

# Analiza sustava protupožarne instalacije zrakoplova Airbus A 380

---

**Katušić, Mia**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:631187>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-29**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Mia Katušić**

**ANALIZA SUSTAVA PROTUPOŽARNE INSTALACIJE ZRAKOPLOVA  
AIRBUS A380**

**ZAVRŠNI RAD**

**Zagreb, 2016.**

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

## **ZAVRŠNI RAD**

**ANALIZA SUSTAVA PROTUPOŽARNE INSTALACIJE ZRAKOPLOVA**

**AIRBUS A380**

**ANALYSIS OF FIRE PROTECTION SYSTEM OF AIRCRAFT**

**AIRBUS A380**

Mentor: Izidor Alfirević, dipl.ing., v. pred.

Student: Mia Katušić

JMBAG: 0135220168

**Zagreb, rujan, 2016.**

## **SAŽETAK**

Sustav protupožarne instalacije na modernim zrakoplovima koristi se u svrhu otkrivanja i zaštite od mogućih požara. Prikazana je podjela pojedinih zona aviona Airbus A380 koja je zaštićena sustavom detekcije dima i sustavom gašenja vatre. Objasnjeno je sustav detekcije vatre i protupožarni sustav motora, sanitarni prostor i odjeljci namijenjeni za prtljagu. Objasnjeno je sustav detekcije glavnog podvozja (eng. Main Landing Gear, MLG), prostor za odmor kabinskog osoblja i avionika (glavni dio, gornji i stražnji). Jedinica detekcije vatre nadzire glavno podvozje, motore i pomoćnu jedinicu za napajanje. Jedinica detekcije dima nadzire avioniku, odmorište za kabinsko osoblje, sanitarne prostore i odjeljke namijenjene za prtljagu. Potrebne se informacije, pri detekciji vatre i dima, prikazuju putem središnjeg sustava smještenog u pilotskoj kabini.

**KLJUČNE RIJEČI:** detekcija dima; detekcija požara; vatra; protupožarne instalacije zrakoplova Airbus A380;

## **SUMMARY**

The system fire installation on a modern aircraft is used to detect and protect against possible fires. The division of the individual zones on an Airbus A380 is protected by smoke detection and fire extinguishing system. Explained in this summary is the fire detection system and fire protection system engine, auxiliary power unit, lavatories and cargo compartments. This explains the system of detection of the main landing gear, crew rest compartment and avionics bay (main, upper and aft bay). Fire detection unit monitors the main landing gear, engines and auxiliary power unit. The unit monitors the smoke detection avionics, cabin crew rest, lavatories and cargo. Only the necessary information for the detection of fire and smoke is through the Electronic Centralised Aircraft Monitor (ECAM).

**KEY WORDS:** smoke detection; fire detection; fire; fire installations Airbus A380;

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. OPIS SUSTAVA PROTUPOŽARNE INSTALACIJE.....	3
2.1. ZAŠTITA OD VATRE I DIMA .....	3
2.2. DETEKCIJA DIMA.....	4
2.3. DETEKCIJA VATRE .....	5
3. ECAM .....	6
4. ZAHTJEVI IZ ZAKONSKE REGULATIVE.....	9
5. PRIKAZ KOMPONENTI PROTUPOŽARNOG SUSTAVA.....	13
5.1. MOTORI .....	13
5.1.1. DETEKCIJA VATRE .....	13
5.1.2. IZOLACIJA MOTORA.....	16
5.1.3. GAŠENJE VATRE .....	16
5.1.4. KONTROLE I INDIKATORI U PILOTSKOJ KABINI .....	17
5.2. POMOĆNA JEDINICA ZA NAPAJANJE .....	19
5.2.1. DETEKCIJA VATRE .....	20
5.2.2. IZOLACIJA APU.....	21
5.2.3. GAŠENJE VATRE .....	21
5.2.4. KONTROLE I INDIKATORI U PILOTSKOJ KABINI .....	22
5.3. GLAVNO PODVOZJE.....	23
5.4. TERETNI ODJELJAK.....	25
5.4.1. DETEKCIJA VATRE .....	25
5.4.2. LOGIKA DETEKCIJE VATRE .....	26
5.5. KABINSKO PODRUČJE .....	27
5.5.1. DETEKCIJA DIMA.....	28
5.5.2. GAŠENJE VATRE .....	30

5.5.3. KUHINJA.....	31
5.6. AVIONIKA.....	32
5.6.1. DETEKCIJA DIMA.....	32
5.6.2. LOGIKA DETEKCIJE .....	33
5.6.3. INDIKACIJE .....	34
5.6.4. PLOČA PUTNIČKIH MONITORA.....	34
5.6.5. GLAVNA KABINSKA SOBA .....	34
5.6.6. PROSTOR ODMORA ZA KABINSKO OSOBLJE .....	35
6. PROCEDURE I ODRŽAVANJE KONTROLE RADA SUSTAVA .....	36
7. ANALIZA NAPRETKA U IZVEDBI I EKSPLOATACIJI INSTALACIJA .....	38
7.1. UVOD U SLUČAJ QANTAS .....	38
7.2. PRIKAZ DETALJA.....	38
7.3. ISHOD ISTRAGE.....	39
7.4. ANALIZA INSTALACIJA.....	40
8. ZAKLJUČAK.....	41
LITERATURA.....	42
POPIS KRATICA .....	43
POPIS SLIKA .....	45

## 1. UVOD

U zrakoplovstvu se, grani prometa koja se kontinuirano razvija, maksimizacija profitabilnosti smatra svakodnevnim ciljem. Neprekidna istraživanja temelj su sigurnom i efikasnom odvijanju zračnog prometa 21. stoljeća.

Zasigurno jedan od najmodernijih zrakoplova u današnjem svijetu komercijalnog zrakoplovstva jest Airbus A380. Osnovnu karakteristiku čine dvije etaže međusobno povezane stepenicama koje se nalaze u prednjem i stražnjem dijelu zrakoplova. U usporedbi s prethodnim generacijama, predstavlja se kao puno ekonomičniji, tiši, sigurniji te kao tržištu isplativa investicija osiguravajući operativnu efektivnost.

Dimenzije tipičnog zrakoplova A380-800: duljina zrakoplova: 72,7 m, dužina kabine: 49,9 m, visina: 24,09 m, raspon krila: 79,75 m i širina trupa: 7,14 m ;  
te performanse: domet: 15 200 km (8200 NM), maksimalni kapacitet goriva: 32 000 l i maksimalna težina polijetanja/slijetanja: 575 t /394 t [2].

Pokreću ga motori Rolls – Royce Trent 900 ili Engine Alliance GP7200 [2].

Takvim se zrakoplovom danas može prevesti preko više od 500 putnika, ako se radi o zrakoplovu s 4 klase, ili 800 u ekonomskoj klasi [2].

Povećanim se kapacitetom prijevoza putnika zrakoplova A380 povećava i razina rizika mogućih incidenata što za posljedicu ima konstantno razvijanje na području sigurnosti. Usavršavanja na spomenutom području igraju veliku ulogu pri odabiru samog tipa zrakoplova koji će se koristiti za budući prijevoz putnika i robe.

Cilj završnog rada je objasniti sustav detekcije požara ili dima te sami načini kojim se pilotu i posadi daje do znanja gdje su detektirani.

Rad se sastoji od 8 dijelova.

U drugom poglavlju predstavljan je opis sustava protupožarne instalacije. Razrađen su načini zaštite od vatre i dima kao i načini detekcije.

U trećem poglavlju objašnjeni su ECAM alarmi. Sustav kojemu je primarna funkcija detekcija stanja motora, količina goriva, poruke i alarmi te potrebne popratne obavijesti.

U četvrtom poglavlju dani su zahtjevi zakonske regulative. Potrebni podaci nalaze se Saveznim propisima u zrakoplovstvu (*Federal Aviation Regulations - FAR*) te Europskim propisima o sigurnosti u zrakoplovstvu (*European Aviation Safety Regulations - EASA*) koji daju točno određene informacije kao što su broj aparata za gašenje požara s obzirom na broj

putnika, popis opreme koja mora postojati u kabini ili odjeljku za prtljagu, zahtijevanje glavnih pilotskih komandi da budu napravljene od materijala otpornog na vatru te slične.

U petom poglavlju pojedinačno su opisane komponente protupožarnog sustava. Putem slika pojednostavljen je prikaz istih te kako se obavještava pilotsko i kabinsko osoblje dođe li do prijeteće opasnosti.

U šestom poglavlju objašnjene su procedure održavanja i kontrole rada sustava. Testiranje se radi od strane posade prije svakog leta. Pritiskom na određene komande pokriven je cijeli sustav budući da je pod nadzorom centralnog računala (s rezervom).

U sedmom dijelu razmatra se napredak u izvedbi i eksploataciji protupožarne instalacije u odnosu na zrakoplove prethodnih generacija. Moderniji zrakoplovi posjeduju više kontrole putem računala i mnogo su pouzdaniji ali konceptualno nalikuju sustavima kao što posjeduju Boeing 737-200 i Boeing 767.

Rad se uvelike oslanja na podatke i informacije pronađene u priručnicima za pilotsko osoblje te odgovarajućim stranicama za potrebe zakonske regulative.

