

# VATRODOJAVNI SUSTAVI I GAŠENJE POŽARA PUTNIČKOG ZRAKOPLOVA

---

**Grubišić, Goran**

**Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac  
University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:395311>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-18**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied  
Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu

Odjel Sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Goran Grubišić

# **VATRODOJAVNI SUSTAVI I GAŠENJE POŽARA PUTNIČKOG ZRAKOPLOVA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2020.

Veleučilište u Karlovcu

Odjel Sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Goran Grubišić

# **VATRODOJAVNI SUSTAVI I GAŠENJE POŽARA PUTNIČKOG ZRAKOPLOVA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2020.

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional graduate study of Safety and Protection

Goran Grubišić

# **FIRE ALARM SYSTEMS AND PASSENGER AIRCRAFT FIREFIGHTING**

FINAL PAPER

Karlovac, 2020.

Veleučilište u Karlovcu

Odjel Sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Goran Grubišić

# **VATRODOJAVNI SUSTAVI I GAŠENJE POŽARA PUTNIČKOG ZRAKOPLOVA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Mr.sc. Đorđi Todorovski, dipl.ing.

Karlovac, 2020.

# ZAVRŠNI ZADATAK

	<b>VELEUČILIŠTE U KARLOVCU</b> Trg J. J. Strossmayera 9 HR - 47000, Karlovac, Croatia Tel. +385 - (0)47 - 843-500 Fax. +385 - (0)47 - 843-503 e-mail: dekanat@vuka.hr	Klasa: 602-11/18-01/____	
	<b>ZADATAK ZAVRŠNOG / DIPLOMSKOG RADA</b>	Ur.broj: 2133-61-04-18-01	

Ime i prezime	Goran Grubišić		
OIB / JMBG	66910133987	2602981300022	
Adresa	Zvezdan 7, Milčetići, 51511 Malinska		
Tel. / Mob./e-mail		091/2210007	goran.grubisic1@gmail.com
Matični broj studenta	0420417016		
JMBAG	0248068711		
Studij (staviti znak X ispred odgovarajućeg studija)	preddiplomski		<input checked="" type="checkbox"/> specijalistički diplomski
Naziv studija	Specijalistički diplomski stručni studij Sigurnost i zaštita		
Godina upisa	2017./2018.		
Datum podnošenja molbe	15.10.2019.		
Vlastoručni potpis studenta/studentice			

Naslov teme na hrvatskom: Vatrodojavni sustavi i gašenje požara putničkog zrakoplova	
Naslov teme na engleskom: Fire alarm systems and passenger aircraft firefighting	
Opis zadatka:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- općenito u putničkom zračnom prometu u svijetu i Republici Hrvatskoj</li> <li>- općenito o konstrukciji i materijalima koji se koriste pri izradi putničkih zrakoplova</li> <li>- vatrodojavni sustavi (sustavi otkrivanja požara i sustavi gašenja požara na putničkim zrakoplovima); primijenjeni propisi za ove sustave</li> <li>- statistika požarnih nesreća na putničkim zrakoplovima u svijetu</li> <li>- općenito o vatrogasnim postrojbama u zračnim lukama (ustroj, rad, oprema, uređaji, sredstva za gašenje, obuka, itd.)</li> <li>- prikaz vatrogasne intervencije gašenja požara pri slijetanju putničkog zrakoplova na odabranom primjeru</li> </ul>	
Mentor: mr.sc. Đorđi Todorovski	Predsjednik Ispitnog povjerenstva: dr.sc. Zvonimir Matusinović

## PREDGOVOR

Ovim putem zahvaljujem svim profesorima Veleučilišta u Karlovcu na pruženom širokom spektru znanja tijekom studija. Posebna zahvala mentoru mr. sc. Đorđi Todorovskom, dipl. ing., na ukazanom povjerenju za prihvaćanje mentorstva i svesrdnoj pomoći, strpljenju i razumijevanju tijekom izrade završnog rada.

Zahvaljujem mojoj supruzi na potpori, strpljenju i toleranciji tijekom mog odsustva za vrijeme studiranja. Također, zahvaljujem poslodavcu na potpori i ukazanom povjerenju u ostvarivanju zajedničkih ciljeva.

Na kraju, veliko hvala kolegicama i kolegama na ugodnoj suradnji i kolegijalnosti tijekom trajanja studija.

## SAŽETAK

Zračni promet konstantno bilježi porast u broju operacija, odnosno broju prevezenih putnika i količini tereta. Razlog tome leži u činjenici da se vrijeme trajanja putovanja zrakoplovom značajno smanjuje u odnosu na druge vrste prijevoza i što je, statistički gledano, zračni promet najsigurniji u odnosu na ostale grane prometa. Jedan od čimbenika sigurnosti zračnog prometa su svakako propisi, zahtjevi i procedure koje se provode u svrhu sigurnosti.

Zaštita od požara obuhvaća skup aktivnosti čiji je cilj smanjenje rizika nastanka požara, odnosno brzo i kvalitetno gašenje požara ako do istog dođe. Pri tome je potrebno osigurati ispravno funkcioniranje sustava za detekciju i dojavu požara, te sustava za gašenje požara. Potrebno je definirati sve radnje koje je potrebno poduzeti u slučaju nastanka požara.

Ovim radom obraditi će se međunarodni i nacionalni propisi i zahtjevi koje moraju zadovoljiti proizvođači zrakoplova te operatori istih kao i operatori zračnih luka u pogledu zaštite od požara. Dotaknuti ćemo se zahtjeva za sustave za rano otkrivanje i gašenje požara na zrakoplovima te dati uvid u mjere zaštite od požara na putničkim zrakoplovima.

**Ključne riječi:** zračni promet, zaštita od požara, sustav za rano otkrivanje požara, sustav za gašenje požara, putnički zrakoplov.



## SUMMARY

Air traffic is constantly increasing in the number of operations, ie the number of transported passengers and the amount of cargo. The reason for this lies in the fact that the duration of air travel is significantly reduced compared to other modes of transport and which, statistically speaking, air transport is the safest compared to other branches of transport. One of the factors of air traffic safety is certainly the regulations, requirements and procedures that are implemented for safety purposes.

Fire protection includes a set of activities aimed at reducing the risk of fire, and fast and quality firefighting if it occurs. In doing so, it is necessary to ensure the proper functioning of the fire detection and alarm system, and the fire extinguishing system. It is necessary to define all actions to be taken in the event of a fire.

This paper will address international and national regulations and requirements that must be met by aircraft manufacturers and their operators as well as airport operators in terms of fire protection. We will touch on the requirements for early detection and extinguishing systems on aircraft and provide insight into fire protection measures on passenger aircraft.

**Keywords:** air traffic, fire protection, early fire detection system, fire extinguishing system, passenger airplane.

## SADRŽAJ

ZAVRŠNI ZADATAK .....	I
PREDGOVOR .....	II
SAŽETAK .....	III
SADRŽAJ .....	IV
1. UVOD .....	1
1.1. Predmet i cilj rada .....	1
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja .....	1
2. PUTNIČKI ZRAČNI PROMET U SVIJETU I U REPUBLICI HRVATSKOJ .....	3
2.1. Zračni promet u svijetu .....	3
2.2. Zračni promet u Hrvatskoj .....	7
3. KONSTRUKCIJA ZRAKOPLOVA I MATERIJALI KOJI SE KORISTE ZA IZRADU ZRAKOPLOVA .....	8
3.1. Vrste zrakoplova .....	8
3.1.1. Zrakoplovi lakši od zraka .....	8
3.1.2. Zrakoplovi teži od zraka .....	8
3.2. Dizajn i konstrukcija putničkog zrakoplova .....	9
3.2.1. Konstrukcija trupa zrakoplova .....	10
3.2.2. Materijali koji se koriste u konstrukciji zrakoplova .....	11
3.2.3. Materijali za opremanje kabine putničkog zrakoplova .....	17
3.3. Pogon zrakoplova .....	18
4. SUSTAVI ZA RANO OTKRIVANJE I GAŠENJE POŽARA NA PUTNIČKIM ZRAKOPLOVIMA .....	20
5. STATISTIKA POŽARNIH NESREĆA NA PUTNIČKIM ZRAKOPLOVIMA U SVIJETU .....	28
6. VATROGASNA SLUŽBA NA AERODROMU .....	32

7. PRIMJER VATROGASNE INTERVENCIJE GAŠENJA POŽARA NA PUTNIČKOM ZRAKOPLOVU .....	53
7.1. Tijek događaja .....	54
7.2. Zaključci istrage .....	65
8. ZAKLJUČAK .....	67
9. LITERATURA .....	69
10. PRILOZI .....	72
10.1. Popis simbola (korištenih kratica) .....	72
10.2. Popis slika .....	72
10.3. Popis tablica .....	73

## **1. UVOD**

Sigurnost zračnog prometa. Kad čujemo tu frazu pomislimo na stroge kontrole i mjere zaštite koje se provode kad se odučimo na putovanje zrakoplovom. Ograničena količina tekućine koja se smije unijeti u kabinu zrakoplova, vađenje baterija iz uređaja i slično, sve su to mjere sigurnosti i zaštite zračnog prometa sa ciljem sprječavanja, u današnje doba neprijatelja broj 1, terorizma.

No sigurnost zračnog prometa podrazumijeva mnogo više, zahtjevi za uzletno/sletne staze, operativne površine aerodroma, dizajn, konstrukciju i materijale korištene za gradnju zrakoplova, i naravno standardne operativne postupke i procedure. Jedan, ključni dio mjera sigurnosti i zaštite, je i zaštita od požara i mjere koje se provode sa ciljem iste na putničkim zrakoplovima i zračnim lukama.

Sustavi za rano otkrivanje i gašenje požara su normalni dio mjera zaštite od požara u objektima i građevinama, a naravno, svoje mjesto su našli i u zrakoplovnoj industriji, odnosno na zrakoplovima kao iznimno važan segment mjera zaštite od požara.

### **1.1. Predmet i cilj rada**

Predmet ovog rada su mjere zaštite od požara putničkih zrakoplova, a cilj su vatrodajvni sustavi i gašenje požara putničkog zrakoplova.

### **1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja**

Kako bi se završnim radom postiglo ostvarivanje cilja koristit će se odgovarajuća metoda istraživanja. Metode koje se koriste za izradu završnog rada su:

- deskriptivna metoda – riječ je o metodi zapažanja i opisivanja određenog fenomena, a u ovom završnom radu uključila je analizu dokumentacije i to na način da su korišteni podaci iz nacionalnih propisa i međunarodnih smjernica, kao i interni dokumenti poslovnog subjekta koji se stavio na raspolaganje u pogledu upoznavanja sa praktičnim radom vatrogasne postrojbe na zračnoj luci.

- aplikativna metoda – riječ je o metodi primjene stečenih znanja iskustvom koja je rezultat desetogodišnjeg praktičnog i operativnog rada autora na Zračnoj luci Rijeka d.o.o.

Na temelju prikupljenih podataka i odrađene metodologije biti će moguće ostvariti cilj ovog završnog rada.

## **2. PUTNIČKI ZRAČNI PROMET U SVIJETU I U REPUBLICI HRVATSKOJ**

Zračni promet, prijevoz putnika, tereta i pošte zračnim letjelicama. Kad, što podrazumijeva uporabu letjelica u Zemljinoj atmosferi i u druge svrhe; kao posebna prometna grana, u užem smislu podrazumijeva prijevoz putnika i robe kao gospodarsku djelatnost, a u najširem smislu obuhvaća i zračne putove, aerodrome, kontrolu zračnoga prometa i dr. U osnovi se zračni promet dijeli na javni i opći. Javni zračni promet može biti redoviti ili izvanredni. Redoviti (linijski) zračni promet redovit je komercijalni prijevoz osoba i stvari, koji je dostupan svima pod jednakim uvjetima, a obavlja se na unaprijed utvrđenim linijama, prema redu letenja i po objavljenim cijenama. Izvanredni (povremeni, neredoviti, čarter) zračni promet obavlja se uz posebno ugovorene uvjete, a ovamo pripadaju pojedinačni ili serijski čarterski prijevoz, taksi prijevoz, panoramski letovi i sl. Opći (generalni) zračni promet obuhvaća civilnu uporabu zrakoplova i drugih zračnih letjelica izvan redovitoga i povremenoga prometa, tj. u školske, poslovne, turističke ili rekreacijske, športske, poljoprivredne, šumarske, protupožarne i slične svrhe, te uporabu za obavljanje različitih zadaća. Zračni promet kao gospodarsku djelatnost obavljaju zračni prijevoznici, koji mogu biti u državnom, privatnom ili mješovitom vlasništvu. S obzirom na prostor djelovanja, zračni prijevoz dijeli se na lokalni, regionalni, nacionalni (domaći, tj. u zračnom prostoru jedne države), međunarodni i međukontinentalni, dok se prema onomu što se prevozi dijeli na putnički, teretni, poštanski i mješoviti putničko-teretni prijevoz. Prema brzini leta zrakoplova promet može biti pod zvučni ili nadzvučni. [1]

### **2.1. Zračni promet u svijetu**

Prvi svjetski zračni prijevoznik bilo je njemačko dioničko društvo za promet zračnim brodovima DELAG (Deutsche Luftschiffahrts-Aktiengesellschaft), koje je od 1910. prijevoz obavljalo cepelinima. Kada je 1937. u požaru s mnogobrojnim ljudskim žrtvama izgorio zračni brod Hindenburg, ta je vrsta prometa zamrla, iako se i danas proizvode zračni brodovi za posebne namjene.

Redoviti putnički prijevoz zrakoplovima započeo je u SAD-u 1914., ali je ustaljen tek nakon I. svjetskog rata, kada se uz putnički počeo razvijati i prijevoz pošte i tereta, te su bile osnovane i prve američke zrakoplovne tvrtke. Zahvaljujući brzom razvoju zrakoplova, do II. svjetskog rata uspostavljen je i značajan međukontinentalni promet. Razvoj je nastavljen i nakon rata (četvero motorni zrakoplovi, putnička kabina pod tlakom, navigacijski sustavi), a uporabom putničkih i teretnih zrakoplova na mlazni pogon (od 1958.), oceanski linijski brodski promet i željeznički promet na velike udaljenosti ubrzano stagniraju.

Najstariji su djelujući zrakoplovni prijevoznici nizozemski KLM, kolumbijska Avianca i američki Chalk's Ocean Airways (osnovani 1919.), australski Qantas (1920.), češki Czech Airlines i belgijska Sabena (1923.) te španjolska Iberia (1925.). Neki među prijevoznicima osnovani su kao državni, ili su uživali jaku državnu potporu, a neki kao privatni, ili su poslije privatizirani. S vremenom su prijevoznici ostvarili međusobnu suradnju, npr. dijeljenjem koda (jedan prijevoznik nudi letove drugoga prijevoznika kao vlastite, tj. sa svojim kodom, postižući ponudu odredišta koju samostalno ne bi mogao ponuditi). Potkraj XX. st. razvijaju se i zračne alijanse, partnerstva više prijevoznika koja se lakše nose s različitim državnim ograničenjima, pojeftinjuju usluge i privlače više putnika. Putnički prijevoznici usmjereni na jeftinije letove pojavili su se najprije u SAD-u tijekom 1980-ih, te u Europi od 1995. Oni nude izravne letove i jedan putnički razred, a cijene im uz vozarinu imaju manje dodataka nego one tradicionalnih prijevoznika, pa ti prijevoznici preuzimaju vodstvo po broju prevezenih putnika u svjetskim razmjerima (npr. irski Ryanair, američki Southwest).

Međunarodna udruga za zračni prijevoz (International Air Transport Association, IATA) svjetska je trgovinska organizacija koja okuplja oko 270 međunarodnih zračnih prijevoznika, koji obavljaju oko 94% ukupnoga redovitoga zračnoga prometa, a među najvažnijim njezinim funkcijama ističe se regulacija tarifa. [1]

Za razvoj i sigurnost civilnoga zračnoga prometa skrbi Međunarodna organizacija civilnoga zrakoplovstva (International Civil Aviation Organisation, ICAO), agencija UN-a osnovana 1947., dok se u Europi zračnim prometom bavi Zajednička zrakoplovna uprava (Joint Aviation Authorities, JAA). Pravno

uređenje civilnoga zračnoga prometa temelji se na Konvenciji o međunarodnom civilnom zrakoplovstvu (Chicago, 1944), koja polazi od suverenosti svake države nad zračnim prostorom iznad svojega kopna i teritorijalnog mora, isključivoga prava svake države na kabotažu (prijevoz između aerodroma unutar države) i obveze registracije zrakoplova u državi njegova vlasnika. Konvenciju prate Sporazum o tranzitu u međunarodnom zračnom prometu i Sporazum o međunarodnom zračnom prijevozu, koji se odnose na trgovački zračni promet. Neke od sloboda određenih tim sporazumima jesu pravo neškodljivoga preleta neke države bez slijetanja, pravo slijetanja zbog ne prometnih razloga, pravo ukrcaja i iskrcaja putnika, pošte i tereta. Ostale slobode predmet su bilateralnih međudržavnih pregovora u kojima države štite interese svojih zračnih prijevoznika na tržištu usluga zračnoga prometa. U novije doba započela je i deregulacija civilnoga zračnoga prometa. Tako je u SAD-u 1978. dereguliran domaći zračni promet, a potkraj XX. st. i međunarodni (politika »otvorenoga neba« putem bilateralnih ugovora koji smanjuju tradicionalna ograničenja broja prijevoznika, veličine i vrste zrakoplova te učestalosti letova i jačaju konkurenciju među zračnim prijevoznicima). Istodobno, EU je u vrlo velikoj mjeri deregulirao svoj zračni promet na osnovi politike »jedinственog europskoga neba«. Tako su 2008. prvi put zrakoplovi slobodno poletjeli iz bilo kojega dijela SAD-a u bilo koji dio EU-a, a SAD je ostvario i pravo prijevoza unutar EU-a. [1]

Prednosti brza, udobna i sigurna prijevoza suvremenim zračnim prometima, te sve jeftinije i vrsnije usluge, pridonose gotovo stalnomu porastu putničkoga zračnoga prometa (1926. iznosio je 120 tisuća prevezenih putnika, 1939. oko 4,5 milijuna, 1950. 31 milijun, 1980. 734 milijuna, 2000. oko 1,8 milijardi), uza zastoje u porastu zračnoga putničkog prometa nakon terorističkoga napada na SAD 2001. U 2008. prevezene su 2,3 milijarde putnika, uz ostvarenih 4400 milijardi putničkih kilometara (pkm, broj putnika × prevaljeni kilometri). Glavnina toga prometa odvijala se između Europe i Sjeverne Amerike preko Atlantika, te između Europe i Azije (Australije) preko Bliskoga istoka. U EU-u je 2007. prevezeno 793 milijuna putnika, od toga 22% unutar pojedinih država EU-a, 44% unutar EU-a i 34% između država EU-a i drugih država. Pritom se zračni promet odvijao u približno 400 zračnih luka EU-a, prijevoz je obavljalo oko 340 prijevoznika s



približno 4900 zrakoplova, a trideset najvećih prijevoznika zapošljavalo je 360 tisuća ljudi.

Redoviti su prijevoznici u svijetu 2006. imali ukupno 23 000 zrakoplova, od kojih 83% mlaznih i 16,6% propelerskih, s prosječno 162 sjedala (prema 105 sjedala 1970). Brojem putničkih zrakoplova prednjačili su prijevoznici American Airlines (653 zrakoplova) i Air France – KLM (589 zrakoplova). Godine 2007. u svijetu je deset prijevoznika prevezlo svaki više od 50 milijuna putnika, četiri američka prijevoznika prevezla su svaki više od 65 milijuna putnika (najveći među njima bio je Southwest Airlines sa 102 milijuna putnika), a njih su slijedili europski prijevoznici Air France – KLM sa 75 milijuna putnika, Lufthansa sa 63 milijuna putnika itd. U međunarodnom redovitom prometu vodeći su bili Ryanair (49 milijuna putnika) i Lufthansa (41 milijun putnika). Najveći afrički prijevoznik South African Airways prevezao je 8 milijuna putnika, kineski China Southern Airlines 58 milijuna, australski Qantas 26 milijuna i najveći južnoamerički TAM Airlines 25 milijuna putnika.

