrage te je nužno da se svakoj istrazi pristupi objektivno i nepristrano. Točnije, okolnosti istrage se ne smiju uspoređivati s prethodnima, a na rad sudionika istrage ne smiju utjecati vladine i druge organizacije te javnost. U ranim fazama je potrebno utvrditi opseg istrage, odnosno odrediti postupke istrage velike ili male zrakoplovne nesreće. Na opseg i kompleksnost istrage te veličinu i sastav istražnog tima utječu sljedeći čimbenici:

- Ozljede, smrt i oštećenje opreme, trećih osoba, okoliša,
- Utvrđena i potencijalna sigurnosna pitanja,
- Vjerojatnost i ozbiljnost štetnih posljedica,
- Vjerojatnost ponavljanja štetnih posljedica,
- Povijest nesreće i nezgode u smislu vrste operacije, veličine i modela zrakoplova, operatora, proizvođača i regulatora,
- Utvrđena i potencijalna odstupanja od sigurnosnih i operativnih propisa, standarda, procedura i praksi [2].

Provođenjem istrage može se javiti potreba za povećanjem ili smanjenjem opsega istrage u jednom ili više područja. Navedeno podrazumijeva promjenu ljudskih, tehničko – tehnoloških te financijskih resursa potrebnih za istragu. Tada je glavni istražitelj obavezan obavijestiti istražno tijelo o svim takvim odlukama. Uzroke ili čimbenike pojedinih zrakoplovnih nesreća ili nezgoda je moguće utvrditi u ranim fazama. U navedenom slučaju se istraga može fokusirati na određeno specijalizirano područje, no nužno je istražiti sve okolnosti i eliminirati one čimbenike koji nisu uzročnici nesreće ili nezgode. Istraga nesreće ili nezgode čiji uzroci nisu lako uočljivi

podrazumijeva analiziranje brojnih aspekata događaja, a koje najčešće zahtjeva uspostavu različitih istraživačkih skupina.

### *2.2.1. Velika zrakoplovna nesreća*

Velika zrakoplovna nesreća podrazumijeva nesreću koju je uzrokovao veliki zrakoplov s najvećom dopuštenom uzletnom masom većom od 5.700 kg te koja obično uključuje smrtne slučajeve. Istragom velike zrakoplovne nesreće može se ustanoviti sposobnost državne istražne vlasti koja u ovom slučaju mora biti vjerodostojna i neovisna te imati sposobnost informiranja i koordinacije svih entiteta uključenih u istragu. Također, važan zadatak je pravovremeno obavijestiti istražno tijelo kako bi se omogućio što brži dolazak istražitelja na mjesto nesreće. Čest problem u istrazi velike zrakoplovne nesreće su poteškoće u komunikaciji i dug period putovanja istražitelja i ovlaštenih predstavnika, a koji mogu znatno narušiti valjanost dokaza. U prvim trenucima zrakoplovne nesreće potrebno je osigurati mjesto događaja. Navedenu odgovornost obično preuzima lokalna policija, vatrogasne službe te spasilački timovi. Glavni istražitelj imenuje koordinatora za sigurnost mjesta događaja koji će s navedenim službama utvrditi mjere zaštite mjesta događaja te definirati granice i kontrolu pristupa.

Velika zrakoplovna nesreća, kao što je i navedeno, sadrži brojne aspekte koje je potrebno obuhvatiti velikim brojem istražitelja različite struke i iskustva. Veličina i organizacija istražnog tima, odnosno podjela na istraživačke skupine ovisi o složenosti i zahtjevnosti istrage. Zadaća glavnog istražitelja je utvrditi zahtjeve za određenim istraživačkim skupinama te utvrditi dostupnost i nedostatak specijaliziranih istražitelja i stručnjaka. Nedostatke kadra ja moguće nadopuniti pomoću istražitelja državne istražne vlasti koja sudjeluje u istrazi te stručnjacima, to jest predstavnicima operatora, proizvođača zrakoplova te proizvođača motora i opreme zrakoplova. Osim organiziranja istražnih skupina, glavni istražitelj mora kontinuirano pratiti efektivnost rada pojedinih skupina, a navedeno podrazumijeva sljedeće:

- Dolaskom na mjesto nesreće održati organizacijski sastanak i dodijeliti odgovornosti,
- Održavati sastanke istražnih timova na kraju svakog radnog dana,

- Temeljem kratkih izvještaja pojedine skupine prilagoditi plan istraživanja [2].

Ukoliko se tijekom istrage utvrde nedostaci za koje je odmah potrebno poduzeti određene mjere u svrhu poboljšanja sigurnosti zrakoplovstva, istražno tijelo je prema Annexu 13 obavezno preporučiti takve preventivne akcije odgovarajućim tijelima. Dakle, sigurnosne preporuke mogu se izvršiti i prije objave službenog Završnog izvješća. Kako bi se istraga velike zrakoplovne nesreće učinkovito provela, istraživanje brojnih aspekata zahtijeva Sustav upravljanja koji se obično oslanja na plan istrage, kontrolne liste, dijagram toka te ostale metode za praćenje napretka istrage. Navedeni sustav dijeli istražne aktivnosti na funkcionalne događaje, a svaki je događaj označen opisnim izrazom te se kao zadatak treba dodijeliti pojedinim istražnim skupinama. Dijagram toka i kontrolne liste pomažu voditeljima da organiziraju rad vlastitih skupina, a glavnom istražitelju pružaju uvid u napredak istrage, to jest u izvršene zadatke. Osim toga, mogu se nadgledati i korigirati te time uspostavljaju sigurnost i red postupaka istrage. Kontrolne liste izrađuju se za svaki događaj, a mogu se razlikovati po državama zbog lokalnih uvjeta i postupaka. Na prethodno navedenim dnevnim sastancima, voditelji skupina trebaju potvrditi izvršenje određenih zadataka u svojim kontrolnim listama, a glavni istražitelj ih treba evidentirati na dijagramu toka [2]. Nedostatke Sustava upravljanja istragom nadopunjuje Vodič za istraživanje velikih nesreća, a koji pruža osnovne smjernice za provođenje istrage. Temeljna svrha ovog dokumenta je eliminirati mogućnost neefektivne komunikacije između različitih istražnih skupina.

Obzirom da je veliku zrakoplovnu nesreću obično nemoguće istražiti na terenu, nakon prikupljanje svih relevantnih dokaza slijedi post-terenska faza. Prije odlaska s mjesta događaja, glavni istražitelj bi trebao učiniti sljedeće:

- Pripremiti grupno izvješće o obavljenom i preostalom poslu,
- Pregledati izvješća o terenskim fazama istrage,
- Pregledati grupne kontrolne liste i post-terenske istražne planove,
- Ažurirati plan istraživanja,
- Na sastanku s voditeljima istražnih skupina podijeliti zadatke i rokove izvršenja,
- Osigurati uklanjanje ključnih dijelova olupine s mjesta događaja [2].



Trajanje post-terenske faze ovisi o veličini istrage, a uključuje kontinuirano prikupljanje dodatnih dokaza i informacija, ispitivanje dijelova olupine u laboratoriju, analizu snimljenih podataka snimačima leta, intervjuiranje relevantnih svjedoka i organizacija, utvrđivanje slijeda događaja i slično. Održavanje kontinuiteta i učinkovitosti post-terenske faze je zadatak glavnog istražitelja i voditelja istražnih skupina. Navedeno zahtijeva adekvatnu komunikaciju s članovima tima, a koja se često vrši putem redovnih sastanaka na kojima se utvrđuje preostali opseg istrage te raspoređuju dodatni zadaci.

### *2.2.2. Manja zrakoplovna nesreća ili nezgoda*

Mala zrakoplovna nesreća ili nezgoda podrazumijeva događaj kojeg je uzrokovao mali zrakoplov, odnosno zrakoplov s najvećom dopuštenom masom pri uzlijetanju od 2.730 kg. Potrebni resursi za provedbu ovakve istrage su znatno manji u odnosu na istragu velike nesreće, no postupci u svim fazama istrage moraju biti istih visokih standarda. Točnije, detaljna procedura u istrazi velikih zrakoplovnih nesreća može se i u ovom slučaju neograničeno primjenjivati. Organizacija manje istrage ovisi o okolnostima događaja te može biti terenska ili uredska. Terenska istraga podrazumijeva dolazak jednog ili više istražitelja na mjesto događaja, a uredska istraga se provodi iz ureda istražnog tijela. Istragu male zrakoplovne nesreće ili nezgode može provesti jedan istražitelj, a ovisno o okolnostima potrebno je angažirati više istražitelja s drugačijom vrstom stručnosti. Najčešće su to stručnjaci za performanse zrakoplova, uređaje za snimanje leta, ljudske čimbenike i slično. Dolaskom na mjesto događaja, istražitelji bi trebali utvrditi situaciju sa službenicima policije, vatrogasaca i spasilačkih službi. Točnije, prije preuzimanja kontrole nad mjestom događaja trebaju procijeniti okolnosti nastanka, granicu, potencijalne opasnosti te mjere zaštite mjesta događaja. Preporuka je da mjesto male nesreće osigurava lokalna policija. Istražitelji malih zrakoplovnih nesreća ili nezgoda se često susreću s problemom podrške ostalih organizacija i stranih država. Navedeno često rezultira odgođenim i nepotpunim obavijestima te gubitkom kratkotrajnih dokaza. Primjerice, kada se mala nesreća dogodi na zračnoj luci, obično je potrebno što prije pomaknuti zrakoplov kako bi se letne operacije normalno izvršavale. Ukoliko mjesto zrakoplova nije ispravno dokumentirano, može doći do gubitka ključnih dokaza. Osiguranje potrebne

dokumentacije za istragu je odgovornost glavnog istražitelja, a koji će u ovom slučaju biti odgovoran za upravljačke i administrativne poslove. U istrazi malih zrakoplovnih nesreća ili nezgoda aktivnosti glavnog istražitelja podrazumijevaju sljedeće:

- Poticanje izrade dijagrama toka događaja,
- Intervjuiranje članova posade,
- Intervjuiranje očevidaca,
- Intervjuiranje svih organizacija koje su vršile ikakve radnje vezane uz događaj,
- Provođenje preliminarnih pregleda sustava, konstrukcije, motora i propelera,
- Slanje snimki uređaja za snimanje leta odgovarajućoj ustanovi,
- Slanje komponenti i dijelova zrakoplova na laboratorijsko ispitivanje [2].

Prije odlaska s mjesta male nesreće ili nezgode, glavni istražitelj mora osigurati da su uklonjeni i uskladišteni svi dokazi nužni za istragu, svi nepotrebni dijelovi olupine vraćeni zakonskim vlasnicima te da je prosljeđena odgovornost nad mjestom događaja odgovarajućem lokalnom tijelu ili vlasniku zrakoplova. Postupci post – terenske faze istrage male zrakoplovne nesreće ili nezgode, objavljivanje sigurnosnih preporuka i poduzimanje preventivnih radnji identično je kao i kod istrage velike zrakoplovne nesreće. Završno izvješće također predstavlja ključan dokument za poboljšanje sigurnosti zrakoplovstva, no za izvješćivanje o malim istraživanjima brojne države koriste skraćene formate izvješća. Takvi formati sadrže povijest leta, informacije o nedostacima koje je otkrila istraga te analizu čimbenika koji su pridonijeli nastanku događaja.

### *2.2.3. Tijelo nadležno za istraživanje nesreća i nezgoda*

Istražno tijelo je odgovorno za provođenje istrage, osiguranje potrebnih resursa te izradu izvješća o događaju. U svim aspektima istrage ima neograničene ovlasti te je neovisno u provođenju iste. Tijelo za istraživanje zrakoplovnih nesreća i nezgoda bi trebalo imati sljedeće:

- Regulatorne propise koji definiraju prava i odgovornosti istražnog tijela,

- Pristup dostatnim financijskim resursima,
- Istražitelje s adekvatnim iskustvom, obukom i opremom,
- Pravo na zaprimanje trenutne obavijesti o događaju definirano državnim propisima,
- Procedure, planove, postupke i popise provjere potrebne za provođenje istrage,
- Organizaciju za zaprimanje obavijesti o događaju dostupnu 24/7 [2].

Uslijed okolnosti pojedinih zrakoplovnih nesreća ili nezgoda, istražno tijelo može imati nedovoljna sredstva za provedbu istrage. Stoga bi trebalo imati mogućnost dopunskog financiranja i planove za popunjavanje nedostataka u stručnosti istražitelja koje ima na raspolaganju.

Zaprimanjem obavijesti o događaju obavezno je odmah odgovoriti, a temeljem informacija sadržanih u obavijesti, istražno tijelo mora klasificirati događaj, utvrditi vrstu i opseg istrage te imenovati glavnog istražitelja. Trenutnim odgovorom na obavijest ubrzat će ustrojavanje lokalnih vlasti te dolazak istražitelja na mjesto događaja. Također, istražno tijelo bi trebalo imati planove za reagiranje u slučaju dojave o nesreći ili nezgodi, a trebali bi uključiti sljedeće korake:

- Trenutno pregled informacija iz obavijesti kako bi se utvrdilo jesu li dostavljene sve potrebne informacije,
- Prikupljanje nedostatnih ili dodatnih informacija,
- Vrednovanje prikupljenih podataka,
- Procjenu primljenih informacija o okolnostima događaja,
- Imenovanje glavnog istražitelja,
- Obavijest svim organizacijama i državama koje mogu biti uključene ili imaju interes za događaj,
- Dodjela opreme i financijskih sredstava istrazi [2].

Nadalje, mogu se istaknuti pojedina istražna tijela čiji se podaci iz Završnih izvješća koriste u sljedećim stranicama rada. Tijelo nadležno za istraživanje zrakoplovnih nesreća i nezgoda u Republici Hrvatskoj je Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu. Može se navesti da je navedeno tijelo prema Uredbi (EU) br. 996/2010 stalno nacionalno tijelo Republike Hrvatske odgovorno za istrage koje se odnose na sigurnost civilnog zrakoplovstva, to

jest hrvatska SIA. Službena francuska organizacija odgovorna za istrage nesreća u civilnom zrakoplovstvu naziva se BEA (*Bureau d'Enquêtes et d'Analyses – BEA*). BEA provodi istrage i izdaje Završna izvješća na potpuno neovisan način. Istražno tijelo Sjedinjenih Američkih Država zaduženo za istraživanje svake nesreće civilnog zrakoplovstva te značajne nesreće u ostalim oblicima prijevoza je nacionalni odbor za sigurnost prijevoza (*The National Transportation Safety Board – NTSB*). Također, može se navesti i australsko nacionalno istražno tijelo o sigurnosti prometa (*Australian Transport Safety Bureau – ATSB*).

### 2.3. Proces istrage ovisno o teritoriju zrakoplovne nesreće

Radi lakšeg razumijevanja ovog poglavlja potrebno je definirati značenje sljedećih izraza:

- Operator – osoba, organizacija ili tvrtka koje se bavi ili pruža usluge letenja,
- Država operatora – država u kojoj se nalazi glavno mjesto poslovanja ili trajno boravište operatora,
- Država projektiranja – država nadležna za organizaciju odgovornu za projektiranje tipa,
- Država proizvodnje – država u kojoj se nalazi tvrtka zadužena za završno sklapanje zrakoplova,
- Država registracije – država u kojoj je zrakoplov registriran,
- Država nesreće ili nezgode – država na čijem se teritoriju dogodila nesreća ili nezgoda [2].

U trenutku zrakoplovne nesreće ili nezgode, država u kojoj se dogodila nesreća ili nezgoda ima odgovornost osiguravanja mjesta događaja i zaštite dokaza. Nad mjestom nesreće se mora uspostaviti nadzor u svrhu sprječavanja ulaska neovlaštenih osoba, nastanak dodatne štete te krađe, tj. da se pravovremeno osigura da ne dođe do gubitka dokaza neophodnih za kvalitetno provođenje istrage. Zaštita dokaza podrazumijeva postupke poput fotografiranja i snimanja kako bi se sačuvali dokazi koji se u narednom periodu mogu lako oštetiti ili izbrisati. Primjerice, u slučaju oborina se mogu uništiti relevantni dokazi za ishod istrage. Ostale navedene države pri primitku

obavijesti o zrakoplovnoj nesreći ili nezgodi mogu zahtijevati da dokazi ostanu netaknuti sve do dolaska njihovog ovlaštenog predstavnika. Zahtjev će biti prihvaćen ukoliko ne uvjetuje pomicanje zrakoplova kako bi se spasili ljudi, životinje, pošta i drugi vrijednosni predmeti, pomicanje dijelova zrakoplova kako bi se zaštitili od vatre i drugih oštećenja te ukoliko ne odlaže vraćanje zrakoplova na popravak.

Država u kojoj se dogodila nesreća ili nezgoda odgovorna je za pokretanje istrage te utvrđivanja okolnosti nesreća i ozbiljnih nezgoda zrakoplova najveće mase iznad 2.250 kg, a preporuka je i da država nesreće ili nezgode istraži okolnosti ozbiljnih nezgoda manjih zrakoplova. Svakako je bitno navesti da država u kojoj se dogodila nesreća ili nezgoda može delegirati cjelokupni ili pojedini dio procesa istrage drugoj državi ili regionalnoj organizaciji za istraživanje nesreća. Navedeno je tipično ukoliko se nesreća ili nezgoda dogodi na teritoriju država koje nisu ugovornice, a koje nisu obavezne provesti istragu u skladu s Annexom 13. Točnije država ugovornica je članica ICAO-a, čime je ratificirala Čikašku konvenciju i svu vezanu dokumentaciju. Također, delegiranje ovlasti je karakteristično kada države u kojima se dogodila nesreća ili nezgoda nemaju adekvatno osoblje, opremu i infrastrukturu potrebnu za kvalitetno provođenje istrage.