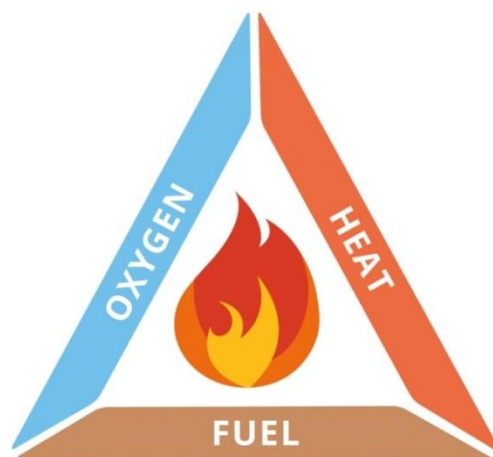


## 2. OPIS SUSTAVA PROTUPOŽARNE INSTALACIJE

Vatra u svijetu avijacije predstavlja ogromnu prijetnju te se smatra najvećim neprijateljem ukoliko nije detektirana na vrijeme. Većina današnjih zrakoplova koristi potpuni protupožarni sustav koji čine sustavi za otkrivanje požara i sustavi za gašenje požara.

### 2.1. ZAŠTITA OD VATRE I DIMA

Za stvaranje kemijske reakcije potrebna su tri elementa: kisik, toplina i gorivo. Ako dođe do spoja sva tri elementa te gorivo dostigne temperaturu paljenja nastaje vatra [3]. Da bi se prekinuo tijekom takvog procesa, potrebno je ukinuti jedan od elemenata.



Slika 1. Potrebna tri elementa pri stvaranju vatre [3]

U današnje su vrijeme moderni zrakoplovi zaštićeni od takvih događaja postavljanjem fiksnih sustava zaštite od požara u onim zonama gdje postoji mogućnost pojavljivanja vatre [3]. Takve zone predviđa sam proizvođač aviona koji zahtjeva postavljanje sustava u određenim dijelovima ili regijama zrakoplova gdje je potrebna detekcija te visokootporni materijali na toplinu.

Pojam "fiksni sustav" jest zato što su sustavi postavljeni dugotrajno te za razliku od prijenosnih uređaja, poput aparata za gašenje požara, nisu u mogućnosti biti prijenosni.

Tipični dijelovi u kojemu su postavljeni fiksni sustavi za detekciju vatre i/ili dima su: motori, kabinsko područje, teretni odjeljak, glavno podvozje, sanitarni prostori, pomoćna jedinica za napajanje i elektronika.

Za razliku od fiksnih sustava zaštite od požara, valja se osvrnuti i na druge zone koje su kod modernih zrakoplova zaštićene detektorima pregrijavanja, detektorima dima, detektorima ugljičnog monoksida, detektorima osjetljivim na porast temperature ili onima zonama gdje ključnu ulogu u detekciji vatre ima promatranje kabinskog osoblja.

Vatra koja se pojavljuje u zrakoplovima, prema Američkoj protupožarnoj udruzi u zaštiti protiv vatre (*U.S. National Fire Protection Association - NFPA*), dijeli se u ukupno 4 skupine:

#### **1. KLASA A**

- Uključuje zapaljive materijale kao što su drvo, papir, guma, plastika.

#### **2. KLASA B**

- Uključuje zapaljive tekućine kao alkohol, petrolej ulje, lakove.

#### **3. KLASA C**

- Uključuje električnu opremu pod naponom u kojoj je dopušteno korištenje sredstva za gašenje požara, a da nije električno vodljivo.

#### **4. KLASA D**

- Uključuje zapaljive metale kao magnezij, titan, litij.

## **2.2. DETEKCIJA DIMA**

Funkcija detekcije dima (*Smoke Detection Function*) je sastavni dio kabinske komunikacije (*Cabin Intercommunication Data System*) i detekcije dima putem monitora u: kabini, teretnom odjeljku (*Cargo*) i elektronici (*Avionics bay*) [1].

Instrumenti za detekciju postavljeni su u odjeljcima na strateškim mjestima prikupljajući uzroke zraka gdje se očekuje da bi se mogla generirati znatna količina dima prije promjene temperature, dovoljna da pokrene detektore osjetljive na toplinu.

### 2.3. DETEKCIJA VATRE

Svrha sustava za detekciju požara jest signalizacija prisutnosti vatre. Jedinice su postavljene na mjestima gdje postoji velika mogućnost njenog pojavljivanja. Funkcija detekcije vatre (*Fire Detection Unit - FDU*) zaslužna je za uočavanje iste u području glavnog podvozja, motorima te pomoćnoj jedinici za napajanje. Jednako kao funkcija detekcije dima upravlja gašenjem požara u motorima i pomoćnoj jedinici za napajanje.

Kao dodatak, zrakoplov posjeduje prijenosne aparate za gašenje požara u pilotskoj kabini i kabinskom području.

Vrste detektora koje se najčešće koriste kod zrakoplova s mlaznim motorima, a brze su pri samoj detekciji, su: optički senzor, pneumatske petlje, električni sustav za otpor (*Electric resistance system*) i stopa porasta temperature (*Rate of Temperature Rise*).

### 3. ECAM

Središnji elektronski monitor za nadzor (*Electronic Centralized Aircraft Monitor - ECAM*) je sustav razvijen od strane Airbus kompanije čija je glavna namjena da prati funkcije zrakoplova te ih pruža pilotima. Također, uočava probleme te moguće načine njihove ispravke putem liste procedura.

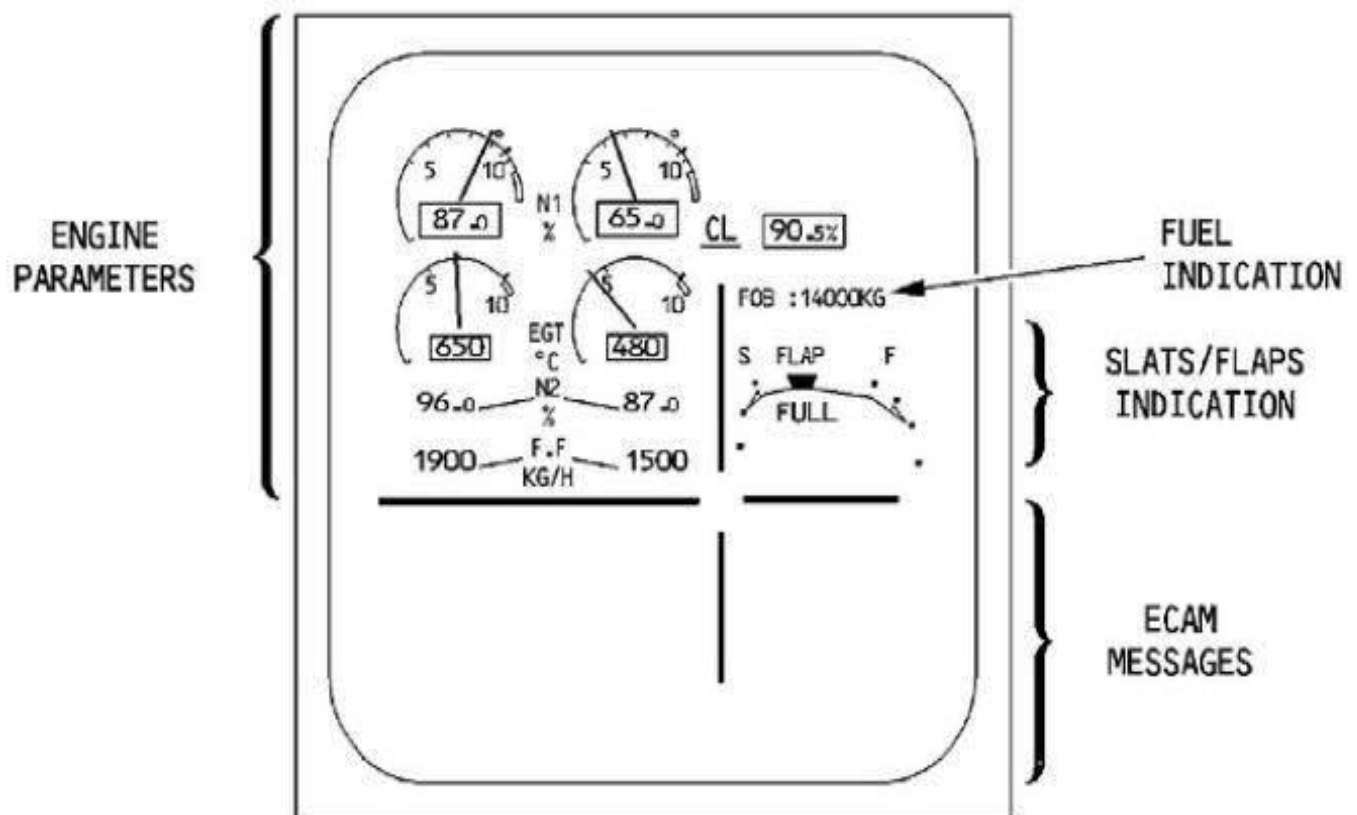
Definira se kao sustav za obavještanje posade i indikacije motora, a smatra se novom verzijom sustava EICAS (*Engine Indicating and Crew Alerting System*) koji se koristi kod Boeing zrakoplova. Napredniji je jer pohranjuje veću količinu podataka, smanjuje korištenje dokumentacije tijekom leta i pruža sve potrebne detalje i informacije tijekom normalnih i onih ne tako svakodnevnih situacija kao što su npr. vatra ili otkaz motora. Shvaćaju se jednostavnim i lakim za uporabu davajući pilotima sve potrebno kako bi ih naveli na ispravno izvršavanje procedura u letu.