Teretni zračni promet, s obzirom na brzinu i sigurnost kao njegove glavne prednosti, pretežno se rabi za prijevoz skupocjenoga tereta, pokvarljive robe ili žurnih (ekspresnih) pošiljki, a u slučaju kada nije moguća ili je znatno otežana uporaba prometala drugih prometnih grana (prirodne katastrofe, rat), zračni je prijevoz katkad jedini izbor za opskrbu izoliranih područja (zračni most). Teretni zračni prijevoz najviše razvijaju zračni prijevoznici, u suradnji s otpremnicima i pošiljateljima. Teret se zrakom prevozi uz putnike u putničkim zrakoplovima (obuhvaćaju više od polovice prijevozne sposobnosti teretnoga zračnoga prometa) ili namjenskim teretnim zrakoplovima (2007. svaki je deseti trgovački zrakoplov bio teretni). Zrakoplovne tvrtke specijalizirane za teretni prijevoz teret prevoze samo teretnim zrakoplovima. Posebne se tvrtke bave integralnim prijevozom, u kojem se dio prijevoza obavlja zrakoplovima, zadovoljavajući potrebe korisnika za prijevozom »od vrata do vrata«. U razdoblju 1958–2008. godišnji porast ostvarenih tonskih kilometara (tkm, tone robe × prevaljeni kilometri) iznosio je više od 7%, dosegnuvši 194 milijarde tkm, te ukupno 42 milijuna tona prevezenoga tereta. Oko 70% zračnoga teretnoga prijevoza odvija

se između Sjeverne Amerike i Azije, Europe i Azije, Europe i Sjeverne Amerike te unutar Sjeverne Amerike i unutar Azije. Među prijevoznicima je 2007. u prijevozu tereta najveći promet ostvario FedEx (15,7 milijardi tkm), a u Europi Lufthansa Cargo (8,3 milijardi tkm). Te su godine prema broju teretnih zrakoplova najveći prijevoznici bili FedEx (672 zrakoplova), DHL (420 zrakoplova) i United Parcels Service (254 zrakoplova). [1]

## **2.2. Zračni promet u Hrvatskoj**

U Hrvatskoj je prvi grad povezan zračnom putničkom linijom bio Zagreb (1928. povezan s Beogradom), a liniju je održavala godinu dana prije osnovana tvrtka Aeroput, nacionalni zračni prijevoznik Kraljevine Jugoslavije. God. 1929. zračni prijevoznici Aeroput, Austroflug i CIDNA (Compagnie Internationale de Navigation Aérienne) otvorili su redoviti linijski putnički promet između Beča, Graza, Zagreba i Beograda. Tvrtka Aeroput preimenovana je 1947. u JAT (Jugoslavenski aerotransport), koja je kao nacionalni jugoslavenski prijevoznik do 1989. obavljala redoviti zračni putnički promet i na hrvatskom području, a u centraliziranom zračnom prometu bio je ograničavan razvoj hrvatskih zračnih prijevoznika. Ipak, 1961. bio je osnovan prvi hrvatski zračni prijevoznik, zagrebački Pan Adria Airlines, turistički prijevoznik povremenoga domaćeg prometa; tvrtka je ugašena 1978. U razdoblju 1978–85. drugi je hrvatski prijevoznik Trans Adria uglavnom prevozio manje teretne pošiljke. Pred osamostaljenje Hrvatske, u Zagrebu je kao regionalni prijevoznik 1989. bila osnovana tvrtka Zagal, koja je prevozila manje količine tereta. Zagal je 1990. prerastao u Croatia Airlines, današnjega nositelja hrvatskoga zračnoga prijevoza, kojemu je prvi let bio 1991. između Zagreba i Splita. Početkom 2012. ta je tvrtka imala trinaest zrakoplova (sedam zrakoplova Airbus A319 i A320 te šest Dash 8-Q400); u 2011. prevezla je 1,5 milijuna putnika i 2,5 tisuća tona tereta.

U 2011. godini u hrvatskim zračnim lukama putnički je promet iznosio 5,5 milijuna putnika, izjednačivši se s njihovim prometom prije 1991. godine, dok je u 2019. godini kroz hrvatske zračne luke prošlo 11,4 milijuna putnika. Vidljivo je da zračni promet bilježi konstantni rast i procjene su da će se tako i nastaviti. [1]

### 3. KONSTRUKCIJA ZRAKOPLOVA I MATERIJALI KOJI SE KORISTE ZA IZRADU ZRAKOPLOVA

Zrakoplov je svaka naprava koja se održava u atmosferi zbog reakcije zraka, osim reakcije zraka u odnosu na zemljinu površinu. U ovom poglavlju govoriti ćemo o vrstama zrakoplova, dizajnu i konstrukciji zrakoplova, materijalima koji se koriste pri izgradnji zrakoplova, pogonu zrakoplova i električnom sustavu zrakoplova. [2]

#### 3.1. Vrste zrakoplova

Prema osnovama na kojima se zasniva moć letenja, odnosno održavanja u zraku, zrakoplovi se dijele na dvije vrste:

- zrakoplovi lakši od zraka (statički leteći strojevi) ili aerostati,
- zrakoplovi teži od zraka (dinamički leteći strojevi) ili aerodini.

##### 3.1.1. Zrakoplovi lakši od zraka

Zrakoplovi lakši od zraka osiguravaju uzgon na Arhimedovom načelu („Svako tijelo u zraku ili u bilo kojem plinu postaje za onoliko lakše koliko važe istisnuti zrak, odnosno plin“), budući da im je gustoća manja od gustoće okolnog zraka kojeg takav zrakoplov istiskuje. Ovi zrakoplovi su poznati pod imenom baloni.

##### 3.1.2. Zrakoplovi teži od zraka

U ovu skupinu spadaju svi zrakoplovi čija je težina veća od težine istisnutog zraka i lete na osnovi postojanja aerodinamičke noseće sile uzgona koja se suprotstavlja djelovanju vlastite težine letjelice. Zrakoplovi teži od zraka ostvaruju uzgon tako da se dio zrakoplova posebnog oblika, krilo, kreće kroz zrak čime proizvodi aerodinamičku silu, čija jedna komponenta je usmjerena uvis.

**Zrakoplovi s pokretnim krilima.** Krila zrakoplova mogu biti pokretna, tako da se vrte oko osi, i tada se nazivaju krakovi, a čitav sklop takvih krila i zajedničke osovine se naziva rotor. Zrakoplovi s ovakvim konstrukcijskim rješenjem su helikopteri. Bitno svojstvo koje helikopter ostvaruje upotrebom pogonjenog rotora

je mogućnost lebdenja u mjestu, poput balona, a uz odgovarajući sustav upravljanja može se kretati u svim smjerovima.

**Zrakoplovi s nepokretnim krilima.** Ako su krila zrakoplova nepomična, recimo spojena na trup, tada se cijeli zrakoplov mora gibati kroz zrak da bi mu krila mogla ostvariti potreban uzgon. Takvi se zrakoplovi nazivaju avioni. Da bi takav zrakoplov mogao poletjeti, on već na zemlji mora postići dovoljnu brzinu kretanja kroz zrak, te mu je potreban aerodrom s dovoljno dugačkom uzletno-sletnom stazom („pistom“). [2]

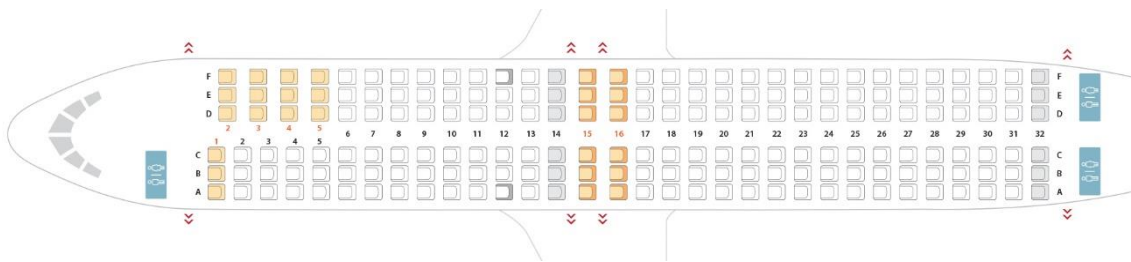
### **3.2. Dizajn i konstrukcija putničkog zrakoplova**

Suvremeni putnički zrakoplovi sposobni su nositi veliki broj putnika i posade, u jedno palubnoj (Boeing 787 Dreamliner) ili više palubnoj (Airbus A380) konfiguraciji. Međutim, s povećanjem veličine, opća načela izgradnje ostaju uglavnom slična. Glavne razlike su napredak u vrstama materijala koji se koriste pri izgradnji, na primjer veće oslanjanje na kompozitne materijale. [3]

**Trup zrakoplova.** Glavno strukturno tijelo zrakoplova, isključujući krila, rep i kontrolne površine, pruža smještaj za putnike i teret. Zbog tlaka, trup većine modernih zrakoplova sastoji se od dvostruke oplata s umetnutim izolacijskim materijalom. Opisana konstrukcija obično se naziva "polu-monokok", struktura u kojoj se opterećenje prenosi ravnomjerno preko okvira i oplata.

Trup putničkog zrakoplova može biti, ovisno o tipu zrakoplova, uskotrupni ili širokotrupni.

**Uskotrupni zrakoplovi.** Unutarnja kabina uskotrupnog zrakoplova u pravilu ima jedan prolaz između sjedala širok oko 46cm do 51cm i može primiti do 240 putnika (slika 1.). Vrata za pristup prostoru za odlaganje prtljage i tereta obično se nalaze na desnoj strani zrakoplova.



Slika 1. Prikaz rasporeda sjedala na Boeing-u 737-800. [4]

**Širokotrupni zrakoplovi.** Imaju dvostruke prolaze između sjedala za stvaranje središnjeg dijela sjedala, dopuštajući zrakoplovima da prevezu i više od 560 putnika, ako zrakoplov ima dvostruku palubu kao što je Airbus A380 (slika 2.). Prtljaga i teret se prethodno ukrcavaju na palete ili kontejnere prije utovara u odjeljak za teret. [3]



Slika 2. Prikaz rasporeda sjedala na Airbus-u A380. [5]

### 3.2.1. Konstrukcija trupa zrakoplova

Konstrukcija trupa zrakoplova razlikuje se od proizvođača do proizvođača zrakoplova, kao i od namjene zrakoplova, ali oni slijede ista osnovna načela gradnje. Trup se sastoji od:

- oplate,
- okomitih okvira,
- uzdužnica,
- užadi,
- podovi kabine,
- izolacijski materijal,
- obloga kabine.

U slučaju potrebe, ovisno o tipu zrakoplova, stvaranje dodatnih otvora za spašavanje u trupu zrakoplova može biti opasno iz razloga što dužinom trupa prolaze instalacije raznih sustava (električne instalacije, cijevi goriva, hidraulike...) potrebnih za normalan rad zrakoplova, te se nalaze pojačanja za održavanje integriteta zrakoplova. Pojedini zrakoplovi, na trupu, imaju označena područja predviđena za rezanje, odnosno stvaranje dodatnih otvora.

**Pilotska kabina.** Kako sam naziv govori, u pilotskoj kabini se nalazi pilot i letačko osoblje. Pristup kabini je kroz sigurnosna (protuprovalna) vrata, što služi kao mjera zaštite od onesposobljavanja pilota i otmice samog zrakoplova. Međutim, u slučaju nesreće zrakoplova i potrebe spašavanja unesrećenih iz same kabine upotrebom vrata za pristup kabini je gotovo nemoguće.

**Krila zrakoplova.** Krilo je glavna aerodinamička noseća površina zrakoplova na kojoj se stvara sila uzgona. Najvažniji je i najčešće najteži dio zrakoplova. O njegovoj konstrukciji i aerodinamičkim osobinama ovise i osobine cijelog zrakoplova. Na krilima su uglavnom smješteni motori i upravljačke površine, te se u njima nalaze i spremnici za gorivo. [3]

### 3.2.2. Materijali koji se koriste u konstrukciji zrakoplova

**Legure aluminija.** Aluminijske legure su najčešći metali koji se koriste u izgradnji zrakoplovnih konstrukcija. Sastav legura varira ovisno o tome gdje će se koristiti, npr. oplata trupa, uzdužna i poprečna rebra i pojačanja itd. najčešće korištene legure su:

- duraluminij – je slitina aluminija, bakra, magnezija i mangana,
- alclad – je duraluminij sa površinskim slojem od čistog aluminija,
- magnalij – je slitina aluminija i magnezija. Udio magnezija u slitini je od 10 do 30 %, vrlo je lagan, koristi ga se u izradi zrakoplovnih dijelova.

Po pitanju zapaljivosti, aluminij ima plamište na 800°C a legure koje se koriste pri izgradnji zrakoplova imaju talište na 600°C. Kao generalno pravilo, pod utjecajem vatre aluminij će se prije početi taliti nego gorjeti, što će za posljedicu imati stvaranje rupa na oplati zrakoplova uslijed taljenja, te mogućnost urušavanja strukture samog zrakoplova. [3]

**Legure magnezija.** Magnezijeva legura je lagan, snažan metal koji se može naći u podvozju zrakoplova, sklopovima glavčine kotača, nosačima za montažu motora, u kućištima klipnih motora, kućištima kompresora u turbinskim motorima i raznim nosačima za ojačanje zrakoplova. Po pitanju gorivosti, legure magnezija se počinju taliti na temperaturi od 700°C do 800°C, a gorjeti na temperaturi od 900°C do 1000°C. Kada se zapali, gori sjajnim odsjajem i često ga je teško ugasiti, jer će reagirati s većinom sredstava za gašenje. Kemijski prah za požare klase „D“ dizajniran je da izolira i zadrži vatru, i može se koristiti ako je dostupan. Međutim, normalno gašenje požara s pjenom i /ili vodom stvorit će povećanje već blistavog odraza i uzrokovati sporadične, spektakularne bljeskove koji izbacuju užarene čestice oko tog područja. Ako se održava mlaz za gašenje požara, može se ohladiti magnezijску leguru do njenog stvrdnjavanja i vatra će se ugasiti. U slučaju da ova radnja ne uspije, biti će potrebno izolirati upaljeni magnezij i dopustiti mu da izgori. [3]

**Legure titana.** Legure titana se koriste tamo gdje je potrebna velika čvrstoća ili otpornost na toplinu. Svoju glavnu namjenu pronalazi u vatrozidima motora, kućištu ispušne cijevi i lopaticama turbinskih motora. Također se može koristiti za izradu glavnih komponenti u brzim zrakoplovima (vojne namjene). Iako se ne može lako zapaliti, početak će se topiti i gorjeti na temperaturi između 1300°C do 1450°C. Kao i svi metali, burno reagira sa većinom sredstava za gašenje, te se također može koristiti kemijski prah za požare klase „D“. Upotrebom velike količine vode, s vremenom će doći do spuštanja temperature ispod temperature plamišta i samog gašenja požara. [3]

**Nehrđajući čelik.** Nehrđajući čelik koristi se tamo gdje je potrebna veća čvrstoća i krutost, kao što su okviri za pričvršćivanje krila ili grede za podršku motora, matice i vijci, dijelovi podvozja, i u nekim slučajevima kao ojačanja oplata krila na zrakoplovima velike brzine i kontrolni kabeli u lakim zrakoplovima. Nije vjerojatno da će nehrđajući čelik podlegnuti toplini u slučaju požara, prije će provoditi toplinu na druge zapaljive materijale i zadržati će je neko vrijeme. Nehrđajući čelik se počinje taliti na približno 1450°C i da bi se zapalio potrebna je stalna temperatura

od 2000°C. Nakon gašenja požara potrebno je mlazom raspršene vode nastaviti hlađenje iz razloga zadržavanja topline u nehrđajućem čeliku. [3]

**Kompozitni materijali.** S napretkom tehnologije korištenje kompozitnih materijala u mnogo većoj mjeri pronalazi svoju primjenu u izgradnji, održavanju i popravku suvremenih civilnih i vojnih zrakoplova. Vrste kompozitnih materijala koji se koriste na modernim zrakoplovima uključuju širok raspon materijala:

- karbon,
- staklo,
- aramid (kevlar),
- grafit,
- bor,
- GLARE™ (GLASS Reinforced Laminate)<sup>1</sup>,
- hibridi bilo kojeg od gore navedenih.

Tu je i širok raspon smola koje se koriste za spajanje materijala zajedno. Izraz kompozit primjenjuje se na bilo koji materijal koji koristi dvije ili više tvari u svojoj osnovnoj konstrukciji, npr. karbonska vlakna/ epoksidna smola, karbonska vlakna/ epoksidna smola/ matrica u obliku saća.

Kompozitni materijali popularni su u svijetu avijacije zbog niza čimbenika:

- imaju odličan omjer čvrstoće prema težini,
- nema zamora materijala kao kod metala,
- lagani su,
- mogu se oblikovati u različite složene oblike,
- relativno su jeftini za proizvodnju i nemaju ograničen vijek trajanja.

Moderni zrakoplovi mogu sadržavati kompozitne materijale kroz cijelu konstrukciju, na primjer u strukturi (podne grede, oplata, repni dijelovi, itd.), te u komponentama (oklopi, paneli, kontrolne površine itd.).

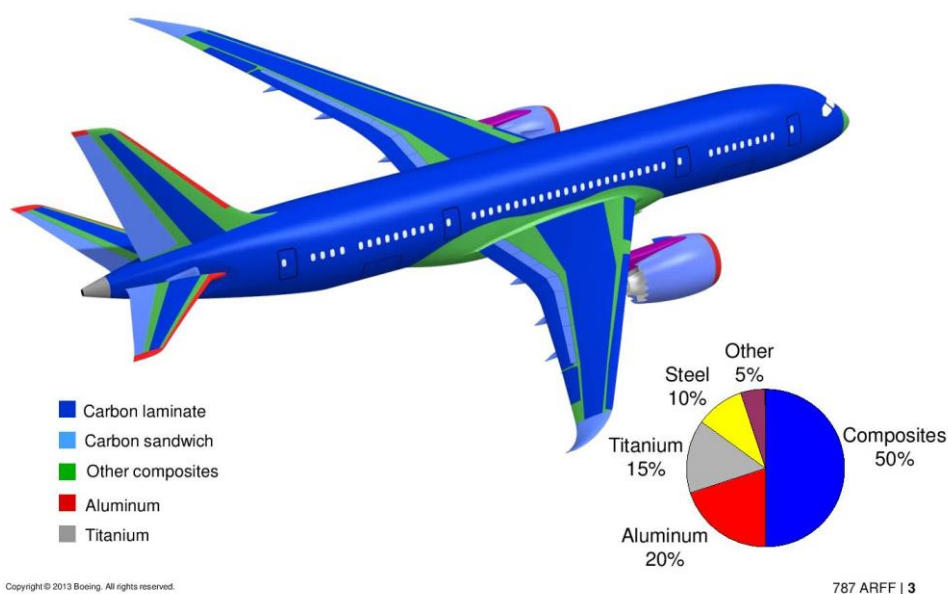
---

<sup>1</sup> GLARE™ (relativno nov u svijetu avijacije) formiran je od nekoliko vrlo tankih slojeva metala (obično aluminija) smještenih unutar slojeva staklenih vlakana i lijepljeni zajedno s epoksidnom matricom. Ovaj proizvod može se pronaći na Airbusu A380 i ima znatno veću sposobnost otpornosti na vatru /čvrstoću u odnosu na ranije vrste kompozitnih materijala.



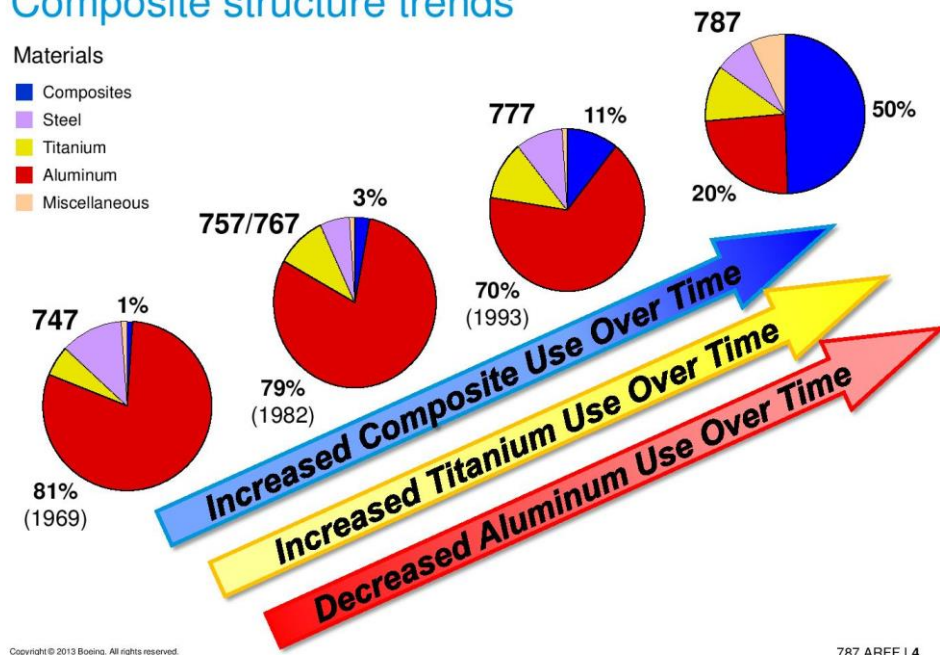
Izuzetno je teško dati smjernice o količini kompozitnih materijala u zrakoplovu, jer to ovisi o starosti i uporabi zrakoplova. Kompozitni materijal se može naći u gotovo svakom zrakoplovu jer je to materijal koji se može naknadno ugraditi ili biti izvorna komponenta početne konstrukcije. U proizvodnji vojnih zrakoplova intenzivno se koriste kompozitni materijali, na primjer otprilike 35% do 40% strukture borbenog zrakoplova Harrier i 70% strukture borbenog zrakoplova Typhoon (Eurofighter) izrađena je od kompozitnih materijala. [7] U nastavku je prikaz Boeing-a 787 Dreamliner (slika 3.) koja prikazuje opsežnu uporabu kompozitnih materijala u suvremenom dizajnu zrakoplova. Nakon toga, slijedi nam prikaz porasta upotrebe kompozitnih materijala u konstrukciji zrakoplova tvrtke Boeing od 1969. godine do danas (slika 4.). [3]

### Composite Structure Content of the 787



Slika 3. Upotreba kompozitnih materijala na Boeing-u 787 Dreamliner. [6]

## Commercial aircraft – Composite structure trends



Slika 4. Prikaz porasta upotrebe kompozitnih materijala u konstrukciji zrakoplova tvrtke Boeing. [6]

Ponašanje kompozitnih materijala u požaru se razlikuje u odnosu na „klasične“ materijale. Nemoguće je s točnošću utvrditi opasnosti od otrovnih tvari koje će nastati uslijed izbijanja požara na modernom zrakoplovu zbog različitih produkata pirolize koji se javljaju pri različitim temperaturama. Također, način na koji je konstruiran kompozitni materijal imati će glavnu ulogu u ponašanju materijala u požaru. U strukturi suvremenog zrakoplova može se naći i do trideset različitih vrsta kompozitnih materijala. Stoga, pitanje opasnost od produkata gorenja kompozitnih materijala ne treba promatrati kao jednu, nego kao mnoge opasnosti koje treba kontrolirati.