### *2.3.1. Obavješćivanje*

Odgovornost države u kojoj se dogodila nesreća ili nezgoda je da u što kraćem roku proslijedi obavijest o događaju. Obavijest se šalje najbržim i najprikladnijim putem poput telefona, elektroničke pošte i faksimila te se prosljeđuje sljedećim državama i organizacijama:

- Državi registracije,
- Državi operatora,
- Državi projektiranja,
- Državi proizvodnje,
- ICAO – u kada se radi o zrakoplovu mase iznad 2.250 kg [2].

Obavijest sadrži sljedeće podatke, a ukoliko pojedine nije moguće utvrditi slanje iste se ne smije odgoditi:

- Identifikacijska kratica ACCID za nesreće te INCID za nezgode,
- Proizvođač, model, nacionalnost, registarske oznake te serijski broj zrakoplova,
- Ime vlasnika, operatora i unajmitelja,
- Ime kapetana zrakoplova te nacionalnost posade i putnika
- Datum i vrijeme nesreće ili ozbiljne nezgode,
- Posljednje mjesto polijetanja i točka predviđenog slijetanja,
- Položaj zrakoplova,
- Broj posade, putnika, smrtno stradalih i teško ozlijeđenih,
- Opis nesreće ili ozbiljne nezgode te opseg oštećenja zrakoplova,
- Naznaka do koje mjere će istraživanje biti provedeno ili delegirano od strane države u kojoj se dogodila nesreća ili nezgoda,
- Fizičke značajke područja u kojem je došlo do nesreće ili ozbiljne nezgode,
- Naznaku originatora izvješća te način kontaktiranja glavnog istražitelja i tijela nadležnog za istraživanje,
- Prisutnost i opis opasne robe u zrakoplovu [2].

Primitkom obavijesti, odgovornost ostalih država je u što kraćem mogućem roku proslijediti bitne informacije o posadi i zrakoplovu. Također, ukoliko su imenovale ovlaštenog predstavnika, obavezne su proslijediti njegove podatke i okvirni datum dolaska. Radi osiguranja mjesta događaja, relevantne su informacije o prisutnosti opasnog tereta od države operatora.

### *2.3.2. Istraživanje*

Država u kojoj se dogodila nesreća ili nezgoda odgovorna je za pokretanje procesa istrage, no kao što je prethodno navedeno, može delegirati provedbu cijele istrage ili pojedinog dijela istrage drugoj državi. Ukoliko se nesreća ili ozbiljna nezgoda dogodi na području države koja nije ugovornica, tada bi država registracije, operatora, projektiranja ili proizvodnje trebala pokrenuti i provesti istragu. Ukoliko takva suradnja ne uspije, država u kojoj se dogodila nesreće ili ozbiljna nezgoda provesti će istragu pomoću dostupnih podataka. Potrebno je inzistirati na takvoj suradnji jer ako se u

procesu istrage ne primjenjuju odredbe Annexa 13, istraga se najčešće ne može kvalitetno provesti. Ukoliko se zrakoplovna nesreća ili ozbiljna nezgoda dogodi na teritoriju države kojeg se ne može točno utvrditi, država registracije je obavezna pokrenuti i provesti istragu. Također, obostranim dogovorom, može delegirati provedbu istrage drugim državama.

Kada se odredi država koja će provesti istraživanje, ista je obavezna imenovati glavnog istražitelja te pokrenuti proces istrage. Proces istrage podrazumijeva i organizaciju obdukcije smrtno stradalih članova posade i putnike te uspostavljanje koordinacije između glavnog istražitelja i pravosudnih vlasti. Važno je navesti da se istrazi mora pristupiti objektivno i nepristrano. Ukoliko se u procesu istrage utvrdi ili posumnja da je došlo do djela nezakonitog ometanja, glavni istražitelj je obavezan obavijestiti tijela nadležna za sigurnost zračnog prometa svih država povezanih za nesrećom ili ozbiljnom nezgodom. Ukoliko te države neće imenovati svoje ovlaštene predstavnike, država koja provodi istragu pozvati će operatora da sudjeluje u istrazi u skladu s njezinim pravilima i procedurama. Osim toga, pravo na imenovanje ovlaštenog predstavnika imaju države koji nisu izravno povezane sa zrakoplovom. Točnije, to su države čije organizacije sudjeluju u procesu traganja, spašavanja i pronalaženja opreme te koje pružaju određenu opremu i infrastrukturu za terenska istraživanja. Konačno, sve države koje raspolažu relevantnim informacijama bi ih u interesu sigurnosti zračnog prometa trebale svojevrijem pružiti.

Nadalje, odgovornost države koja provodi istraživanje je ne iznositi pojedine podatke javnosti, odnosno ne širiti one informacije koje mogu negativno utjecati na obitelj stradalih, društvo ili ugled pojedinih organizacija. Ne iznošenjem pojedinih podataka može se spriječiti širenje dezinformacija i panike među ljudima, a koje mogu uvelike otežati proces istrage. Podaci koji ne smiju biti distribuirani u javnost te koji se smiju koristiti samo u svrhu istrage nesreće ili nezgode su:

- Izjave svjedoka,
- Komunikacija između osoba uključenih u upravljanje zrakoplovom,
- Medicinski i privatni podaci osoba uključenih u nesreću,
- Snimke i prijepise snimki uređaja za snimanje leta,
- Mišljenja pri analizi podataka [2].

## 2.4. Završno izvješće

Završno izvješće je zaključni dokument istrage zrakoplovne nesreće. Izrađuje ga glavni istražitelj ili istražno tijelo na prikladan i ujednačen način. Annexom 13 definiran je standardni oblik Završnog izvješća, no struktura izvješća se može prilagoditi okolnostima događaja. Obzirom da je cilj istrage dodatno poboljšati sigurnost zrakoplovstva, Završnim izvješćem se predlažu sigurnosne mjere kako bi se eliminirali utvrđeni nedostaci i pogreške kao potencijalni uzroci nesreća u budućnosti. Za vrijeme trajanja istrage je strogo zabranjeno prosljeđivati pojedine dijelove i/ili podatke izvješća. Stoga je odgovornost svake države, organizacije i ostalih sudionika istrage čuvati diskretnost prikupljenih podataka i dokumenata prije službene objave Završnog izvješća.

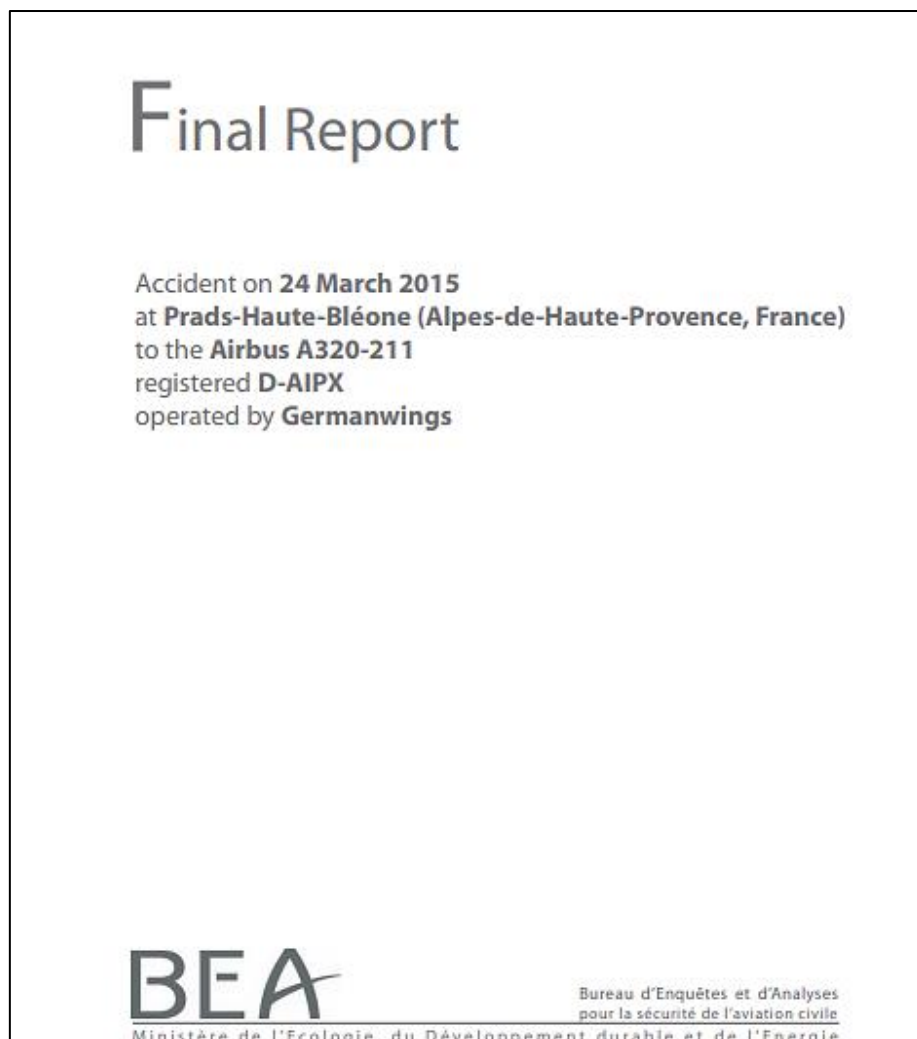
### 2.4.1. Oblik Završnog izvješća

Završno izvješće obuhvaća sve aspekte istrage te predstavlja pouzdan izvor svih činjeničnih informacija. Kako bi interpretacija Završnog izvješća bila jednostavna i učinkovita, mora biti strukturirano i napisano na jasan i logičan način. Kao što je prethodno navedeno, standardni oblik Završnog izvješća definiran je u Annexu 13 te sadrži sljedeće dijelove:

1. Naslov,
2. Sažeti opis,
3. Glavni tekst izvješća.

Naslov izvješća navodi osnovne informacije o događaju: naziv operatora i proizvođača, model zrakoplova, državljanstvo i registarske oznake zrakoplova te mjesto i datum nesreće ili nezgode. Slikom 1 prikazan je izgled prvog dijela strukture Završnog izvješća istražnog tijela BEA.





**Slika 1.** Naslov Završnog izvješća

Izvor: [6]

Nadalje, sažeti opis Završnog izvješća ukratko navodi informacije o sljedećem:

- Obavješćivanje domaćih i stranih tijela o događaju,
- Istražno tijelo nadležno za istragu njegovi ovlašteni predstavnici,
- Tijelo koje je objavilo Završno izvješće te datum objavljivanja,
- Sažet opis okolnosti koje su uzrokovale nesreću/nezgodu [7].

Zatim slijedi glavni tekst izvješća, koji kao najopširniji dio Završnog izvješća sadrži 4 glavna naslova:

1. Činjenične informacije,
2. Analiza,
3. Zaključci,
4. Sigurnosne preporuke [7].

Pod činjeničnim informacijama navedeni su slijedeći podaci:

- Povijest leta,
- Ozlijeđene osobe,
- Oštećenje zrakoplova,
- Druga oštećenja,
- Podaci o osoblju,
- Podaci o zrakoplovu,
- Meteorološki podaci,
- Pomagala pri navigaciji,
- Komuniciranje,
- Aerodromske informacije,
- Uređaji za snimanje leta,
- Podaci o udaru i ostacima nakon nesreće,
- Podaci iz područja medicine i patologije,
- Požar,
- Aspekti preživljavanja,
- Testiranje i istraživanje,
- Informacije o organizaciji i upravi,
- Dodatne informacije,
- Učinkovite tehnike istraživanja [2].

Analiza podrazumijeva analiziranje onih činjeničnih informacija za koje se smatra da su ključne za utvrđivanje uzroka nesreće, a utvrđeni uzroci zrakoplovne nesreće sadržani su pod naslovom Zaključci. Također, treći naslov navodi nedostatke i propuste koji nisu izravno uzrokovali nesreću. Posljednji naslov Sigurnosne preporuke predstavlja najvažniji dio Završnog izvješća. Temeljem sigurnosnih preporuka uvode se nove mjere i zahtjevi za sve aspekte zrakoplovstva kako bi se spriječile nesreće uzrokovane istim greškama ili nedostatcima. Glavni tekst izvješća po potrebi može sadržavati peti dio „Dodaci“, a koji sadrži sve informacije radi lakšeg razumijevanja Završnog izvješća.

Navedeni oblik Završnog izvješća obično se koristi za izvješćivanje o velikim zrakoplovnim nesrećama, čija istraga zahtijeva velik broj sudionika kako bi se istražili brojni i različiti potencijalni uzroci. U slučaju manjih nesreća ili nezgoda, istragu može

provesti 1 ili 2 istražitelja. U tom slučaju se mogu izraditi obrasci za prijavu nesreće ili nezgode koji uvelike skraćuju vrijeme za istragu te pojednostavljaju zapisivanje informacija popunjavanjem odgovarajućih dijelova obrasca. Radi lakšeg razumijevanja, obrasci moraju biti u skladu s standardnim oblikom Završnog izvješća. Uvodni dijelovi su obično ograničeni na određene dijelove obrasca, kao što su analiza utvrđenih uzroka, zaključci i sigurnosne preporuke [2].

#### *2.4.2. Objavljivanje Završnog izvješća*

Službenom objavljivanju Završnog izvješća prethodi objavljivanje preliminarnog izvješća te konzultacije između država i organizacija koje su uključene u istragu. Naime, preliminarno izvješće sadrži informacije prikupljene u najranijim fazama istrage, a ako se odnosi na nesreću zrakoplova mase veće od 2.250 kg šalje se sljedećim državama i organizacijama:

- Državi registracije ili državi u kojoj se dogodila nesreća ili nezgoda,
- Državi operatora,
- Državi projektiranja zrakoplova,
- Državi proizvodnje zrakoplova,
- Svakoj državi koja je osigurala važne informacije, značajna sredstva ili stručnjake,
- ICAO-u [2].

Preliminarno izvješće o nesreći zrakoplova mase jednake ili manje od 2.250 kg šalje se svim prethodno navedenim državama, no ne i ICAO-u.

Konzultacije između država podrazumijevaju davanje primjedbi ili prijedloga poboljšanja izvješća, a država koja provodi istragu šalje kopiju nacрта Završnog izvješća sljedećim sudionicima istrage:

- Operatoru,
- Organizacijama odgovornim za dizajn i konstrukciju zrakoplova,
- Državi koja je pokrenula istragu,
- Državi operatora,
- Državi dizajna,

- Državi proizvodnje,
- Svim ostalim državama koje su sudjelovale u istrazi [2].

Temeljem dostavljenih komentara, država koja provodi istragu može promijeniti nacrt izvješća, a vremenski period za dostavljanje istih ograničen je na 60 dana od datuma slanja dokumenta. U svrhu očuvanja podataka iz Završnog izvješća, kopija nacrtu se šalje prikladnim i sigurnim putem poput e-maila, faksa ili ekspresne pošte. Preporuka je da se kopija nacrtu izvješća dostavi i organizacijama odgovornima za projektiranje tipa i završno sklapanje zrakoplova. Važno je istaknuti da se ne smiju distribuirati nikakvi podaci ili dokumenti bez pristanka države koja provodi istragu ili prije njihovog službenog objavljivanja. Ukoliko država koja provodi istragu u prethodno navedenom periodu ne zaprimi nikakve primjedbe, objavljuje Završno izvješće te ga distribuira unutar države. Također, obavezna je poslati konačnu verziju Završnog izvješća državama kako slijedi:

- Državi koja je pokrenula istragu,
- Državi registracije,
- Državi operatera,
- Državi dizajna zrakoplova,
- Državi proizvođača zrakoplova,
- Državama čiji su građani smrtno stradali ili teško ozlijeđeni u zrakoplovnoj nesreći,
- Državama koje su pružile relevantne informacije, istražne objekte ili stručnjake [2].

Službena verzija Završnog izvješća se prosljeđuje i ICAO-u za nesreće zrakoplova mase veće od 2.250 kg te za nezgode zrakoplova mase veće od 5.700 kg. Izvješće mora biti u standardnom formatu te na jednom od službenih jezika ICAO-a.

U svrhu poboljšanja sigurnosti zrakoplovstva, poželjno je da se Završno izvješće objavi u što kraćem roku. Preporuka je da država koja provodi istragu objavi Završno izvješće u periodu od 12 mjeseci od dana nesreće. Ukoliko navedeno nije moguće, ista bi trebala objavljivati privremeno izvješće na dan svake obljetnice događaja, a koje treba sadržavati informacije o napredovanju istrage i do tada utvrđenim okolnostima.

Ako se smatra da Završno izvješće doprinosi sprječavanju nesreća u budućnosti, biti će objavljeno u publikaciji ICAO *Aircraft Accident Digest*. Publikacija sadrži skraćena izvješća te se koristi kao izvor obrazovnog materijala za istražitelje i tehničke škole. Osim toga, ICAO potiče države na razmjenu informacija o nesrećama, odnosno da međusobno razmjenjuju svoja završna izvješća. Države mogu uspostaviti vlastiti dobrovoljni sustav izvješćivanja o nezgodama za lakši pristup bitnim informacijama, no sustav mora štiti izvore informacija i ne smije uključivati kazne. Također, informacije o zrakoplovnim nesrećama i nezgodama pruža ADREP (*Accident/Incident Data Reporting – ADREP*) sustav, a koji sadrži sažetke objavljenih izvještaja.

### 3. TEHNIČKO – TEHNOLOŠKE ZNAČAJKE UREĐAJA ZA SNIMANJE LETA

Kao što je prethodno navedeno, pojam uređaja za snimanje leta podrazumijeva nekoliko vrsta snimača leta, koji predstavljaju iznimno važan alat za identificiranje uzroka zrakoplovne nesreće. Uređaj obično predstavljaju dva pojedinačna snimača: snimač podataka o letu (*Flight Data Recorder – FDR*) i snimač zvuka u pilotskoj kabini (*Cockpit Voice Recorder – CVR*). Oba uređaja uz dodatne multifunkcijske snimače predstavljaju vrstu snimača koji su zaštićeni tijekom zrakoplovne nesreće, a isti izvršavaju sljedeće funkcije:

- Snimanje parametara performansi zrakoplova,
- Snimanje zvuka i slike u kokpitu,
- Snimanje poruka komunikacije između zrakoplova i operativnog centra na zemlji [2].