Podaci koje ECAM pruža su [17]:

- Upozorenja i popratne obavijesti i alarmi koji upućuju na oprez
- Općeniti podaci o letu
- Količina goriva, položaj zakrilca i pretkrilca (*Flaps and Slats*)
- Sinoptički dijagrami sustava zrakoplova

Sustav ECAM od velike je važnosti budući da nadzire rad svih sustava u zrakoplovu, upozorava posadu ukoliko dođe do nepravilnosti ili greške te navodi potrebne radnje za rješavanje situacije. Smatra se pouzdanim pružajući detalje kvara, a od samog se pilota traži veliko razumijevanja njegovog funkcioniranja.

ECAM se sustav sastoji od dva sustava koja prikazuju potrebna upozorenja i informacije (*Flight Warning System - FWS*), ECAM kontrolne ploča, dvije kontrole koje svijetle (*MASTER WARN* i *MASTER CAUT*) te četiri zvučnika za glasovno upozorenje. FWS se prikazuje kroz četiri različita monitora: prikaz stanja motora (*Engine/Warning Display*), općeniti prikaz stanja sustava (*System Display - SD*) te dva primarna prikaza, svaki s jedne strane (*Primary Flight Display*). Pri normalnim će operacijama pomagati pilotima i davati upute s točno navedenim koracima, a dođe li do opasnosti, piloti će međusobno dogovarati o izvođenju sljedeće radnje poštivajući ono što je preporučeno putem sustava.



Slika 2. Primjer prikaza obavijesti [14]

Na danom primjeru ECAM monitora (slika 2), u gornjem lijevom kutu, prikazani su parametri motora. U gornjem desnom kutu dana je indikacija goriva aviona (*Fuel On Board*) ispod koje se može iščitati indikacija zakrilca odnosno pretkrilca. U donjem dijelu slike su ECAM poruke. Na lijevoj strani zaprimaju se primarna upozorenja ili informacije opreza te *memo* podaci. Na desnoj strani nalaze se imena sustava pogođena primarnim upozorenjima, sekundarni neuspjesi rada sustava ili specijalne poruke kao što je „*Land As Soon As Possible*“ čime bi se zahtijevalo od posade hitno slijetanje bez odgode.

Predstavljena su tri različita stupnja važnosti ECAM obavijesti: razina 1, razina 2 i razina 3. Razlikuju se s obzirom na intenzitet opasnosti i ozbiljnosti događaja koji prijete zrakoplovu:

- **Razina 1** – na indikatorima svijetli kao narančasto svjetlo bez zvučnih indikacija, skrećući pozornost na problem i praćenje razvoja putem ECAM-a.
- **Razina 2** – na indikatorima svijetli kao narančasto sa zvučnim indikacijama (*single chime*) te putem ECAM-a skreće pozornost na vanrednu situaciju te pripremanje na moguće poduzimanje odgovarajućih akcija.
- **Razina 3** – sigurnost je na prvom mjestu; na indikatorima svijetli kao crveno svjetlo s ponavljajućim zvučnim indikacijama (*continuous repetitive chime*) te je trenutna akcija obavezna.

S obzirom na važnost pojedinih informacija koje se pružaju pilotima, E/WD sustav će ih predstaviti s obzirom na prioritet, tako će one najbitnije biti pri vrhu kako bi se osiguralo da ih piloti vide prve.

Nakon što se poduzmu određene naredbe sustava, slova mijenjaju boju kako bi se potvrdila njena izvršenost (iz plave u bijelu). Da bi se naglasila važnost informacija, ECAM koristi nekoliko boja kojima je lakše razaznati o bitnosti dane informacije. Predstavljaju se u nekoliko različitih, ovisno o normalnosti odnosno abnormalnosti slučaja [13]:

- **crvena** – slučaj zahtjeva trenutačnu akciju
- **narančasta (tamno žuta)** – upozorenje ali bez poduzimanja akcija
- **zelena** – normalna operacija; **pulsirajuće zelena** – približavanje limitacijama
- **plava** – limitacije ili akcije koje će se provoditi u proceduri, provjeravanje *checkliste*
- **ljubičasta** – specijalne poruke (polijetanje ili slijetanje)
- **bijela** – informacije koje su dovršene u proceduri postaju bijele; važniji naslovi
- **siva** – naslovi ili podaci dovršene s *checkliste*; koji više ne vrijede ili pak nisu aktivne

## 4. ZAHTJEVI IZ ZAKONSKE REGULATIVE

Zahtjevi iz zakonske regulative predstavljaju pravila i norme kojih se kompanije moraju pridržavati kako bi bile legalne upravljati zrakom. Pri projektiranju i eksploataciji protupožarne instalacije transportnih zrakoplova podložne su točno određenim pravilima navedenim od strane FAR (*Federal Aviation Regulations - FAR*) koje donosi (*Federal Aviation Administration - FAA*) za što efikasnije i sigurnije odvijanje zračnog prometa, manje rizika i nesreća sa što manje posljedica i dovođenja putnika, kabinskog i pilotskog osoblja u opasnost [7].

Dokument je zbog kompleksnosti podijeljen u dijelove. Protupožarne instalacije transportnih zrakoplova uvrštene u Standarde plovidbe: Kategorije transportnih zrakoplova (*Airworthiness Standards: Transport Category Airplanes*), dio 25. odnosi se samo na one zrakoplove koji služe za transport [7].

Jednom kada je potvrda izdana, važno je kontrolirati i pratiti održavanje iste kako bi standardi bili održani. Usklađenost država je ključna te fundament kako bi se ispunili najviši sigurnosni standardi.

FAR 25 odnosi se na zaštitu od vatre (*Fire protection*). Sastoji se od 11 regulativa uz opis pojedine:

- **FAR 25.851 - Aparati za gašenje požara**

Predstavljen je minimalan broj potrebnih protupožarnih aparata na temelju mogućeg kapaciteta putnika u određenom zrakoplovu (za Airbus A380 koji može prevoziti 500 do 800 ljudi). Svaka putnička kabina mora sadržavati bar jedan koji će se nalaziti u blizini kuhinje. Aparati moraju biti operativni, provjereni i u funkciji, lako dostupni operativnom osoblju tijekom svih faza leta.

- **FAR 25.853 - Pretinci interijera**

Navodi da sva područja u kojem boravi osoblje i putnici mora proći određene kriterije kako bi osigurali sigurnost jednako kao i da vrata *flight decka* u slučaju opasnosti moraju ostati zatvorena; ističe da pušenje nije dozvoljeno te da svaka sanitarna prostorija mora podržavati ugrađenu pepeljaru.

- **FAR 25.854 - Zaštita sanitarnog prostora od vatre**

Svaki sanitarni prostor mora biti opremljen s detektorom dima, koji će zvukovnim/vizualnim upozorenjima dojaviti osoblju o incidentu, te ugrađenim automatskim aparatom za gašenje vatre.

- **FAR 25.855 - Odjeljci za prtljagu ili teret**

Unutrašnji prostor teretnog odjeljka mora biti osiguran i zaštićen tako da nije izložen vodičima, struji, kontrolama i toplini. Takvi dijelovi moraju biti osigurani i ne lako dostupni. Zidovi, pregrade i stropovi moraju ispuniti propisane kriterije 25.857.

- **FAR 25.857 - Klasifikacija odjeljaka za prtljagu ili teret**

Opis klasa teretnih odjeljaka. Otkrivanje vatre u klasi A lako je uočivo osoblju. Klasa B opisuje incidente gdje osoblje može pristupiti s indikacijama u pilotskoj kabini. Klasa C uključuje odobrene, dodatne sustave za gašenje požara koji su pod nadzorom i kontrolom pilotskog osoblja.

- **FAR 25.858 - Sustav za detekciju vatre ili dima u odjeljcima za prtljagu ili teret**

Odjeljci moraju posjedovati sustav za detekciju vatre ili dima koji će u periodu unutar jedne minute javiti pilotima o indikaciji istih.

- **FAR 25.859 - Zaštita od vatre kod grijača**

Određene zone grijača moraju biti zaštićene kako moguće zapaljive tekućine ne bi bile izložene opasnosti pregrijavanja, ili da same ne bi dospjele u grijač. Svi zračni kanali prolazeći raznim zonama moraju biti otporni na vatru.

- **FAR 25.863 - Zaštita od vatre kod zapaljivih tekućina**

Područja u kojima se očekuje pojava zapaljivih tekućina mora biti osigurana od zagrijavanja i zapaljivanja. Ukoliko se kao takva otkrije, mora biti locirana i definirana.



- **FAR 25.865 - Zaštita od vatre kod komanda za let, nosača motora ili ostalih struktura**

Kontrole moraju biti izrađene od čvrstih i teško topivih materijala kako bi mogli izdržati visoku temperaturu; ili zaštićeni.

- **FAR 25.867 - Zaštita od vatre: ostale komponente**

Ostale komponente moraju biti napravljene od materijala koji podnose vatru ali to se ne odnosi na repne površine koje ne mogu biti lako zahvaćene iskrama ili požarom.

- **FAR 25.869 - Zaštita od vatre: sustavi**

Električni sustavi, kablovi i oprema mora biti zaštićena i otporna kako bi bila operativna za vrijeme postupaka u slučaju nužde. Glavni vodiči moraju moći izdržati određene deformacije i temperaturu te nastaviti biti operativni.

Europski propisi o sigurnosti u zrakoplovstvu predstavljani su putem Europske agencije za civilno zrakoplovstvo (*European Aviation Safety Agency - EASA*) čija je misija pružanje najvećih razina sigurnosti u civilnom zrakoplovstvu. Kao glavni zadatak agencije jest da izrađuje i donosi zakone o sigurnosti, certificiranju zrakoplova i licenciranje pilota (u suradnji s nacionalnim vlastima), obrađuje podatke i odobrava projekte zrakoplovnih organizacija diljem svijeta, pruža potrebnu tehničku pomoć, radi i sudjeluje u istraživanjima jednako kao i treninzima.