Dok je neoštećen, kompozitni materijal smatra se inertnim i neopasnim, međutim, tijekom nesreće zrakoplova ti materijali mogu biti podvrgnuti ekstremnim silama, fragmentaciji, izloženosti zrakoplovnom gorivu i drugim zapaljivim tekućinama i na kraju se zapaliti. Kada su te tvari izložene povišenim i ekstremnim temperaturama, koje se mogu pojaviti kao posljedica nesreće zrakoplova (1000°C – 2000°C), ti spojevi postaju nestabilni i razgrađuju se.

Opasnosti od oštećenih kompozita bit će prisutne u različitim oblicima na mjestu nesreće i ovisno o količini i koncentraciji tih opasnosti, predstavljat će niz rizika za one koji reagiraju na nesreću (spasilačke službe).

Opasnosti se mogu prikazati u sljedećim oblicima:

- toksičnost,
- čestice (vlakna i prašine),
- vodljivost,
- promjena čvrstoće konstrukcije (utječe na operacije spašavanja),
- onečišćenje.

Rizik za osoblje spasilačko – vatrogasne službe proizlazi iz raspadanja materijala pod utjecajem topline za vrijeme i nakon požara. Gorenjem kompozita nastaju otrovni plinovi koji će pridonijeti onima koje proizvode drugi materijali zahvaćeni požarom, a posebno oni koji nastaju gorenjem zrakoplovnog goriva. Smole koje spajaju vlakna u kompozitima čine oko 40% kompozitnih materijala, a kada su izloženi vatri oslobađaju plinove kao što su izocijanat<sup>2</sup> i ugljični monoksid.

Različita vlakna koja se koriste za izradu kompozitnih materijala različito će reagirati na toplinu i vatru, ali općenito će podržati plamen na oko 200°C pri čemu će se dodatno emitirati toksične tvari u požaru, npr. cijanid se može osloboditi na 150°C iz vlakana aramida (kevlara), ali staklena vlakna su neutralna i ne podržavaju gorenje.

Kao mjera zaštite obvezna je upotreba izolacijskih aparata za disanje, te se isti moraju koristiti dok se požar u potpunosti ugasi i temperatura materijala, odnosno olupine zrakoplova ne padne ispod 150°C. Daljnji rad na mjestu intervencije se može nastaviti korištenjem osobne zaštitne opreme i maski za zaštitu od lebdećih čestica koje mogu izazvati iritaciju kože i očiju, te se mogu udahnuti. Međutim,

---

<sup>2</sup> Izocijanati (izo- + cijanati), esteri izocijanske kiseline (HNCO), iz koje se mogu dobiti izravno ili reakcijom s vinilnim esterima. To su vrlo otrovni spojevi; metil-izocijanat bio je 1984. u indijskom gradu Bhopalu uzrokom najveće katastrofe u povijesti industrijske proizvodnje. Izocijanati su važni međuproizvodi u organskim sintezama. Upotrebljavaju se u tekstilnoj industriji i industriji ljepila, a najznačajnija im je primjena u proizvodnji polimernih materijala, gdje kao reaktanti s diolima u adicijskoj polimerizaciji daju poliuretane.

kompoziti su samo jedan od mnogih materijala koji će biti pod utjecajem požara te stoga razina osobne opreme za disanje i osobne zaštitne opreme mora biti predmet sveobuhvatne procjene rizika.

Pored navedenih opasnosti od toksičnih plinova i lebdećih čestica, treba voditi računa i o mehaničkim opasnostima od oštrih predmeta nastalih topljenjem i raspadanjem, kako kompozitnih materijala, tako i ostalih materijala u konstrukciji zrakoplova. [3]

### 3.2.3. Materijali za opremanje kabine putničkog zrakoplova

Materijali koji se koriste u kabini zrakoplova uglavnom su sintetski i kada gore stvara se gusti dim i otrovni plinovi. Tijekom izgaranja oni će generirati visoke temperature unutar kabine. Sve te tvari imaju relativno niske točke paljenja i slobodno ispuštaju pare. Ispuštene pare ne samo da će utjecati na dišni sustav, nego će također značajno smanjiti vidljivost. Zauzvrat, to će otežati evakuaciju putnika i gašenje požara. [3]

Materijali koje se koriste pri završnoj obradi i opremanju kabine zrakoplova, sa njihovom namjenom i otrovnim plinovima koji nastaju njihovim gorenjem prikazani su u tablici 1.

Tablica 1. Materijali korišteni u završnoj obradi i opremanju kabine zrakoplova, njihova upotreba i otrovni plinovi koji nastaju njihovim gorenjem. [3]

Vrsta materijala	Upotreba	Otrovni plinovi nastali njihovim gorenjem
Vuna	Sjedala, zavjese i tepisi	Cijanid Amonijak Dušikov dioksid
Svila	Tkanina i zavjese	Cijanid Amonijak
Najlon	Sjedala, zavjese i tepisi	Cijanid Amonijak
Akril	Završni premazi	Cijanid
Uretan	Sjedala i izolacija	Cijanid Amonijak

		Dušikov dioksid
Melamin	Dekoratívni laminati	Cijanid Amonijak
Polivinil-klorid (PVC)	Ožičenje, obloge i ukrasi	Dušikov dioksid Vodikov klorid Ugljični dioksid Ugljični monoksid Halogene kiseline
Polistiren	Izolacija	Benzin
Guma	Sustavi ožičenja	Sumporov dioksid Sumporovodik
Akronitril butadien stiren (ABS)	Okviri prozora, sjedala i oplate	Cijanid

Tijekom godina u svijetu se dogodio niz incidenata koji su uključivali požare u kabini zrakoplova. Iako su se neki, tehnički govoreći, mogli preživjeti, mnogi ljudi su izgubili živote zbog gušenja od otrovnih tvari koje su nastale gorenjem materijala korištenih u završnoj obradi putničke kabine. Obdukcijom stradalih osoba u tim incidentima utvrdilo se da je većina smrtnih slučajeva uzrokovana trovanjem visokim koncentracijama ugljičnog monoksida i, u manjoj mjeri, cijanidom. Slijedom navedenog, evakuacija iz putničke kabine u slučaju izbijanja požara, mora biti izvedena čim prije. [3]

### 3.3. Pogon zrakoplova

Za pogon zrakoplova se tipično koriste motori s unutarnjem izgaranjem. Izuzetno se koristi i električni pogon na zrakoplovnim modelima i nekim pokusnim zrakoplovima bez posade.

**Klipni motori.** Bili su prvo korišteni za pogon zrakoplova, a i danas su se zadržali na mnogim manjim i sportskim zrakoplovima. Kao pogonsko gorivo obično koriste benzin, ali se u zadnje vrijeme pojavljuju u primjeni i dizelski motori. U oba slučaja kisik se uzima iz zraka u kojem se nalazi zrakoplov. Nedostatak klipnih motora je da s visinom, kako opada gustoća zraka, opada i snaga motora.

**Mlazni i turbinski motori.** Načelno su ta dva motora ista, razlikuju se u optimizaciji izlaznog dijela. Mlazni motor kinetičku energiju vrela plina najvećim dijelom pretvara u brzinu plina kojeg zatim ispušta kroz mlaznik i prema Newtonovom zakonu akcije i reakcije proizvodi potisnu silu prema naprijed. Turbinski motor većinu energije plina pretvara na izlaznoj turbini u mehaničku energiju (okretanje vratila) koja se zatim koristi za okretanje pogonskog propelera ili rotora helikoptera. Ovaj pogon je popularniji od običnog mlaznog motora, jer je plinska turbina efikasnija nego kod mlaznog motora. No budući da i propeleri imaju ograničenja, postoji i kombinirani („tubo-ventilatorski“) pogon gdje je propeler zamijenjen impelerom, odnosno ventilatorom s mnogobrojnim krilcima smještenim u kratku cijev. Taj pogon koriste suvremeni veliki putnički zrakoplovi.

**Raketni motori.** Posebna vrsta mlaznog motora koji zrak ne usisava iz atmosfere, nego kisik dobiva iz posebnog spremnika. Ovi motori odlikuju se vrlo visokim omjerom snage i mase, ali kako osim goriva moraju nositi i masu kisika (ili zamjenskog kemijskog spoja), rijetko se koriste u zrakoplovima. [3]

## 4. SUSTAVI ZA RANO OTKRIVANJE I GAŠENJE POŽARA NA PUTNIČKIM ZRAKOPLOVIMA

Sustavi za rano otkrivanje i gašenje požara, odnosno vatrodajavni sustavi su dio aktivnih mjera zaštite od požara u građevinama, odnosno objektima, te su sastavni dio naše svakodnevnice, posebice u objektima gdje se okuplja veći broj ljudi. [7]

Kad govorimo o putničkim zrakoplovima, mjere zaštite od požara na istima, nisu ništa „blaže“ ili manje, dapače strože su, od mjera koje se provode na građevinama i objektima. Današnja tehnologija i materijali korišteni pri gradnji zrakoplova svodi mogućnost nastanka požara na minimum, ali opasnost od nastanka požara je i dalje visoka. Zbog same činjenice da se zrakoplov u toku leta ne može jednostavno evakuirati u slučaju izbijanja požara i zbog prisutnosti velikih količina lako zapaljivih tekućina na istom, proizvođači kontinuirano unapređuju sigurnost i zaštitu svojih proizvoda u svim segmentima a posebice u pogledu zaštite od požara. Naravno, nadležna regulatorna tijela iz godine u godinu podižu ljestvicu zahtijeva koje proizvođači zrakoplova moraju ispuniti u pogledu sigurnosti.

Zaštita od požara na putničkim zrakoplovima također se može podijeliti na pasivne i aktivne mjere. Pasivne mjere se odnose na dizajn, konstrukciju i korištene materijale kod gradnje zrakoplova, a aktivne na ugrađene sustave za rano otkrivanje i gašenje požara.

Zahtjevi koji se postavljaju proizvođačima, između ostalog i po pitanju zaštite od požara, nalaze se u dokumentu Europske agencije za zrakoplovnu sigurnost (EASA), *Certification Specifications and Acceptable Means of Compliance for Large Aeroplanes CS-25*.

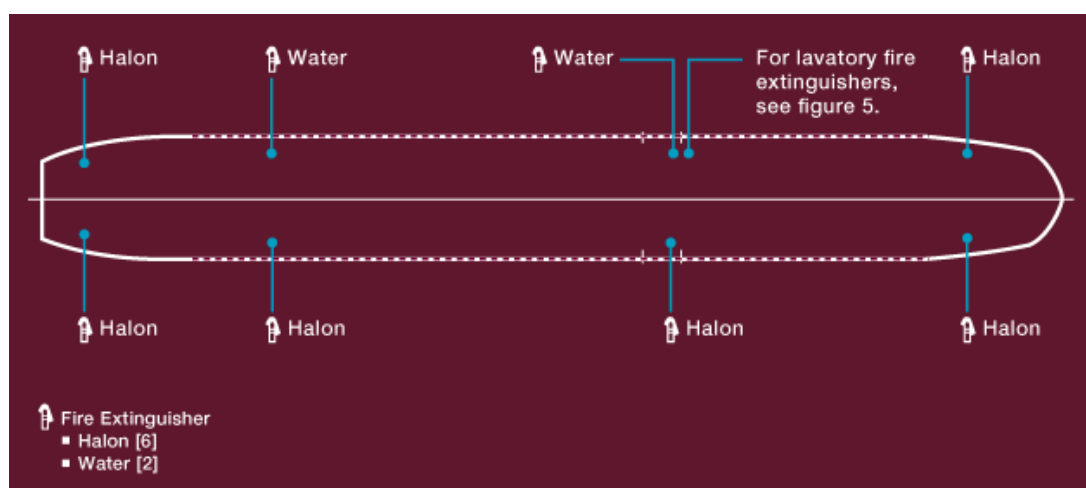
Provođenje mjera zaštite od požara ostvaruje se upotrebom ne gorivih ili teško gorivih materijala, opremanjem zrakoplova dovoljnim brojem aparata za početno gašenje požara, instalacijom detektora dima i topline te stabilnih sustava za gašenje požara. [8]

Broj ručnih aparata za početno gašenje požara određuje se kapacitetom zrakoplova, odnosno brojem putnika koji se mogu prevesti zrakoplovom. Navedeno je prikazano u tablici 2. Aparati se smještaju duž putničke kabine te moraju biti lako dostupni kabinskom osoblju.

Tablica 2. Potreban broj aparata za početno gašenje požara na zrakoplovu [8]

Kapacitet putnika	Broj aparata za gašenje
7 – 30	1
31 – 60	2
61 – 200	3
201 – 300	4
301 – 400	5
401 – 500	6
501 – 600	7
601 – 700	8

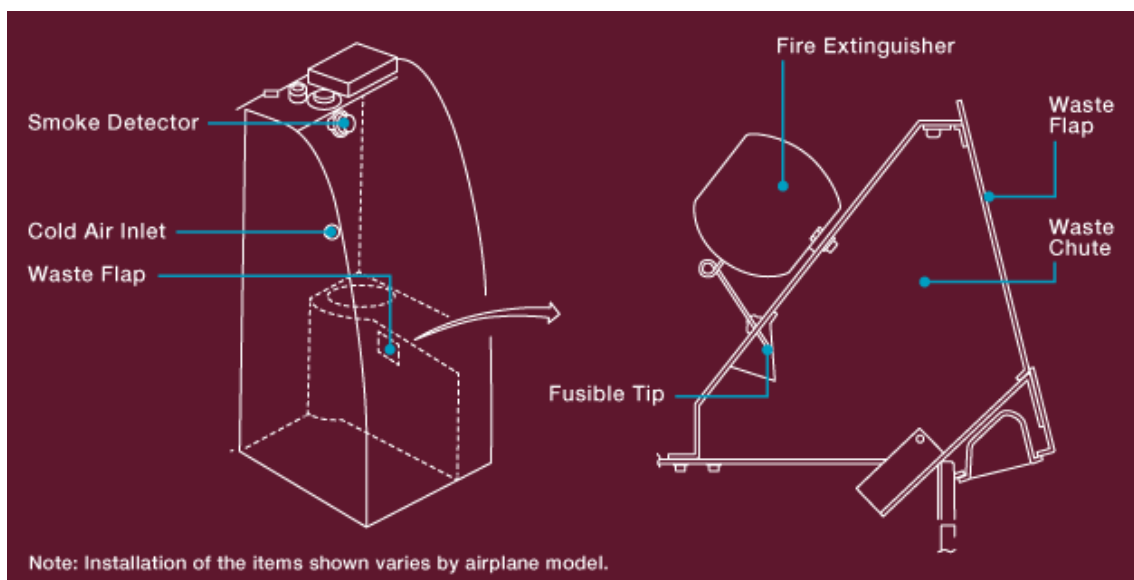
Pored navedenog, propisano je da se minimalno jedan aparat za početno gašenje požara mora nalaziti u kokpitu, odnosno pilotskoj kabini. Na slici 5. Prikazan je tipičan raspored aparata za početno gašenje požara na zrakoplovu Boeing 737-800. [8]



Slika 5. Prikaz rasporeda aparata za početno gašenje požara na zrakoplovu Boeing 737-800 [9].



Toalet u putničkim zrakoplovima sa kapacitetom 20 i više putnika ili dužine od 18,29 metara i više, mora biti opremljen sa detektorom dima ili ekvivalent tome, sa zvučnom i svjetlosnom signalizacijom u kokpitu ili putničkoj kabini, te stabilnim sustavom za gašenje požara posude za otpad u toaletu sa automatskim aktiviranjem. [8] Navedeno je vidljivo na slici 6.



Slika 6. Prikaz mjera ZOP-a toaleta u putničkom zrakoplovu Boeing 737-800 [9]

Odjeljci za prtljagu i teret u zrakoplovu, štite se ovisno o njihovoj klasifikaciji. Svi odjeljci za prtljagu i teret moraju biti klasificirani te sukladno tome se određuje stupanj zaštite od požara istog.

Slijedom navedenog, odjeljci za prtljagu i teret se dijele u slijedeće:

- klasa A – Odjeljak klase A smješten je tako blizu stanice, radnog mjesta, člana posade da bi član posade odmah otkrio prisutnost požara. Osim toga, svaki dio pretinca je lako dostupan kako bi član posade mogao brzo ugasiti požar aparatom za početno gašenje požara. Odjeljak klase A ne mora imati oblogu,
- klasa B – Odjeljak klase B udaljeniji je od odjeljka klase A i zato mora imati ugrađen sustav za otkrivanje požara ili dima kako bi se upozorilo pilota ili posadu o nastalom požaru. Budući da se požar ne može brzo otkriti i ugasiti, odjeljak klase B mora imati negorivu oblogu. Prostoru za teret ili

- prtljagu klase B mora biti omogućen pristup u toku leta kako bi član posade mogao ugasiti požar aparatom za početno gašenje. Također mora postojati način za kontrolu ventilacije i propuha u odjeljku te način za odvođenje opasnih količina dima, plamena ili sredstava za gašenje,
- klasa C – Odjeljak za klasu C razlikuje se od odjeljka za klasu B po tome što mu nije osiguran pristup u toku leta i zato mora imati ugrađen stabilan sustav za gašenje požara koji se u njemu događa. Nadalje, odjeljak klase C mora imati negorivu oblogu i sustav za otkrivanje požara ili dima sa upozorenjem pilotu ili posadi. Također mora postojati način za kontrolu ventilacije i propuha u odjeljku te način za odvođenje opasnih količina dima, plamena ili sredstava za gašenje kako isti ne bi doprijeli do putničke kabine,
  - klasa E – Odjeljak klase E specifičan je za teretni zrakoplov. Obično je odjeljak klase E cijela kabina teretnog zrakoplova; međutim, i drugi odjeljci takvih zrakoplova mogu biti klasificirani kao odjeljci klase E. Požar u odjeljku klase E kontrolira se isključivanjem ventilacijskog protoka zraka u odjeljak ili unutar njega. Uz to, većina teretnih zrakoplova ima postupak u slučaju pojave dima ili vatre koji preporučuju posadi da isključi ventilacijski zrak, stavi opremu za kisik i postupno podiže zrakoplov na visinu između 6096 m i 7620 m, kako bi se ograničila opskrba kisikom i na taj način kontrolirao nastali požar dok se ne stvore uvjeti za sigurno slijetanje. Odjeljak klase E mora imati negorivu oblogu i sustav za otkrivanje požara ili dima, međutim, nije obvezan ugrađeni stabilni sustav za gašenje požara,
  - klasa F - Odjeljak klase F je onaj u kojem postoje načini za kontrolu ili gašenje požara, a da se ne zahtijeva ulazak člana posade u odjeljak. Omogućavanje pristupa članovima posade u slučaju upozorenja na požar nije predviđeno. Odjeljci klase F koji trebaju imati ugrađeni sustav za gašenje/ suzbijanje požara ili zahtijevaju upotrebu prihvatljivih pokrivača za zaštitu od požara, odnosno za sprječavanje širenja požara. Odjeljak klase F mora imati instaliran sustav za otkrivanje požara ili dima, osim ako

postoje drugi načini za suzbijanje požara i zaštite kritičnih sustava i strukture, također, moraju imati oblogu od negorivih materijala. [8]

Odjeljci klase A i B se nalaze u prostoru putničke kabine i kokpita, te su lako dostupni članovima posade. Odjeljci klase C se nalaze u donjem dijelu trupa zrakoplova te služe za prijevoz prtljage i manjih tereta na putničkim zrakoplovima. Odjeljci klase E, kako je i navedeno, odnose se na zrakoplove za prijevoz tereta, tzv. „cargo“ zrakoplove. Odjeljci klase F (slika 7.) se mogu naći i na putničkim i na teretnim zrakoplovima. Radi se o kontejnerima u koje se slaže prtljaga ili teret i koji se zatim ukrcavaju u zrakoplov.



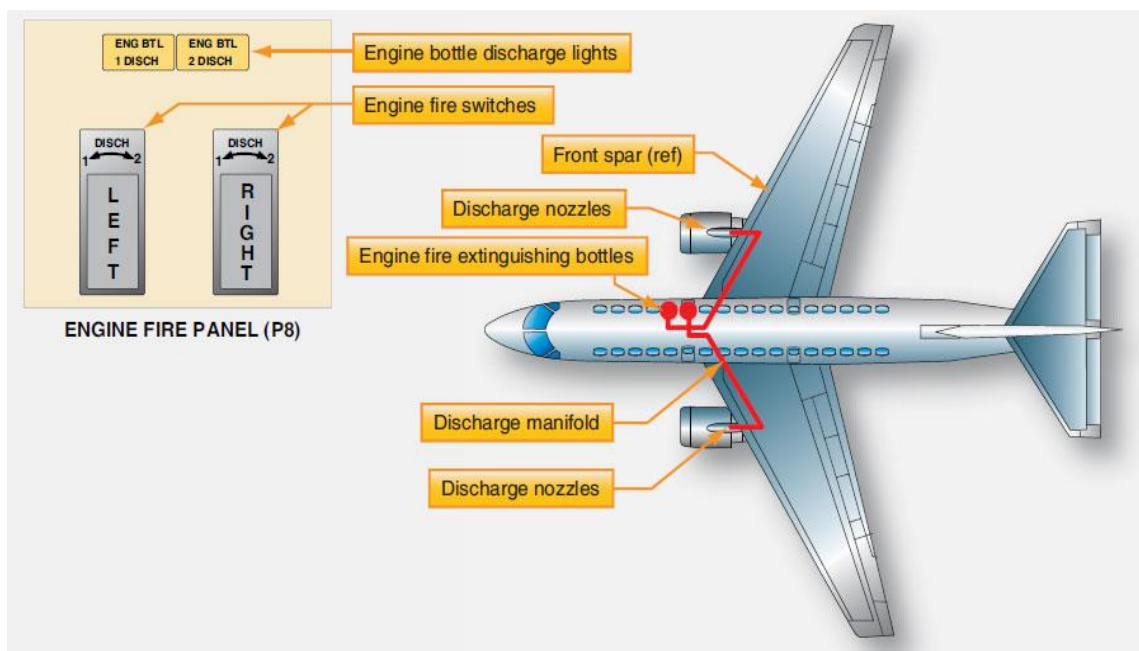
Slika 7. Primjer odjeljka klase F [10]

Pogon zrakoplova, odnosno motori, su svakako ključni za normalan rad, operaciju zrakoplova te je od najvećeg značaja da isti budu zaštićeni od požara. Svakako se radi o dijelu zrakoplova na kojem je mogućnost nastanka požara najveća. Slijedom toga, svaki motor na zrakoplovu štíćen je sustavom za rano otkrivanje požara sa indikacijom u kokpitu i stabilnim sustavom za gašenje požara koji se aktivira iz kokpita. Navedeni sustavi moraju imati mogućnost provjere ispravnosti sustava prije svakog leta.