FDR snima parametre leta zrakoplova. Tip parametara koji se bilježe ovisan je o starosti i veličini zrakoplova, no sljedeći se osnovni parametri moraju bezuvjetno zapisivati:

- Smjer (engl. *Heading*),
- Visina (engl. *Altitude*),
- Brzina (engl. *Airspeed*),
- Vertikalno ubrzanje (engl. *Vertical acceleration*),
- Vrijeme (engl. *Time*) [8].

Navedeni zahtjevi su propisani 1960-ih godina kada su FDR uređaji mogli isključivo bilježiti samo navedenih pet parametara. Današnji moderni mlazni zrakoplovi su opremljeni FDR uređajima koji mogu bilježiti na tisuće parametara, a koji pokrivaju gotovo sve aspekte rada zrakoplova. Bilježe se osnovni parametri poput visine i brzine, ali i detalji poput položaja papučice kormila ili aktivacije dimnih alarma u prtljažniku. FDR snima i bilježi podatke s računala, radara i senzora te tako istražiteljima pruža ključne informacije u istrazi uzroka nesreće. Važno je navesti da posada prije svakog leta provjerava parametre i ispravnost instrumenata. Navedeni proces utvrđuje eventualna odstupanja, no ne isključuje pogreške posade i mogućnost nesreće. Standardni FDR teži 4,8 kg te je dimenzija 50x12,7x16 cm. Izgled FDR-a prikazan je slikom 2.



**Slika 2.** Uređaj za snimanje parametara leta zrakoplova

Izvor: [9]

Razlog za instaliranjem CVR uređaja u zrakoplovu proizlazi iz činjenice da je ljudska pogreška dokumentirana kao primarni čimbenik u više od 80% zrakoplovnih nesreća. Navedeno se najviše odnosi na pogreške i nedostatke aktivnosti letačke posade. CVR bilježi sljedeće:

- Glasovnu komunikaciju posade u kokpitu,
- Glasovnu komunikaciju posade putem interfona,
- Glasovnu komunikaciju kabinskog osoblja na zvučnicima u kabini,
- Glasovnu komunikaciju iz/prema zrakoplovu preko radija,
- Zvukove navigacijskih uređaja koji se čuju u slušalicama ili na zvučnicima [2].

Osim međusobne komunikacije u kokpitu između pilota i/ili kabinske posade, CVR bilježi cjelokupno zvučno okruženje kokpita. Naime, zabilježeni zvukovi poput buke u kokpitu, zvučnih upozorenja te određenih radnji poput upravljačkih pokreta i uključivanja/isključivanja instrumenata, istražiteljima daju ključne informacije u rekonstrukciji cjelokupnog događaja. Primjerice, buka u kokpitu je rezultat protoka zraka uz aeroprofil te se analizom iste može utvrditi brzina kretanja zrakoplova. Stariji tipovi CVR uređaja spremali su samo posljednjih 30 minuta leta, a današnji moderni tipovi zadržavaju podatke posljednja 2 sata leta zrakoplova. Standardni CVR uređaj teži 4,5 kg te ima dimenzije 32x12,7x16 cm [10]. Slika 3 prikazuje izgled uređaja za snimanje zvuka u kokpitu.



**Slika 3.** Uređaj za snimanje zvuka u kokpitu

Izvor: [10]

Uređaj za snimanje leta poznat je pod nazivom „Crna kutija“, no prema slikama 2 i 3 vidljivo je da su snimači zapravo obojeni žarko narančastom bojom. Boja olakšava pronalazak uređaja u slučaju zrakoplovne nesreće, ali i specificira njihovu važnost obzirom da je neprofesionalno rukovanje s istima strogo zabranjeno. Obzirom da se rep zrakoplova smatra najsigurnijim dijelom u slučaju zrakoplovne nesreće, FDR i CVR instalirani su upravo u tom dijelu zrakoplova. Lokacija uređaja za snimanje leta prikazana je slikom 4.



**Slika 4.** Lokacija FDR i CVR uređaja u zrakoplovu

Izvor: [11]



### 3.1. Povijesni pregled razvoja uređaja za snimanje leta

Razvoju zrakoplovne industrije i komercijalnog zrakoplovstva uvelike su doprinijeli svjetski ratovi. Nakon Drugog svjetskog rata, vojni zrakoplovi su bili prenamijenjeni za prijevoz putnika. Pojava putnika u zračnom prometu zahtijevala je dodatni razvoj, to jest napredak tehnike, tehnologije i konstrukcije zrakoplova. Sukladno navedenom, dvadeseto stoljeće predstavlja revolucionarno razdoblje za zrakoplovstvo. Prvi oblici snimača leta prvi put su korišteni u Drugom svjetskom ratu. Naime, američki nacionalni savjetodavni odbor za aeronautiku (*The National Advisory Committee for Aeronautics – NACA*) instalirao je prve uređaje na vojne i teretne zrakoplove u svrhu prikupljanja podataka o odnosu brzine i faktora opterećenja (engl. *Load factor*). Navedeni podaci su služili za poboljšanje strukturalnog dizajna zrakoplova [8].

Prvi uređaj za snimanje leta predstavljen je 1958. godine. Izvorno je bio jednostavan te je mogao bilježiti samo pet prethodno navedenih parametara. Medij za snimanje prve generacije snimača leta bila je metalna vrpca ili fotografski film. Nedostatak obje vrste medija je da su se zabilježeni podaci mogli obraditi samo jedanput, stoga su takvi snimači leta bili beskorisni za otkrivanje uzroka nesreće. Izgled unutrašnjosti uređaja za snimanje leta prve generacije prikazan je slikom 5. Nadalje, 1960-ih godina su regulatorna tijela pojedinih država naložila instaliranje uređaja za snimanje leta u velike komercijalne zrakoplove. Zrakoplovi Douglas DC-8, Boeing 707 te Caravelles bili su prvi mlazni zrakoplovi s instaliranim FDR uređajima. Australija je 1963. godine postala prva država koja je zahtijevala ugradnju CVR uređaja, a dvije godine poslije je izdan zahtjev da uređaji za snimanje leta moraju biti obojani narančastom ili žutom bojom [12].



**Slika 5.** Uređaj za snimanje leta prve generacije

Izvor: [8]

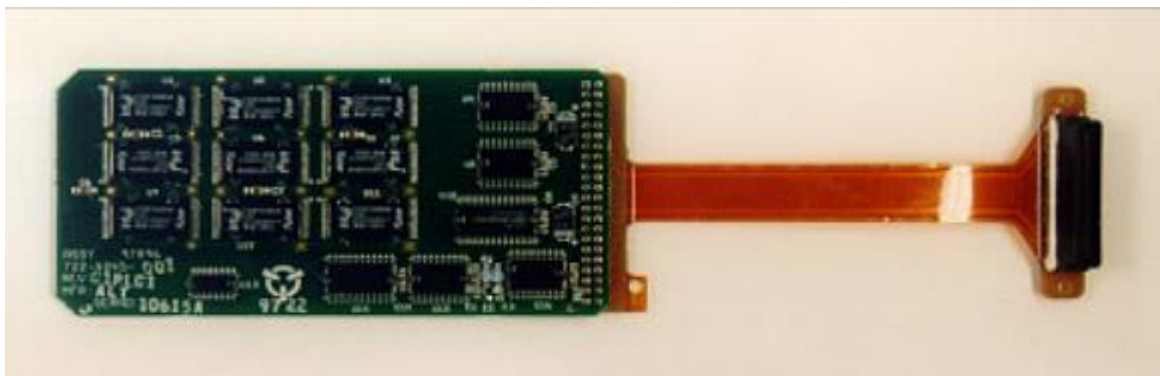
U ranim 1970-im godinama uslijedio je razvoj druge generacije digitalnih uređaja za snimanje leta kao posljedica povećanja zahtjeva za snimanjem većeg broja parametara i podataka. Metalna vrpca i fotografski film zamijenjeni su magnetnom vrpcom te je novi medij za snimanje, dužine od 300 do 500 stopa, mogao snimati do 25 sati. Izgled unutrašnjosti druge generacije uređaja za snimanje leta prikazan je slikom 6. Magnetna vrpca omogućila je snimanje više parametara, no FDR uređaji nisu više mogli interno obraditi velik broj parametara na temelju podataka primljenih sa senzora [3]. Stoga je razvijen novi prateći uređaj koji je prikupljao podatke prije snimanja. Riječ je o jedinici za prikupljanje podataka o letu (*Flight Data Acquisition Unit – FDAU*). FDAU prima različite analogne i digitalne podatke sa senzora te ih usmjerava na FDR putem specifičnih podatkovnih okvira. Važno je istaknuti i razvoj tako zvanih snimača brzog pristupa (*Quick Access Recorder – QAR*) koji također zaprimaju podatke s FDAU. Time je omogućena obrada zabilježenih podataka u druge svrhe. Točnije, podaci iz FDR uređaja analizirali su se u slučaju zrakoplovne nesreće, a podaci iz QAR mogli su se koristiti u svrhu nadzora i analize podataka o letu zrakoplovu gdje su se mogla uočiti eventualne nepravilnosti. Razvojem tehnologije druge generacije snimača leta izdan je zahtjev za unapređenje starijih analognih FDR uređaja. Zahtjev se odnosio na zrakoplove s 4 motora te je podrazumijevao snimanje 11 parametara do 25 sati. Stoga su se uređaji prve generacije morali zamijeniti digitalnim, a novi medij za snimanje bila im je magnetna vrpca. Modernizirani uređaji u ovom slučaju nisu bili povezani s FDAU [13].



**Slika 6.** Uređaj za snimanje leta druge generacije

Izvor: [8]

Nadalje, sredinom 1980-ih godina uslijedio je najznačajniji napredak u snimanju leta razvojem takozvanog uređaja čvrstog stanja (*Solid State Flight Data Recorders – SSFDR*). Navedeni uređaj koristi složene nizove memorijskih čipova kojima je osigurana velika prednost u odnosu na prethodne FDR uređaje s magnetnom vrpcom. Povećana je pouzdanost snimača i mogućnost „preživljavanja“ podataka u slučaju nesreće. Također, omogućeno je i snimanje nekoliko stotina parametara, a vrijeme snimanja može iznositi više od 50 sati. Izgled memorijske kartice SSFDR uređaja prikazan je slikom 7. Odnoseći se na CVR s magnetnom vrpcom, *Solid State* tehnologija omogućila je dvosatno digitalno snimanje zvuka [3]. Navedeno predstavlja treću generaciju uređaja za snimanje leta.

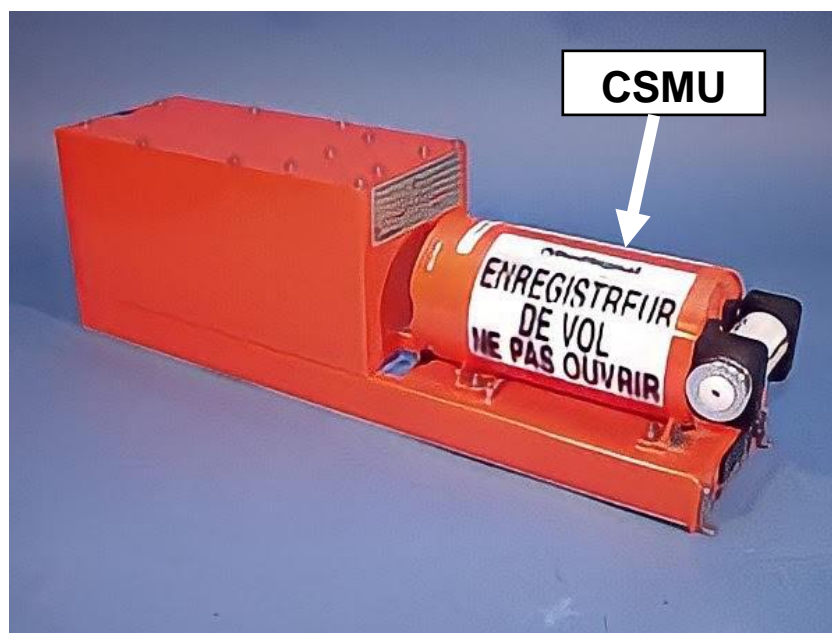


**Slika 7.** Memorijska kartica SSFDR uređaja

Izvor: [8]

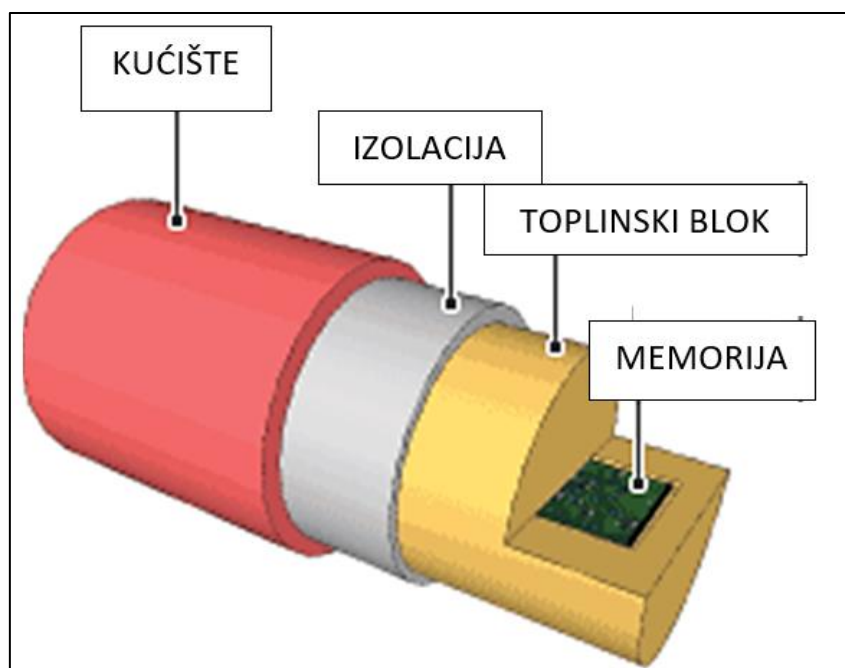
### 3.2. Način rada i opremljenost današnjih uređaja za snimanje leta

Današnji uređaji za snimanje leta koriste prethodno navedenu tehnologiju čvrstog stanja. Podaci iz snimača glasa u kokpitu i snimača parametara leta pohranjeni su na složenim memorijskim čipovima unutar memorijske jedinice koja je dizajnirana da „preživi“ zrakoplovnu nesreću (*Crash Survivable Memory Unit – CSMU*). Slikom 8 prikazan je položaj memorijske jedinice na uređaju za snimanje leta, a slikom 9 prikazani su pojedinačni dijelovi unutrašnjosti iste. Oba tipa uređaja za snimanje leta rade po načelu beskonačne petlje gdje se novi podaci presnime preko starih podataka prethodnog leta, no FDR uređaji imaju mogućnost duljeg trajanja snimanja. Točnije, FDR zadržava zapis posljednjih 25 sati leta zrakoplova, a CVR zadržava prethodno navedena posljednja 2 sata leta. Osim što je *Solid State* tehnologija povećala trajanje i kapacitet snimanja te mogućnost očuvanja snimljenih podataka, statični memorijski čipovi olakšavaju cjelokupni proces održavanja uređaja.



**Slika 8.** Memorijska jedinica

Izvor: Prilagodio autor prema – [13]



**Slika 9.** Dijelovi memorijske jedinice

Izvor: Priredio autor prema – [14]

### 3.2.1. Podvodni odašiljač lokacije

Moderni snimači leta opremljeni su podvodnim odašiljačem lokacije (*Underwater Locating Device – ULD*), često zvanim podvodnom lokacijskom svjetiljkom (*Underwater Locator Beacon – ULB*). Navedeni uređaj se automatski aktivira kada snimač leta dođe u kontakt s vodom gdje počinje emitirati ultrazvučni impuls frekvencije 37,5 kHz svake sekunde. Uređaj se napaja baterijom te prijenos signala ima ograničen period, najčešće 30 dana [15]. Obzirom na kontinuirano odašiljanje signala, uređaj se često naziva *Pinger*. Od zahtijevanih karakteristika mogu se izdvojiti sljedeće:

- Radna frekvencija: 37,5 kHz,
- Standardne dimenzije: 9,95 cm duljine i 3,3 cm promjera,
- Mogućnost rada na dubini: 0 – 6.096 metara,
- Automatsko aktiviranje pri kontaktu sa slatkom i morskom vodom [3].

Nadalje, kako bi se ULD detektirao potrebno je postaviti impulsni prijemnik ispod površine vode. Prijemnikom je moguće utvrditi položaj ULD-a na gotovo svim

dubinama vodenih površina, osim na ekstremnim oceanskim dubinama. Maksimalni domet ULD-a obično je od 2 do 3 kilometra, a ovisi o sljedećem:

- Razina akustičnog izlaza ULD-a,
- Osjetljivost prijemnika,
- Je li ULB zatrpan krhotinama zrakoplova, kamenjem, pijeskom,
- Intenzitet buke u okolini,
- Temperatura vode,
- Dubinska razlika između ULD-a i prijemnika [3].

Osim što se ugrađuje u FDR i CVR uređaje, ULD se može ugraditi i na trup zrakoplova. ULD pričvršćen na trup zrakoplova nakon uranjanja u slatku ili slanu vodu emitira signale frekvencije 8,8 kHz najmanje 90 dana te se naziva ULD niske frekvencije. Niska frekvencija omogućava domet od 13 do 22 km, a koji je čak četiri puta veći u odnosu na standardni ULD. Maksimalna radna dubina ove vrste ULD-a je 6.000 m, a jednoćelijska baterija omogućuje životni vijek od 6 godina. Osim toga, ne preporuča se ugradnja ULD-a niske frekvencije u vertikalni i horizontalni stabilizator zrakoplova [15].