Cilj jest da omogući najveće standarde u zračnom prometu ali pritom da ne zanemari utjecaj na okoliš.

U dijelu certifikata 25 (*Certification Specification - CS*) predstavljene su specifikacije za veće zrakoplove kao što je to Airbus, a odnose se na protupožarne sustave:

- **CS 25.863 Zaštita zapaljivih tekućina**

Zone čije je područje izloženo zapaljivim tekućinama treba biti ventilirano kako se ne bi dovele do potencijalne opasnosti [8].

- **CS 25.869 (a) Zaštita električnog sustava**

Komponente električnog sustava moraju biti napravljene od materijala otpornih na visoke temperature, izrađene i postavljene na način da i kada dođe do pregrijavanja i kvara, ne predstavljaju opasnost za odijele putnika (npr. dim) [8].

- **CS 25.869 (c) Zaštita sustava s kisikom**

Ventili visokog pritiska (*high-pressure valves*) moraju se otvarati polako na način kojim bi se izbjegla pojava moguće eksplozije. Instalirani sustavi trebaju biti postavljeni tako da budu na sigurnoj udaljenosti od električnih sustava i tekućina, da budu zaštićeni od masnoća i uljnih tekućina, efekta vibracije te što jednostavniji pri kretanju kontrola i drugih mehanizama [8].

## 5. PRIKAZ KOMPONENTI PROTUPOŽARNOG SUSTAVA

Glavni dijelovi zrakoplova posjeduju komponente za ranu detekciju vatre te su zaštićeni protupožarnim sustavima koji su postavljeni na različitim mjestima ovisno govori li se o motorima, glavnom podvozju, pomoćnoj jedinici za napajanje, kabini ili teretnom odjeljku. Navedeni dijelovi posjeduju sustave za zaštitu samog zrakoplova te jedinice za detekciju, a ukoliko dođe do pojave vatre, indikacije kontrola u pilotskoj kabini dojavljaju posadi, čijim se upravljanjem izoliraju određene komponente i vrši trenutno gašenje.

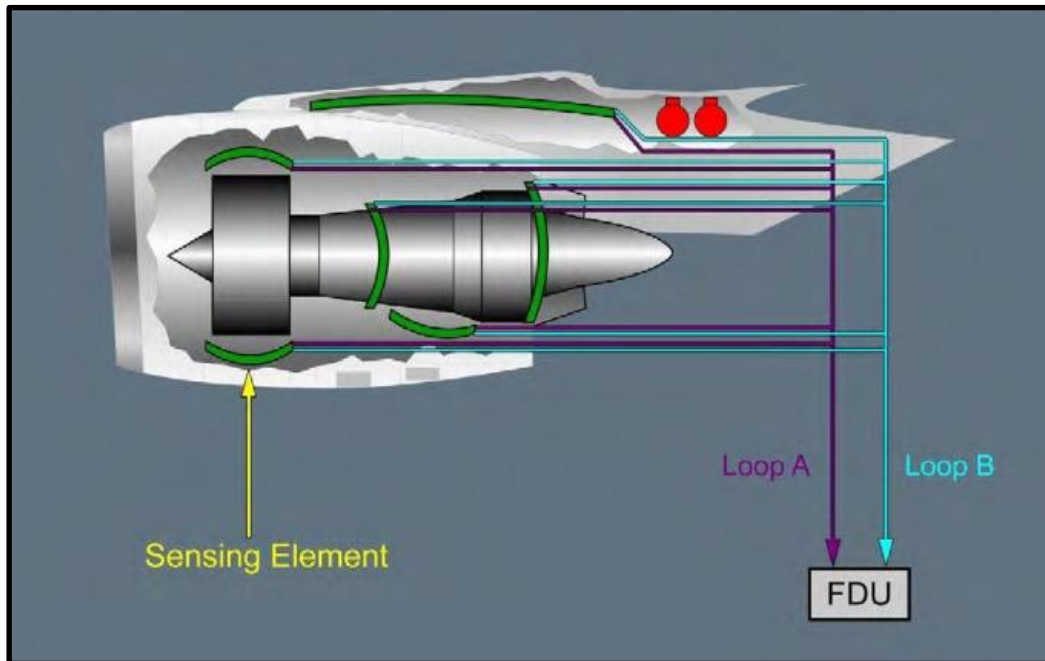
Kako bi se vatra detektirala koristi se nekoliko različitih tehnika: detektori dima, detektori porasta temperature, detektori pregrijavanje i promatranje kabinskog/pilotskog osoblja.

Detektori dima mogu biti fotoelektrični i ionizacijskog tipa. Oni ionizacijskog tipa koriste se u sanitarnim prostorijama i teretnim odjeljcima, a pokazuju se kao nepouzdana budući da su osjetljivi na prašinu i vodu. Rade na principu praćenja izgaranja ioniziranih nusprodukata koji prolaze kroz nabijeno električno polje. Fotoelektrični detektori dima postali su standard pri korištenju u zrakoplovnoj industriji; mjere refleksiju, refrakciju ili apsorpciju svjetla valnog područja. Kvaliteta detektora ovisi o tome gdje su postavljeni u odnosu na pojavu vatre.

### 5.1. MOTORI

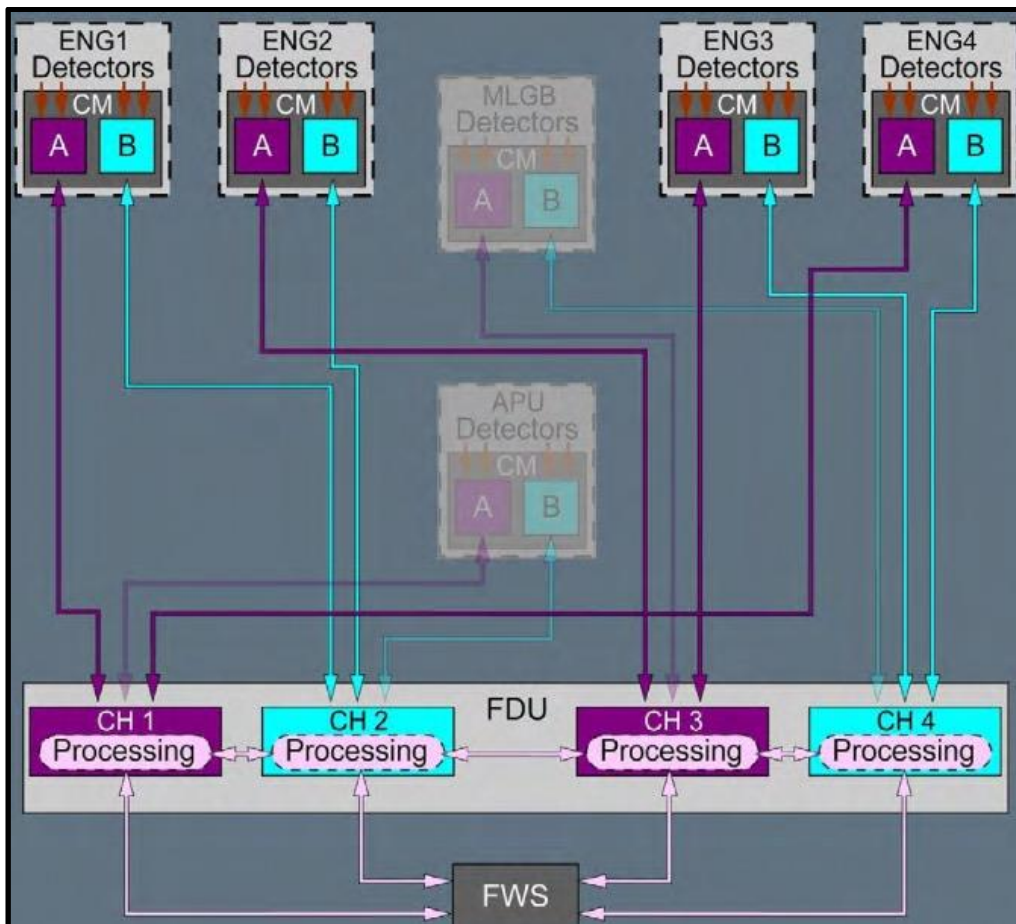
#### 5.1.1. DETEKCIJA VATRE

Svaki motor zrakoplova posjeduje sustav detekcije vatre za promatranje zona osjetljivih na toplinu gdje bi se potencijalna vatra mogla pojaviti. Takvim zonama smatraju se: jezgra i ventilator motora, središnji kompresor i *pylon nacelle* (kućište koje drži motor na krilu budući da je ono zaštićeno od vanjskih utjecaja) [1].



Slika 3. Prikaz osjetljivih područja motora na toplinu [1]

Sustav funkcionira tako da koristi dvije identične petlje (petlja A i petlja B) koje posjeduju detektore za vatru na svakoj pojedinoj zoni. Kada se vatra pojavi, odašilje se informacija putem petlja do jedinice za detekciju (*Fire Detection Unit* - FDU). Tada ta jedinica prosljeđuje informacije ECAM sustavu kojim se očitavaju upozorenja u pilotskoj kabini.