Pogonski motori svaki za sebe štíćeni su detektorima topline, odnosno termodiferecijalnim detektorima koji su smješteni na različitim pozicijama na

samom motoru i u slučaju aktivacije šalju signal u kokpit gdje piloti pokreću proceduru gašenja požara na motoru pomoću stabilnog sustava za gašenje požara. Procedura gašenja požara na motoru se sastoji od; potvrđivanja nastalog požara, zatvaranja dovoda goriva za motor u pitanju, isključivanje napona, isključivanje motora te aktivacija stabilnog sustava za gašenje požara.

Važno je naglasiti da svaki pojedinačni motor, bilo da se radi o zrakoplovu sa dva ili četiri motora, ima neovisni sustav za otkrivanje i gašenje požara te u slučaju da se požar ne uspije ugasiti sa predviđenom količinom sredstva za gašenje u spremniku za pojedinačni motor, sredstvo za gašenje iz spremnika za ostale motore mogu se preusmjeriti na motor na kojem je nastao požar. [8] Na slici 8. dan je prikaz stabilnog sustava za gašenje požara na zrakoplovu Boeing 777.



Slika 8. Prikaz stabilnog sustava za gašenje požara motora na zrakoplovu Boeing 777 [9]

Pomoćni motor, tzv. APU (Auxiliary power unit) nalazi se u repu zrakoplova i služi za napajanje zrakoplova dok se isti nalazi na stajanki, odnosno prije leta i nakon slijetanja dok se vrši ukrcaj/ iskrcaj putnika i prtljage te opskrba zrakoplova gorivom. Međutim, njegova upotreba nije ograničena na isključivi rad u vrijeme mirovanja zrakoplova. U slučaju kvara pogonskih motora u toku leta, isti se koristi

za napajanje sustava zrakoplova, među kojima je i sustav hidraulike koji omogućuje upravljanje zrakoplovom pilotu preko upravljačkih površina na trupu i krilima zrakoplova. APU kao takav štiti se zasebnim sustavom za rano otkrivanje i gašenje požara. [8]

Na slici 5. dan je prikaz rasporeda aparata za početno gašenje požara na zrakoplovu, te je vidljivo da se koriste aparati sa halonom i vodom. Kao uobičajeno sredstvo za gašenje požara na zrakoplovima koristio se halon 1211 za ručne aparate za početno gašenje požara i halon 1301 za stabilne sustave za gašenje požara.

Kako nam je poznato Haloni pripadaju grupi najefikasnijih sredstva za gašenje požara. Dugo su se primjenjivali u stabilnim i mobilnim sustavima za gašenje požara. Međutim, istraživanja vezana za globalno zagrijavanje od 1974. godine dovode do prvih saznanja o razaranju ozonskog omotača freonima i halonima koji se slobodno ispuštaju u Zemljinu atmosferu. Od tada nastupa organizirana međunarodna bitka za njihovu zamjenu radi očuvanja ozonskog omotača.

Zbog svog visokog potencijala za oštećenje ozonskog omotača, dospjeli su na listu kontroliranih tvari prema aneksu A - II Montrealskog protokola o tvarima koje oštećuju ozonski omotač, te se njihova upotreba u razvijenim zemljama zabranjuje od 1.1.1994. godine. Međutim, iznimke su napravljene po pitanju upotrebe halona u zrakoplovnoj i vojnoj industriji i uporabi.

Eurposka regulativa, (EU) br. 744/2010 od 18. kolovoza 2010 dopunjuje Regulativu europske komisije, (EC) br. 1005/2009 Europskog parlamenta i vijeća za tvari koje oštećuju ozonski omotač u smislu kritične upotrebe halona (OJ L 218, 19.8.2010, p. 2), te definira datume do kojih je dopuštena upotreba halona kao sredstva za gašenje u zrakoplovima, navedeno je vidljivo u tablici 3. [8]

Tablica 3. Krajnji datumi upotrebe halona kao sredstva za gašenje u zrakoplovima [8]

Dio zrakoplova	Sustav za gašenje	Tip halona	Krajnji datum upotrebe
Inertizacija spremnika za gorivo	Stabilni	1301 2402	31. prosinac 2040.
Kanta za otpad u toaletu	Stabilni	1301 1211 2402	31. prosinac 2020.
Kabina i prostor za posadu	Ručni aparat	1211 2402	31. prosinac 2025.
Pogonski motori i APU	Stabilni	1301 1211 2402	31. prosinac 2040.
Odjeljci za teret i prtljagu	Stabilni	1301 1211 2402	31. prosinac 2040.

Unatrag 20 godina, intenzivno u posljednjih 10 godina, započeta su istraživanja na alternativama za halon, odnosno sredstvo za gašenje koje bi ga zamijenilo. Svoje mjesto u zrakoplovnoj industriji, kao zamjena za halon, pronašli su HFC-227ea, Heptafluorpropan, tržišnog naziva FM200, kao zamjena za Halon 1301, te HFC-236fa, Hexafluorpropan, kao zamjena za Halon 1211. Daljnja istraživanja se vrše na alternativnim sredstvima za gašenje a i samim sustavima za gašenje koji ispunjavaju svoju zadaću i pri tome zadovoljavaju stroge zahtjeve za upotrebu na zrakoplovima.

## **5. STATISTIKA POŽARNIH NESREĆA NA PUTNIČKIM ZRAKOPLOVIMA U SVIJETU**

Požar u toku leta jedna je od najopasnijih situacija s kojom se posada zrakoplova može suočiti. Bez agresivne intervencije posade, požar u zrakoplovu može dovesti do katastrofalnog gubitka tog zrakoplova u vrlo kratkom vremenu. Jednom kada se požar uspostavi, malo je vjerojatno da će ga posada moći ugasiti.

Prema izvještaju Civilne agencije za zrakoplovstvo Ujedinjenog Kraljevstva iz 2002. godine, od prve naznake o pojavi požara u zrakoplovu u toku leta, posada, u prosjeku, ima 17 minuta da sigurno sleti prije nego dođe do točke nemogućnosti preživljavanja, odnosno nesreće zrakoplova. [11]

Unatoč navedenom, statistika ide u korist zračnom prometu kao jednoj od najsigurnijih vrsta prijevoza putnika i tereta.

Nesreće zrakoplova se ne događaju često i samim time privlače veliku medijsku pozornost i često se nazivaju katastrofama, što i jesu, iz razloga velikog broja ljudskih žrtava u jednom događaju. Kad pogledamo brojke, u 2018. godini u svijetu je smrtno stradala 561 osoba kao posljedica zrakoplovne nesreće, dok je u cestovnom prometu smrtno stradalo 1.35 miliona osoba u 2018. godini što dodatno potvrđuje sigurnost zračnog prometa. [12] [13]

Prema dostupnim podacima, u periodu između 1950. i 2019. godine dogodila se 1.085 nesreća zrakoplova sa poznatim uzrokom nesreće. Uzroci nesreća su podijeljeni u pet kategorija gdje je za svaku od pojedinih kategorija dan primjer uzroka nesreće što je prikazano u tablici 4. [11]

Tablica 4. Prikaz uzroka nesreća zrakoplova po kategorijama [14]

Greška pilota	Mehanički uzrok	Vremenski uvjeti	Sabotaža	Ostalo
Nepoštivanje procedura	Otkazivanje motora	Jake turbulencije	Otmica	Greška kontrolnog tornja
Prinudno slijetanje	Otkazivanje uređaja i opreme	Udari vjetra	Obaranje zrakoplova	Greška zemaljskog osoblja
Spuštanje ispod dozvoljenog minimuma	Otkazivanje strukture dijelova zrakoplova	Loša vidljivost	Eksplzivna naprava	Pretovar
Prostorna dezorijentacija	Greška u dizajnu	Jaka kiša	Samoubistvo pilota	Nepravilan raspored tereta
Prerano spuštanje		Olujni vjetar		Sudar sa pticom
Prevelika brzina slijetanja		Pojava leda		Loše gorivo
Promašena pista		Grmljavinsko nevrijeme		Nesposobnost pilota
Nedostatak goriva		Udar groma		Prepreka na pisti
Loša navigacija				Sudar u zraku uzrokovan od strane drugog zrakoplova
Slijetanje/ polijetanje sa krive piste				Izbijanje požara/ dima u letu
Sudar u zraku greškom pilota				Greška u održavanju

U tablici 5. dan je prikaz uzroka fatalnih nesreća u postotcima za pojedinu dekadu.



Tablica 5. Uzroci fatalnih nesreća u postocima po dekadama [12]

Uzrok nesreće	Dekada							
	1950.	1960.	1970.	1980.	1990.	2000.	2010.	Ukupno
Greška pilota	50%	53%	49%	42%	49%	50%	57%	49%
Mehanički uzrok	26%	27%	19%	22%	22%	23%	21%	23%
Vremenski uvjeti	15%	7%	10%	14%	7%	8%	10%	10%
Sabotaža	4%	4%	9%	12%	8%	9%	8%	8%
Ostalo	5%	9%	13%	10%	14%	10%	4%	10%

Otprilike dvadeset posto od 1.153 smrtnih slučajeva poginulih u nesrećama američkih zrakoplovnih kompanija između 1981. i 1990. godine uzrokovano je požarom. [12]

Požare u kabini zrakoplova možemo razvrstati u tri opće kategorije: požare na stajanki, požare u toku leta i izbijanje požara nakon nesreće zrakoplova. Požari na stajanki se događaju u vremenu kada u zrakoplovu nema nikoga, odnosno kada je isti parkiran do idućeg leta ili za vrijeme servisa. Do danas su požari na stajanki rezultirali gubitkom imovine, ali ne i gubitkom života. Međutim, s obzirom na trenutnu cijenu komercijalnog zrakoplova (100 milijuna dolara), požari na stajanki su rijedak, ali skup problem.

U toku leta požari se najčešće javljaju na pristupačnim mjestima kao što je prostor kuhinje i otkrivaju se i gase gotovo trenutno. U rijetkim slučajevima požari koji izbijaju u nepristupačnim prostorima zrakoplova postaju nekontrolirani što dovodi do velikog gubitka života, npr. vatra u prtljažnom prostoru. Incidenti sa požarom tijekom leta obično su posljedica električnih kvarova, pregrijane opreme ili nepropisnog tereta. [12]

U Sjedinjenim Američkim Državama većina smrtnih slučajeva koja se mogu pripisati požarima u zrakoplovu dogodila se u požarima nakon nesreće istog. Požar goriva koji prodire u putničku kabinu glavni je uzrok smrti u ovim nesrećama, a procjenjuje se da se četrdeset posto ovih smrtnih slučajeva može

pripisati dimu i toksičnim produktima izgaranja materijala u kabini i mlaznom gorivu. Upotreba zapaljivih i gorivih materijala u putničkim kabinama zrakoplova razvojem novih tehnologija i materijala se smanjuje te se isti zamjenjuju ne zapaljivim i ne gorivim materijalima čime se smanjuje mogućnost nastanka i širenja požara unutar kabine zrakoplova, a samim time i povećavaju šanse za preživljavanje putnika i osoblja u slučaju nesreće zrakoplova. [12]

Iz predloženih podataka, vidljivo je da požarne nesreće u zračnom prometu su svrstane među ostale uzroke nesreća te da zauzimaju mali postotak među uzrocima nesreća zrakoplova, međutim, predstavljaju veliku opasnost i nikako ih se ne smije zanemariti.

## 6. VATROGASNA SLUŽBA NA AERODROMU

Zakon o zračnom prometu (N.N., br. 69/09, 84/11, 54/13, 127/13, 92/14) temeljni je zakon koji regulira i propisuje sve vezano za sigurno obavljanje operacija u zračnom prometu te se na osnovu istog donose svi relevantni pravilnici. Za primjer, članak 39. propisuje da na svakom aerodromu mora biti osigurana spasilačko – vatrogasna zaštita i pružanje hitne pomoći u vremenu otvorenosti aerodroma za promet, te da osoblje koje obavlja navedene poslove mora biti stručno osposobljeno. [15] Stručnom osposobljavanju za poslove profesionalnog spasilačko – vatrogasnog osoblja pristupa se po završetku školovanja za zanimanje vatrogasca ili vatrogasnog tehničara i nakon zapošljavanja na aerodromu, a prije početka rada.

Pravilnik o stručnom osposobljavanju za poslove od značaja za sigurnost zračnog prometa na aerodromu (N.N., br. 69/16), propisuje:

- uvjete kojima moraju udovoljavati osobe koje rade na poslovima od značaja za sigurnost zračnog prometa na aerodromu,
- poslove od značaja za sigurnost zračnog prometa,
- način provjeravanja stručnosti osoba koje rade na poslovima od značaja za sigurnost zračnog prometa na aerodromu,
- postupak izdavanja, produžavanja i obnavljanja potvrde o stručnoj osposobljenosti, i
- uvjete kojima moraju udovoljavati organizacije za stručno osposobljavanje.

Poslovi od značaja za sigurnost zračnog prometa propisani Pravilnikom su:

- spasilačko – vatrogasna zaštita na aerodromu,
- opskrba zrakoplova gorivom,
- prihvat i otprema putnika,
- prihvat i otprema predane prtljage,
- prihvat i otprema zrakoplova,
- održavanje i pregled objekata i operativne površine aerodroma,

- prevencija od upada divljih životinja na aerodrom i sudara divljih životinja sa zrakoplovima, i
- sustav upravljanja sigurnošću na aerodromu.

Program stručnog osposobljavanja za poslove spasilačko – vatrogasne službe na aerodromu mora minimalno sadržavati:

- važeće propise koji se odnose na poslove spasilačko – vatrogasne službe,
- osnovnu infrastrukturu aerodroma,
- dijelove zrakoplova bitnih u slučaju intervencije spasilačko – vatrogasne službe,
- siguran rad na objektima i operativnoj površini uključujući i ljudske čimbenike,
- komunikacijske sustave predviđene za korištenje u slučaju izvanrednog događaja na aerodromu,
- način upotrebe vatrogasnih cijevi, mlaznica, monitora i drugih uređaja,
- način primjene svih sredstava za gašenje požara, a naročito onih koji se koriste na aerodromu,
- način evakuacije putnika i članova posade iz zrakoplova,
- vatrogasne operacije,
- način prilagodbe i primjenu opreme za spašavanje i gašenje strukturalnih požara na zrakoplovu,
- siguran način prijevoza opasnih roba,
- dužnosti i obveze zaposlenika spasilačko – vatrogasne službe u skladu s planom za slučaj izvanrednog događaja na aerodromu,
- korištenje zaštitne odjeće i opreme za zaštitu dišnih organa,
- mjere i postupke na aerodromu u slučaju slabe vidljivosti,
- poznavanje kompozitnih materijala,
- sustav balističkog padobrana na zrakoplovu za vrijeme intervencije,
- pravila kretanja i/ ili vožnje na operativnoj površini, i
- osnove pružanja prve pomoći. [16]

Spasilačko – vatrogasno osoblje se sastoji od profesionalnog i pomoćnog osoblja. Profesionalno osoblje su vatrogasci, a pomoćno osoblje su djelatnici

drugih službi na aerodromu koji zadovoljavaju uvjetima iz Pravilnika. Laički rečeno nakon uspješno završenog programa stručnog osposobljavanja dobiva se potvrda o stručnoj osposobljenosti koja se produljuje svakih 36 mjeseci ponovnim završavanjem programa stručnog osposobljavanja.

Pravilnikom o aerodromima (N.N., br. 58/14) utvrđuju se minimalni tehnički i drugi standardi koji se primjenjuju tijekom projektiranja, izgradnje, rekonstrukcije i označavanja aerodroma, gradnje i postavljanja prepreka na području aerodroma, te posebni uvjeti građenja u području prilaznih i odletnih površina. Pored navedenog, Pravilnik postavlja osnovne zahtjeve u pogledu osiguranja spasilačko – vatrogasne zaštite i planiranja za slučaj izvanrednog događaja. [17] Važno je napomenuti da se zahtjevi proizašli iz ovog Pravilnika temelje na standardima i preporučenim praksama iz Aneksa 14. Konvencije o međunarodnom civilnom zrakoplovstvu od 7. prosinca 1944. godine, te priručnika iz područja aerodroma Organizacije međunarodnog civilnog zrakoplovstva (International Civil Aviation Organization – ICAO), čiji je član i potpisnik i Republika Hrvatska.

Pravilnik o izdavanju svjedodžbe aerodroma i odobrenja za uporabu aerodroma (N.N., br. 14/16). Ovim pravilnikom propisuju se uvjeti kojima mora udovoljavati operator aerodroma za izdavanje te način izdavanja svjedodžbe aerodroma i odobrenja za uporabu aerodroma. Uvjeti koje mora ispuniti operator aerodroma u svrhu izdavanja svjedodžbe aerodroma i odobrenja za uporabu aerodroma su:

- svi objekti i operativne površine aerodroma te pripadajući navigacijski sustavi, sredstva, uređaji i oprema za koje je odgovoran operator aerodroma, moraju biti projektirani i građeni u skladu s propisanim uvjetima,
- svi objekti i operativne površine aerodroma te pripadajući navigacijski sustavi, sredstva, uređaji i oprema za koje je odgovoran operator aerodroma, moraju biti održavani u skladu s propisanim uvjetima,
- svi aeronautički podaci o aerodromu objavljeni u Zborniku zrakoplovnih informacija, za čiju točnost je nadležan operator aerodroma, moraju biti na odgovarajući način dokumentirani i sukladni propisanim uvjetima,

- spasilačko – vatrogasna zaštita na aerodromu mora biti organizirana i opremljena u skladu s propisanim uvjetima,
- hitna medicinska služba na aerodromu mora biti organizirana u skladu s propisanim uvjetima,
- operator aerodroma mora organizacijski definirati i u praksi u cijelosti primijeniti:
  - o sustav upravljanja sigurnošću, i
  - o sustav upravljanja zaštitom zračnog prometa sukladno odredbama Nacionalnog programa zaštite civilnog zračnog prometa,
- operator aerodroma mora izraditi i u praksi, u cijelosti primijeniti aerodromski priručnik i aerodromski program zaštite civilnog zračnog prometa koje je prethodno odobrila Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo,
- zaposlenici operatora aerodroma koji obavljaju poslove od značaja za sigurnost i zaštitu zračnog prometa moraju biti stručno osposobljeni za obavljanje tih poslova u skladu s propisanim uvjetima. [18]

Od navedenih uvjeta posebno zanimljiv je onaj o izradi aerodromskog priručnika čiji je sadržaj, iz razloga unificiranja, propisan navedenim pravilnikom. Svrha aerodromskog priručnika je definiranje i opis svih relevantnih podataka i procedura u cilju osiguranja sigurnosti zračnog prometa i razine usluga na aerodromu. Aerodromski priručnik, kao takav, sadrži sve relevantne podatke o položaju aerodroma, službama, objektima, opremi i instalacijama, operativnim procedurama i sigurnosnim mjerama, te podatke o upravi i sustavu upravljanja sigurnošću.

Aerodromski priručnik propisuje Postupke o radu spasilačko – vatrogasne službe koji su svojevrsna sistematizacija radnih mjesta i pravilnik o radu službe. Također su definirani postupci i procedure koje treba provoditi za vrijeme pojedinih operacija tijekom prihvata i otpreme zrakoplova kao npr.: Organizacija protupožarnih mjera kod slijetanja, prihvata i otpreme, te uzlijetanja zrakoplova. [18]

Bitno je spomenuti Postupke za slučaj izvanrednog događaja, tzv. Emergency plan, koji definiraju za svaku pojedinu vrstu izvanrednog događaja standardne operativne postupke aktiviranja i uzbunjivanja pojedinaca i grupa uključenih u aktivnostima spašavanja i gašenja požara, te sprječavanja drugih negativnih posljedica uzrokovanih prirodom izvanrednog događaja. [19] Smjernice za izradu Postupaka za slučaj izvanrednog događaja na aerodromu, osim u, ranije navedenim nacionalnim propisima, mogu se naći u dokumentu Organizacije međunarodnog civilnog zrakoplovstva (International Civil Aviation Organization – ICAO), Doc 9137 – AN/898, Airport Service Manual, Part 7, Airport Emergency Planning. [19]

Obzirom na širok spektar mogućih ugroza, izvanredni događaji su definirani i podrazumijevaju slijedeće:

- nesreća zrakoplova u području zračne luke,
- nesreća zrakoplova izvan zračne luke:
  - o u neposrednoj blizini zračne luke
  - o na većoj udaljenosti od zračne luke
    - na kopnu
    - na vodi
- nezgoda zrakoplova,
- potpuna pripravnost,
- pripravnost,
- nezakonito ometanje zračnog prometa:
  - o prijetnja eksplozivnom napravom
  - o otmica zrakoplova
- požar u zračnoj luci:
  - o u objektu – u zatvorenom prostoru, ili
  - o izvan objekta – na otvorenom prostoru
- događaj u svezi s opasnom robom,
- događaj opasan po javno zdravlje (npr.: epidemija zaraznih bolesti),
- prirodna katastrofa.