Obnavljanje i nadopunjavanje propisa EASE rezultiralo je zahtjevom da se vrijeme emitiranja signala ULD-a priključenog na uređaje za snimanje produži s 30 dana na 90 dana najkasnije do 1. siječnja 2020. godine. Ista pravila su također zahtijevala da do 1. siječnja 2019. veliki zrakoplovi koji lete na rutama duljim od 333,36 km od obale budu opremljeni dodatnim ULD-om niske frekvencije. Navedeni zahtjevi su opravdani činjenicom da ULD uređaji imaju stopu „preživljavanja“ od 90% na 27 zrakoplovnih nesreća iznad vodenih površina [16].

### 3.2.2. Nepravilnosti uređaja za snimanje leta

Problemi i nepravilnosti uređaja za snimanje leta s kojima su se susrela istražna tijela mogu se podijeliti u tri kategorije kako slijedi:

1. Nedostajući ili nepotpuni podaci,
2. Nepotpune ili nedostupne informacije o podatkovnom okviru (*Data Frame Layout – DFL*),
3. Pitanja kalibracije parametara [3].

Također, važno je istaknuti da se tijekom istrage zrakoplovne nesreće mogu pojaviti problemi koji spadaju u sve tri kategorije.

Problem svrstan u kategoriju jedan, predstavlja najveću prepreku u procesu istrage zrakoplovne nesreće. Točnije, ne postojanje zabilježenih podataka veći je problem u odnosu na ne postojanje zapisa o podatkovnom okviru i krivoj interpretaciji zabilježenih podataka obzirom na kalibraciju parametara.

Podatkovni okvir predstavlja redosljed riječi koje se prenose iz jedinice za prikupljanje podataka o letu u digitalni FDR svake sekunde tijekom određenog perioda. Podaci o letu koje pohranjuju FDR-ovi obično su binarni te zahtijevaju obradu da bi se pretvorili u čitljive vrijednosti, primjerice stupnjeve i stope. Podatkovni okviri u FDR-u sastoje se od okvira, podokvira, riječi i bitova. Točnije, svaki okvir je podijeljen na 4 podokvira, a svaki podokvir je podijeljen na 64, 128, 256 ili 512 pojedinačnih riječi od 12 bitova, ovisno o tehnologiji FDR-a. Redosljed riječi i redosljed svakog podokvira definira FDR podatkovni okvir te ga je važno razumjeti kako bi se dekodirali podaci zabilježeni u digitalnom FDR-u [17]. Oblik podatkovnog okvira ovisi o vrsti snimanja te opisuje sljedeće:

- Metodu programiranja koju koristi sustav za prikupljanje podataka,
- Funkcije koje se koriste za pretvaranje snimljene vrijednosti u stvarnu fizičku vrijednost [3].

Kvaliteta snimanja uređaja za snimanje leta analizira se uspoređivanjem vrijednosti parametra mjerenih instrumentima i vrijednosti snimljenih podataka. Stoga je bitno redovito kalibrirati kanale mjerenja i obrade svakog parametra. Uređaje za snimanje leta koji bilježe obavezne parametre potrebno je ponovno kalibrirati barem svakih pet godina, a senzore koji prikupljaju podatke o visini i brzini potrebno je ponovno kalibrirati najmanje svake dvije godine. Ukoliko nastane duže razdoblje loše kvalitete podataka te ako jedan ili više obaveznih parametara nije ispravno zabilježen, uređaj za snimanje leta se smatra neuporabljivim i nužne su korektivne radnje. Kalibracija je također neophodna jer funkcije pretvorbe definiraju proizvođači prema rezultatima ispitivanja prototipova, a koje se mogu se razlikovati od onih stvarnih funkcija na zrakoplovu. Osim toga, nekoliko čimbenika može promijeniti kvalitetu mjerenja:

- Starenje senzora zbog utjecaja okoline: može uzrokovati odstupanje sustava od početne kalibracije,
- Spajanje dodatnog uređaja na analogni ulaz: može modificirati karakteristike odaslanog signala u smislu amplitude i/ili faze,
- Rastavljanje i ponovno sastavljanje mehaničkih elemenata: može uzrokovati da se neki senzori ne mogu se prilagoditi [3].

Također, senzori koje koriste uređaji za snimanje leta mogu se razlikovati od senzora koje koriste mjerni instrumenti ili drugi zrakoplovni sustavi. Stoga se podrazumijeva određena dopuštena razlika između zabilježenih i normalnih vrijednosti. Navedeno je tipično za starije modele zrakoplova. Ukoliko se navedena dopuštena razlika prekorači poduzimaju se sljedeće radnje:

- Zamjena ili popravak neispravnih elemenata,
- Izmjena funkcija pretvorbe u dokumentima formata podataka kroz postupak kalibracije [3].

### 3.3. Zahtjevi za instalacijom snimača leta

Preduvjet za sigurno odvijanje zračnog prometa u hrvatskom zračnom prostoru je pridržavanje odredbi Zakona o zračnom prometu. Na temelju članka 142. točke 2. Zakona o zračnom prometu donesen je Pravilnik o zahtjevima za izvođenje operacija zrakoplovima i o organizacijskim zahtjevima kojima moraju udovoljavati operatori zrakoplova. Pravilnik sadrži osam Sekcija, a u četvrtoj Sekciji naziva „Instrumenti, podaci i oprema“ nalaze se zahtjevi za instalacijom snimača leta u pojedine modele zrakoplova te zahtjevi sposobnosti i opremljenosti uređaja za snimanje leta.

Zakon propisuje instalaciju uređaja za snimanje podataka o letu koji koristi metodu digitalnog snimanja i pohrane podataka te ima mogućnost iščitavanja pohranjenih podataka za sljedeće zrakoplove:

- Zrakoplovi s najvećom certificiranom masom u uzlijetanju većom od 5.700 kg i za koje je prvi certifikat o plovidbenosti izdan nakon 1. 1. 2005.,



- Zrakoplovi s najvećom certificiranom masom u uzlijetanju većom od 27.000 kg i za koje je prvi certifikat o plovidbenosti izdan nakon 31. 12. 1988 [18].

Prema Pravilniku, uređaj za snimanje podataka o letu mora zadovoljiti sljedeće uvjete:

- Mogućnost čuvanja snimljenih podataka najmanje tijekom zadnjih 25 sati,
- Podaci moraju biti dostupni iz izvora koji omogućava točnu usporedbu s informacijama prikazanim posadi zrakoplova,
- Automatski početak snimanja prije no što je zrakoplov sposoban pokretati se snagom vlastitih motora i automatski prestanak snimanja nakon što se zrakoplov ne može pokretati snagom vlastitih motora,
- Opremljenost uređajem koji pomaže potrazi za FDR-om u vodi [18].

Zakon propisuje instalaciju uređaja za snimanje zvuka u kokpitu za sljedeće zrakoplove s najvećom certificiranom masom u uzlijetanju većom od 27.000 kg i za koje je prvi certifikat o plovidbenosti izdan nakon 31. 12. 1986. godine [18].

Prema Pravilniku, uređaj za snimanje glasa u kokpitu mora imati sljedeće sposobnosti:

- Mogućnost čuvanja podataka tijekom najmanje zadnja dva sata za zrakoplove kojima je certifikat o plovidbenosti izdan nakon 1. 1. 2003. godine ili zadnjih 30 minuta za sve ostale zrakoplove,
- Automatski početak snimanja podataka prije no što se zrakoplov pokrene snagom vlastitih motora i nastavak snimanja do završetka leta kada zrakoplov više nije sposoban kretati se snagom vlastitih motora,
- Opremljenost uređajem koji pomaže potrazi za CVR-om u vodi [18].

### 3.4. Standardi izrade

Uređaji za snimanje leta konstruirani su da fizički izdrže udar pri velikoj brzini zrakoplova te požar koji gotovo uvijek prati zrakoplovnu nesreću. Odgovarajući materijal izrade uređaja mora pružiti odgovarajuću toplinsku zaštitu za određen period

izloženosti visokoj temperaturi. Točnije, snimači leta su izloženi postepenim prijenosom topline, to jest prvotno izgaraju u visokim temperaturama te se naglo hlade pri gašenju požara. Utvrđeno je da središnja temperatura uređaja doseže vrhunac tijekom razdoblja hlađenja, a ne tijekom razdoblja zagrijavanja. Stoga je potrebno odabrati materijal s optimalnom vodljivosti topline kako bi se produljilo vrijeme za postizanje maksimalne temperature uređaja, a koja može značajno oštetiti memorijski modul [19]. Također, uređaji za snimanje leta su načinjeni od materijala koji ne reagiraju burno uranjanjem u slanu vodu. Snimač u FDR i CVR uređajima nalazi se u aluminijskom oblogu te je položen u vanjsko kućište od nehrđajućeg čelika ili titana [20]. Ukoliko bi komponente bile načinjene od magnezija, nakon nekoliko dana provedenih ispod vodene površine dijelovi uređaja bi se u potpunosti otopili. Također, važno je navesti da uređaj načinjen od bilo koje druge vrste materijala nakon izvlačenja iz vode vrlo brzo korodira na zraku te je potrebno poduzeti pravovremene preventivne mjere [2]. Konstrukcija FDR i/ili CVR uređaja mora biti dizajnirana da preživi sljedeće uvjete:

- Izgaranje u plamenu od 1.100°C tijekom 30 minuta,
- Testirano izgaranje u pećnici na 260°C tijekom 10 sati,
- Udar: 3.400 Gs za 6,5 ms,
- Statično opterećenje masom od 2.268 kg tijekom 5 minuta na svakoj osi,
- Istrajnost u zrakoplovnim fluidima: 24 sata,
- Istrajnost u morskoj vodi: 30 dana,
- Otpor na prodiranje: 227 kg,
- Hidrostatički tlak ekvivalentan dubini od 6.096m [13].

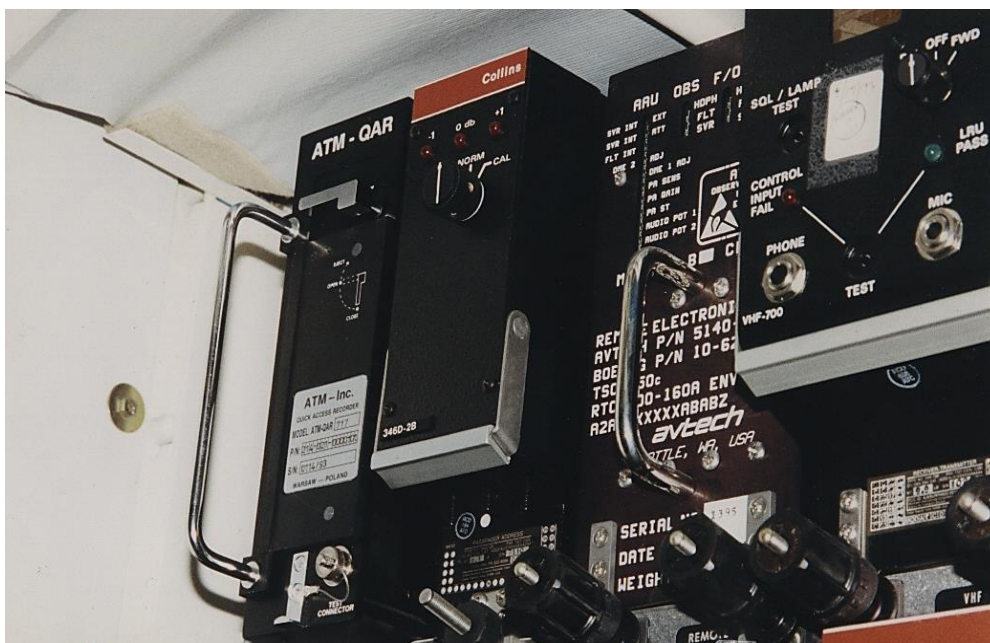
Usprkos standardima izrade, i dalje postoji mogućnost da se u nesreći FDR i CVR uređaji oštete ili u potpunosti unište. Stoga je dizajniranje istih prvenstveno vođeno osiguranjem zabilježenih podataka, a zatim samih uređaja. Medij za snimanje podataka instaliran je unutar navedenog kućišta otpornog na udarce i požar. Odbor europske organizacije za opremu civilnog zrakoplovstva (*European Organisation for Civil Aviation Equipment – EUROCAE*) 2003. godine revidirao je standarde otpornosti memorijskog modula. Osim svih prethodno navedenih uvjeta za cjelokupni uređaj za snimanje leta, memorijski modul mora izdržati izgaranje u plamenu od 1.100°C tijekom 60 minuta [3].

### 3.5. Nezaštićeni uređaji za snimanje leta

Prije razvoja jedinice za prikupljanje podataka, zabilježeni podaci FDR i CVR uređajima bili su korišteni samo nakon zrakoplovne nesreće. Danas, FDAU usmjerava podatke i na druge vrste snimača te omogućuje nadzor podataka o letu. Navedena vrsta snimača predstavlja drugu kategoriju uređaja za snimanje leta, to jest uređaje koji nisu zaštićeni tijekom nesreće. Medij za snimanje ove vrste uređaja može biti vrpca, magnetski ili optički disk te PCMCIA kartica, a dizajniran je za lako uklanjanje i brzu zamjenu koja osigurava visoku mehaničku i električnu pouzdanost. Pristup mediju, to jest zabilježenim podacima, nalazi se u kokpitu ili odjeljku za elektroniku. Nadalje, dvije su vrste snimača koji nisu zaštićeni tijekom zrakoplovne nesreće:

- Snimač brzog pristupa,
- Snimač izravnog pristupa (*Direct Access Recorder - DAR*).

QAR uređaji najčešće bilježe identične podatke kao FDR uređaji te ovise o istoj jedinici za prikupljanje podataka. Najnoviji QAR-ovi imaju ulazne otvore kompatibilne sa standardnim zrakoplovnim sabirnicama te mogu bilježiti dodatne vrste podataka. Slika 10 prikazuje QAR uređaj instaliran u zrakoplovu Boeing 737.



**Slika 10.** QAR uređaj u zrakoplovu Boeing 737

Izvor: [21]

DAR uređaji primaju podatke iz jedinice za upravljanje podacima (*Data Management Unit - DMU*). Mogu se programirati za prikupljanje pojedinih podataka, ali i za odabir načina snimanja od kojih se razlikuju periodično snimanje te snimanje koje započinje kada pojedini parametar prekorači određenu definiranu vrijednost [3].

## 4. OSIGURANJE I PRIKUPLJANJE DOKUMENTACIJE

Osiguranje i prikupljanje relevantne dokumentacije predstavlja važan korak u najranijoj fazi istrage. Zadatak glavnog istražitelja je utvrditi koje dokumente, odnosno podatke treba prikupiti te kontaktirati organizacije koje će navedeno osigurati. Primjeri organizacija koje najčešće sadrže relevantne dokumente i/ili snimke su: operator, proizvođač zrakoplova, organizacija za održavanje zrakoplova, zračne luke, meteorološke službe te pružatelji usluga u zračnoj plovidbi. Navedene organizacije kontaktira glavni istražitelj prikladnim sredstvom komunikacije, poput e-maila ili telefona, no pojedini dokumenti se mogu i prevoziti do mjesta nesreće. Potrebna dokumentacija ovisi o vrsti zrakoplovne nesreće ili nezgode. Drugi važan izvor podataka su uređaji za snimanje leta koji najčešće sadrže ključne informacije za pozitivan ishod istrage.

U ovom poglavlju objašnjena je uloga pojedinih sudionika u osiguranju i prikupljanju relevantnih podataka, a koji imaju jedinstven učinak u procesu istrage zrakoplovne nesreće. Također, objašnjen je postupak rukovanja s uređajem za snimanje leta kao izvora ključnih činjeničnih informacija o nesreći ili nezgodi zrakoplova.

### 4.1. Uloga glavnog istražitelja

Glavni istražitelj je osoba odgovorna za provođenje i kontroliranje istrage. Prije dolaska na mjesto zrakoplovne nesreće, zadatak glavnog istražitelja je odrediti sva potrebna sredstva te uspostaviti istražni tim. Kao što je prethodno navedeno, odgovoran je za definiranje dokumentacije i drugih izvora informacija koje je potrebno prikupiti. U kasnijim fazama istrage, glavni istražitelj objedinjuje pojedinačna izvješća istraživačkih skupina te izrađuje glavno Završno izvješće. Glavni istražitelj mora imati konkretna iskustva u provođenju i vođenju istrage te istoj mora pristupiti objektivno i nepristrano. Koordinira istražne aktivnosti s drugim sudionicima u procesu istrage te je zadužen za uspostavljanje neformalnih sporazuma kako bi se olakšala provedba. Od ovlasti i odgovornosti glavnog istražitelja mogu se istaknuti sljedeće:

- Ovlast nad svim članovima istražnog tima tijekom istrage na terenu,

- Ovlast za pokretanje administrativnih postupaka,
- Ovlast potpisivanja ugovora,
- Ovlast uključivanja u potrebne financijske obveze [2].

#### 4.2. Koordinator potpore istrazi

Koordinatori potpore istrazi podupiru glavnog istražitelja u procesu istrage te uspostavljaju vezu sa ostalim organizacijama, državama i istraživačkim skupinama. Najčešće su to osobe zaposlene u istražnom tijelu koje provodi istragu. Koordinator potpore istrazi se mogu podijeliti na sljedeće uloge:

- Zamjenik glavnog istražitelja,
- Koordinator središnjeg ureda,
- Administrativni koordinator,
- Koordinator za odnose s javnošću,
- Koordinator za sigurnost mjesta događaja [2].