Slika 4. Prikaz sheme funkcioniranja [1]

Za svaki se motor upotrebljavaju dva različita kanala da bi se usporedile informacije koje su petlje zaprimile. Kada je vatra detektirana u motoru pojavljuje se niz sljedećih obavijesti [1]:

- Glavni prekidač upozorenja (*MASTER WARN*) svijetli
- ECAM upozorenje za vatru motora (*ENG FIRE*)
- Kontinuirani zvuk upozorenja
- ECAM prikaznik sustava (*System Display - SD*) prikazuje obavijesti o motoru (*ENG page*)
- Na prikazniku ploče motora (*ENG PANEL*), svjetlo vatre svijetli
- Na glavnom prikazniku, svjetlo vatre svijetli

### 5.1.2. IZOLACIJA MOTORA

Pri pojavi vatre u predjelu motora dvije će funkcije biti dostupne: trenutno gašenje vatre u zahvaćenom području motora te izolacija kako se vatra ne bi dalje širila i zahvatila ostale dijelove zrakoplova.

Posada će, ako dođe do vatre, izolirati i ugasiti vatru upravljajući *ENG FIRE* prikaznikom koji se nalazi u pilotskoj kabini. Svaki je motor moguće izolirati pritiskom na *ENG FIRE* prekidač. Pritiskom na njega pokrenuti će se sljedeće radnje [1]:

- Boce za gašenje požara spremne su za pražnjenje
- Zaustavljeno upozorenje na vatru
- Zatvoren je tzv. niski pritisak dotoka goriva
- FADEC isključen

### 5.1.3. GAŠENJE VATRE

Airbus A380 je četveromotorni zrakoplov. Na svakom se motoru nalaze dvije boce za gašenje. Svaka boca sadrži dva prekidača čijim se pokretanjem aktivira gašenje. Nakon pritiska prekidača *ENG FIRE*, boca se ispražnjuje za onaj dio područja u kojem je vatra locirana.



Slika 5. Prikaz *FIRE* ploče u pilotskoj kabini [1]

#### 5.1.4. KONTROLE I INDIKATORI U PILOTSKOJ KABINI

Prikaz *ENG FIRE* ploče:

- a) **Normalna pozicija;** nema detekcije vatre.



Slika 6. Prikaz *FIRE* komande u normalnom položaju [1]

- b) **Vatra je detektirana;** „Fire prekidač“ postaje osvijetljen na *ENG MASTER* ploči te indicira vatrom zahvaćeni motor. Povezan s ECAM sustavom, svijetlo ostaje sve dok vatra ne nestane bez obzira na poziciju *ENG FIRE* komande (*Push Button*). Pilot u tom slučaju pritišće *ENG FIRE Panel Test Pushbutton*.



Slika 7. Prikaz *FIRE* osvijetljene komande [1]

- c) Ukoliko je pritisnut, svi povezani sustavi biti će izolirani od pomoćne jedinice za napajanje, upozorenje za vatru će nestati, a boca za gašenje požara je spremna za pražnjenje.

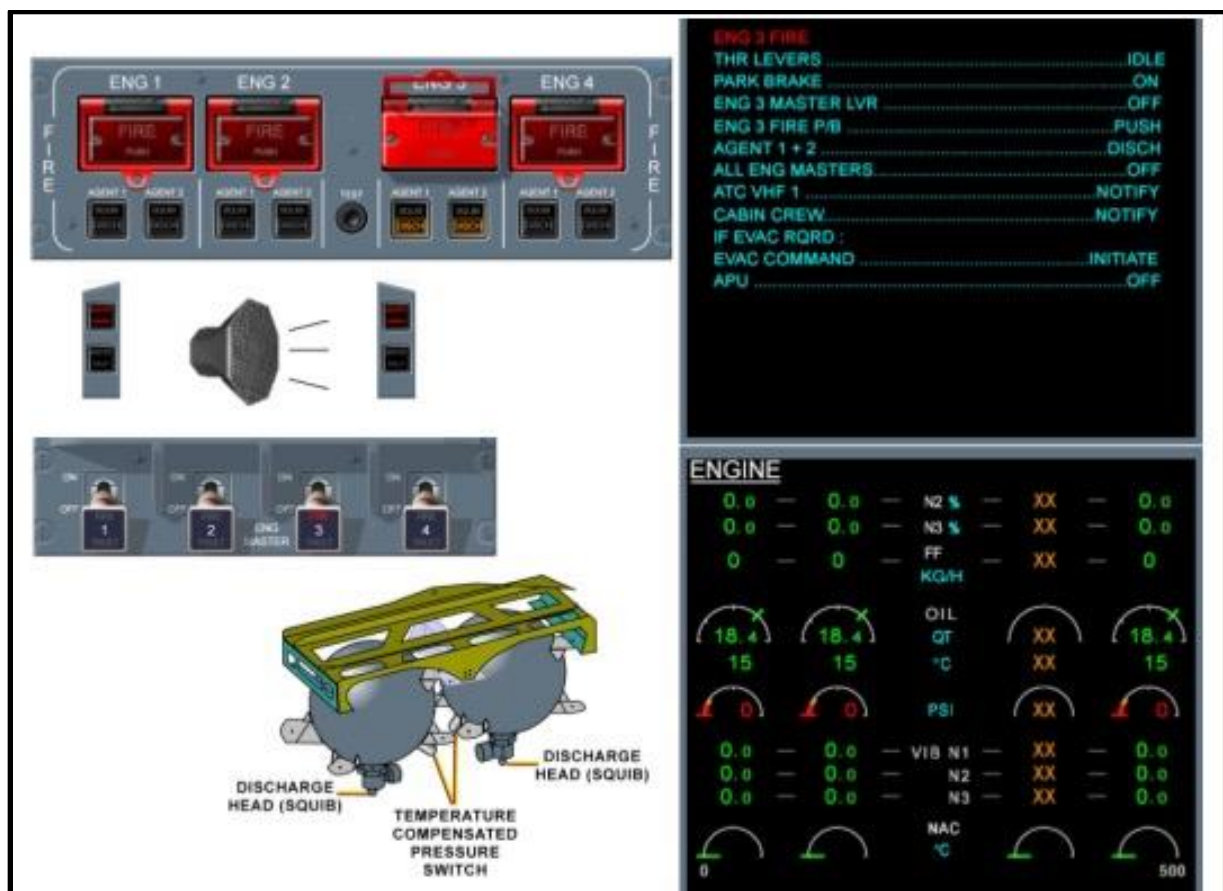


Slika 8. Prikaz *FIRE* aktivirane komande [1]

Na slici 9. dan je primjer cijelog tijeka događaja, od pojave problema, do njegova detektiranja i objave na ECAM zaslonu u pilotskoj kabini.

Područja osjetljiva na toplinu šalju signale putem petlja kako bi obavijestile jedinicu za detekciju vatre, FDU [4]. FDU prenosi pristigle informacije ECAM računalu koje pilotima daje do znanja što se događa, mjesto indikacije, mjere opreza i procedure. Pilotska je posada nužna slijediti upute te međusobno potvrditi zajedničku odluku. Budući da se radi o najvećoj opasnosti, vatri, sustav će nam dojaviti crvenom bojom kako bi lako uočili i postavili kao prioritet. Plavim je slovima prikazana lista stvari koje trebaju odraditi te će po završetku svake promijeniti boju. Kontinuirani zvukovi pojavljuju se u pilotskoj kabini kao zvukovno upozorenje s osvjetljenjem komande *FIRE*. Kontrolu *ENG MASTER* broj 3 (ECAM nam je javio da se radi o pojavi vatre na motoru broj 3) stavljamo na *OFF*, a pritiskom na komandu *AGENT1 DISCH SQUIB* ispražnjuje se aparat gaseći vatru na motoru. Ako je potreban i drugi, pritišćemo *AGENT2 DISCH SQUIB* [4]. Obje boce se ispražnjuju. Kada se radi o pojavi vatre na motoru, smatra se jednom od većih prijetnji zrakoplova u letu te je nužno sletjeti na najbliži aerodrom.



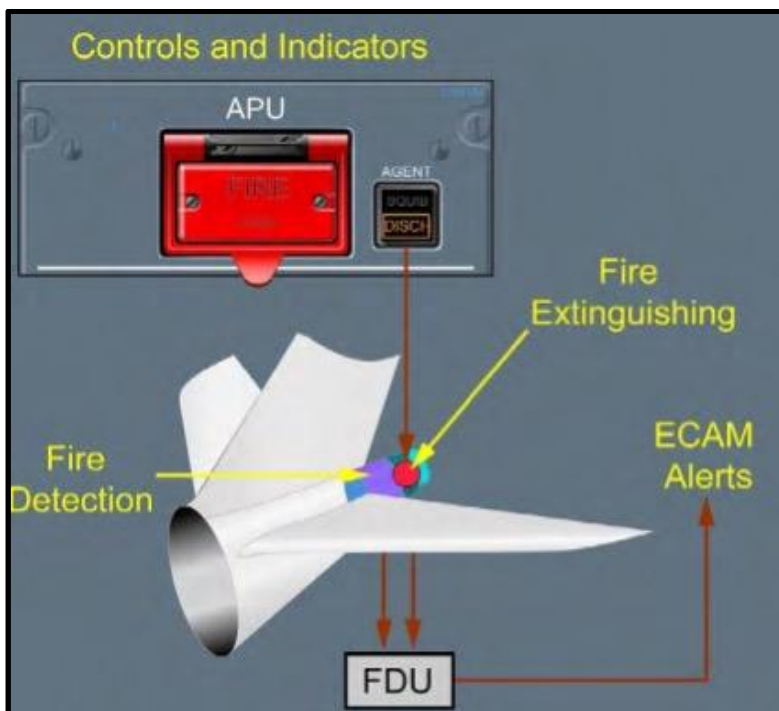


Slika 9. Prikaz cjelokupnog scenarija [4]