Pored definiranih postupaka uzbunjivanja i aktiviranja pojedinaca i grupa uključenih u aktivnosti spašavanja i gašenja požara, za svaki pojedini izvanredni događaj propisani su postupci i radnje, kako aerodromskih službi, tako i ostalih službi uključenih u aktivnosti spašavanja i gašenja požara.

U cilju usklađenosti radnji i postupaka različitih službi i organizacija, sve relevantne službe koje obavljaju neku vrstu djelatnosti na aerodromu, ili se aerodrom nalazi u području njihovog djelovanja (Policija, Carina, Hrvatska kontrola zračne plovidbe, Državna uprava za zaštitu i spašavanje, Javne vatrogasne postrojbe, Hitna medicinska pomoć...) daju svoju suglasnost na propisane Postupke u slučaju izvanrednog događaja.

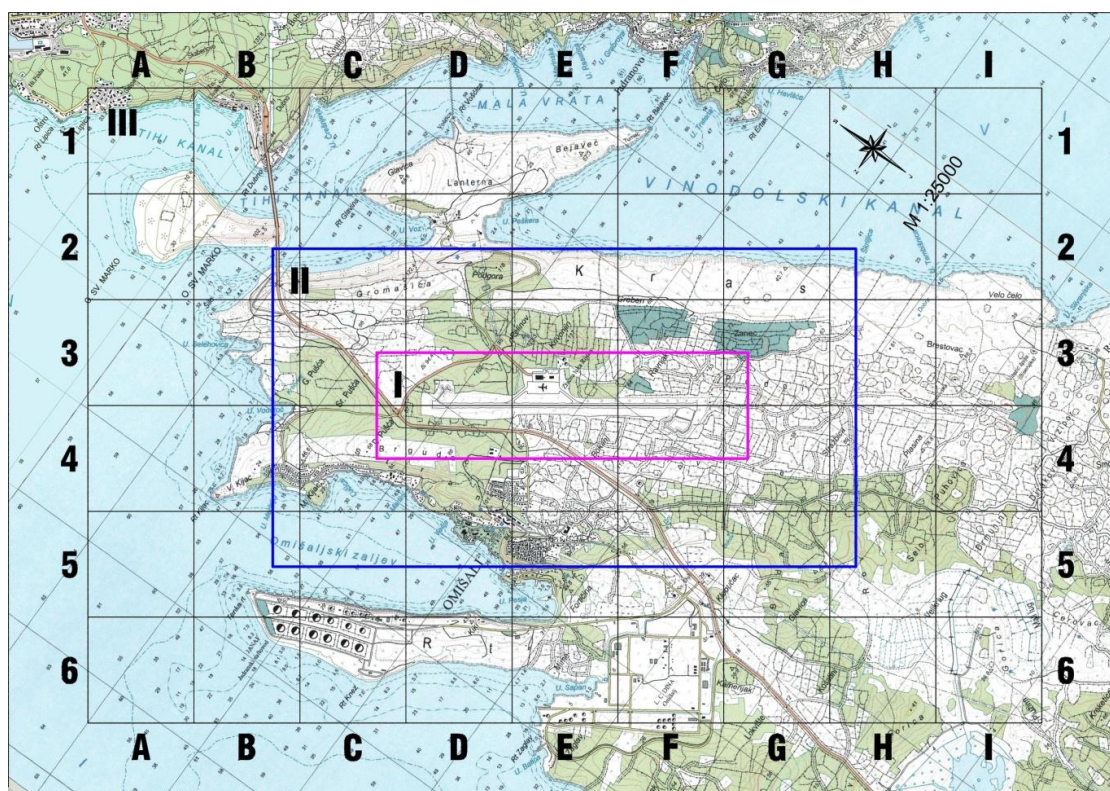
U ovom djelu potrebno je posebno spomenuti Sporazum o međusobnoj ispomoći koji se potpisuje između spasilačko – vatrogasne službe aerodroma, javnih vatrogasnih postrojbi i dobrovoljnih vatrogasnih društava na čijem je području djelovanja aerodrom. Potreba za donošenjem ovog zajedničkog operativnog Sporazuma, nastala je temeljem zahtjeva proizašlih iz ranije navedenih zakona i pravilnika, te preporuka Organizacije međunarodnog civilnog zrakoplovstva (International Civil Aviation Organization – ICAO). Sporazumom se unaprijed definiraju radnje i postupci, vrste izvanrednih događaja, provedba odluke o pozivanju ispomoći, osoblje, vozila, oprema i sredstva koja se upućuju na ispomoć, mjesto gdje se upućuju snage, nadležnost zapovijedanja vatrogasnim snagama, ograničavajuće okolnosti, te operativnost i provođenje sporazuma, a sve u cilju bržeg i pravovremenog djelovanja vatrogasnih postrojbi.

Kao primjer, dati će se nadležnost zapovijedanja definirana sporazumom između Zračne luke Rijeka i Javnih vatrogasnih postrojbi grada Rijeke, Krka i Crikvenice. Postupanje pojedinih sudionika definirano je u dvije cjeline:

- Poglavlje 1: Izvanredni događaj u nadležnosti Lokalnog povjerenstva za izvanredne događaje Zračne luke Rijeka, odnosno unutar kritičnog područja 6x9 km u odnosu na zračnu luku,
- Poglavlje 2: Izvanredni događaj izvan kritičnog područja 6 x 9 km u odnosu na Zračnu luku Rijeka.



Kritično područje aerodroma je definirano područje u odnosu na uzletno – sletnu stazu i to 3 km lijevo i desno od središnje crte uzletno – sletne staze, te 4,5 km na obje strane od sredine uzletno – sletne staze. Kritično područje Zračne luke Rijeka vidljivo je na slici 9. Kritično područje veličine 6x9 km u odnosu na sredinu uzletno – sletne staze, podijeljeno je na tri zone opasnosti. Prva zona pokriva uzletno – sletnu stazu te je u njoj i najveća mogućnost nastanka izvanrednog događaja, pošto su uzlijetanje i slijetanje najkritičnije faze leta. U prvoj zoni, odnosno unutar perimetarske ograde Zračne luke Rijeka., nadležnost zapovijedanja vatrogasnim snagama ima zapovjednik spasilačko – vatrogasne službe, a u području prve zone izvan perimetarske ograde zračne luke, nadležnost zapovijedanja vatrogasnim snagama se određuje sukladno Pravilniku o međusobnim odnosima vatrogasnih postrojbi u vatrogasnim intervencijama (N.N. br. 65/94), tj. nadležnost zapovijedanja vatrogasnim snagama ima područni vatrogasni zapovjednik, odnosno županijski vatrogasni zapovjednik. U drugoj i trećoj zoni, nadležnost zapovijedanja vatrogasnim snagama ima područni vatrogasni zapovjednik, odnosno županijski vatrogasni zapovjednik. [20]



Slika 9. Zemljovidna karta kritičnog područja 6x9 km Zračne luke Rijeka [24]

Po nastanku ili u slučaju mogućeg nastanka izvanrednog događaja, koji su obrađeni Emergency plan-om Zračne luke Rijeka, te po procjeni i odluci zapovjednika spasilačko – vatrogasne službe, dežurni vatrogasac – telefonista, upućuje poziv za ispomoć, u skladu sa shemom uzbunjivanja za nastali izvanredni događaj. Po zaprimljenom pozivu za ispomoć, pozvane vatrogasne postrojbe postupaju u skladu sa svojim Planom uzbunjivanja i izlaženja, osim ako se poziva na ispomoć određeno vozilo ili oprema, tada se postupa u skladu sa traženim zahtjevom.

Izvanredni događaj nesreće zrakoplova izvan područja 6x9 km u odnosu na zračnu luku bio je u nadležnosti Državne uprave za zaštitu i spašavanje i to u smislu pokretanja organizacije spašavanja, gašenja, pomoći povrijeđenima, te sanaciji nastalog izvanrednog događaja, a obzirom da je ista prestala sa radom i da je u tijeku reorganizacija tek se treba definirati u čijoj će nadležnosti biti navedeni događaj.

Zapovjednik vatrogasne postrojbe s područja na kojem se događaj zbio, razmjenjuje informacije sa Županijskim vatrogasnim operativnim centrom, Zračnom lukom Rijeka i Županijskim centrom 112. Zapovjednik vatrogasne postrojbe koji je prvi došao na mjesto nesreće dužan je prilikom upućivanja poziva za ispomoć dati informaciju o točnoj lokaciji nesreće zrakoplova, po potrebi i mogućnosti služeći se kodiranim kartom Zračne luke Rijeka, te će se na isto mjesto uputiti snage ispomoći spasilačko – vatrogasne službe. U slučaju da je upućen poziv za ispomoći snaga spasilačko – vatrogasne službe, zapovjednik iste, dužan je zatražiti odobrenje dežurnog kontrolora Hrvatske kontrole zračnog prometa Rijeka i odobrenje dežurnog šefa smjene Zračne luke Rijeka, a tek potom uputiti snage na mjesto nesreće. U slučaju da odobrenje za napuštanje zračne luke nije dobiveno, povratnom informacijom odmah će obavijestiti zapovjednika koji je uputio poziv za ispomoć. Pored navedenog, na mjesto nesreće pozivaju i upućuju se, osim susjednih vatrogasnih postrojbi i sve druge službe i ustanove uključene u sustav zaštite i spašavanja sukladno odredbama Plana zaštite i spašavanja za područje Republike Hrvatske (N.N. br. 96/10). [21]

Pravilnik o spasilačko – vatrogasnoj zaštiti na aerodromu (N.N., br. 46/19) je temeljni pravilnik koji postavlja sve zahtjeve u pogledu organizacije spasilačko – vatrogasne službe na aerodromu. Osnova za izradu Pravilnika je dokument Organizacije međunarodnog civilnog zrakoplovstva (International Civil Aviation Organization – ICAO), Doc 9137 – AN/898, Airport Service Manual, Part 1, Rescue and Fire Fighting. [22] [23]

Pravilnikom o spasilačko – vatrogasnoj zaštiti na aerodromu uređuje se spasilačko – vatrogasna zaštita na aerodromu i heliodromu u smislu uvjeta za organizaciju spasilačko – vatrogasne službe, minimalne opreme i sredstava službe na aerodromu i heliodromu, te uvjeta kojima mora udovoljavati spasilačko – vatrogasno osoblje. Pravilnikom su propisani slijedeći zahtjevi:

- zadaća spasilačko – vatrogasne službe,
- organizacija spasilačko – vatrogasne službe,
- operativni postupci djelovanja spasilačko – vatrogasne službe,
- spasilačko – vatrogasne kategorije aerodroma i heliodroma,
- minimalna sredstva za gašenje,
- rezerve sredstava za gašenje,
- minimalni broj vozila za gašenje i spašavanje,
- karakteristike vozila za gašenje i spašavanje,
- oprema za spašavanje,
- vremena reagiranja spasilačko – vatrogasne službe,
- provjera vremena reagiranja,
- pristupni putovi za spasilačko – vatrogasna vozila,
- lokacija postaje spasilačko – vatrogasne službe na aerodromu,
- prostorije postaje spasilačko – vatrogasne službe na aerodromu,
- garaža za spasilačko – vatrogasna vozila na aerodromu,
- mreža hidranta i rezervoara za vodu,
- poligon za vježbe na aerodromu,
- sustav veza i uzbunjivanja,
- osposobljenost spasilačko – vatrogasnog osoblja na aerodromu i heliodromu,

- broj spasilačko – vatrogasnog osoblja na aerodromu i heliodromu,
- preventivne mjere za zaštitu od požara,
- raspršivanje pjene po uzletno – sletnoj stazi,
- punjenje i pražnjenje zrakoplova i helikoptera gorivom. [22]

Od gore navedenih zahtjeva, unatoč njihovoj važnosti za pojedino područje, neki će u nastavku biti podrobnije pojašnjeni.

Osnovna zadaća spasilačko – vatrogasne službe na aerodromu i heliodromu jest spašavanje putnika i članova posade u slučaju nesreće ili nezgode zrakoplova ili helikoptera, te gašenje požara na zrakoplovu ili helikopteru, objektima i otvorenom prostoru, a uzrokovanih nesrećom ili nezgodom zrakoplova ili helikoptera, ili bilo kojim drugim izvanrednim događajem na aerodromu i heliodromu ili njihovoj neposrednoj okolini. Pored osnovne zadaće spasilačko – vatrogasna služba je također odgovorna za planiranje i provođenje svih preventivnih djelovanja usmjerenih na sigurnost zrakoplova i helikoptera tijekom slijetanja, uzlijetanja i boravka na aerodromu ili heliodromu.

U skladu sa odredbama Pravilnika, operator aerodroma, može organizirati spasilačko – vatrogasnu službu na način da ista bude u cijelosti sa vozilima, uređajima, opremom i sredstvima, te zaposlenicima u njihovom organizacijskom sustavu ili da za navedene potrebe koristi usluge vanjskog suradnika, djelomično ili u potpunosti, pod uvjetom da vozila, uređaji, oprema, sredstva i zaposlenici udovoljavaju odredbama ovog pravilnika i svih relevantnih pravilnika. [22]

Standardni operativni postupci interveniranja proizašli iz zahtjeva Pravilnika o spasilačko – vatrogasnoj zaštiti na aerodromu koji je donesen i stupio na snagu 2009. godine, bili su novina u odnosu na ranije važeće pravilnike. Za potrebe izrade istih Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo angažirala je vanjskog suradnika koji je u suradnji sa zapovjednicima spasilačko – vatrogasnih službi sa svih zračnih luka u Republici Hrvatskoj pristupio izradi smjernica za Priručnik za standardne operativne postupke interveniranja koji bi zračne luke koristile za izradu istih u skladu sa vlastitim mogućnostima i procedurama. Na ovaj način su standardizirani osnovni tipovi spasilačko – vatrogasnih intervencija. Mogući



Aerodromi su podijeljeni u deset kategorija na osnovu dužine i širine trupa zrakoplova, te je za svaku pojedinu kategoriju definirana razina zaštite, potrebne količine vode i suhog praha, koji mora osigurati operator aerodroma. Osim na temelju spasilačko – vatrogasne kategorije, potrebne količine vode i suhog praha zavise i od izbora pjene za gašenje požara (razina zaštite tipa »B« ili razina zaštite tipa »C«). U nastavku, prikazati ćemo spasilačko – vatrogasne kategorije u odnosu na dužinu i širinu trupa zrakoplova, minimalni broj vozila za gašenje i spašavanje prema kategoriji aerodroma, te minimalnu količinu sredstava za gašenje sa volumnim protokom u jedinici vremena prema pjenu za gašenje požara (tablica 6. i tablica 7.).

Tablica 6. Minimalne količine sredstava za gašenje požara u odnosu na spasilačko – vatrogasnu kategoriju aerodroma – Pjena koja zadovoljava razinu zaštite »B« [22]

Spasilačko – vatrogasna kategorija aerodroma	Dužina trupa zrakoplova (m)	Maksimalna širina trupa zrakoplova (m)	Minimalni broj vozila za gašenje i spašavanje	Pjena koja zadovoljava razinu zaštite »B«			
				Voda (l)	Volumni protok (l/min.)	Suhi prah (kg)	Protok mase u jedinici vremena (kg/sec.)
I	0 – 8,99	2	1	230	230	45	2.25
II	9 – 11,99	2	1	670	550	90	2.25
III	12 – 17,99	3	1	1.200	900	135	2.25
IV	18 – 23,99	4	1	2.400	1.800	135	2.25
V	24 – 27,99	4	1	5.400	3.000	180	2.25
VI	28 – 38,99	5	2	7.900	4.000	225	2.25
VII	39 – 48,99	5	2	12.100	5.300	225	2.25
VIII	49 – 60,99	7	3	18.200	7.200	450	4.5
IX	61 – 75,99	7	3	24.300	9.000	450	4.5
X	76 – 89,99	8	3	32.300	11.200	450	4.5

Tablica 7. Minimalne količine sredstava za gašenje požara u odnosu na spasilačko – vatrogasnu kategoriju aerodroma – Pjena koja zadovoljava razinu zaštite »C« [22]

Spasilačko – vatrogasna kategorija aerodroma	Dužina trupa zrakoplova (m)	Maksimalna širina trupa zrakoplova (m)	Minimalni broj vozila za gašenje i spašavanje	Pjena koja zadovoljava razinu zaštite »C«			
				Voda (l)	Volumni protok (l/min.)	Suhi prah (kg)	Protok mase u jedinici vremena (kg/sec.)
I	0 – 8,99	2	1	160	160	45	2.25
II	9 – 11,99	2	1	460	360	90	2.25
III	12 – 17,99	3	1	820	630	135	2.25
IV	18 – 23,99	4	1	1.700	1.100	135	2.25
V	24 – 27,99	4	1	3.900	2.200	180	2.25
VI	28 – 38,99	5	2	5.800	2.900	225	2.25
VII	39 – 48,99	5	2	8.800	3.800	225	2.25
VIII	49 – 60,99	7	3	12.800	5.100	450	4.5
IX	61 – 75,99	7	3	17.100	6.300	450	4.5
X	76 – 89,99	8	3	22.800	7.900	450	4.5

Iz priloženih tablica, vidljivo je da za pjenu razine zaštite »C« treba manja količina vode i manji volumni protok što bi značilo da ista pruža bolju razinu zaštite. Sva pjenila koja se koriste na civilnim zračnim lukama moraju zadovoljiti standard propisan od strane Organizacije međunarodnog civilnog zrakoplovstva (International Civil Aviation Organization – ICAO), koji se odnosi na razinu zaštite koju pjenilo treba zadovoljiti. Pjenilo razine zaštite »B« da bi zadovoljilo standard, mora, u pravilnom omjeru doziranja ugasiti požar ugljikohidrata veličine 4,5 m<sup>2</sup> u vremenu do 120 sekundi pri protoku od 2,5 l/ min./ m<sup>2</sup>, a pjenilo razine zaštite »C« mora, u pravilnom omjeru doziranja, ugasiti požar ugljikohidrata veličine 7,32 m<sup>2</sup> u vremenu do 120 sekundi pri protoku od 1,75 l/ min./ m<sup>2</sup>. Propisane količine za pjenilo razine zaštite »C« pojavile su se 2014. godine stupanjem na snagu izmijenjenog Pravilnika. U ranijem Pravilniku bila je propisana količina sredstava za gašenje za pjenu razine zaštite »A« i »B«. [23]

Vrijeme reagiranja spasilačko – vatrogasne službe na aerodromu je definirano na način da od trenutka uzbunjivanja do trenutka kada je prvo vozilo pripravno

djelovati na mjestu nesreće s 50% sredstva za gašenje, definiranih Pravilnikom, na bilo kojem dijelu operativne površine, pri optimalnim uvjetima voznih površina i dobroj meteorološkoj vidljivosti, ne smije biti duže od tri minute. Za primjer, u slučaju izvanrednog događaja zrakoplova VII. spasilačko – vatrogasne kategorije propisana je potrebna količina od 8.800 l vode za pjenu, razine zaštite »C«, što znači da prvo vozilo sa minimalno 4.400 l vode mora započeti gašenje, pri gore navedenim uvjetima, unutar vremena od tri minute. Ostala vozila s obveznom količinom sredstva za gašenje na mjestu nesreće trebaju biti najkasnije jednu minutu poslije prvog vozila. Vrijeme reagiranja spasilačko – vatrogasne službe se provjerava minimalno jednom u godini ili na zahtjev nadležnih tijela Hrvatske agencije za civilno zrakoplovstvo. [22]

Postaja spasilačko – vatrogasne službe mora biti na najmanjoj mogućoj udaljenosti od uzletno – sletne staze kako bi spasilačko – vatrogasna vozila imala neposredan i neometan pristup na područje iste i ostalih dijelova manevarske površine. U slučaju kada je položaj postaje takav da je vrijeme reagiranja duže od tri minute, na aerodromu se mora izgraditi dodatna postaja kako bi vrijeme reagiranja bilo zadovoljeno.

Aerodrom sa spasilačko – vatrogasnom kategorijom od VI do X mora imati poligon za praktične vježbe spasilačko – vatrogasnog osoblja. Poligon mora biti primjeren za izvođenje spasilačko – vatrogasnih vježbi, opremljen maketom zrakoplova ili dijelovima zrakoplova, te s jednim ili više bazena za paljenje goriva i vježbanje gašenja požara. U slučaju da aerodrom nema vlastiti poligon tada mora ugovoriti obavljanje vježbi na aerodromu koji posjeduje poligon za praktične vježbe spasilačko – vatrogasnog osoblja.

Broj spasilačko – vatrogasnog osoblja se određuje na način da, u vremenu otvorenosti za promet s obzirom na spasilačko – vatrogasnu kategoriju aerodroma ili heliodroma, sva vozila i sredstva moraju biti pripravna za intervenciju. Broj spasilačko – vatrogasnog osoblja propisuje se u Standardnim operativnim postupcima interveniranja od strane samog operatora aerodroma. [22] U nastavku, u tablici 8., je prikazan broj profesionalnog – vatrogasnog osoblja



i pomoćnog – vatrogasnog osoblja za pojedinu spasilačko – vatrogasnu kategoriju na zračnim lukama u Republici Hrvatskoj.