Zamjenik glavnog istražitelja pomaže u organizaciji i vođenju istrage, a ima vodeću ulogu kada je glavni istražitelj odsutan.

Uloga koordinatora središnjeg ureda je osiguranje koordinacije unutarne i vanjske podrške istražiteljima na terenu te obavještanje uključenih država i organizacija o napretku istrage.

Administrativni koordinator osigurava administrativnu potporu te uspostavlja ured na terenu za rukovanje s materijalima prikupljenim tijekom istrage.

Koordinator za odnose s javnošću zadužen je za organiziranje medijskih događaja te savjetovanje glavnog istražitelja o odnosu s medijima. Također, koordinator za odnose s javnošću informira medije o istrazi te osigurava pozitivan ugled istražnog tijela. Potrebno je periodično organizirati konferencije za medije kako bi se izbjeglo širenje dezinformacija.

Koordinator za sigurnost mjesta događaja usklađuje sve aktivnosti na mjestu nesreće kako ne bi došlo do dodatne materijalne i ljudske štete te krađe ili oštećenja relevantnih dokaza. Zadaci ovog koordinatora podrazumijevaju sljedeće:

- Pregled robnog manifesta,
- Procjena okolnosti nesreće,
- Procjena stanja i opasnosti na mjestu nesreće,
- Definiranje granice područja za provođenje istrage
- Definiranje opasnih zona,
- Preuzimanje odgovornosti nad mjestom nesreće,
- Suradnja s lokalnim sigurnosnim službenicima,
- Ublažavanje rizika na mjestu događaja,
- Utvrđivanje sigurnosne opreme i postupaka,
- Održavanje sigurnog obavljanja zadataka sudionika istraživanja [2].

#### 4.3. Istraživačke skupine

Istraživačke skupine čini određen broj istražitelja specijaliziranih za pojedino područje istrage. Stoga, karakteristične su za velike zrakoplovne nesreće gdje treba analizirati brojne i različite aspekte. Svaka istraživačka skupina ima voditelja koji je odgovoran za vođenje i praćenje aktivnosti svoje skupine. Točnije, u dogovoru s članovima skupine, voditelj je odgovoran za: provjeru prikupljenih dokaza u odnosu na zadaće skupine, izradu grupnog izvješća, analizu ustanovljenih činjenica, izradu nacrtala nalaza skupine i sigurnosnih preporuka. Voditelj istraživačke skupine podređen je glavnom istražitelju te mu u završnoj fazi podnosi grupno izvješće koje obično sadržava uvod, istragu, analizu, zaključke i sigurnosne preporuke. Izvješće skupine uključuje sve relevantne činjenice i prikupljene dokumente, a u konačnici bi trebalo pružiti informacije o svim utvrđenim sigurnosnim pitanjima, poduzetim sigurnosnim mjerama te prijedlozima sigurnosnih preporuka. Zatim, glavni istražitelj ili istražno tijelo objedinjuje grupne izvještaje te sastavlja Završno izvješće.

Istraživačke skupine se dijele na dvije kategorije: operativnu i tehničku kategoriju. Operativna kategorija u svom sastavu može imati sljedeće skupine:

- Skupina za analizu operacija zrakoplova,
- Skupina za analizu performansi zrakoplova,
- Skupina za analizu medicinskih/ljudskih čimbenika,

- Skupina za prikupljanje i analizu izjava svjedoka,
- Skupina za analizu podataka sa uređaja za snimanje leta,
- Skupina za analizu meteoroloških podataka,
- Skupina za usluge u zračnoj plovidbi i aerodrome,
- Skupina za analizu aspekata preživljavanja,
- Skupina za analizu sigurnosti kabine [2].

Tehnička kategorija može imati formirane istraživačke skupine kako slijedi:

- Skupina za analizu održavanja zrakoplova,
- Skupina za analizu zrakoplovnih sustava,
- Skupina za analizu strukture zrakoplova,
- Skupina za analizu motorne grupe zrakoplova,
- Skupina za analizu mjesta nesreće,
- Skupina za analizu otpornosti na sudare,
- Skupina za fotografiranje i video zapise [2].

Sastav istraživačke skupine određuje glavni istražitelj te ovisno o okolnostima nesreće i broju kvalificiranog osoblja pojedine skupine se mogu ujediniti ili ne uspostaviti.

#### *4.3.1. Skupina za analizu operacija zrakoplova*

Skupina za analizu operacija ovlaštena je za najširi opseg zadataka te se u pojedinim slučajevima uspostavljaju posebne skupine koje preuzimaju zadaće ove skupine. Ista prikuplja informacije o povijesti leta i aktivnostima letačke posade prije, tijekom i nakon zrakoplovne nesreće. Povijest leta podrazumijeva informacije o: planiranju leta, otpremi zrakoplova, uravnoteženju i opterećenju zrakoplova, vremenskim prilikama, radiokomunikaciji, uslugama zračne plovidbe, navigaciji, transferima, opskrbi gorivom te letnoj ruti prije nesreće. Prikupljanje informacija o letačkoj posadi podrazumijeva: obuku i adekvatnost iste, letno iskustvo, medicinsko stanje, vrijeme odmora, razinu nadzora, letne provjere te opće informacije.

Obzirom da se zadaci skupine za nadzor operacija dotiču gotovo svih preostalih skupina ove kategorije, nužno je međusobno kontinuirano nadopunjavanje. Najčešća



je koordinacija sa skupinom zaduženom za analizu medicinskih/ljudskih čimbenika, skupinom za prikupljanje i analizu iskaza svjedoka, skupinom zaduženom za analizu podataka uređaja za snimanje leta te skupinom za analiziranje mjesta događaja.

#### *4.3.2. Skupina za analizu podataka sa uređaja za snimanje leta*

Skupina za analizu podataka sa snimača leta zadužena je za analizu snimki FDR i CVR uređaja te snimača slike u kokpitu. Ovisno o okolnostima događaja, može se oformiti kao tehnička skupina pod vodstvom skupine za analizu performansi zrakoplova. Također, ova skupina može biti odgovorna za oporavak i analizu podataka koji se nalaze pohranjeni na: zemaljskim uređajima, drugim računalima u zrakoplovima te memorijskim jedinicama koje sadrže podatke o satelitskoj navigaciji. Rad ove skupine zahtjeva koordinaciju s proizvođačima, dobavljačima ili operatorima kako bi se osiguralo pravilno rukovanje sa snimačima leta i interpretacija zabilježenih podataka. Osim toga, nužna je i koordinacija sa preostalim skupinama, posebice sa skupinama za analizu operacija zrakoplova i skupinom za analizu performansi zrakoplova.

#### 4.4. Ovlašteni predstavnici

Status ovlaštenog predstavnika imaju osobe koje službeno predstavljaju i osiguravaju sigurnosne interese svoje države u istrazi zrakoplovne nesreće. Najčešće su to predstavnici država registracije, operatora, dizajna, proizvođača te država koje daju relevantne informacije, stručnjake ili objekte. Prava i odgovornosti ovlaštenih predstavnika definirana su Annexom 13. Točnije, pod nadzorom glavnog istražitelja, ovlašteni predstavnici imaju posebno pravo na:

- Posjet mjestu nesreće,
- Pregled olupine,
- Prikupljanje svjedočenja i predlaganje područja ispitivanja svjedoka,
- Potpuni pristup svim relevantnim dokazima,
- Preslike svih relevantnih dokumenata,

- Sudjelovanje u očitavanjima snimljenih zapisa,
- Sudjelovanje u istražnim aktivnostima van mjesta nesreće,
- Sudjelovanje na sastancima o tijeku istrage,
- Podnošenje prijedloga [2].

Državama koje predstavljaju smiju proslijediti dostupne relevantne podatke, no svojoj državi ne smiju otkriti podatke o napretku i nalazima istrage bez pristanka glavnog istražitelja. Ovlašteni predstavnik ne bi trebao biti sudionik pojedine istraživačke skupine već treba biti u koordinaciji s glavnim istražiteljem. Primjerice, kada glavni istražitelj prikuplja dokumentaciju od prethodno navedenih država, odgovornost ovlaštenog predstavnika je da iskoristi autoritet u svojoj državi kako bi osigurao izvršenje zahtjeva, a pri izradi zaključaka koji se odnose na osobe, organizacije ili aktivnosti države koje predstavlja, obavezan je iznijeti svoje mišljenje. Ovlašteni predstavnik ima pravo na jednog ili više savjetnika koji će mu pomoći u istrazi. Savjetnike ovlaštenog predstavnika imenuje država na temelju njihovih kvalifikacija, a isti mogu predstavljati operatora zrakoplova, proizvođača zrakoplova te regulatora [2].

#### 4.5. Promatrači ili sudionici

Promatrači ili sudionici su stručne osobe koje mogu doprinijeti procesu istrage, a status im dodjeljuje država koja provodi istragu zrakoplovne nesreće. Pismo imenovanja koje sadrži uvjete za dobivanje statusa promatrača/sudionika propisuje istražno tijelo, a treba biti potpisano i od strane glavnog istražitelja. Navedeni status mogu dobiti predstavnici: državnog odjela ili agencije, vlasnika zrakoplova, operatera, letačke posade uključene u nesreću, sindikata te udruženja zaposlenika. Glavni istražitelj je dužan upoznati promatrača/sudionika o pravima i odgovornostima [2].

#### 4.6. Rukovanje s uređajem za snimanje leta u slučaju zrakoplovne nesreće

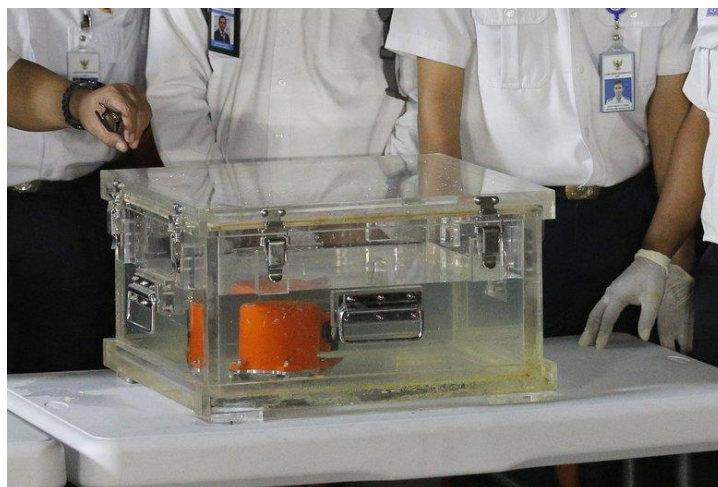
U slučaju nesreće zrakoplova koji je opremljen uređajima za snimanje leta, prvenstveno treba razmotriti sadrže li snimači relevantne informacije te donijeti odluku

o početku potrage za istim. Osim prethodno navedenih preliminarnih informacija koje se šalju u što kraćem roku od trenutka zrakoplovne nesreće, potrebno je uzeti u obzir sljedeće podatke o snimačima leta:

- Proizvođač, model i serijski broj uređaja za snimanje leta,
- Vrsta i raspon parametara koje bilježi uređaj za snimanje leta,
- Podatkovni okvir i kalibracija uređaja za snimanje leta,
- Podaci o prvoj i/ili naknadnoj ugradnji u zrakoplov,
- Kontakt osoblja koje je provodilo održavanje i/ili iščitavanje podataka,
- Proizvođač, model i serijski broj jedinice za prikupljanje podataka [22].

Navedene značajke uređaja za snimanje leta i prateće opreme dostavlja zračni prijevoznik i/ili proizvođač zrakoplova, a potrebni su za jednostavniju analizu snimljenih podataka.

Kada se uređaj za snimanje leta pronađe, nužno je pridržavati se propisane procedure kako se osjetljive informacije ne bi uništile ili prijevremeno izašle u javnost. Naime, uređaj za snimanje leta se ne smije otvarati, odnosno medij za snimanje se ne smije uklanjati i obrađivati prije nego se uređaj dostavi u odgovarajući laboratorij. Uređaj je potrebno adekvatno upakirati i označiti kako ne bi došlo do oštećenja u transportu te se najčešće koriste drvene i kartonske kutije omotane odgovarajućom pjenom ili folijom. Ukoliko je uređaj pronađen u vodi, pakira se u plastične posude punjene vodom prikazane slikom 11. Razlog tome je što se uređaj ne smije osušiti jer pojedini metali burno reagiraju u naknadnom kontaktu s kisikom.



**Slika 11.** Transport snimača leta pronađenog u vodi

Izvor: [23]

Dolaskom u laboratorij, stručnjak za analizu snimača leta otvara uređaj i preuzima podatke s medija za snimanje te ih digitalno pohranjuje. Ukoliko se utvrde relevantne informacije za proces istrage uspostaviti će se zasebna istraživačka skupina za analizu podataka sa snimača leta. Svakako je bitno navesti da se u ovom koraku istrage strogo čuva diskretnost podataka te se svaka komunikacija vrši putem adekvatnih kanala, primjerice fiksnog telefona.

U slučaju manje zrakoplovne nesreće ili nezgode, uređaji za snimanje leta najčešće ostaju nepomaknuti i neoštećeni. Ukoliko nije nužno, snimači leta se neće izvaditi iz zrakoplova jer MEL lista obično ne dopušta operacije zrakoplova s uklonjenim, odnosno onemogućenim uređajem za snimanje leta. Točnije, postoji rizik da operator nastavi s letenjem bez snimača te naknadno uzrokuje nesreću koja u ovom kontekstu neće imati snimljene potencijalne uzroke. Stoga, prije nego uklone snimače leta, istražitelji razmatraju sljedeće činjenice:

- Jesu li snimke relevantne za istragu;
- Mogu li se podaci dobiti iz drugih izvora,
- Mogu li se snimke kopirati bez uklanjanja snimača iz zrakoplova,
- Ako kopiju snimki nije moguće izvršiti na lokaciji zrakoplova, koji period zrakoplov može provesti u letu prije nego što se željeni podaci presnime s drugim (novim) podacima [2].

Prema navedenom se da zaključiti da su u slučaju manjih zrakoplovnih nesreća ili nezgoda QAR i DAR uređaji od velike važnosti. Točnije, omogućuju lak pristup snimljenim podacima bez potrebe za uklanjanjem FDR i CVR uređaja iz zrakoplova.

## 5. DOPRINOS SNIMAČA LETA REZULTATU ISTRAGE

U ovom poglavlju istaknute su pojedine zrakoplovne nesreće te je opisano na koji su način uređaji za snimanje leta doprinijeli istrazi zrakoplovne nesreće/nezgode. Također, navedena je zrakoplovna nesreća koja usprkos suvremenoj tehnologiji i istraživačkim tehnikama nije uspješno provedena zbog nemogućnosti pronalaska snimača te su navedene uspješno istražene zrakoplovne nesreće iako snimači leta nisu pronađeni ili su neuporabljivi.

### 5.1. Germanwings let 9525

U ožujku 2015. godine, zrakoplov Airbus A320 – 211 je prometovao na redovnom međunarodnom letu između Barcelone i Düsseldorfa na kojem je uzrokovao fatalnu nesreću. Zrakoplovna nesreća je izazvana namjernom promjenom faze leta pri čemu se zrakoplov zabio u francuske Alpe. Smrtno je stradalo 6 članova posade te 144 putnika, a ova zrakoplovna nesreća predstavlja jedinu nesreću hibridne zrakoplovne kompanije Germanwings-a, odnosno današnjeg Eurowings-a. Istragu ove zrakoplovne nesreće provela je službena francuska organizacija za istragu civilnih zrakoplovnih nesreća i nezgoda BEA.

Uz neprisutnost kapetana zrakoplova, kopilot je zaključao vrata kokpita te je izmijenio postavke autopilota gdje je zrakoplov prešao u fazu spuštanja. Drugi članovi posade nisu mogli spriječiti nesreću obzirom da posebno dizajnirana vrata kokpita onemogućuju nasilan upad, a kopilot nije odgovarao na kucanje i pozive drugih članova posade te na pozive civilnih i vojnih kontrolora zračne plovidbe. U veljači 2015. godine, kopilotu je dijagnosticiran anksiozni i psihosomatski poremećaj, a nekoliko dana prije leta dijagnosticirana mu je moguća psihoza. O značajnim promjenama psihičkog stanja kopilota nije obaviješten zračni prijevoznik niti bilo koje zrakoplovno tijelo te se bitnim čimbenikom nesreće smatra nedostatak jasnih smjernica u njemačkim propisima kada ugrožavanje javnosti postane bitnije od diskretnosti liječnika. Također, postoji princip gdje piloti samostalno prijavljuju narušene zdravstvene sposobnosti, no smatra se da je strah od gubljenja prava na letenje, a time i financijskih reperkusija, spriječio kopilota da prijavi ozbiljno ugroženo mentalno stanje [6].

Zrakoplov je bio opremljen s dva uređaja za snimanje leta u skladu sa svim tadašnjim zahtijevanim propisima. Točnije, FDR uređaj je imao memorijski kapacitet snimanja do 25 sati leta te je zabilježio 600 parametara leta. CVR uređaj je imao memorijski kapacitet snimanja zvuka u kokpitu 2 sata u standardnoj kvaliteti te 30 minuta u visokoj kvaliteti. Zrakoplov je bio opremljen i s QAR uređajem koji je bilježio iste podatke kao i FDR. Uređaji su pronađeni redoslijedom kako slijedi:

1. CVR uređaj – pronađen na dan zrakoplovne nesreće 24. ožujka 2015. godine
2. QAR uređaj – pronađen 28. ožujka 2015. godine
3. FDR uređaj – pronađen 2. travnja 2015. godine [6].

Iako je CVR uređaj bio značajno oštećen, kao što je vidljivo na slici 12, uspješno je oporavljeno 6 audio snimki koje su sadržavale i dio podataka s prethodnog leta. Od ukupno 6 snimki, 4 snimke u trajanju od 31 minute i 3 sekunde sadržavale su sljedeće:

- Snimka radiokomunikacije iz mikrofona kopilota,
- Snimka radiokomunikacije iz mikrofona kapetana,
- Snimka radiokomunikacije iz mikrofona kabinskog osoblja,
- Snimka radiokomunikacije iz mikrofona u kokpitu [6].