## 5.2. POMOĆNA JEDINICA ZA NAPAJANJE

Sustav zaštite od vatre pomoćne jedinice za napajanje sastoji se od [1]:

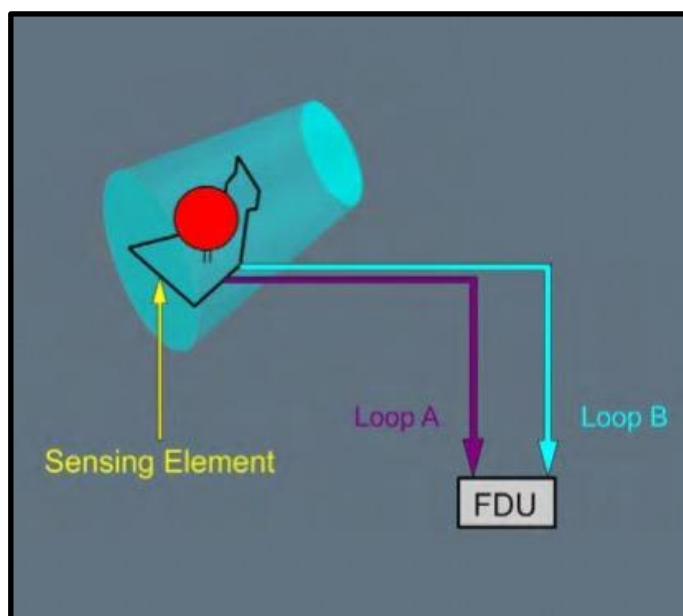
- Sustava detekcije vatre.
- Jedne boce za gašenje vatre.
- Vizualnih i audio znakova.
- Prikaznika pomoćne jedinice za napajanje s odgovarajućim kontrolama pomoću kojih pilot upravlja bocama za gašenje i izolacijom ostalih sustava zrakoplova.



Slika 10. Prikaz APU detekcije [1]

### 5.2.1. DETEKCIJA VATRE

Jednako kao i kod motora, sustav detekcije vatre koristi dvije petlje (petlja A i petlja B) te svaka od njih posjeduje detektore dima. Jedinica detekcije vatre FDU zaprima informacije od petlja te ih šalje ECAM sustavu kako bi se aktivirala odgovarajuća upozorenja posadi.



Slika 11. Osjetljivo područje APU na toplinu [1]

Kada je vatra detektirana u jedinici, pojavljuje se niz sljedećih obavijesti [4]:

- Prekidač glavnog upozorenja (*MASTER WARN*) svijetli
- Kontinuirani zvuk (*repetitive chime sounds*)
- ECAM upozorenje za vatru pomoćne jedinice za napajanje
- Na prikazniku vatre prekidač *FIRE* svijetli

Kao dodatak signalizaciji u pilotskoj kabini:

- Pomoćna jedinica za napajanje se automatski isključuje, a vanjski alarm uključuje
- Svjetlo vatre pomoćne jedinice za napajanje na *Maintenance Nose Gear* ploči svijetli

### 5.2.2. IZOLACIJA APU

Pomoćna jedinica za napajanje može biti izolirana pritiskom na odgovarajuće *APU FIRE* prekidač. Pritiskom na njega pokrenuti će se sljedeće radnje [1]:

- Gašenje APU
- Prekid upozorenja
- Pripravnost aparata za gašenje
- Aparat je spreman za pražnjenje
- Deaktiviranje APU generatora
- Zatvaranje APU i *crossbleed ventila*
- Zatvaranje APU pumpe goriva

### 5.2.3. GAŠENJE VATRE

APU jedinica posjeduje samo jednu bocu za gašenje vatre na kojoj se nalaze dva eksplozivna punjenja (*squib*) omogućavajući njeno pražnjenje [1]. To će se dogoditi:

- U letu: ručno je kontrolirano putem *APU Fire* prikaznika u kokpitu
- Na zemlji: automatski

*Fire Detection Unit* zaprima signale od sustava retrakcije podvozja (*Landing Gear Retraction System - LGRS*) pomoću kojeg uviđa nalazi li se zrakoplov u zraku ili na zemlji.

Nakon pritiska prekidača *APU FIRE*, boca se ispražnjuje za dio u kojem je vatra locirana ukoliko su oba aparata u stanju pripravnosti ili je jedan pripravan, a drugi neoperativan [4].

#### 5.2.4. KONTROLE I INDIKATORI U PILOTSKOJ KABINI

##### ***APU FIRE pushbutton:***

- a) **Normalna pozicija;** nema detekcije vatre.



Slika 12. Prikaz *FIRE* kontrole u normalnom stanju [1]

- b) **Vatra je detektirana;** prekidač svijetli sve dok vatra nije ugašena bez obzira na poziciju *APU FIRE* komande.



Slika 13. Prikaz *FIRE* osvijetljene komande [1]

- c) Ukoliko je pritisnut, svi povezani sustavi biti će izolirani od APU, upozorenje za vatru će nestati, a boca za gašenje požara je spremna za pražnjenje.



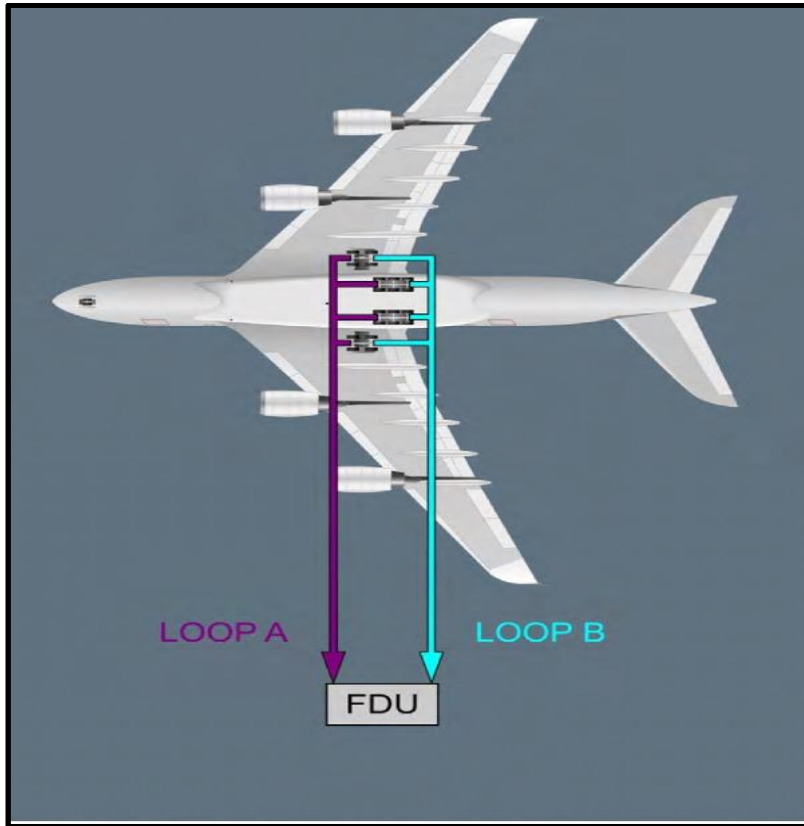
Slika 14. Prikaz *FIRE* aktivirane komande [1]

### 5.3. GLAVNO PODVOZJE

Glavno podvozje zaštićeno je sustavom detekcije vatre te vizualnim i glasovnim upozorenjima. FDU je zadužena, ako dođe do pregrijavanja, otkriti mjesto u prostoru između podvozja krila ili podvozja na trupu zrakoplova. Kao i prethodni sustavi koristit će se petlje, petlja A i petlja B, koje šalju potrebne informacije o pregrijavanju *Fire Detection* jedinici. Ta će jedinica prenijeti informacije ECAM sustavu kako bi se pokrenula potrebna upozorenja i oprezi.

FDU koristi 4 nezavisna kanala; 2 različita za usporedbu informacija koje zaprima od obje petlje. U slučaju da jedna od petlji bude u nemogućnosti rada, preostala će petlja nastaviti s radom, a detekcija vatre biti će prikazana.

Pri pojavi vatre na glavnom podvozju, u pilotskoj će se kabini pojaviti kontinuirano zvono, eng. *MASTER WARNING* će svijetliti, ECAM EWD sustav će prikazati da je glavno podvozje zahvaćeno (*MLG BAY FIRE*) vatrom te će izdati potrebne procedure koje treba slijediti. Također, prikazano je i stanje sustava kotača kako bi se moglo motriti.



Slika 15. Prikaz petlje A i petlje B [1]

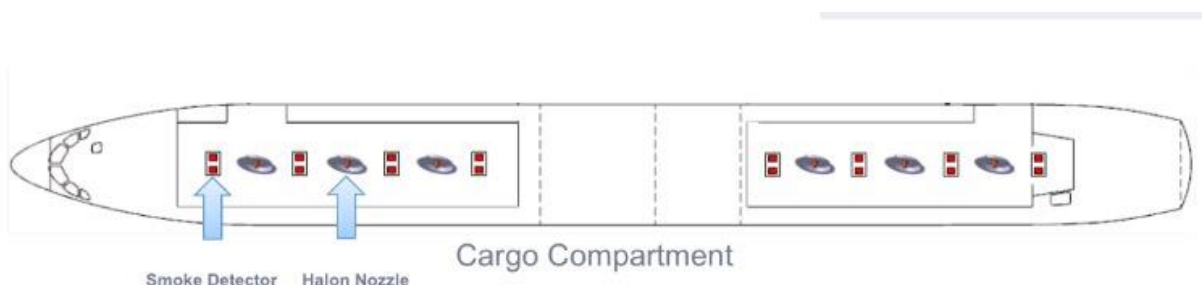


Slika 16. Prikaz ECAM obavijesti [13]

Na slici 17. dan je primjer ECAM upozorenja. Crvenim je slovima označeno da je glavno podvozje zrakoplova zahvaćeno vatrom te je prioritet sletjeti što je prije moguće. Kada su slova prikazana crvenom bojom, zahtijevaju trenutačnu akciju. Bijelom je bojom istaknut naslov da nas uputi koje procedure slijedimo kada smo na brzini manjoj od 250/50. Pomičemo polugu podvozja prema dolje te se javljamo kontroli zračne plovidbe. Kada pomaknemo polugu, naredba će se poništiti.