Tablica 8. Broj spasilačko – vatrogasnog osoblja na zračnim lukama u RH [25]

Spasilačko – vatrogasna kategorija	Zračna luka/ pristanište							
	Zagreb	Dubrovnik	Split	Pula	Rijeka	Zadar	Osijek	Brač
I	/	/	/	1 + 2	3 + 3	2 + 2	1 + 2	3 + 1
II	/	/	/	1 + 2	3 + 3	2 + 2	1 + 2	3 + 1
III	/	/	/	1 + 3	3 + 3	2 + 2	1 + 3	3 + 1
IV	/	/	/	2 + 3	3 + 3	2 + 2	2 + 3	4 + 1
V	/	/	/	5 + 4	5 + 4	2 + 2	5 + 4	6 + 1
VI	7 + 7	6 + 6	/	7 + 4	6 + 5	6 + 3	6 + 4	7 + 1
VII	8 + 10	7 + 7	7 + 7	9 + 6	6 + 5	6 + 4	7 + 8	/
VIII	9 + 12	9 + 9	8 + 8	12 + 6	8 + 6	7 + 4	12 + 8	/
IX	10 + 17	9 + 9	9 + 9	14 + 8	8 + 6	7 + 4	14 + 12	/
X	/	/	/	16 + 10	/	/	/	/

Tumač tablice 8.:

- / - broj spasilačko – vatrogasnog osoblja za pojedinu kategoriju nije definiran,
- 7 + 7 - prva brojka označava broj profesionalnog – vatrogasnog osoblja, a druga brojka označava broj pomoćnog – vatrogasnog osoblja<sup>3</sup>.

Kako je vidljivo iz tablice 8., broj spasilačko – vatrogasnog i pomoćnog vatrogasnog osoblja nije unificiran, već je prepušteno operatorima aerodroma (zračnim lukama i pristaništima) da sami definiraju broj osoblja za pojedinu vatrogasnu kategoriju, poštujući odredbe članka 20., stavka 5., Pravilnika o spasilačko – vatrogasnoj zaštiti na aerodromu (N.N., br. 46/19).

Oprema i vozila koja se koriste u sklopu spasilačko – vatrogasne zaštite na aerodromima, također su definirana Pravilnikom o spasilačko – vatrogasnoj zaštiti na aerodromu (N.N., br. 46/19). Aerodromska vozila za gašenje i tehničke intervencije, prema odredbama Pravilnika o spasilačko – vatrogasnoj zaštiti na aerodromu (N.N., br. 51/14) se dijele na:

<sup>3</sup> Pomoćno – vatrogasno osoblje, djelatnici drugih službi na aerodromu, npr.: POZ – Prihvat i otprema zrakoplova.

- vozila kapaciteta do 4.500 l vode,
- vozila kapaciteta preko 4.500 l vode.

Prema gore navedenoj podijeli, aerodromska vozila za gašenje i tehničke intervencije moraju ispunjavati zahtjeve navedene u tablici 9., odnosno moraju imati navedene značajke. [22]

Tablica 9. Tehničke značajke aerodromskih vozila za gašenje i tehničke intervencije [22]

	VOZILA KAPACITETA DO 4.500 l	VOZILA KAPACITETA PREKO 4.500 l
top	opcija za kategorije I i II obvezno za kategorije od III do X	Obvezno
volumni protok bacača	veliki protok	veliki i mali protok
dohvat	primjeren najdužem zrakoplovu	primjeren najdužem zrakoplovu
visokotlačne cijevi	Obvezno	Obvezno
raspršivač ispod vozila	Opcija	Obvezno
cijevni odbojnik	Opcija	Opcija
ubrzanje	80 km/h za 25 s	80 km/h za 40 s
maksimalna brzina	minimalno 105 km/h	minimalno 100 km/h
mogućnost pogona na sve kotače	Da	Obvezno
automatski ili poluautomatski mjenjač	Da	Obvezno
pojedinačno vješani stražnji kotači	poželjno za kategoriju I i II obvezno za kategoriju od III do X	obvezno
minimalni kut prilaza i odlaska	30 °	30 °
minimalni kut nagiba prevrtanja (statički)	30 °	28 °

Osim tehničkih značajki navedenih u Tablici 9. aerodromsko vozilo za gašenje i tehničke intervencije mora imati još i sljedeće značajke:

- Vozilo kapaciteta do 4.500 l:

- najmanje dva brza vitla za gašenje požara,
  - minimalni kapacitet glavnog monitora za vodu/ pjenu: 2 400 l/min.,
  - podvozje vozila mora biti dovoljno visoko da omogući potpunu mobilnost vozila u uvjetima vožnje izvan kolničkih površina,
  - glavni monitora za vodu/ pjenu mora imati:
    - daljinsko upravljanje,
    - daljinsko podešavanje punog i raspršenog mlaza vode – pjene,
    - vertikalni pomak – od  $-15^{\circ}$  do  $+70^{\circ}$
    - horizontalni pomak – oko  $270^{\circ}$
- Vozilo kapaciteta preko 4.500 l:
- najmanje jedno brzo vitlo za gašenje požara,
  - minimalni kapacitet glavnog monitora za vodu/ pjenu: 3 800 l/min.,
  - minimalni kapacitet pomoćnog monitora za vodu/ pjenu: 1600 l/min.,
  - podvozje vozila mora biti dovoljno visoko da omogući potpunu mobilnost vozila u uvjetima vožnje izvan kolničkih površina,
  - podvozje vozila pod punim opterećenjem mora zadovoljiti sljedeće uvjete:
    - međuosovinski kut oko  $30^{\circ}$
    - visina vozila od tla do podvozja min. 35 cm
    - maksimalni uspon vozila oko  $45^{\circ}$
  - s obzirom na postotak doziranja pjenila, vozilo mora imati spremnik pjenila za dva slijedna punjenja spremnika vode vodom,
  - glavni monitora za vodu/ pjenu mora imati:
    - daljinsko upravljanje,
    - daljinsko podešavanje punog i raspršenog mlaza vode – pjene,
    - daljinsko podešavanje protoka od 100% na 50 % protoka vode i pjene,
    - vertikalni pomak – od  $-15^{\circ}$  do  $+70^{\circ}$
    - horizontalni pomak – oko  $270^{\circ}$  [22]

Pored svih gore navedenih tehničkih značajki, također prema odredbama Pravilnika o spasilačko – vatrogasnoj zaštiti na aerodromu (N.N. br., 46/19), u tablici 10. propisana je oprema koja se mora nalaziti na vozilima za gašenje i tehničke intervencije u odnosu na spasilačko – vatrogasnu kategoriju.

Tablica 10. Oprema za spašavanje na aerodromu [22]

Oprema	Stavke opreme	Vatrogasna kategorija aerodroma			
		1 2	3 5	6 7	8 10
Alat za prisilno ulaženje	Spasilačka multifunkcionalna poluga (hooligan),		1	1	2
	Željezna poluga 95 cm	1	1	1	2
	Željezna poluga 1.65 m			1	2
	Sjekira spasilačka, velika bez klina		1	1	2
	Sjekira spasilačka, mala bez klina	1	2	4	4
	Škare za sječenje, 61 cm	1	1	1	2
	Čekić 1.8 kg obični s dvije ravne strane		1	2	2
	Dlijeto, sjekač 2.5 cm		1	2	2
	Čaklja, kuka	1	1	2	3
Alat pogodan za spašavanje i rezanje sa vlastitim pogonom	Hidraulični/električni (ili kombinirani) prijenosni alat za rezanje i razvaljivanje		1	2	4
	Motorna prijenosna pila		1	2	3
	Prijenosna motorna kružna pila za rezanje (sa vlastitim pogonom) sa minimalnim promjerom 406 mm		1	1	2
	Oscilirajuća ubodna pila		1	1	2
Alat pogodan za spašavanje, rezanje i osvjetljenje sa električnim ili motornim pogonom	Elektroagregat do 5 kW (s kabelima L= 30 m, min.)				
	Elektroagregat od 8 – 13 kW (s kabelima L = 50).....		1	1	1
	El. rezač za željezo i aluminij cca 2,5 kW				
	Reflektori 500 ili 1000 W				
	Elektroagregat od 8 – 13 kW (s kabelima L = 50)			1	1

	Prijenosni el. rezač za željezo i aluminij cca 2,5 kW		1	2	5
	Reflektori 500 ili 1000 W		2	4	6
	Ventilator za ventiliranje, hlađenje i odimljavanje		1	2	4
Raspon opreme za prienos sredstava za gašenje požara	Vatrogasna cijev 30 m x 52mm i 75 mm promjera		10	16	22
	Razdjelnica za pjenu (mlaznice)		1	2	3
	Razdjelnica za vodu (mlaznice)		2	4	6
	Prijelaznice		1	2	3
	Prijenosni aparati za gašenje požara: CO <sub>2</sub>	1	1	2	3
	DCP (Prah) S				
	Prijenosni aparati za gašenje požara: DCP (Prah) S	1	1	2	3
Aparati za disanje – dovoljan za obavljanje duže operacije  Jedan set po članu posade	Aparat za disanje set zaštitna maska i boca		1	1	1
	boca sa zrakom		1	1	1
	maska		1	1	1
Respirator	Respirator koji pokriva cijelo lice sa filterima		Jedan po vatrogascu		
Raspon ljestava	Ljestve na razvlačenje, spasilačke, prikladne za penjanje na kritični zrakoplov		1	2	3
Zaštitna odjeća	Vatrogasna kaciga, jakna, navlačne hlače, čizme & rukavice (kao minimum)		Jedan set po vatrogascu plus jedan rezervni komplet		
Dodatna oprema za osobnu zaštitu	Zaštitne naočale		1	2	3
	Vatrogasna podkapa		Jedna po vatrogascu		
	Medicinske rukavice		1 kutija	1 kutija	1 kutija
	Zaštitna negoriva deka	1	1	2	2
Užad	Uže za opću namjenu 15m	1	1	2	2
	Uže za spašavanje 30 m	1	1	2	2
	Uže – džepno 6 m		Jedno po vatrogascu		
Komunikacijska oprema	Prijenosna radio-stanica (EX – izvedba)		2	2	3
	Mobilna radio-stanica (vozilo)		Jedna po vozilu		

Ručna i prijenosna rasvjetna oprema	Ručna svjetiljka (EX – izvedba)	2	3	4	8
	Prijenosna rasvjeta – usmjerena ili raspršena (EX – izvedba)		2	4	6
Ručni alati opće namjene	Lopata	1	2	4	6
	Kramp	1	3	6	8
Kutije sa alatom i alat za spašavanje, a u kojem se mora nalaziti slijedeće:	Broj kutija sa alatom		1	2	3
	Čekić 0.6 kg		1	1	1
	Škare za rezanje kabela 1.6 cm		1	1	1
	Set »gedora«		1	1	1
	Pila za metal – velika + rezervne oštrice		1	1	1
	Poluga za razvaljivanje 30 cm		1	1	1
	Set odvijača – ravni i križni		1	1	1
	Kliješta, izolirana kombinirana 20 cm		1	1	1
	Kliješta za sječenje 20 cm, »Papagajke« 25 cm		1	1	1
	Rezač sigurnosnih pojasa/remena		1	1	1
	Ključ sa promjenjivim otvorom 30 cm		1	1	1
	Ključevi, kombinirani 10 mm – 21 mm (Garnitura viljuškastih i okastih ključeva) od 8 – 32 mm		1	1	1
Prva pomoć	Kutija sa prvom pomoći	1	1	5	10
	Automatski vanjski defibrilator (AVD)	1	1	2	3
	Sanitetska rasklopiva nosila	1	1	5	15
	Sanitetska deka za izvlačenje povrijeđenih osoba	1	1	10	30
	Oprema sa kisikom za oživljavanje (ORE)		1	2	3
Razna oprema	Klinovi i podupirači – različitih veličina	Po potrebi			
	Cerada – lagana	1	1	5	10
	Termalna kamera			1 <sup>a</sup>	2
	Eksploziometar za zapaljive pare i plinove		1	1	1
<sup>a</sup> preporučuje se					

Ovim poglavljem dobili smo uvid u pravnu regulativu, vozila i opremu koju jedan operator aerodroma mora osigurati sa ciljem zaštite od požara zrakoplova na aerodromu, odnosno gašenja požara i spašavanja putnika i posade u slučaju izvanrednog događaja, kao i za provođenje preventivnih mjera zaštite od požara za vrijeme prijema i otpreme zrakoplova.

## 7. PRIMJER VATROGASNE INTERVENCIJE GAŠENJA POŽARA NA PUTNIČKOM ZRAKOPLOVU

Dana 22. kolovoza, 1985. godine, na Zračnoj luci Mančester dogodila se nesreća zrakoplova Boeing 737 – 236, avio kompanije British Airtours (slika 11.), u kojoj je poginulo 55 osoba. Nesreća se dogodila prilikom polijetanja zrakoplova, zbog raspuknuća jedne od komora za sagorijevanje goriva unutar lijevog motora što je dovelo do izbacivanja komada komore van oplata motora pri čemu je oštećen poklopac spremnika goriva na krilu i gorivo je počelo istjecati te se zapalilo, što je dovelo do velikog oštećenja zrakoplova i gubitka života putnika i posade. [26]



Slika 11. Prikaz oštećenog zrakoplova British Airtours nakon nesreće [27]

Zrakoplovni analitičar rekao je da je nesreća "odlučujući trenutak u povijesti civilnog zrakoplovstva", jer je dovela do promjene u rasporedu sjedala u blizini izlaza za nuždu, ne gorivih presvlaka sjedala, podne rasvjete, zidnih i stropnih ploča otpornih na vatru, više opreme za gašenje požara i jasnija pravila evakuacije iz zrakoplova. [27]



## 7.1. Tijek događaja

U jutro 22. kolovoza, 1985. godine u 5:00 sati, dva pilota i četvero kabinskog osoblja došlo je na Zračnu luku Mančester da bi pripremili zrakoplov za let broj KT28M iz Mančestera za Krf. Pilot i kopilot pristupili su standardnom pregledu zrakoplova prije leta. Pilot je obavio vanjski pregled zrakoplova, a kopilot listu provjere prije leta u kokpitu. Kabinsko osoblje izvršilo je provjeru sigurnosne opreme u putničkoj kabini i pripremio se za prihvat putnika u zrakoplov. Izvršen je pregled dokumenata u kokpitu te su pilot i kopilot prodiskutirali zabilješku vezanu za sporo ubrzavanje motora broj 1 (lijevi motor). Kopilot je bio jedan od članova posade kada je unesena zabilješka. Na motoru su izvršeni određeni popravci i redovan servis te je rad istog bio pomno praćen što je dio standardne procedure. Kako nije bilo prijavljenih problema sa motorom broj 1 nakon servisa i popravaka, na dva prijašnja leta, pilot je potpisom potvrdio prihvaćanje zrakoplova, odnosno ispravnost istog za predstojeći let.

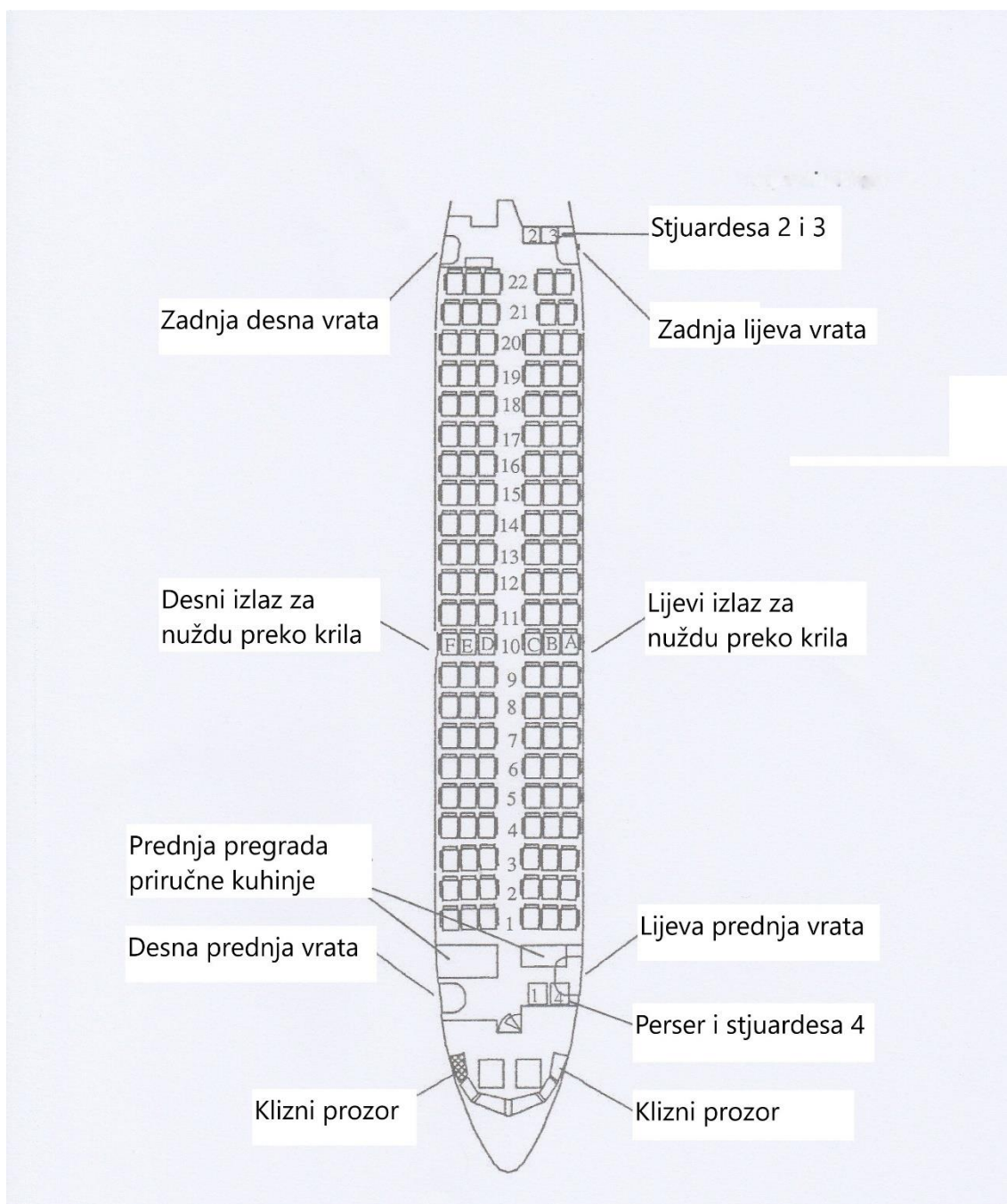
Dogovoreno je da će kopilot upravljati zrakoplovom u ovom dijelu leta, te su prokomentirani i dogovoreni postupci u slučaju izvanrednog događaja u fazi polijetanja, prije i nakon postizanja brzine V1 (146 kt)<sup>4</sup>. Kopilot je upalio motore i nisu primijećeni nikakvi problemi u toku sekvence pokretanja istih. Pilot je zatražio dopuštenje od kontrolnog tornja za odlazak na točku čekanja za polijetanje na pistu 24. Kabinsko osoblje je izvršilo sigurnosni brifing putnika sa demonstracijom sigurnosne opreme te je voditelj izvijestio pilota da se na zrakoplovu nalazi 129 putnika i dvoje male djece. [26]

Voditelj, takozvani perser, i stjuardesa 4 su radili u prednjem dijelu zrakoplova te su sjeli na preklopna sjedala u prednjoj kuhinji sa leđima okrenutim prema prednjem dijelu zrakoplova. Stjuardesa 4 je sjedila do vrata L1, a perser do sredine kuhinje sa ograničenim pogledom na putničku kabinu. Pretpostavlja se da su stjuardese 2 i 3 sjedile u zadnjem djelu zrakoplova na sjedalima za posadu

---

<sup>4</sup> V1 – brzina zrakoplova od 146 čvora pri kojoj se, u slučaju zatajenja motora, polijetanje nastavlja ili se odustaje od istoga.

gledajući prema naprijed sa nesmetanim pogledom na putničku kabinu. Na slici 12. dan je prikaz rasporeda sjedala u zrakoplovu.



Slika 12. Prikaz rasporeda sjedala, vrata i izlaza u zrakoplovu [26]

Zrakoplovu je odobren izlazak na pistu 24, kako je potpuno upravljanje nosnim (prednjim) kotačima dostupno samo pilotu, isti je izveo zrakoplova na pistu i poravnao ga za polijetanje nakon čega je kopilot preuzeo upravljanje

zrakoplovom. Polijetanje je odobreno u 6:12 sati, te je kopilot zatražio davanje gasa motorima za polijetanje. Pilot je gurnuo ručice gasa u maksimalni položaj, te je prokomentirao da je ubrzanje motora broj 1 zadovoljavajuće, kopilot se složio. Odabrano je automatsko ubrzanje, kao standardna procedura, te su motori postigli snagu za polijetanje. U toku ubrzavanja zrakoplova kad je dostignuta brzina od 80 kt, pilot je izrekao brzinu kao dio standardnog postupka, što je kopilot potvrdio. 12 sekundi kasnije začuo se tupi udarac.

Gotovo istog trena, pilot zapovijeda zaustavljanje, oduzima gas i aktivira povratne potisnike na oba motora. Zatim provjerava dali su izvučene zračne kočnice. Maksimalna brzina koju je zrakoplov postigao prije odustajanja je bila 126 kt. Pilot je pomislio da je došlo do puknuća pneumatika ili udara ptice u zrakoplov.