Preostale dvije snimke u trajanju od 2 sata i 4 minute sadržavale verzije prethodnih snimki:

- Kombinacija prve tri prethodne snimke,
- Snimka radiokomunikacije iz mikrofona u kokpitu u standardnoj kvaliteti [6].



**Slika 12.** CVR uređaj nakon zrakoplovne nesreće na letu Germanwings 9525

Izvor: [6]

FDR uređaj, prikazan slikom 13, pretrpio je značajna toplinska i mehanička oštećenja, a prednji dio snimača te dio s memorijskim modulom pronađeni su na različitim lokacijama. Uspješnom obradom podataka leta, zaključeno je da nije bilo kvarova u sustavu zrakoplova koji su mogli doprinijeti nesreći, no uočene su promjene brzine i visine pri namjernoj promjeni režima autopilota.



**Slika 13.** FDR uređaj nakon zrakoplovne nesreće na letu Germanwings 9525

Izvor: [6]

Obradom podataka s oba snimača leta, uspješno je rekonstruirana povijest leta od koje se mogu istaknuti sljedeći zabilježeni segmenti:

- Kapetan je rekao kopilotu da napušta kokpit te ga zamolio da preuzme radiokomunikaciju što je kopilot potvrdio,
- Zvuk otvaranja i zatvaranja vrata kokpita kada je kapetan izašao iz istog,
- Promjena visine u jednoj sekundi s 38.000 stopa na 100 stopa,
- Zrakoplov se počeo spuštati, a brzina oba motora se smanjila,
- Kontrolor zračne plovidbe je pitao letačku posadu o odobrenoj razini krstarenja, no nije bilo nikakvog odgovora,
- Zvuk za traženje pristupa u kokpit,
- Kontrolor zračne plovidbe je ponovno pokušao kontaktirati letačku posadu,
- Signal za poziv iz kabine snimljen je u četiri navrata,
- Zvukovi kucanja na vrata kokpita,
- Kontrolni centar Marseillea je pokušao kontaktirati letačku posadu u 5 navrata na različitim frekvencijama,
- Vojni kontrolor zračne plovidbe pokušao je kontaktirati letačku posadu u tri navrata,

- Zvukovi slični snažnim udarcima po vratima kokpita,
- Letačka posada drugog zrakoplova pokušala je kontaktirati letačku posadu,
- Zvuk zvučnih upozorenja o blizini terena,
- Zvuk disanja kopilota 7 sekundi prije nesreće,
- CVR uređaj je prestao snimati u trenutku udara u Alpe.

Podaci zabilježeni uređajima za snimanje leta jasno su ukazali na uzrok zrakoplovne nesreće. Obzirom da FDR uređaj nije zabilježio nikakve nepravilnosti u sustavu zrakoplova, može se zaključiti da bi bilo teško ili gotovo nemoguće rekonstruirati cjelokupan događaj uz neotkriven ili neuporabljiv CVR uređaj.

## 5.2. Delta Airlines let 1141

Na letu 1141 Delta Airlines-a u kolovozu 1988. godine, zrakoplov Boeing 727-200 uzrokovao je zrakoplovnu nesreću u kojoj je poginulo 12 putnika i 2 člana kabinske posade od ukupno 108 osoba na letu. Riječ je o redovitoj liniji iz Jacksona do Salt Lake City-a, s međuslijetanjem u Dallasu. Nesreća se dogodila prilikom polijetanja u Dallasu, a prema NTSB-u uzrok su nepravilno položena zakrilca koja su onemogućila ispravnu konfiguraciju aeroprofila za polijetanje. Nepravilna konfiguracija onemogućuje opstrujavanje krila strujnicama zraka kako bi se stvorio uzgon potreban za polijetanje. Obzirom na iznimnu važnost oblika aeroprofila pri polijetanju, postoji sustav upozorenja pri polijetanju (*Take-Off Warning System – TOWS*) koji zvučnim signalima upozorava pilote o nepravilnom položaju navedenih površina.

Zrakoplov je bio opremljen s FDR i CVR uređajima za snimanje leta. FDR uređaj je zabilježio prethodno navedenih 5 osnovnih parametara, a obradom medija za snimanje nisu uočene nepravilnosti snimača ili odstupanja parametara leta. Međutim, NTSB je obradom snimki CVR uređaja utvrdio vezu između posade i uzroka nesreće. Naime, Savezna uprava za civilno zrakoplovstvo (*Federal Aviation Administration – FAA*) propisuje i zahtjeva takozvani *sterile cockpit*, što znači da ne smije biti nikakvog razgovora između posade koji nije vezan za zrakoplov ili let. Piloti su neposredno prije polijetanja razgovarali s kabinskim osobljem o brojnim temama nevezanim za operaciju zrakoplova. Kapetan zrakoplova je naredio kopilotu da provjeri položaj aerodinamičkih površina, no kopilot je odmah potvrdno odgovorio što su istražitelji



zaključili da je vremenski nemoguće. Također, na snimci se ne čuju zvukovi povlačenja poluge za spuštanje zakrilca te upozorenja TOWS sustava. Od zabilježenih segmenata leta CVR uređajem mogu se izdvojiti sljedeći:

- CVR počinje snimati neposredno prije odlaska s parkirne pozicije,
- Razgovor nevezan za operaciju zrakoplova između kabinske i letačke posade pri obavljanju zemaljskih operacija,
- Pri provjeri kontrolne liste, kapetan poziva kopilota da provjeri položaj zakrilca,
- Kopilot odgovara potvrdno,
- Pokretanje motora,
- Polijetanje,
- Zvuk upozorenja o zastoju zrakoplova,
- Poziv kapetana na punu snage motora,
- Zvuk prvog udara, praćen s 3 uzastopna udara tijekom posljednje 4 sekunde snimke [24].

Zaključeno je da sustav upozorenja pri polijetanju nije funkcionirao zbog kontaminacije ili neispravnosti prekidača za aktivaciju istog, a kopilot ometen razgovorom nije izvršio ključnu zadaću što je u konačnici uzrokovalo fatalnu nesreću [23].

### 5.3. Malaysia Airlines let 370

U ožujku 2014. godine, zrakoplov Boeing B777 – 200ER uzrokovao je zrakoplovnu nesreću na redovnom putničkom letu iz Kuala Lumpura za Peking, u kojoj je poginulo 12 članova posade i 227 putnika. Ulaskom u vijetnamski zračni prostor, zrakoplov je nestao s radara nakon rutinske primopredaje između centara za kontrolu zračne plovidbe. Zrakoplov je imao valjani certifikat o plovidbenosti i te nije bilo nikakvih zapisa o kvarovima koji su mogli uzrokovati nesreću. Civilnim i vojnim radarima zabilježene su promjene u putanji leta, no nije točno utvrđeno zašto je prekinut transponderski signal zrakoplova. Analizom promijenjene putanje leta te ispitivanjem na simulatoru letenja zaključeno je da je zrakoplov bio pod ručnim upravljanjem, a ne

na autopilotu. Točnije, smatra se da odstupanje od planirane rute nije uzrokovao kvar određenog zrakoplovnog sustava već ljudski čimbenik.

Zrakoplov je bio opremljen sa SSFDR i SSCVR uređajima. Istragom je utvrđeno da je baterija ULB-a, instaliranog na SSFDR uređaju, bila istrošena. Pronađeni su pojedini dijelovi olupine zrakoplova, no ne i snimači leta. Posljednja potraga za konkretnim dokazima bila je 2018. godine no završila je bezuspješno nakon 6 mjeseci. Manjkom dokaza, istraga nije mogla identificirati niti jedan razlog skretanja s planirane rute, a navedeno upućuje na mogućnost intervencije treće strane. Zaključno, uzrok ove zrakoplovne nesreće nije utvrđen [25].

#### 5.4. Uspješno istražene zrakoplovne nesreće uz nedostupne i neuporabljive uređaje za snimanje leta

Današnje istrage zrakoplovnih nesreća karakterizira visok standard istražnih tijela te kvalitetna koordinacija svih organizacija i država koje sudjeluju u istoj. Također, važan je i tehnološki napredak uređaja i opreme za istraživanje te poboljšana otpornost snimača leta. Usprkos svim čimbenicima koji su znatno olakšali provedbu te pozitivno utjecali na ishod istraga, postoje zrakoplovne nesreće čiji su se uzroci utvrdili uz neotkrivene i neuporabljive snimače leta. U tablici 1 su navedene zrakoplovne nesreće koje su se dogodile u periodu od 2010. godine do danas, a u čijim se istragama nisu koristili uređaji za snimanje leta.

**Tablica 1.** Zrakoplovne nesreće s neotkrivenim i neuporabljivim snimačima leta

Redni broj	Godina	Pretpostavljena lokacija	Zračni prijevoznik
1.	2010.	Zalingei, Sudan	Tarco Airlines
2.	2011.	Korejski prolaz	Asiana Airlines
3.	2012.	Lagos, Nigerija	Dana Air
4.	2012.	Iturbide, Meksiko	Privatni prijevoznik
5.	2014.	Near Gossi, Mali	Air Algérie
6.	2015.	West Papua, Indonezija	Trigana Air
7.	2018.	Atlanta, Georgija	Delta Air Lines

Izvor: [26]

Zrakoplovnu nesreću pod rednim brojem jedan je uzrokovao zrakoplov Antonov An – 24 pri čemu je poginulo 38 putnika i 6 članova posade. Uređaji za snimanje leta su pronađeni, no FDR uređaj nije sadržavao nikakve podatke, a CVR uređaj je snimio samo 4 minute prethodnog leta. Uzrokom nesreće se smatra pogreška pilota pri slijetanju gdje je došlo do zapaljenja stajnog trapa [27].

Zrakoplovna nesreća pod rednim brojem 2 uzrokovana je požarom na gornjoj palubi teretnog zrakoplova Boeing 747 – 400F gdje su smrtno stradala 2 člana posade. Uređaji za snimanje leta su pronađeni, no FDR uređaj nije sadržavao memorijski modul, a podaci CVR uređaja se nisu mogli obraditi [28].

Zrakoplovnu nesreću pod rednim brojem 3 uzrokovao je zrakoplov McDonnell Douglas MD - 83 pri čemu su poginule 153 osobe na letu te 6 osoba na zemlji. Oba snimača su pronađena, no mogli su se obraditi podaci samo sa CVR uređaja. Uzrokom se smatra otkazivanje oba motora, odnosno sustava za dovod goriva [29].

Zrakoplovna nesreća pod rednim brojem 4 uzrokovana je narušavanjem performansi zrakoplova Learjet 25 uslijed prevelikog opterećenja horizontalnog stabilizatora. U nesreći su poginula 2 člana posade te 5 putnika. CVR uređaj nije nađen, a FDR uređaj je bio u potpunosti neuporabljiv [30].

Zrakoplovnu nesreću pod rednim brojem 5 uzrokovao je zrakoplov McDonnell Douglas MD - 83 pri kojoj je poginulo 116 osoba. Uzrok je pogreška pilota, odnosno neaktiviranje sustava za zaštitu motora od zaleđivanja. Snimke CVR uređaja nisu oporavljene, a podaci s FDR uređaja su uspješno analizirani [31].

Zrakoplovna nesreća pod rednim brojem 6 rezultat je pogrešne procjene pilota zbog loših vremenskih uvjeta. Zrakoplov ATR 42 – 300 se kontrolirano zabio u teren pri čemu je poginulo 49 putnika i 5 članova posade. Uređaji za snimanje leta su pronađeni, no FDR uređaj nije radio u trenutku nesreće [32].

Zrakoplovnu nesreću pod rednim brojem 7 uzrokovao je zrakoplov Airbus A330 - 323 čiji se motor zapalio pri polijetanju. Svi članovi posade i putnici su preživjeli nesreću, a snimci CVR uređaja pogrešno su presnimljeni beskorisnim podacima [33].

Prema navedenom se da zaključiti da je istragu zrakoplovne nesreće moguće provesti bez uređaja za snimanje leta, no istraga je pri tome zahtjevnija, vremenski duža i rezultira znatno višim troškovima. Stoga, pronalaskom olupine zrakoplova i

prikupljanjem informacija od ostalih sudionika leta, primjena ostalih mnogobrojnih istraživačkih tehnika može utvrditi konkretne uzroke bez podataka zabilježenih snimačima leta.

#### 5.5. Analiza rezultata istraživanja mišljenja putnika o sigurnosti zračnog prometa

U svrhu izrade diplomskog rada provedeno je istraživanje mišljenja o sigurnosti zračnog prometa. Cilj istraživanja je ustanoviti predstavlja li ispitanicima putovanje zrakoplovom određeni strah te ispitati informiranost o učestalosti zrakoplovnih nesreća.

Specifični ciljevi:

- Ustanoviti koji čimbenici najčešće izazivaju strah od letenja,
- Smatraju li putnici da se zrakoplovne nesreće događaju često.

Tijekom ovog istraživanja korišten je anketni upitnik, osmišljen pomoću računalnog programa Google Forms. Upitnik sadrži pitanja zatvorenog i otvorenog tipa te ga čine ukupno 10 pitanja, od toga 2 pitanja demografskog karaktera te 8 pitanja koja se odnose na mišljenja ispitanika o sigurnosti zračnog prometa.

Ispitivanje se provodilo u razdoblju od travnja 2022. godine do svibnja 2022. godine. Poštujući etička načela, točnije uz dobrovoljni pristanak i informiranost o svrsi istraživanja, upitnik je poslan na e-mail adrese ispitanika. Popunjavanju anketnog upitnika je pristupilo 166 osoba.

Pitanjima demografskog karaktera prikupljeni su opći podaci o ispitanicima, a to su spol i dob. Tablica 2 prikazuje broj i postotak (%) odgovora na navedena pitanja.

**Tablica 2.** Pitanja i odgovori demografskog karaktera

Pitanje	Broj (%) odgovora
<b>Spol</b>	
Žensko	115 (69,3%)
Muško	51 (30,7%)
<b>Dob</b>	
Mlađi od 20 godina	32 (19,3%)
20-40 godina	101 (60,8%)
40-60 godina	26 (15,7%)
Stariji od 60 godina	7 (4,2%)

Izvor: Priredio i uredio autor

Prema podacima navedenim u tablici 2 vidljiv je prevladavajući broj ženskih ispitanika, točnije ispitano je 115 žena te 51 muškarac. Od ukupno 166 ispitanika, 32 ih je mlađe od 20 godina, 101 ispitanik je dobi između 20 i 40 godina, 26 ispitanika je dobi između 40 i 60 godina te je 7 ispitanika starijih od 60 godina. Preostalih 8 pitanja te broj i postotak odgovora prikazani su tablicom 3. Kao što je prethodno navedeno, preostala grupa pitanja je postavljena s ciljem utvrđivanja prisutnosti straha među putnicima koji koriste zračni promet te informiranosti o učestalosti zrakoplovnih nesreća.

**Tablica 3.** Pitanja i odgovori ispitanika o sigurnosti zračnog prometa

Pitanje	Broj (%) odgovora
<b>Jeste li letjeli zrakoplovom?</b>	
Da	94 (56,6%)
Ne	72 (43,4%)
<b>Jeste li letjeli zrakoplovom iako ste se bojali?</b>	
Da, bojao/la sam se	41 (24,7%)
Ne, nisam se bojao/la	53 (31,9%)
Nisam letio/la zrakoplovom	72 (43,4%)
<b>Jeste li se prestali bojati letjeti kada ste se suočili sa strahom?</b>	

Da, strah je nestao	31 (18,7%)
Ne, i dalje se bojim	10 (6,0%)
Nisam se prije bojao/la	53 (31,9%)
Nisam letio/la zrakoplovom	72 (43,4%)
<b>Smatrate li da je podsvjesni strah razlog dosadašnjeg neiskustva letenja zrakoplovom?</b>	
Da, strah mi sprječava to iskustvo	20 (12,1%)
Ne, jednostavno nisam imao/la priliku letjeti zrakoplovom	52 (31,3%)
Letio/la sam zrakoplovom	94 (56,6%)
<b>Odaberite čimbenik kojeg smatrate najčešćim uzrokom straha od letenja.</b>	
Strah od visine	24 (14,5%)
Strah od zatvorenog prostora	2 (1,2%)
Buka	0 (0,0%)
Nemogućnost kontrole situacije	40 (24,1%)
Loše iskustvo	1 (0,6%)
Zbog medijskog izvještavanja o zrakoplovnim nesrećama	15 (9,0%)
Ne bojim se letjeti zrakoplovom	84 (50,6%)
<b>Poznajete li učestalost zrakoplovnih nesreća?</b>	
Da, česte su	13 (7,9%)
Da, nisu česte	102 (61,4%)
Ne poznajem	51 (30,7%)
<b>Smatrate li da zrakoplovnu nesreću češće uzrokuje ljudski faktor i/ili tehnologija?</b>	
Ljudski faktor (osoblje/putnici)	16 (9,6%)
Tehnologija	51 (30,7%)
Oboje	68 (40,1%)
Ne znam	31 (18,7%)
<b>Odaberite način poboljšanja sigurnosti zračnog prometa.</b>	
Zahtjevnije školovanje osoblja	6 (3,6%)

Zahtjevniji pregledi psihofizičke sposobnosti	13 (7,8%)
Stroži pregledi putnika i prtljage na zračnoj luci	5 (3,1%)
Stroža kontrola zemaljske strane zračne luke	3 (1,8%)
Viša razina sigurnosti zračnog prostora svake države	8 (4,8%)
Povećanje razine sigurnosti zračnog prometa na globalnoj razini	42 (25,3%)
Tehnološka unapređenja zemaljske opreme i opreme zrakoplova	49 (29,5%)
Stroža kontrola procesa eksploatacije i održavanja zrakoplova	40 (24,1%)

Izvor: Priredio i uredio autor

Pitanja prikazana tablicom 3 predstavljaju otvoreni tip pitanja te ispitanicima nude odabir jednog željenog odgovora. Također, sva su pitanja obavezna i jedinstvena, to jest ne postoje naknadna pitanja čiji su odgovori uvjetovani odgovorima na prethodna pitanja. Odgovori navedeni u tablici 3 se mogu analizirati kako slijedi.