## 5.4. TERETNI ODJELJAK

Teretni se odjeljak (*cargo*) zrakoplova komercijalnog zrakoplovstva nalazi u donjem dijelu trupa. Radi lakšeg nadzora prostora u kojem se prenosi prtljaga putnika i roba, podijeljen je u dva dijela: prednji i stražnji. Stražnji će dio odjeljka podržavati (*bulk* dio) prostor namijenjen za pohranu stvari koje je pristigla zadnji tren, koja će trebati biti prva izvađena (npr. prtljaga kabinskog osoblja) ili životinje, budući da je u tom odjeljku moguća regulacija temperature.



Slika 17. Prikaz smještaja detektora dima u teretnom odjeljku [1]

### 5.4.1. DETEKCIJA VATRE

Oba su odjeljka, prednji i stražnji, zaštićeni sustavom detekcije dima i sustavom gašenja vatre. Sustav funkcionira tako da se detektori dima postave u oba dijela. Detektori kao takvi nalaze se unutar točno namijenjenih rupa stropa teretnog prostora. Svaka rupa posjeduje dva detektora i jednu mlaznicu aparata za njegovo pražnjenje. Funkcija osjetljiva na dim reagirat će te poslati informaciju ECAM-u čiji je zadatak prikazati potrebna

upozorenja ili pak dati do znanja da se samo radi o greški detektora. Ovisno radi li se o dimu ili greški, pri detekciji će dima odgovarajući oprezi biti inicirani. U tom slučaju prekida se ventilacija kako ne bi zahvatio druge dijelove odjeljka te se ventil izolacije zatvara.



Slika 18. Prikaz unutrašnjosti teretnog odjeljka [13]

#### 5.4.2. LOGIKA DETEKCIJE VATRE

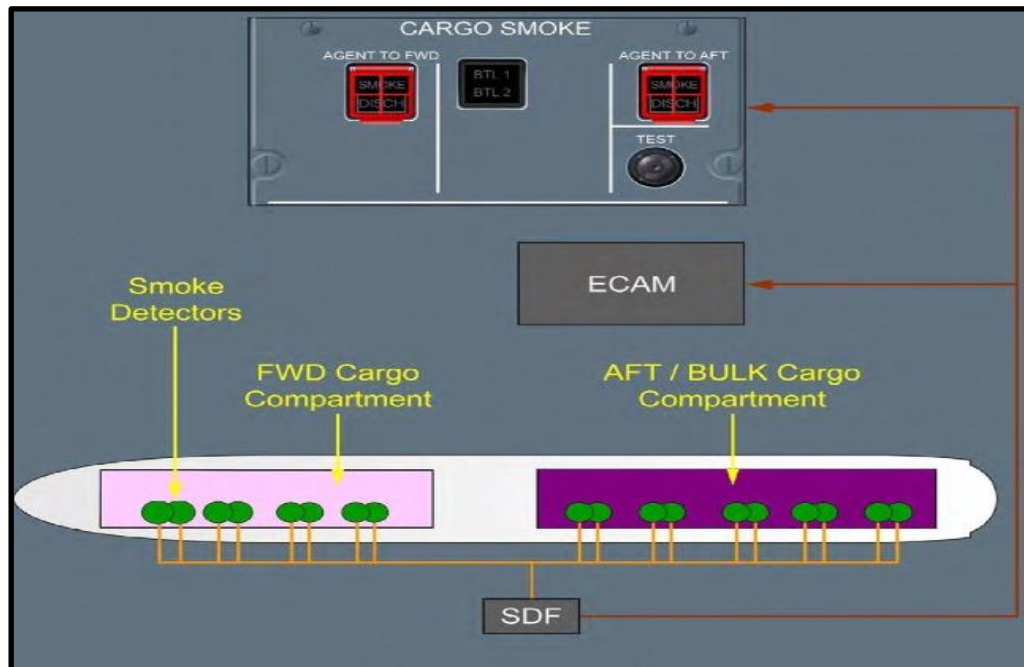
Funkcija *SMOKE DET FAULT* reagira u odgovarajućem odjeljku kada jedan od detektora ne bude u mogućnosti rada tj. bude neoperativan, ili samo jedan detektira dim [1].

Funkcija opreza *SMOKE* reagira i pokreće se u odgovarajućem odjeljku kada oba detektora detektiraju dim, ili jedan detektor detektira dim, a drugi bude neoperativan [1].

Pri detekciji dima šalju se informacije ECAM monitoru koji se nalazi u pilotskoj kabini. Da bi se postigle valjane akcije od strane pilotske posade, budući da za vrijeme leta nemaju pristup tom prostoru, koriste *CARGO SMOKE* ploču s kontrolama. Dvije tipke naziva *AGENT to FWD* (*Forward*; tipka namijenjena za prednji dio teretnog odjeljka) i *AGENT to AFT* (*Aft*; tipka namijenjena za stražnji dio teretnog odjeljka) odnose se na aparate za gašenje čijim se pritiskom i aktivacijom ispražnjuje aparat. Prva će se boca isprazniti u potpunosti dok će se



druga održavati potiskivanje sljedeća četiri sata. Samim time ventilacija će se prekinuti i automatski izolirati kako se ostali dijelovi ne bi doveli u nepotrebnu opasnost.



Slika 19. Prikaz sustava detekcije teretnog odjeljka [1]

## 5.5. KABINSKO PODRUČJE

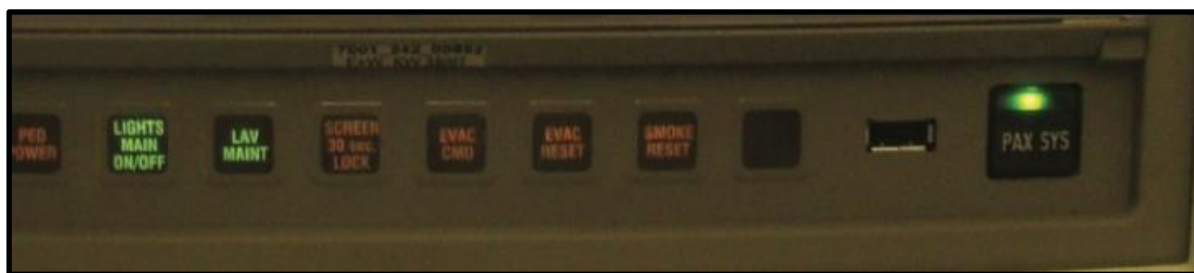
Uspješna zaštita od vatre u zrakoplovu podrazumijeva različite pristupe i rješenja. Neka su pod našim nadzorom i ovisе o pravoj reakciji u danom trenutku dok su ostala postavljena te se oslanjamo isključivo na njihovu kvalitetu i pouzdanost. Takav bi sustav mogli podijeliti na aktivan i pasivan. Pod pasivan ubrajamo protupožarne materijale i konstrukcije kvalitete koja jamči sprječavanje pojavu vatre no budući da uvijek može doći do kvara, pregrijavanja ili neočekivane iskre, oslanjamo se ugrađenim sustavom detekcije i gašenja. Kako pasivan sustav nije dovoljan za cijeli zrakoplov i nemoguće je oslanjati se samo na takav, postoji i aktivan sustav u kojem sudjeluje posada. Uzimajući u obzir da je gornji dio zrakoplova namijenjen za smještaj putnika, šanse za pojavu požara znatno su veće. Ljudski je faktor onaj koji ne možemo kontrolirati te valja obratiti dodatnu pažnju na situacije koje uključuju veliki broj ljudi.

### 5.5.1. DETEKCIJA DIMA

Zrakoplovi veličine kao što je to Airbus A380 prevoze veliki broj ljudi te je u takvima strogo zabranjeno pušenje, uključujući elektronske cigarete. Na određenim mjestima je označeno znakovima i tijekom cijelog leta biti će uključen znak zabrane paljenja cigareta. Razlog tomu su detektori dima koji postaju osjetljivi pri i najmanjoj količini istog. Kako bi se spriječio razvoj požara, detektori dima postavljeni su u svakom sanitarnom prostoru i glavnom uredu (*Crew Work Station - CWS*) gdje, kada osoba boravi zaključana, kabinsko osoblje nema pristup. Biti će postavljen u stropu kako bi detekcija bila ravnomjerna. Provjeru ispravnosti vrši nadređeni prije samog leta provjerom stranice *smoke detect* na monitoru (*Flight Attendant Panel - FAP*) za obje etaže. Nalaze se samo na dvije lokacije: kod ML1 vrata (glavna vrata na lijevoj donje etaže; smatraju se kao glavna) i UL1 vrata (prva vrata na lijevoj strani gornje etaže). Zeleni kvadrati dijagrama indiciraju lokacije ispravnih detektora dima koji su u funkciji. Ukoliko su takvi kvadrati narančaste boje, indiciraju neispravnost i nemogućnost rada. Uz FAP, za indikaciju dima služi i tzv. AIP (*Attendant Indication Panel*; prikaznik točno određene lokacije zahvaćene od strane dima ili vatre) i ACP (*Area Call Panel*) prikaznika pomoću kojeg bojom razaznajemo koja lokacija zrakoplova je zahvaćena.