Povratni potisnici su se aktivirali na oba motora te nakon 5 sekundi su deaktivirani pri čemu nije došlo do zatvaranja klapni potisnika na lijevom, motoru broj 1. zrakoplov je usporio na brzinu od 70 kt. Kopilot je vršio maksimalni pritisak na kočnice, međutim, kako je pilot pretpostavljao da se radi o puknuću pneumatika, te su imali dovoljno dužine piste, pilot mu govori da bude blaži s kočenjem. Nakon 45 sekundi od započinjanja polijetanja i 9 sekundi od tupog udarca te usporavanja zrakoplova za 85 kt, pilot obavještava kontrolni toranj putem radio veze da odustaju od polijetanja. U tom trenutku oglašava se alarm o požaru na motoru broj 1 (slika 13.) te o istome obavještavaju kontrolni toranj. Nakon 3 sekunde, 19 sekundi nakon tupog udarca, kontrolni toranj potvrđuje požar na motoru broj 1. Pilot zrakoplova zatim traži savjet kontrolnog tornja o potrebi evakuacije putnika, na što mu kontrolni toranj daje preporuku o evakuaciji putnika putem desne strane zrakoplova. Ova komunikacija je prenesena 25 sekundi nakon tupog udarca, 20 sekundi prije zaustavljanja zrakoplova. U tom trenutku zrakoplov je usporio na 36 kt. [26]



Slika 13. Zrakoplov British Airtours na pisti 24 nakon izbijanja požara, prije skretanja i zaustavljanja na spojnici „Delta“ [27]

Nekih 6 sekundi kasnije, 14 sekundi prije zaustavljanja zrakoplova, u trenutku skretanja na spojnicu Delta, pilot daje zapovijed, preko razglasa, kabinskom osoblju da izvrše evakuaciju putem desne strane zrakoplova. Kako zrakoplov usporava na brzinu od 17 kt, 10 sekundi prije zaustavljanja, perser otvara vrata kokpita i traži potvrdu zapovjedi o evakuaciji putnika od pilota. Pilot potvrđuje zapovijed o evakuaciji putem desne strane zrakoplova 8 sekundi prije zaustavljanja istog.

Odmah po zaustavljanju zrakoplova pilot daje zapovijed o provođenju postupka gašenja požara na lijevom, motoru broj 1, i gašenje desnog, motora broj 2 s obzirom da će se evakuacija putnika provoditi na desnoj strani zrakoplova. Nakon toga pilot daje nalog kopilotu o provođenju postupka evakuacije putnika pri čemu se služe brzim priručnikom (fusnota). Međutim, prije nego su uspjeli provesti postupak, pilot primjećuje razliveno gorivo i širenje požara prema prednjem djelu zrakoplova i daje nalog o evakuaciji kokpita. Pilot i kopilot napuštaju kokpit kroz pomični prozor na desnoj strani, spuštajući se pomoću postojećeg užeta. Pomični

prozori u kokpitu su osim za komunikaciju sa zemaljskim osobljem tijekom opskrbe zrakoplova, predviđeni i za evakuaciju iz kokpita.

Putnici smješteni u redovima 1 do 3, prvotno nisu bili svjesni nastalog požara motora nakon tupog udarca. Međutim putnici od reda 5 prema stražnjem djelu zrakoplova, a posebno putnici od reda 14 prema straga, na lijevoj strani zrakoplova, su znali za nastali požar. Primijećeno je da požar uzrokuje pucketanje i topljenje prozora zrakoplova uz sporadičnu pojavu dima u kabini. Ove pojave popraćene zračenjem topline nagnale su neke od putnika da se ustanu u panici. Jedan od muških putnika ih je upozorio povikom „Sjednite i ostanite mirni“. Nekoliko sličnih upozorenja je došlo od drugih putnika uglavnom smještenih na desnoj strani zrakoplova. Većina uspaničenih putnika ih je poslušala, međutim stah je naveo nekolicinu da stanu u središnji prolaz putničke kabine.

Perser i stjuardesa smješteni u prednjem dijelu zrakoplova čuli su tupi udarac, za koji su mislili da se radi o puknuću pneumatika, u tijeku polijetanja i bili su svjesni da se od istog odustalo. Kako su iz putničke kabine dopirali zvuci uznemirenosti putnika, perser se nagnuo prema sredini da bolje vidi što se odgađa, te je preko razglasa rekao putnicima da sjednu i vežu se pojasevima. Nakon toga se ustaje i odlazi u prednji dio putničke kabine i kroz prozor je vidio kako se vatra podiže preko vodeće ivice krila i prelazi preko istog, u tom trenutku nije primijetio ulazak vatre i dima u putničku kabinu.

Nakon što je perser potvrdio zapovijed o evakuaciji putnika sa pilotom, putem razglasa daje nalog o evakuaciji osoblju i putnicima te je isti ponovio nekoliko puta. Kako se zrakoplov zaustavljao, perser odlazi do prednjih desnih vrata i po zaustavljanju zrakoplova započinje otvaranje istih sa ciljem aktiviranja tobogana za evakuaciju. Vrata se otključavaju normalno međutim poklopac spremnika za tobogan se zaglavljuje u okvir vrata i sprječava otvaranje istih. Nakon nekoliko pokušaja da odblokira vrata, odgađa otvaranje istih i prelazi na lijevu stranu te prvo odškrine vrata da provjeri situaciju napolju. Provjerom situacije na lijevoj strani zrakoplova i utvrđivanje da vatra ne ugrožava evakuaciju putnika, otvara vrata u potpunosti i nakon ručne provjere aktivacije tobogana započinje

evakuacija putnika koju nadzire stjuardesa 4. Navedena radnja je ostvarena 25 sekundi nakon zaustavljanja zrakoplova, također u tom trenutku započinje i primjena pjene za gašenje požara od strane pristiglih vatrogasnih snaga zračne luke. Stjuardesa 4 je morala povući nekolicinu zaglavljanih putnika u uskom prolazu prema prednjem dijelu zrakoplova. Do zaglavljivanja je došlo zbog guranja putnika prema izlazu i odgađanja evakuacije kroz desna vrata zbog nemogućnosti otvaranja istih.

Perser se vratio do desnih vrata i uspijeva odblokirati vrata te ih otvara 1 minutu i 25 sekundi nakon zaustavljanja zrakoplova. Po potvrdi aktivacije tobogana za evakuaciju, započinje istu kroz desna prednja vrata. Dim iz putničke kabine brzo napreduje do prednjih vrata i postaje sve gušći i oštiji. Kako je dim počeo predstavljati sve veću opasnost od onesposobljavanja perser i stjuardesa 4 napuštaju zrakoplov svaki na svoj izlaz.

Mlađa ženska osoba uz pomoć suputnika, smješteni na sjedalima u redu 10 (10F i 10E), uz izlaz za nuždu preko krila, po zaustavljanju zrakoplova otvaraju izlaz za nuždu. Prilikom otvaranja izlaza, vrata koja se skidaju prema unutra, padaju na žensku osobu na sjedalu 10E te ju zarobe u istom. Njezini suputnici sa sjedala 10 F i reda 11 uklanjaju vrata i smještaju ih na prazno sjedalo u redu 11 i zatim napuštaju zrakoplova kroz izlaz za nuždu. Ovaj izlaz je otvoren otprilike 45 sekundi nakon zaustavljanja zrakoplova.

Svjedoci izvan zrakoplova izjavili su da su zadnja desna vrata bila otvorena sa aktiviranim toboganom za evakuaciju u trenutku skretanja zrakoplova na spojnicu Delta te da su mogli vidjeti stjuardesu na vratima. Međutim kad se zrakoplov zaustavio gusti crni dim je blokirao pogled na zadnja desna vrata. Nitko od putnika i posade nije evakuiran kroz zadnja desna vrata. Dva putnika se sjećaju da su vidjeli jednu od dvije stjuardese u zadnjem djelu zrakoplova kako usmjeravaju putnike kroz središnji prolaz u kabini prema prednjem dijelu zrakoplova. Stjuardese iz zadnjeg dijela zrakoplova nisu preživjele. [28]

Zadnja lijeva vrata su otvorena od strane vatrogasnog osoblja nakon što je požar ugašen. U sažetku, 17 putnika izašlo je kroz prednja lijeva vrata, 34 kroz prednja desna vrata i 27 kroz izlaz za nuždu preko krila zrakoplova.

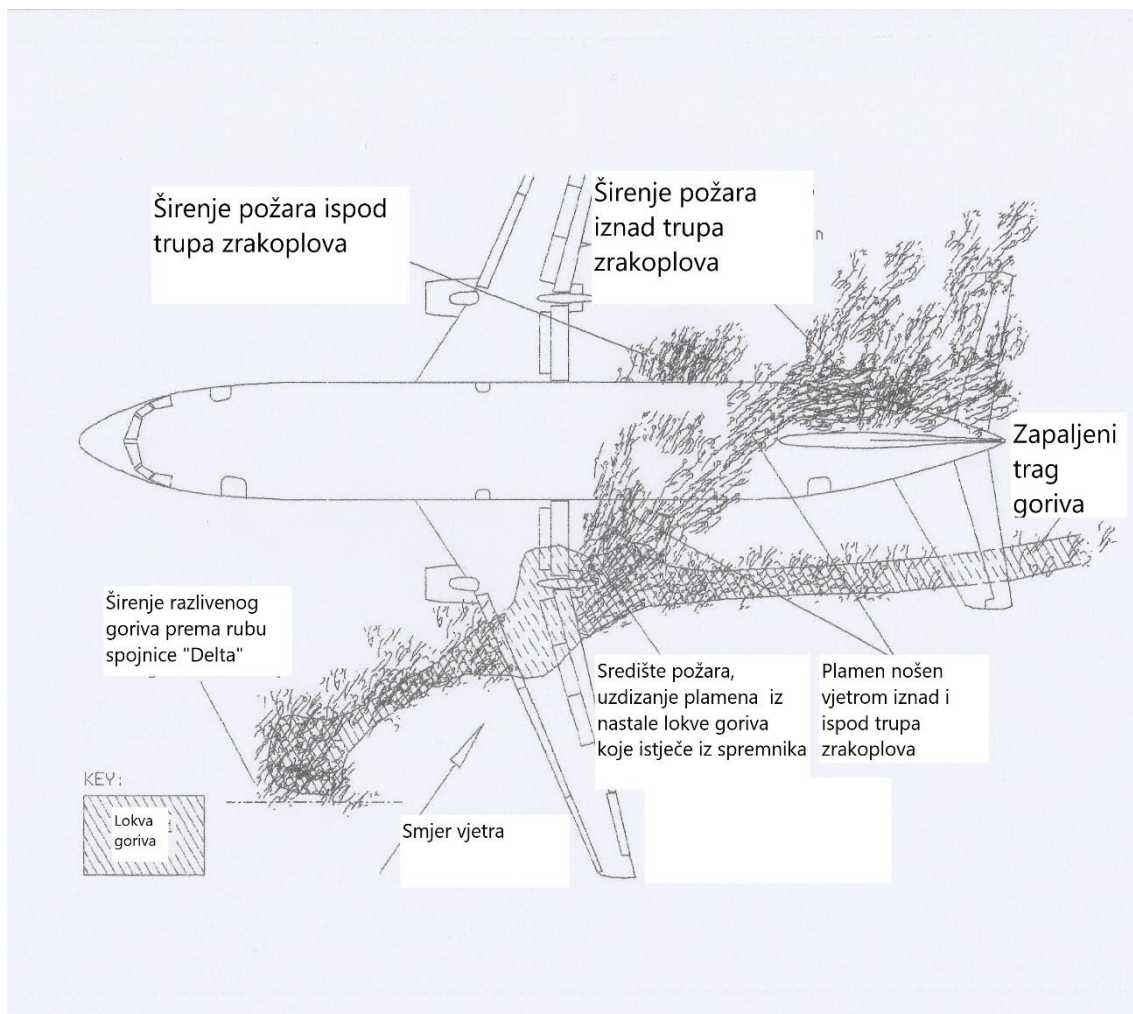
Osoblje iz kontrolnog tornja na zračnoj luci, po uočavanju vatre i dima koji prati zrakoplov, pokrenulo je postupak u slučaju izvanrednog događaja, takozvani „full emergency“. Alarmirali su vatrogasnu postrojbu zračne luke pomoću sirene za uzbunu te im telefonom dali podatke o događaju. Zatim su obavijestili nadležne na zračnoj luci sukladno planu za izvanredne događaje.

Pripadnici vatrogasne postrojbe Zračne luke Mančester koji su bili na dužnosti čuli su tupi udarac i vidjeli usporavanje zrakoplova na pisti 24 praćenog vatrom i crnim dimom koji su izbijali na lijevoj strani zrakoplova, te su momentalno krenuli na intervenciju. U tom trenutku još nisu dobili uzbunu od strane kontrolnog tornja.

Dva jurišna vatrogasna vozila stigla su prva, jedno u trenutku zaustavljanja zrakoplova a drugo u trenutku otvaranja prednjih lijevih vrata, prije samog početka evakuacije putnika. Nakon 30 do 40 sekundi kasnije pridružuju im se dva teška vatrogasna vozila, u tom trenu prednja desna vrata su bila otvorena i tobogan za evakuaciju je bio napuhan.

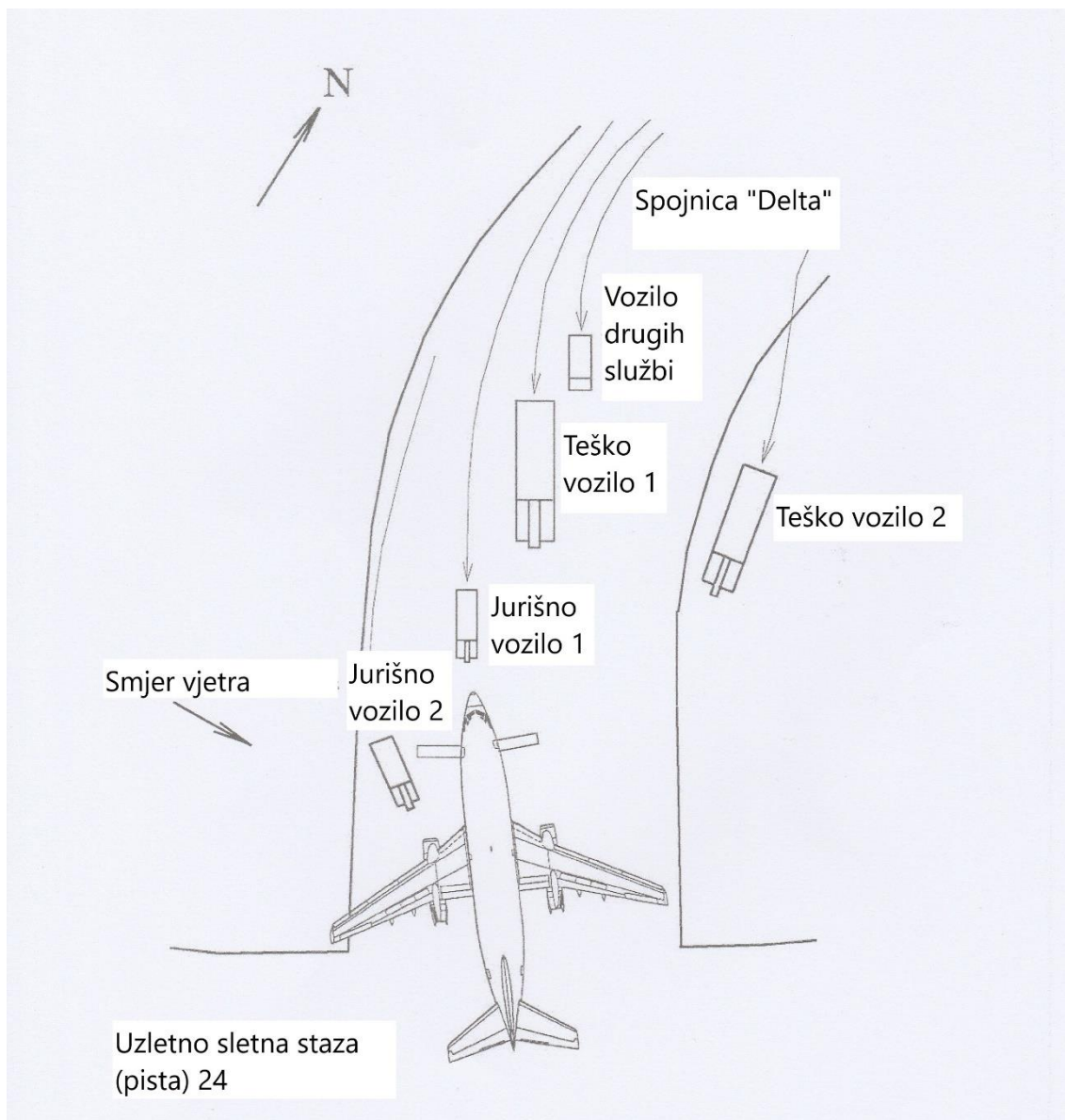
Vatrogasna vozila su se pozicionirala sa ciljem zaštite puteva evakuacije i napada na izvor požara, odnosno gašenja istog sukladno zatečenoj situaciji, odnosno širenju požara (slika 14. i 15.). [26]





Slika 14. Prikaz požara i širenja istog po zaustavljanju zrakoplova na spojnici „Delta“ [26]



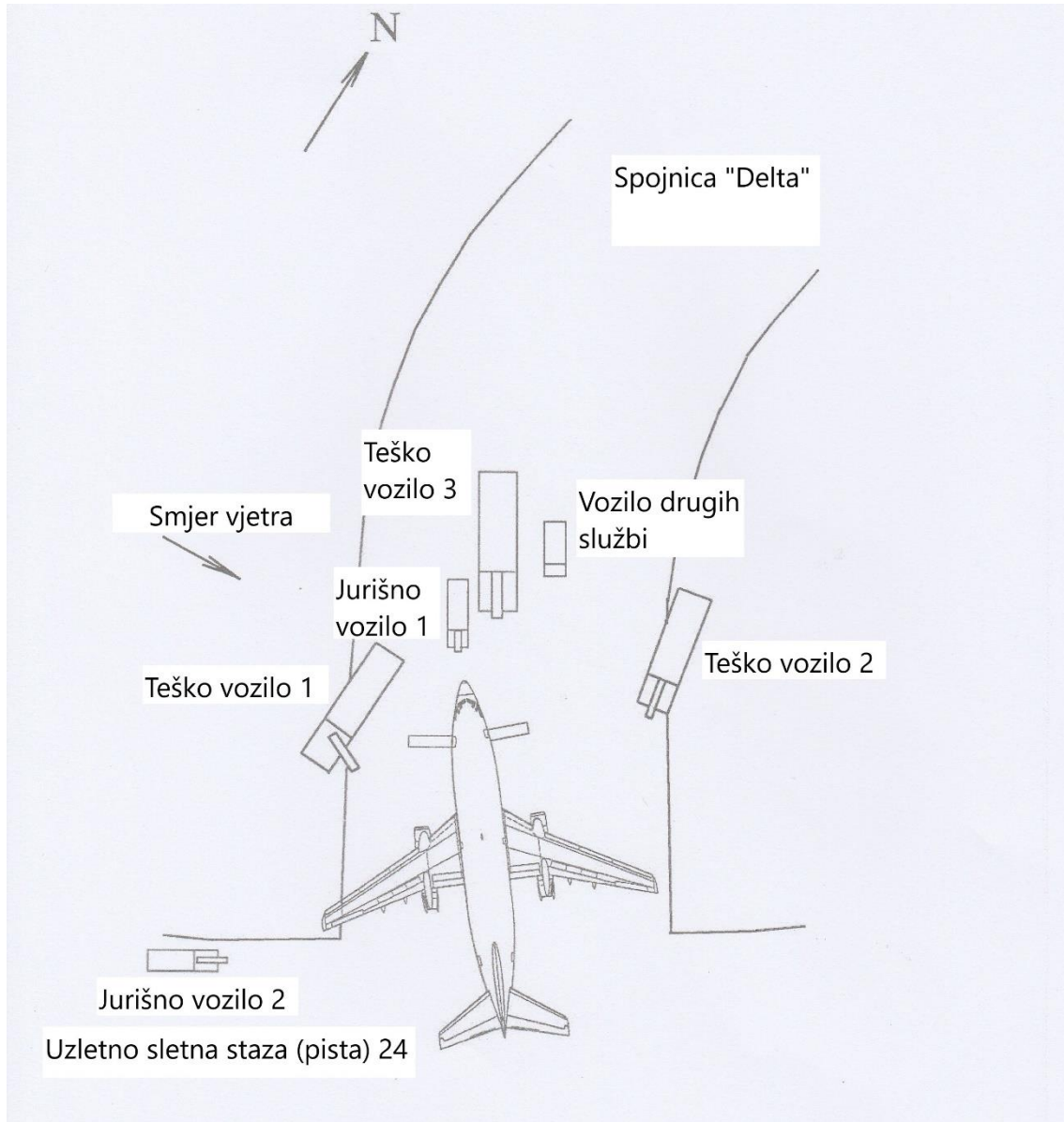


Slika 15. Prikaz inicijalnog pozicioniranja vatrogasni vozila na mjestu nesreće u odnosu na zrakoplov [26]

Za vatrogasnim snagama dolaze pripadnici drugih službi zračne luke, sukladno planu za izvanredne događaje, te pomažu u zbrinjavanju putnika.