- ✓ Prvo pitanje u ovoj grupi pitanja daje podatak o broju ispitanika koji su minimalno jednom putovali zrakoplovom. Na navedeno pitanje, 94 ispitanika je odgovorilo potvrdno, a 72 negativno. Iako je više ispitanika odgovorilo potvrdno, može se zaključiti da na ovom uzorku od 166 ispitanika znatan broj osoba nije nikada letio zrakoplovom, točnije okvirnih 45%. Zanimljivo je promatrati navedene odgovore obzirom da je najveći broj ispitanika mlade i zrele dobi, točnije 32 ispitanika mlađi su od 20 godina te 101 ispitanik je dobi između 20 i 40 godina.
- ✓ Sljedeće postavljeno pitanje jesu li ispitanici letjeli zrakoplovom iako su se bojali se odnosi na ispitanike koji su na prethodnom odgovorili potvrdno, no onima koji su odgovorili negativno ponuđena je odgovarajuća opcija odgovora. Dakle, od ukupno 94 ispitanika, 41 ispitanik se bojao, odnosno odgovorio je potvrdno, te se 53 ispitanika nije bojalo prvi puta letjeti zrakoplovom.
- ✓ Treće pitanje se odnosi na 41 ispitanika koji su prethodno odgovorili potvrdno, a preostalima je ponuđena odgovarajuća opcija odgovora. Na pitanje jesu li se ispitanici prestali bojati kada su se suočili sa strahom od letenja, dan je 31

potvrdni odgovor, to jest tim osobama je strah nestao, a 10 osoba je odgovorilo da je strah prisutan i dalje.

- ✓ Sljedeće pitanje se odnosi na 72 ispitanika koji nisu nikada letjeli zrakoplovom. Smatraju li ispitanici da je strah razlog dosadašnjeg neiskustva, 20 ih je odgovorilo potvrdno, a 52 ispitanika je odgovorilo da jednostavno nikada nisu imali priliku.
- ✓ Nadalje je ponuđena opcija odabira čimbenika za kojeg ispitanici smatraju da je najčešći uzrok straha od letenja. Ponuđeno je šest najrealnijih čimbenika: strah od visine, strah od zatvorenog prostora, buka, nemogućnost kontrole situacije, loše iskustvo, strah od zrakoplovne nesreće. Također, ponuđena je i opcija odgovora za ispitanike koji se ne boje letjeti. Čimbenik s najviše odabira, to jest 40 odabira, je nemogućnost kontrole situacije, zatim slijedi strah od visine s 24 odabira, strah od zrakoplovne nesreće s 15 odabira, strah od zatvorenog prostora s 2 odabira, loše iskustvo sa samo 1 odabirom te buka s nijednim odabirom.
- ✓ Sljedeće postavljeno pitanje se odnosi na sve ispitanike, a odgovori na isto daju podatak o informiranosti ispitanika o učestalosti zrakoplovnih nesreća. Od ukupno 166 ispitanika, 13 ih je odgovorilo da poznaju učestalost te da su zrakoplovne nesreće česte, 102 ispitanika su odgovorila da poznaju učestalost zrakoplovnih nesreća te da nisu česte, preostalih 51 ispitanika je odgovorilo da ne poznaju učestalost zrakoplovnih nesreća. Promatrajući odgovore, većina ispitanika je odgovorila u ovom kontekstu točno, to jest da zrakoplovne nesreće nisu česte. Također se može navesti podatak da 13 ispitanika koji smatraju da su zrakoplovne nesreće česte pripadaju u grupu od 15 ispitanika koji su odabrali strah od zrakoplovne nesreće kao uzrok straha od letenja.
- ✓ Na pitanje smatraju li ispitanici da zrakoplovnu nesreću uzrokuje ljudski faktor i/ili tehnologija, 16 ispitanika je odabralo ljudski faktor, 51 ispitanik tehnologiju, 68 ispitanika oboje te 31 ispitanika je odgovorilo da ne znaju.



- ✓ U posljednjem pitanju je ispitanicima ponuđena opcija odabira načina poboljšanja sigurnosti zračnog prometa. Ponuđeni odgovori se odnose na optimizaciju ljudskog faktora, pojedinih procesa i tehnologije. Šest ispitanika smatra da je nužno zahtjevnije školovanje osoblja, a 13 ispitanika smatra da su potrebne zahtjevnije psihofizičke provjere osoblja. Nadalje, 5 ispitanika je odabralo stroži pregled putnika i prtljage na zračnoj luci, 3 ispitanika je odabralo strožu kontrolu zemaljske strane zračne luke, 8 ispitanika je odabralo uspostavljanje više razine sigurnosti zračnog prostora svake države te je 42 ispitanika odabralo povećanje razine sigurnosti zračnog prometa na globalnoj razini. Načine koji se odnose na tehnologiju i tehnološke procese je odabrala većina ispitanika, to jest 49 ispitanika smatra da su potrebna tehnološka unapređenja zemaljske opreme i opreme zrakoplova te je 40 ispitanika odabralo strožu kontrolu procesa eksploatacije i održavanja zrakoplova.

## 6. TEHNOLOŠKI NAPREDAK UREĐAJA ZA SNIMANJE LETA

Podaci zabilježeni uređajima za snimanje leta uz brojne analitičke tehnike gotovo uvijek rezultiraju uspješnim rezultatom istrage zrakoplovne nesreće. Stoga se javila potreba za boljim osiguranjem snimljenih podataka te unaprjeđenjem izvedbe FDR i CVR uređaja, a koja je rezultirala razvitkom različitih tipova uređaja i prateće opreme za snimanje leta zrakoplova. Proizvodnja novih uređaja mora zadovoljavati zahtjeve detaljno navedene u ICAO Annexu 6 – Operacije zrakoplova.

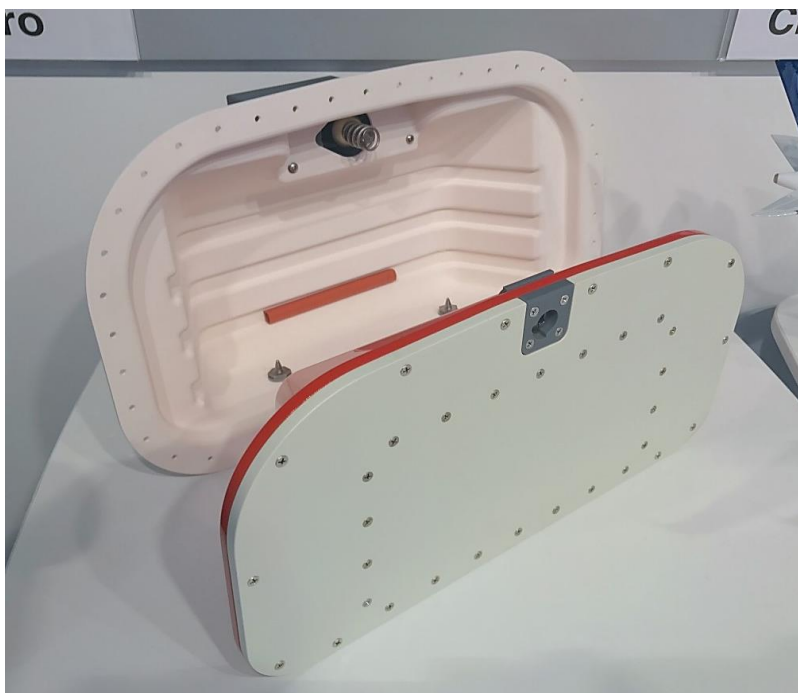
### 6.1. Kombinirani uređaj za snimanje leta

Kombinirani uređaj za snimanje leta objedinjuje funkcije FDR i CVR uređaja u jednom uređaju. Kada se primjenjuje navedena verzija potrebno je instalirati dva kombinirana uređaja. Jedan se locira u prednjem dijelu blizu kokpita, a drugi prema uobičajenom stražnjem dijelu zrakoplova. Obje pozicije u zrakoplovu imaju svoje prednosti te se time dodatno povećava mogućnost „preživljavanja“ uređaja i snimljenih podataka. Točnije, bliža lokacija kokpitu podrazumijeva kraći kabel do uređaja što smanjuje vjerojatnost pucanja žice u slučaju nezgode, a lokacija u stražnjem dijelu zrakoplova je sama po sebi najsigurniji dio zrakoplova [10].

### 6.2. Automatsko odvojivi uređaj za snimanje leta

Automatsko odvojivi uređaj za snimanje leta (*Automatic Deployable Flight Recorder – ADFR*) predstavlja alternativni snimač koji tijekom leta posjeduje informacije snimljene FDR i CVR uređajem. ADFR je instaliran ispod oplata (engl. *Skin*) repa zrakoplova ili bočne strane trupa helikoptera te ima sposobnost putem vlastitih senzora detektirati početak zrakoplovne nesreće. Točnije, prema sustavu opruge odvađa se od zrakoplova ako se isti deformira ili dođe u kontakt s vodom. Uređaj se nalazi u kaljenom kontejneru koji štiti opremu i osigurava plutanje u slučaju potonuća zrakoplova, no ako je zrakoplov oštećen u zraku ADFR koristi mehanizam koji osigurava brzo i pouzdano odvajanje, a samo kretanje zrakoplova dodatno pomaže odvajanju uređaja. Osim toga, ADFR posjeduje odašiljač lokacije za hitne slučajeve

(*Emergency Location Transmitter – ELT*) koji odašilje hitni signal te tako služi kao uređaj za navođenje spasilačkih službi. Signal se može detektirati satelitskim i potražnim zrakoplovima i brodovima. Razvoj ADFR tehnologije proizlazi iz činjenice da je potraga za FDR i CVR uređajima u slučaju nesreće iznad vodenih površina iznimno zahtjevna i neizvjesna. Ovakva vrsta snimača instalirana je na vojnim zrakoplovima i helikopterima koji često lete iznad vodenih površina. Trenutno komercijalni zrakoplovi nisu opremljeni ovakvom vrstom snimača, no razvoj ADFR uređaja za komercijalne letove je započeo [34]. Istragom nesreća koje su uzrokovali zrakoplovi opremljeni ADFR uređajem je ustanovljena visoka mehanička otpornost uređaja, a postotak uspješnog oporavka snimki ADFR uređaja je 100%. Može se istaknuti nesreća vojnog zrakoplova F/A-18F Super Hornet 2005. godine koji je nakon bezuspješnog slijetanja na uzletno-sletnu stazu potonuo u more. ADFR uređaj je pronađen bez ikakvih mehaničkih oštećenja te su snimljeni podaci uspješno preuzeti. Svakako je važno navesti da je ADFR uređaj plutao 6 godina, a korozivni utjecaj morske vode je u ovom slučaju bio gotovo beznačajan. Nedostatak ovog tipa uređaja je mogućnost da pogrešno procijeni hitnu situaciju te da se tako bespotrebno odvoji od zrakoplova. Osim što navedeno rezultira znatnim financijskim posljedicama, snimka leta bi tada bila nepotpuna i neupotrebljiva [15]. Izgled ADFR uređaja prikazan je slikom 14.



**Slika 14.** ADFR uređaj

Izvor: [35]

### 6.3. Uređaj za snimanje slike u kokpitu

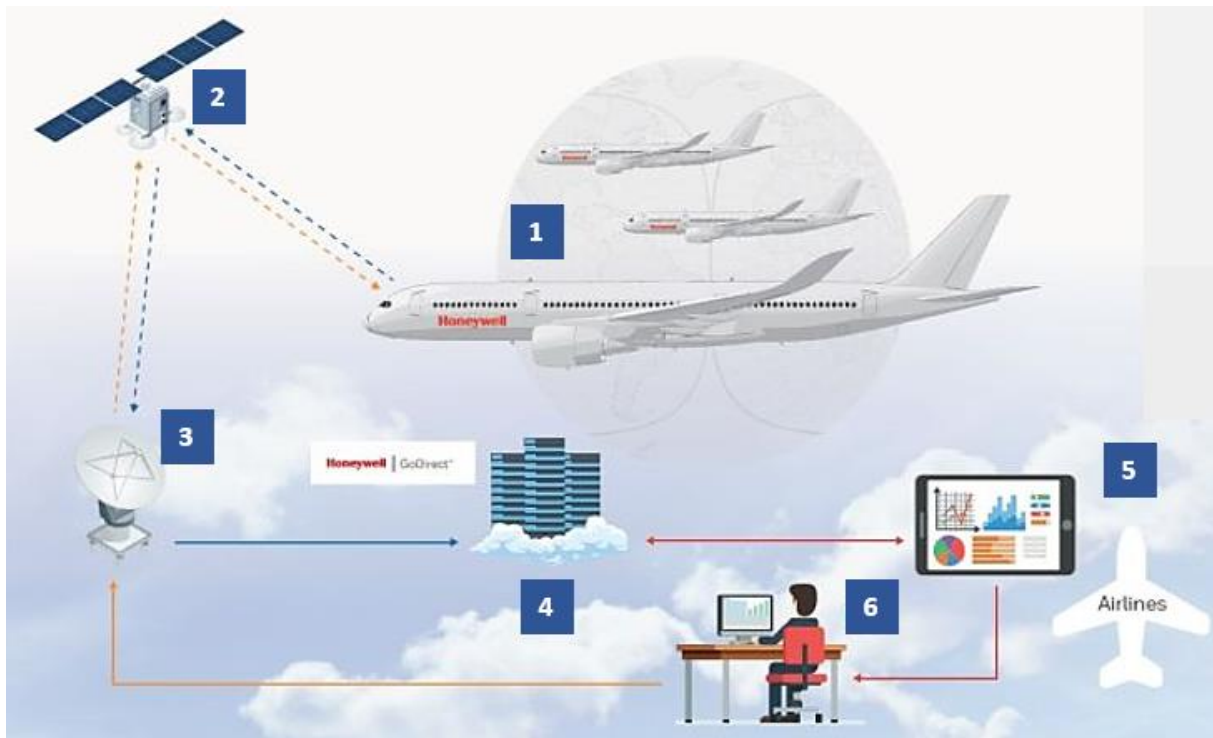
Snimač slike u kokpitu (*Cockpit Image Recorder – CIR*) predstavlja prateću opremu koja nadopunjuje podatke prikupljene FDR i/ili CVR uređajem. Ovi snimači snimaju cjelokupno radno okruženje pilota te pružaju uvid u instrumente i cjelokupnu upravljačku ploču. Također, može se instalirati i u putničku kabinu. Obzirom da CIR tehnologija može snimati aktivnost posade i putnika, smatra se neprikladnom te se ne primjenjuje u komercijalnim zrakoplovima. Također, ICAO ne zagovara uključivanje kamera u kokpit jer postoji mogućnost da videosnimke otežaju istražni proces, to jest da istražitelje navedu na krivi put [10].

### 6.4. Uređaj za snimanje leta dostupan tijekom leta zrakoplova

Najnoviji tip uređaja za snimanje leta omogućuje pristup snimljenim podacima u bilo kojem trenutku. Navedeno podrazumijeva pohranu podataka u tako zvani oblak, odnosno virtualnu bazu podataka s neograničenom memorijom. Osim što navedeni sustav ne zahtijeva traganje za uređajima, može biti od velike pomoći u situacijama kada zrakoplov nestane s radara ili kada se izgubi veza s istim [36]. Tijekom leta zrakoplova, pristup zabilježenim podacima imaju operater i proizvođač zrakoplova koji predstavljaju podatkovne operativne centre na zemlji, a veza sa zrakoplovom uspostavljena je putem satelitskog komunikacijskog sustava. Slika 15 prikazuje princip rada ovog tipa snimača leta. U slučaju zrakoplovne nesreće, informacije se dostavljaju nadležnim tijelima i istražiteljima koji mogu započeti proces utvrđivanja okolnosti u samom trenutku nesreće, odnosno i prije nego se pronađe uređaj. Navedena tehnologija je proizvod poznatog proizvođača uređaja za snimanje leta Honeywell te je poznata pod kraticom HCR - 25 (*Honeywell Connected Recorder 25 – HCR - 25*). Uređaj je namijenjen za komercijalne zrakoplove kako bi se omogućilo obavezno snimanje podataka o letu i snimanje glasa u pilotskoj kabini. Postoje različite varijante ovog snimača leta te su mogući pojedinačni CVR i FDR uređaji ili njihova kombinirana verzija. Osim osnovnih parametara brzine, visine i smjera, HCR-25 bilježi podatke o radu motora i razini goriva [37]. Praćenjem podataka u realnom vremenu moguće je pravovremeno uočiti određene poremećaje i greške te tako predvidjeti ili čak spriječiti zrakoplovnu nesreću. Broj 25 u oznaci uređaja predstavlja sposobnost snimanja glasa

u pilotskoj kabini u trajanju od 25 sati, a koja je dosadašnjim uređajima bila ograničena na 2 sata. Navedena sposobnost je zahtjev EASE koji je stupio na snagu 2021. godine. Uređaj je certificiran od strane EASE u svibnju 2021. godine [38]. Od ostalih specifikacija HCR-25 uređaja mogu se istaknuti sljedeće:

- Zadovoljava trenutne i očekivane buduće propise,
- Masa: 3,7 kg,
- ULB s mogućnosti rada: 90 dana,
- Istrajnost u zrakoplovnim fluidima: 24 sata,
- Istrajnost u morskoj vodi: 30 dana,
- Hidrostatički tlak: ekvivalentno dubini od 6.096 m [39].