Treće teško vatrogasno vozilo dolazi na mjesto intervencije otprilike 4 do 5 minuta nakon zaustavljanja zrakoplova (slika 16.). Vozilo je u trenutku nesreće bilo na održavanju, točnije, bilo je na lakiranju. Dolaskom na mjesto nesreće, vozač, uočava pomicanje ruke preko tijela muške osobe preminule na desnom izlazu za nuždu preko krila. Vozač izlazi iz vozila, penje se na krilo zrakoplova te izvlači

mlađu mušku osobu preko tijela preminulog. Spašeni dječak je posljednja evakuirana osoba koja je preživjela nesreću, spašen je otprilike 5 i pol minuta nakon zaustavljanja zrakoplova. [26]



Slika 16. Prikaz pozicioniranja vatrogasnih vozila nakon 3 do 5 minuta od početka događaja [26]

Sedam minuta nakon zaustavljanja zrakoplova postalo je jasno da više nitko od putnika neće izaći iz zrakoplova bez pomoći. Dva vatrogasca, opremljena opremom za zaštitu dišnih organa ulaze u zrakoplov kroz prednja desna vrata. Dolazi do eksplozije i jedan od vatrogasca biva izbačen van zrakoplova na asfalt.

Vatrogasni zapovjednik, potaknut nastalom eksplozijom i malom količinom preostale vode za gašenje odustaje od daljnjih pokušaja unutarnje navale (gašenja unutrašnjosti zrakoplova) do uspostavljanja opskrbe vozila sa vodom. Slijedom toga, upućuje jedno teško vatrogasno vozilo sa posadom da se nadopune vodom za gašenje preko najbližeg hidranta. Hidranti su raspoređeni po zračnoj luci i posada sa vatrogasnim vozilom na nekoliko hidranata pokušava nadopuniti vozila sa vodom, međutim hidranti su bez vode. Vozilo se vraća na mjesto nesreće, izvještava zapovjednika te ih on upućuje na nadopunu vozila na hidrantu u vatrogasnoj postrojbi.

U to vrijeme vršeni su radovi na širenju i popravcima hidrantske mreže na zračnoj luci te je dio cjevovoda sa hidrantima u blizini mjesta nesreće bio zatvoren.

U toku požara stražnji dio zrakoplova, od krila prema repu, urušio se uslijed djelovanja temperature i slabljenja konstrukcije trupa zrakoplova. Točno vrijeme urušavanja navedenog dijela zrakoplova nije bilo moguće točno utvrditi zbog različitih izjava svjedoka prema kojima se isto dogodilo u vremenu od 35 sekundi nakon zaustavljanja zrakoplova do vremena od nekoliko minuta nakon zaustavljanja zrakoplova.

U 6:21 sati, na sjevernu točku okupljanja dolaze vatrogasne snage općine Mančester te nakon čekanja pratnje koja je preusmjerena sa zapadne točke okupljanja dolaze na mjesto intervencije u 6:26 sati, 13 minuta nakon nastanka nesreće. Nedugo nakon toga, tim od dva vatrogasca opremljena aparatima za zaštitu dišnih organa ulazi u zrakoplov kroz prednja desna vrata. Pretragom zrakoplova pronalaze i utvrđuju veći broj žrtava. Otprilike 33 minute nakon što se zrakoplov zaustavio, vatrogasci pronalaze jednu preživjelu mušku osobu bez svijesti. Osoba je pronađena u središnjem prolazu u blizini prednjeg dijela zrakoplova. To je bila posljednja osoba koja je pronađena živa. Nažalost, muškarac je podlegao zadobivenim ozljedama te je preminuo 6 dana kasnije u bolnici. [26]

## 7.2. Zaključci istrage

Mnogi čimbenici koji su imali utjecaj na ovu nesreću trebali su doprinijeti povoljnijem ishodu nesreće. Međutim, kako to obično biva, spletom nesretnih okolnosti nesreća je uzrokovala stradavanje 53 putnika i 2 člana kabinskog osoblja.

Prvotno, putnička kabina nije bila oštećena, zrakoplov je ostao mobilan i upravljiv te nitko nije bio ozlijeđen prilikom odustajanja od polijetanja nakon pojave tupog udarca. Količina goriva u zrakoplovu, iako dovoljna za nastajanje i razvijanje ozbiljnog i opasnog požara, je bila relativno mala u odnosu na uobičajenu količinu goriva koja bi se nalazila u zrakoplovu. Zračna luka na kojoj se nesreća dogodila je odlično opremljena te je reakcija vatrogasnih snaga bila iznimno brza sa čak i većim brojem vozila i ljudstva u odnosu na propisano za kategoriju zrakoplova koji je sudjelovao u nesreći.

Nakon opsežne istrage i obrade svih raspoloživih podataka i svjedoka, istražitelji su zaključili slijedeće:

- uzrok nesreće je zatajenje motora, odnosno rasprsnuće komore za sagorijevanje goriva br. 9, što je za posljedicu imalo izlijetanje komada komore van kućišta motora i oštećenje poklopca spremnika za gorivo na krilu zrakoplova te istjecanje goriva koje se zapalilo uslijed djelovanja vrućih ispušnih plinova,
- letačko osoblje je bilo certificirano i iskusno u radu sa ovim tipom zrakoplova, te su svi postupci i radnje od strane kopilota i pilota odrađeni sukladno propisanim procedurama koje su pokrenute od istih pod pretpostavkom da se radi o puknuću pneumatika i naknadno prilagođene saznajući za nastali požar,
- kabinsko osoblje je također certificirano i iskusno u radu sa ovim tipom zrakoplova, također, njihovi postupci i radnje su sukladni propisanim procedurama,
- utvrđeni su nedostaci u procedurama provođenja evakuacije putnika koje se provode u ovim situacijama od strane letačkog osoblja, takozvane check liste. Iste su revidirane i poboljšane,

- postupci i radnje vatrogasnih snaga zračne luke, i kasnije pristiglih vatrogasaca općine Mančester, bilo je sukladno propisanim procedurama i pravilima struke. Mala zamjerka je odgađanje ranijeg ulaska u zrakoplov da bi se pomoglo zarobljenim putnicima, no s obzirom na nisku količinu vode za gašenje te problem sa osiguravanjem opskrbe sa vodom zbog radova na cjevovodu hidrantske mreže, odluka zapovjednika na odgađanje ulaska u zrakoplov je opravdana,
- osoblje kontrole leta je svoje dužnosti odradilo sukladno propisanim procedurama,
- upućivanje zrakoplova na spojnicu Delta, za posljedicu je imalo skretanje zrakoplova u desno i zaustavljanje istoga sa požarom uz lagani vjetar što je pospješilo širenje požara unutar putničke kabine jer je plamen uslijed djelovanja vjetra bio usmjeren prema trupu zrakoplova. U to vrijeme osoblje kontrole leta i letačko osoblje nije bilo upoznato sa utjecajem vjetra na širenje požara. Da je zrakoplov skrenuo lijevo požar, odnosno plamen bi se uslijed utjecaja vjetra udaljavao od trupa zrakoplova. Jedan od razloga upućivanja zrakoplova na spojnicu Delta, odnosno desno u odnosu na pistu je i taj što je područje na lijevo u odnosu na pistu predviđeno za zrakoplove generalne avijacije, odnosno male zrakoplove. Napravljene su izmjene u obuci osoblja kontrole leta i letačkog osoblja po pitanju utjecaja vjetra na širenje požara.

Zrakoplovne nezgode i nesreće se neizbježne, kao i što su nezgode i nesreće u ostalim granama prometa neizbježne. Ono što razlikuje zračni promet od drugih grana prometa je činjenica da se svaka pojedina nezgoda i nesreće, koliko god minorna, detaljno analizira i proučava sa ciljem otklanjanja mogućnosti ponovnog događanja iste ili slične nezgode ili nesreće.

Slijedom navedenog, analizom obrađene nesreće zrakoplova donesena je 31 sigurnosna preporuka sa ciljem povećanja sigurnosti putnika, posade i samog zrakoplova. [26]

## 8. ZAKLJUČAK

Proučavanjem međunarodnih i nacionalnih propisa, preporuka i zahtijeva lako se dolazi do zaključka da je zrakoplovna industrija, odnosno grana prometa, striktno i strogo propisana i definirana. Zahtjevi koji se postavljaju proizvođačima zrakoplova, nisu nemogući ali su svakako visoko postavljeni. Navedeno je naravno razumljivo i prihvaćeno.

Kad se dogodi nesreća zrakoplova, pad zrakoplova, mediji su puni natpisa „katastrofa“. Svakako da je, veliki broj smrtno stradalih u samo jednom događaju daje opravdano pravo upotrebe riječi „katastrofa“. Ono što izdvaja zrakoplovnu industriju, uključujući i nadležna regulatorna i inspekcijska tijela je otklanjanje nedostataka i mana kao i konstantno unaprjeđivanje i usavršavanje uočenih nedostataka, grešaka i mana. Može se reći: „Uče na svojim greškama“.

Naime, kad se dogodi nesreća ili nezgoda, bilo koji događaj koji ugrožava sigurnost zračne plovidbe, koliko god minoran, isti se detaljno proučavaju i analiziraju sa ciljem otklanjanja ugroze i mogućnosti ponovnog ponavljanja istog događaja.

Od samog dizajna, konstrukcije i korištenih materijala za gradnju zrakoplova pa do sigurnosnih sustava ugrađenih u zrakoplov, sve je pomno testirano i odabrano sa ciljem sigurnosti i zaštite zrakoplova, putnika i posade. Naravno, navedeno se odnosi i na mjere zaštite od požara, kao jedne velike opasnosti. Kako je navedeno u radu, mogućnost nastanka požara je niska, ali opasnost od požara je visoka pa su time i mjere zaštite na visokoj razini. Uporabom ne gorivih materijala, stabilnih sustava za rano otkrivanje i gašenje požara, ručnih aparata za početno gašenje požara, obukom i edukacijom posade, standardnim i propisanim postupcima i radnjama dodatno se podiže svijest o opasnosti od požara i mogućnost pravovremenog i sigurnog reagiranja u slučaju nastanka istog.

Svjesnost opasnosti od požara ne odnosi se samo na letačko osoblje, nego i na zemaljsko osoblje, pri čemu se misli na osoblje kontrole leta, a posebice na osoblje zaduženo za spasilačko – vatrogasnu zaštitu na zračnim lukama.

Kako smo vidjeli na primjeru obrađene nesreće zrakoplova, da je osoblje kontrole leta bilo upoznato sa djelovanjem vjetra na ponašanje i širenje požara sigurno bi uputili pilota da zaustavi zrakoplov niz vjetar umjesto uz vjetar čime bi broj poginulih zasigurno bio manji ako ne i nula. No, lako je biti general nakon bitke.

Unatoč tome što su zahtjevi za organizaciju, vozila, opremu i rad spasilačko – vatrogasne službe na zračnim lukama detaljno propisani, mjesta za poboljšanja ima. Primjera radi, stručno osposobljavanje spasilačko – vatrogasnog osoblja u teorijskom djelu je na zavidnoj razini, što se ne može u potpunosti reći za praktični dio osposobljavanja. Naime, unatoč tome što većina aerodroma u Republici Hrvatskoj posjeduje vlastiti poligon za vježbe, sa maketom zrakoplova, praktičan rad gašenja požara uz upotrebu aerodromskih vatrogasnih vozila nije moguć iz razloga što spomenute makete zrakoplova služe isključivo kao meta za gađanje, odnosno niti jedna maketa zrakoplova nije opremljena sustavom za simulaciju požara. Kao što Javne vatrogasne postrojbe koriste simulator ponašanja požara u zatvorenom prostoru za postizanje realnih uvjeta požara u zatvorenom prostoru za obuku svojih djelatnika, tako bi i spasilačko – vatrogasno osoblje trebalo proći ovakav oblik obuke prilagođen njihovim potrebama.

Još jedna od stvari koja bi se mogla dodatno regulirati je svakako minimalni broj spasilačko – vatrogasnog osoblja za pojedinu kategoriju zrakoplova. Nedopustivo je da se broj osoblja, očito, određuje na osnovu „mogućnosti“ pojedinog aerodroma s obzirom na činjenicu da na sve aerodrome slijeću isti tipovi zrakoplova za koje vrijede isti zahtjevi. Ako aerodromi primaju isti tip zrakoplova određene kategorije sa različitim brojem osoblja logično je za pretpostaviti da ne osiguravaju jednaku razinu zaštite. Ovo je, svakako, jedna od stavki koja bi se dala bolje regulirati, odnosno nacionalnim propisima urediti.

Na kraju, za zaključiti je da zrakoplovna industrija, počevši sa braćom Wright i njihovim prvim letom davne 1903. godine, daleko napredovala i nastavlja sa napretkom. Osim što se danas napredak ne mjeri u dužini trajanja leta, broju prevezenih putnika i količini prevezenog tereta već u sigurnosnim mjerama, tehničkim i tehnološkim rješenjima, optimiziranjem postupaka i procedura a sve sa ciljem zaštite i spašavanja ljudskih života što statistički podaci potvrđuju.

## 9. LITERATURA

- [1] Google: Zračni promet u svijetu i Hrvatskoj, Internet stranica, [https://tehnika.lzmk.hr/zracni-promet/#5021\\_1](https://tehnika.lzmk.hr/zracni-promet/#5021_1)  
<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=67447>, pristupljeno 20.1.2020.
- [2] Wikipedija: Zrakoplov, Internet stranica, <https://hr.wikipedia.org/wiki/Zrakoplov>, pristupljeno 25.1.2020.
- [3] UK Fire and Rescue Service, Operational guidance Aircraft Incidents, TSO, UK 2011.
- [4] Google: Seat map Boeing 737-800, Internet stranica, <https://www.sunwing.ca/pages/en/seat-map>, pristupljeno 29.1.2020.
- [5] Google: Seat map Airbus A380, Internet stranica, <http://www.attachmax.com/44/postXVII/airbus-a380-800-seating-chart.html>, pristupljeno 29.1.2020.
- [6] Google: Boeing crash rescue charts, Internet stranica, [http://www.boeing.com/commercial/airports/rescue\\_fire.page](http://www.boeing.com/commercial/airports/rescue_fire.page), pristupljeno 2.2.2020.
- [7] Todorovski Đ., Materijali sa predavanja iz kolegija Sustav vatrodjave i gašenje, Veleučilište u Karlovcu, 2019.
- [8] European Union Aviation Safety Agency, Certification Specifications and Acceptable Means of Compliance for Large Aeroplanes CS-25, EU 2020.
- [9] Google: Aircraft fire suppression system, Internet stranica, [https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/2011\\_q4/4/](https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/2011_q4/4/), pristupljeno 2.6.2020.
- [10] Google: Class F cargo compartment, Internet stranica, [http://www.nordisk-aviation.com/en/ld-containers/akh-ld3-45/nordisk-akh-/,](http://www.nordisk-aviation.com/en/ld-containers/akh-ld3-45/nordisk-akh-/) pristupljeno 2.6.2020.



- [11] Google: Airplane accidents caused by fire, Internet stranice, <https://www.fire.tc.faa.gov/pdf/capap200201.pdf>, <https://www.fire.tc.faa.gov/Research/Background>, pristupljeno 3.3.2020.
- [12] Google: Airplane accident fatalities, Internet stranica, <https://www.statista.com/statistics/263443/worldwide-air-traffic-fatalities/>, pristupljeno 3.3.2020.
- [13] Google: Road traffic accidents worldwide, Internet stranica, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>, pristupljeno 3.3.2020.
- [14] Google: Airplane accidents statistics by cause, Internet stranica, <http://www.planecrashinfo.com/cause.htm>, pristupljeno 3.3.2020.
- [15] Hrvatski sabor: Zakon o zračnom prometu (N.N., br. 69/09, 84/11, 54/13, 127/13, 92/14), Narodne novine, Zagreb 2014.
- [16] Ministarstvo prometa, pomorstva i infrastrukture: Pravilnik o stručnom osposobljavanju za poslove od značaja za sigurnost zračnog prometa na aerodromu (N.N., br. 69/16), Narodne novine, Zagreb 2016.
- [17] Ministarstvo prometa, pomorstva i infrastrukture: Pravilnikom o aerodromima (N.N., br. 58/14), Narodne novine, Zagreb 2014.
- [18] Ministarstvo prometa, pomorstva i infrastrukture: Pravilnik o izdavanju svjedodžbe aerodroma i odobrenja za uporabu aerodroma (N.N., br. 14/16), Narodne novine, Zagreb 2016.
- [19] ICAO Doc 9137 – AN/898, Airport Service Manual, Part 7, Airport Emergency Planning, Organizacije međunarodnog civilnog zrakoplovstva, 1991.
- [20] Ministarstvo unutarnjih poslova: Pravilnik o međusobnim odnosima vatrogasnih postrojbi u vatrogasnim intervencijama (N.N. br. 65/94), Narodne novine, Zagreb 1994.

- [21] Vlada Republike Hrvatske: Plan zaštite i spašavanja za područje Republike Hrvatske (N.N. br. 96/10), Narodne novine, Zagreb 2010.
- [22] Ministarstvo prometa, pomorstva i infrastrukture: Pravilnik o spasilačko – vatrogasnoj zaštiti na aerodromu (N.N., br. 46/19), Narodne novine, Zagreb 2019.
- [23] ICAO Doc 9137 – AN/898, Airport Service Manual, Part 1, Rescue and Fire Fighting, Organizacija međunarodnog civilnog zrakoplovstva, 2014.
- [24] Priručnik za Standardne operativne postupke interveniranja Zračne luke Rijeka, Zračna luka Rijeka, Omišalj 2011.
- [25] Podaci prikupljeni od pojedine zračne luke/ pristaništa od strane autora, ožujak – lipanj 2020.
- [26] Google: Manchester Airport Accident, Internet stranica, <https://www.gov.uk/aaib-reports/8-1988-boeing-737-236-g-bgjl-22-august-1985>, pristupljeno 5.4.2020.
- [27] Google: Manchester Airport Accident, Internet stranica, [https://en.wikipedia.org/wiki/British\\_Airtours\\_Flight\\_28M#/media/File:BrAirtours\\_28M\\_8-1988\\_A.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/British_Airtours_Flight_28M#/media/File:BrAirtours_28M_8-1988_A.jpg), pristupljeno 5.4.2020.

## **10. PRILOZI**

### **10.1. Popis simbola (korištenih kratica)**

IATA – International Air Transport Association

ICAO – International Civil Aviation Organisation

UN – Ujedinjeni Narodi

JAA – Joint Aviation Authorities

EU – Europska Unija

SAD – Sjedinjene Američke Države

pkm – putničkih kilometara

tkm – tonskih kilometara

APU – Auxiliary Power Unit

EC – European Comission

### **10.2. Popis slika**

Slika 1. Prikaz rasporeda sjedala na Boeing-u 737-800.....	10
Slika 2. Prikaz rasporeda sjedala na Airbus-u A380.....	10
Slika 3. Upotreba kompozitnih materijala na Boeing-u 787 Deramliner.....	14
Slika 4. Prikaz porasta upotrebe kompozitnih materijala u konstrukciji zrakoplova tvrtke Boeing.....	15
Slika 5. Prikaz rasporeda aparata za početno gašenje požara na zrakoplovu Boeing 737-800.....	21
Slika 6. Prikaz mjera ZOP-a toaleta u putničkom zrakoplovu Boeing 737- 800.....	22
Slika 7. Primjer odjeljka klase F.....	24

Slika 8. Prikaz stabilnog sustava za gašenje požara motora na zrakoplovu Boeing 777.....	25
Slika 9. Zemljovidna karta kritičnog područja 6x9 km Zračne luke Rijeka.....	38
Slika 10. Strukturni plan Priručnika za standardne operativne postupke interveniranja.....	42
Slika 11. Prikaz oštećenog zrakoplova British Airtours nakon nesreće.....	53
Slika 12. Prikaz rasporeda sjedala, vrata i izlaza u zrakoplovu.....	55
Slika 13. Zrakoplov British Airtours na pisti 24 nakon izbijanja požara, prije skretanja i zaustavljanja na spojnici „Delta“.....	57
Slika 14. Prikaz požara i širenja istog po zaustavljanju zrakoplova na spojnici „Delta“.....	61
Slika 15. Prikaz inicijalnog pozicioniranja vatrogasni vozila na mjestu nesreće u odnosu na zrakoplov.....	62
Slika 16. Prikaz pozicioniranja vatrogasnih vozila nakon 3 do 5 minuta od početka događaja.....	63

### **10.3. Popis tablica**

Tablica 1. Materijali korišteni u završnoj obradi i opremanju kabine zrakoplova, njihova upotreba i otrovni plinovi koji nastaju njihovim gorenjem.....	17
Tablica 2. Potreban broj aparata za početno gašenje požara na zrakoplovu...21	
Tablica 3. Krajnji datumi upotrebe halona kao sredstva za gašenje u zrakoplovima.....	27
Tablica 4. Prikaz uzroka nesreća zrakoplova po kategorijama.....	29
Tablica 5. Uzroci fatalnih nesreća u postotcima po dekadama.....	30

Tablica 6. Minimalne količine sredstava za gašenje požara u odnosu na spasilačko – vatrogasnu kategoriju aerodroma – Pjena koja zadovoljava razinu zaštite »B«.....	43
Tablica 7. Minimalne količine sredstava za gašenje požara u odnosu na spasilačko – vatrogasnu kategoriju aerodroma – Pjena koja zadovoljava razinu zaštite »C«.....	44
Tablica 8. Broj spasilačko – vatrogasnog osoblja na zračnim lukama u RH.....	46
Tablica 9. Tehničke značajke aerodromskih vozila za gašenje i tehničke intervencije.....	47
Tablica 10. Oprema za spašavanje na aerodromu.....	49