**Slika 15.** Princip rada HCR-25 uređaja

Izvor: [37]

Na slici 15 je objašnjen princip rada HCR-25 uređaja, to jest točke od 1 do 6 predstavljaju sve sudionike i njihove funkcije kako slijedi:

1. Nadzirani zrakoplov
2. Trenutna i buduća globalna satelitska mreža
3. Zemaljska stanica koja obrađuje primljene podatke i preusmjerava ih u podatkovni centar

4. Podatkovni centar pohranjuje i održava sve primljene podatke za cijelu flotu
5. Analiziranje podataka obavljaju operaterove organizacije za održavanje, osiguranje kvalitete, uzbunjivanje i organizacije za slučaje opasnosti
6. Zemaljsko osoblje može zatražiti dodatne zabilježene podatke s FDR i CVR uređaja [37].

## 7. ZAKLJUČAK

Krajnji proizvod svake prometne grane je usluga prijevoza. Kako bi se ista uspješno realizirala potreban je kvalitetan rad i interakcija ljudi i tehnologije. Navedena dva segmenta su iznimno specifična za zračni promet obzirom na veliku razinu složenosti osposobljavanja osoblja te proizvodnje i eksploatacije zrakoplova. Naime, proces zemaljskog prihvata i otpreme podrazumijeva velik broj sudionika različitih profila, obrazovanja, znanja i iskustva te tehnički složene sustave, dijelove, instalacije zrakoplova i zemaljske opreme. Navedeni čimbenici podliježu strogim normama i standardima kako bi međusobno uspješno i sigurno funkcionirali. Pravna i regulatorna kompleksnost zrakoplovstva rezultira najmanjom stopom nesreća i nezgoda u odnosu na ostale modalitete prijevoza te je svakako opravdana činjenicom da minorna greška može dovesti do velike ljudske i materijalne štete.

Obzirom na navedene specifičnosti zračnog prometa, istraga zrakoplovne nesreće predstavlja iznimno zahtjevan proces. Istražitelji moraju detaljno analizirati potencijalne segmente i rekonstruirati cjelokupan događaj iz gotovo neprepoznatljivih dijelova zrakoplova i često ne postojanje svjedoka. Kako bi se utvrdile optimalne metode za istragu, nužna je komunikacija sa svim subjektima povezanim s letom zrakoplova koji je uzrokovao nesreću. Svaka zrakoplovna nesreća ima svoje specifičnosti i pogrešno ju je uspoređivati s prethodnima i voditi istragu po prethodno donesenim zaključcima. Također je važno da se istrazi pristupi objektivno i ne dopusti utjecaj drugih tijela i organizacija na tijek i rezultat iste.

Pronalazak uređaja za snimanje leta i uspješno preuzimanje snimljenih podataka ključni su koraci u istrazi zrakoplovne nesreće. Analizom zabilježenih parametara i audio snimki moguće je točno utvrditi je li kritičnu pogrešku uzrokovao ljudski čimbenik ili tehnologija te je li postojala prije ili je nastala tijekom leta zrakoplova. Obzirom da zabilježene snimke jasno ukazuju na okolnosti nesreće te smanjuju napore i vrijeme potrebno za istragu, nužno je dodatno unaprjeđivati tehničko – tehnološke, ali i pravne aspekte. Točnije, budućnost uređaja za snimanje leta je prijenos informacija u stvarnom vremenu u tako zvani oblak, odnosno virtualnu bazu podataka. U slučaju zrakoplovne nesreće, ključnim podacima bi se moglo pristupiti u istom trenutku te ne bi bilo potrebe za zahtjevnom i neizvjesnom potragom uređaja. Osim toga, beskonačna virtualna baza podataka omogućuje pristup zabilježenim podacima prethodnih letova,

stoga je potrebno uspostaviti organizacije koje bi analizirale snimke te tako pravovremeno uvidjele određene nepravilnosti i spriječile zrakoplovnu nesreću. Također bi trebalo potaknuti široku primjenu snimača slike u kokpitu i putničkoj kabini ili ju čak uvjetovati bez obzira na pritužbe osoblja i putnika. Navedeno zahtijeva rekonstrukciju postojećih zakona te snažnu potporu postojećih utjecajnih organizacija u zrakoplovstvu.

Osim razvoja nove tehnologije i regulativa, u svrhu smanjenja učestalosti zrakoplovnih nesreća potrebno je optimizirati sposobnosti ljudskih resursa. Naime, istraživanja ukazuju da je čovjekova pogreška glavni uzrok zrakoplovnih nesreća i nezgoda. Identifikacije i analize okolnosti nesreće omogućuju razvijanje dodatnih sigurnosnih sustava i postupaka koji trebaju eliminirati pojavnost ljudskih reakcija, odnosno propusta i grešaka. Na korelaciju između ljudskog čimbenika i sigurnosti utječe sposobnost i stanje svakog pojedinca. Nužna je kontinuirana izobrazba osoblja u skladu s razvojem tehnologije te redovite provjere fizičke i mentalne sposobnosti kako bi sudionici zračnog prometa mogli sigurno izvršavati svoje dužnosti.



## LITERATURA

- [1] PSBR Law. Preuzeto s: [https://www.psbr.law/aviation\\_accident\\_statistics.html](https://www.psbr.law/aviation_accident_statistics.html)  
[Pristupljeno: travanj 2022.]
- [2] Vidović A, Štimac I. *Istraživanja zrakoplovnih nesreća*. Nastavni materijal. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. 17. ožujka 2021.
- [3] BEA. Flight Data Recorder Read-Out Technical and Regulatory Aspects. Study. 2005.
- [4] Informativni članci o Europskoj uniji. Preuzeto s:  
<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/hr/sheet/134/zrakoplovna-sigurnost>  
[Pristupljeno: travanj 2022.]
- [5] Europska komisija. Uredba (EU) br. 996/2010 Europskog parlamenta i Vijeća o istragama i sprečavanju nesreća i nezgoda u civilnom zrakoplovstvu. 2011.
- [6] BEA. Final Report Germanwings Airbus A320-211. Final report. Pariz: 2016.
- [7] SKYbrary. Preuzeto s: <https://skybrary.aero/articles/investigation-final-report>  
[Pristupljeno: travanj 2022.]
- [8] Airbus. Flight data analysis. Airlines SMS & FDA Assistance. Lima; 2014.
- [9] Australian Transport Safety Bureau (ATSB). Preuzeto s:  
<https://www.atsb.gov.au/publications/2014/black-box-flight-recorders/> [Pristupljeno: travanj 2022.]
- [10] ATSB. Black box flight recorders. A fact sheet. 2014.
- [11] CGTN. Preuzeto s: <https://www.cgtn.com/special/Live-updates-Passenger-plane-crashes-in-south-China-rescue-underway.html> [Pristupljeno: travanj 2022.]
- [12] AVLAW. Preuzeto s: <https://avlaw.com.au/history-of-flight-data-recorders/>  
[Pristupljeno: travanj 2022.]
- [13] SKYbrary. Preuzeto s: <https://skybrary.aero/articles/flight-data-recorder-fdr>  
[Pristupljeno: travanj 2022.]

- [14] AVIATION. Preuzeto s: <https://aviation.stackexchange.com/questions/11627/why-are-flight-recorders-generally-located-in-the-tail> [Pristupljeno: travanj 2022.]
- [15] Dub M, Parizek J. Evolution of Flight Data Recorders. Scientific work. Faculty of Military Technology University of Defence in Brno. May 2018.
- [16] SKYbrary. Preuzeto s: <https://skybrary.aero/articles/underwater-locator-beacon-ulb> [Pristupljeno: travanj 2022.]
- [17] Arsyandana Putra D, Michrandi Nasution S, Azmi F. Analysis Of Flight Data Recorder Compression Reliability For Airplane On Demand Blackbox Data Transmission. Scientific work. Electrical Engineering Faculty Telkom University. Bandung: 2017.
- [18] Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastrukture. Pravilnik o zahtjevima za izvođenje operacija zrakoplovima i o organizacijskim zahtjevima kojima moraju udovoljavati operatori zrakoplova. Izdanje: 182. Zagreb: Narodne novine; 2014.
- [19] Rana Ruhul A, Li R. Thermal Protection Design for Flight Data Recorders. In The 15th International Heat Transfer Conference. Connecticut 2014.
- [20] Aerocorner. Preuzeto s: <https://aerocorner.com/blog/what-are-black-boxes-made-of/> [Pristupljeno: travanj 2022.]
- [21] ATM. Preuzeto s: <https://www.atmavio.pl/en/aviation/products/qar/> [Pristupljeno: travanj 2022.]
- [22] National Transportation Safety Board (NTSB). Flight Data Recorder Handbook for Aviation Accident Investigations, Washington, DC 20594.
- [23] AVIATION. Preuzeto s: <https://aviation.stackexchange.com/questions/6420/why-is-the-fdr-and-cvr-put-into-water-again-after-a-water-crash> [Pristupljeno: travanj 2022.]
- [24] NTSB. Aircraft Accident Report Delta Airlines B727-232. Final report. Dallas: 1988.

[25] The Malaysian ICAO Annex 13 Safety Investigation Team for MH370. Safety Investigation Report Malaysia Airlines Boeing B777-200ER (9M-MRO). Final report. 2018.

[26] Wikipedia.hr. Preuzeto s:

[https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_unrecovered\\_and\\_unusable\\_flight\\_recorders](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_unrecovered_and_unusable_flight_recorders)

[Pristupljeno: travanj 2022.]

[27] The Aviation Herald. Preuzeto s: <http://avherald.com/h?article=433515e2>

[Pristupljeno: travanj 2022.]

[28] ICAO. Implications of accident investigation of Asiana Airlines freighter. Agenda of Second Meeting of the Regional Aviation Safety Group. New Delhi: 2012.

[29] Aviation Safety Network. Preuzeto s: [https://aviation-](https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20120603-0)

[safety.net/database/record.php?id=20120603-0](https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20120603-0) [Pristupljeno: travanj 2022.]

[30] Aviation Safety Network. Preuzeto s: [https://aviation-](https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20121209-0)

[safety.net/database/record.php?id=20121209-0](https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20121209-0) [Pristupljeno: travanj 2022.]

[31] Air Journal. Preuzeto s: [https://www.air-journal.fr/2021-06-09-crash-dair-algerie-](https://www.air-journal.fr/2021-06-09-crash-dair-algerie-au-mali-renvoi-en-correctionnelle-5228395.html)

[au-mali-renvoi-en-correctionnelle-5228395.html](https://www.air-journal.fr/2021-06-09-crash-dair-algerie-au-mali-renvoi-en-correctionnelle-5228395.html) [Pristupljeno: travanj 2022.]

[32] Admiral Cloudberg. Preuzeto s: [https://admiralcloudberg.medium.com/habits-die-](https://admiralcloudberg.medium.com/habits-die-hard-the-crash-of-trigana-air-flight-267-919fae6b56c3)

[hard-the-crash-of-trigana-air-flight-267-919fae6b56c3](https://admiralcloudberg.medium.com/habits-die-hard-the-crash-of-trigana-air-flight-267-919fae6b56c3) [Pristupljeno: travanj 2022.]

[33] NTSB. Cockpit Voice Recorder Factual Report. Specialist`s Factual Report. 2021.

[34] SKYbrary. Preuzeto s: [https://skybrary.aero/articles/automatic-deployable-flight-](https://skybrary.aero/articles/automatic-deployable-flight-recorder-adfr)

[recorder-adfr](https://skybrary.aero/articles/automatic-deployable-flight-recorder-adfr) [Pristupljeno: travanj 2022.]

[35] RUNWAY GIRL NETWORK. Preuzeto s:

[https://runwaygirlnetwork.com/2017/06/26/airbus-unveils-combined-and-floating-](https://runwaygirlnetwork.com/2017/06/26/airbus-unveils-combined-and-floating-deployable-flight-recorders/)

[deployable-flight-recorders/](https://runwaygirlnetwork.com/2017/06/26/airbus-unveils-combined-and-floating-deployable-flight-recorders/) [Pristupljeno: travanj 2022.]

[36] Wiseman Yair. Unlimited and protected memory for flight data recorders. Aircraft Engineering and Aerospace Technology 88, no. 6. October 2016.

[37] Honeywell Aerospace. Preuzeto s:

[https://aerospace.honeywell.com/us/en/learn/products/recorders-and-](https://aerospace.honeywell.com/us/en/learn/products/recorders-and-transmitters/flight-recorders)

[transmitters/flight-recorders](https://aerospace.honeywell.com/us/en/learn/products/recorders-and-transmitters/flight-recorders) [Pristupljeno: travanj 2022.]

[38] Military Aerospace Electronics. Preuzeto s:  
<https://www.militaryaerospace.com/commercial-aerospace/article/14232225/easa-certifies-honeywell-curtisswright-25hour-flight-data-recorder-for-the-air-transport-market> [Pristupljeno: travanj 2022.]

[39] Honeywell. Preuzeto s: [Honeywell Connected Recorder – 25](#) [Pristupljeno: travanj 2022.]

## POPIS KRATICA

ADFR	(Automatic Deployable Flight Recorder) Automatsko odvojivi uređaj za snimanje leta
ADREP	(Accident/Incident Data Reporting) Sustav koji pruža informacije o zrakoplovnim nesrećama i nezgodama
ATSB	(Australian Transport Safety Bureau) Australsko nacionalno istražno tijelo o sigurnosti prometa
BEA	(Bureau d'Enquêtes et d'Analyses) Francusko nacionalno tijelo zaduženo za istrage nesreća u civilnom zrakoplovstvu
CIR	(Cockpit Image Recorder) Snimač slike u kokpitu
CSMU	(Crash Survivable Memory Unit) Memorijska jedinica dizajnirana da preživi zrakoplovnu nesreću
CVR	(Cockpit Voice Recorder) Snimač zvuka u pilotskoj kabini
DAR	(Direct Access Recorder) Snimač izravnog pristupa
DFL	(Data Frame Layout) Podatkovni okvir
DMU	(Data Management Unit) Uređaji koji primaju podatke iz jedinice za upravljanje podacima
EASA	(European Union Aviation Safety Agency) Europska agencija za sigurnost zračnog prometa
ELT	(Emergency Location Transmitter) Odašiljač lokacije za hitne slučajeve
EU	(European Union) Europska Unija
EUROCAE	(European Organisation for Civil Aviation Equipment) Odbor europske organizacije za opremu civilnog zrakoplovstva
EUROCONTROL	(The European Organisation for the Safety of Air Navigation) Europska organizacija za sigurnost zračne plovidbe

FAA	(Federal Aviation Administration) Savezna uprava za civilno zrakoplovstvo
FDAU	(Flight Data Acquisition Unit) Jedinica za prikupljanje podataka o letu
FDR	(Flight Data Recorder) Uređaj za snimanje leta
HCR – 25	(Honeywell Connected Recorder 25) Uređaj za snimanje leta dostupan tijekom leta zrakoplova
ICAO	(International Civil Aviation Organisation) Međunarodna organizacija za civilno zrakoplovstvo
MEL	(Minimum Equipment List) Lista minimalne opreme
NACA	(The National Advisory Committee for Aeronautics) Američki nacionalni savjetodavni odbor za aeronautiku
NTSB	(The National Transportation Safety Bureau) Nacionalno tijelo Sjedinjenih Američkih Država zaduženo za istrage nesreća u civilnom zrakoplovstvu te značajnih nesreća u ostalim oblicima prijevoza
QAR	(Quick Access Recorder) Snimač brzog pristupa
SIA	(Safety Investigation Authority) Neovisno nacionalno tijelo članica EU zaduženo za istrage koje se odnose na sigurnost u civilnom zrakoplovstvu
SSFDR	(Solid State Flight Data Recorders) Uređaji čvrstog stanja
TOWS	(Take-Off Warning System) Sustav upozorenja pri polijetanju
ULB	(Underwater Locating Beacon) Podvodna lokacijska svjetiljka
ULD	(Underwater Locator Device) Podvodni lokacijski uređaj

## POPIS SLIKA

<b>Slika 1.</b> Naslov Završnog izvješća.....	20
<b>Slika 2.</b> Uređaj za snimanje parametara leta zrakoplova .....	26
<b>Slika 3.</b> Uređaj za snimanje zvuka u kokpitu .....	27
<b>Slika 4.</b> Lokacija FDR i CVR uređaja u zrakoplovu .....	27
<b>Slika 5.</b> Uređaj za snimanje leta prve generacije .....	29
<b>Slika 6.</b> Uređaj za snimanje leta druge generacije .....	30
<b>Slika 7.</b> Memorijska kartica SSFDR uređaja .....	30
<b>Slika 8.</b> Memorijska jedinica .....	31
<b>Slika 9.</b> Dijelovi memorijske jedinice .....	32
<b>Slika 10.</b> QAR uređaj u zrakoplovu Boeing 737 .....	38
<b>Slika 11.</b> Transport snimača leta pronađenog u vodi .....	46
<b>Slika 12.</b> CVR uređaj nakon zrakoplovne nesreće na letu Germanwings 9525 .....	49
<b>Slika 13.</b> FDR uređaj nakon zrakoplovne nesreće na letu Germanwings 9525.....	50
<b>Slika 14.</b> ADFR uređaj.....	62
<b>Slika 15.</b> Princip rada HCR-25 uređaja .....	64

## POPIS TABLICA

<b>Tablica 1.</b> Zrakoplovne nesreće s neotkrivenim i neuporabljivim snimačima leta ....	53
<b>Tablica 2.</b> Pitanja i odgovori demografskog karaktera .....	56
<b>Tablica 3.</b> Pitanja i odgovori ispitanika o sigurnosti zračnog prometa .....	56



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom **Uloga uređaja za snimanje leta u istrazi zrakoplovne nesreće**, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

U Zagrebu, 4.5.2022.

Student/ica:

Andrea Franjić  
(ime i prezime, potpis)