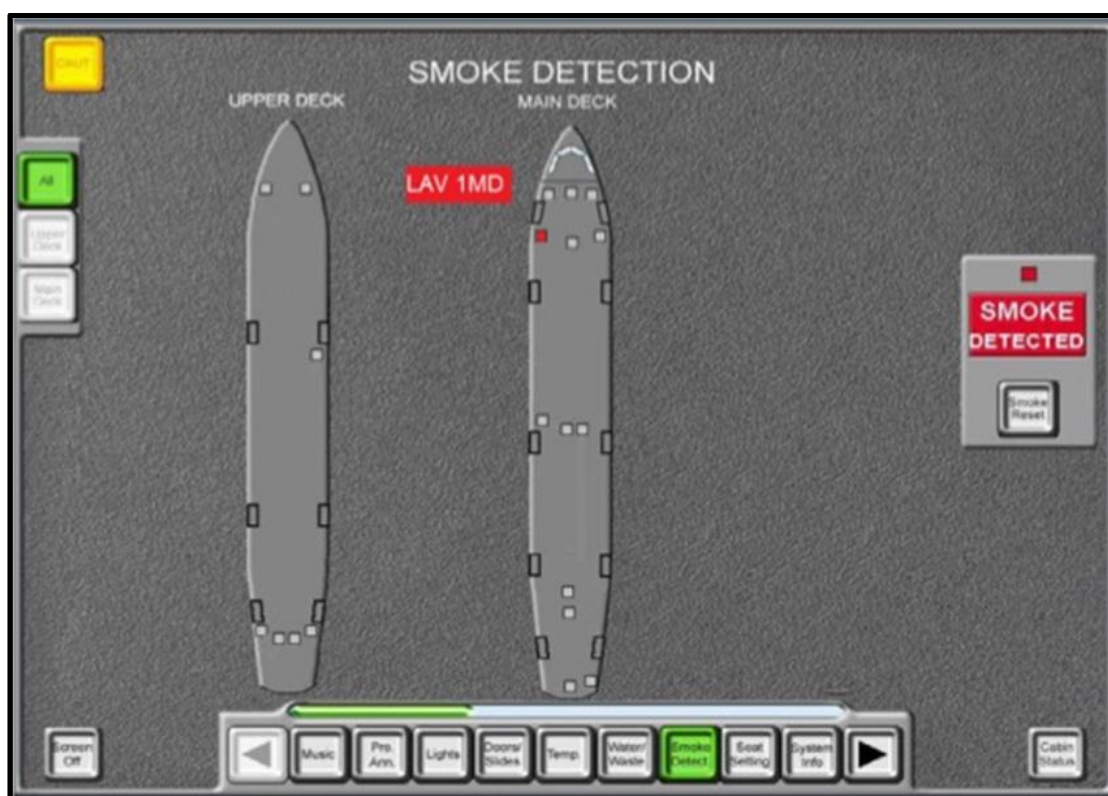
Pri detekciji dima prikazat će se slijedit će ih odgovarajući vizualni i glasovni signali [1]:

- Ponavljajući trostruki niski zvuk svakih 30 sekundi
- Titrajuće narančasto svjetlo s vanjske strane iznad ulaza u sanitarno područje
- Titrajuće narančasto svjetlo na stropu kabine ACP prikaznika
- Titrajuće crveno svjetlo na AIP prikazniku s oznakom koje je područje zahvaćeno dimom
- Zahvaćeno područje biti će prikazano na stranici *SMOKE DETECT* na zaslonu FAP
- Zahvaćeno područje biti će prikazano na stranici *SMOKE DETECT* na zaslonu manjih FAP (postavljeni kod svakih vrata s lijeve strane zrakoplova)
- Tipka *SMOKE RESET* će svijetliti (tipka koja se nalazi ispod FAP i mini FAP)



Slika 20. Prikaz komande za poništavanje upozorenja [1]

Nakon što je detektiran dim te je pritisnuta tipka *SMOKE RESET* prekinuti će se audio i samo neka vizualna upozorenja [1]. Ostat će u osvijetljenom stanju sve dok dim ne nestane u potpunosti.



Slika 21. Prikaz FAP indikacija [1]

## 5.5.2. GAŠENJE VATRE

Detektori dima nalaze se na stropu, a već instalirani, manji aparati za gašenje unutar prostora za otpad. Takvi su aparati nalik kugli. Uglavnom nalazimo dva u svakoj sanitarnoj prostoriji što znači da je svaki opremljen jednim odnosno dva ukupno (drugi dodatni prostor služi kao otpad za papirnate ručnike).

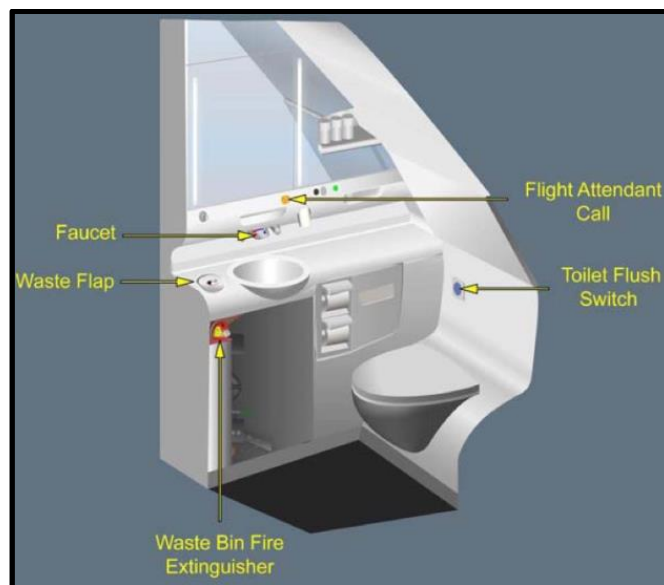
Aparat čine sljedeći dijelovi: tlakomjer koji očituje stanje napunjenosti, spremnik u obliku kugle s nosačem za montažu, identifikacijska oznaka i cijev za gašenje s topljivim osiguračem. Pri visokoj će temperaturi (79,80 °C) osjetljivi osigurači reagirati te pokrenuti pražnjenje.

Provjera ispravnosti i rada vrši se prije svakog leta fizički putem kabinskog osoblja zaduženog za taj dio kabine. Iгла samog aparata mora biti u zelenom dijelu zone. Ako je u crvenom, aparat je prazan te ga je potrebno prijaviti radi punjenja.



Slika 22. Prikaz manjeg aparata za gašenje [1]

Pri detekciji dima, aparati se aktiviraju automatski te ispražnjuju. Bitno je da su poklopci prostora za otpad zatvoreni kako bi se smanjio prolaz kisika, a vatra što lakše ugasila [1]. Do vatre dolazi ukoliko se baci opušak među papir ili dođe do pregrijavanja bačenog predmeta. Osim već ugrađenog aparata, za dodatno gašenje koriste se i prijenosni aparati koji su postavljeni kod svakih vrata s obzirom na broj sjedala za osoblje (*jumpseat*).



Slika 23. Prikaz lokacije protupožarnog aparata [1]

Provjera istih se radi prije početka svakog leta, prije promjene zrakoplova ili kabinskog osoblja (*pre-flight check*). Pritiskom na polugu kojom se aktivira, aparat se ispražnjuje u vremenskom periodu od oko 9 sekundi [1]. Da bi znali radi li se o manjoj ili većoj vatri, ispitujemo toplinu vrata sanitarnog područja vanjskom stranom dlana. Ako nisu velike topline, otvaramo i ispitujemo situaciju nalazeći izvor. Ako su vrata vruća, otvaramo vrata tek nekoliko centimetara te ispaljujemo sveukupni kapacitet aparata.

Da bi obavijestili posadu javljamo izravnim pozivom te prenosimo mjesto dima/vatre, izvor, koliko je aparata korišteno, sekundarni izvor požara te jasno dajemo do znanja ako je vatra ugašena.

U pilotskoj kabini na ECAM će se prikazniku pojaviti obavijest dima (*smoke detect*) sa sljedećim potrebnim korakom o uspostavljanju komunikacije s kabinom budući da je to područje ono u kojem imamo pristup i u kojem možemo sami ugasiti vatru. Ako je do pojave dima ili vatre došlo na donjem katu u mogućnosti su i isključiti ventilaciju zraka (*event off*).

### 5.5.3. KUHINJA

Osim sanitarnih prostora, dijelovi koji lagano mogu biti zahvaćeni vatrom jesu pećnice i mikrovalne. Da bi bili sigurni kako neće doći do pregrijavanja i neželjenih predmeta u unutrašnjosti samih, radimo tzv. *pre-flight check*. Lako- zapaljivi predmeti poput papira,

tanke folije i plastika su zabranjeni. Čistoća je bitna kako se prethodni ostaci ne bi bespotrebno pregrijavali i izlagali riziku (npr. ulje i masnoće).

Pri detekciji dima gasimo glavni prekidač za napajanje cijele kuhinje te nastupamo s adekvatnim procedurama koristeći protupožarne aparate. Aparat, koji se nalazi najbliže zahvaćenom području, nosimo držeći ručku za nošenje. Po mjestu dolaska i otvaranja pećnice(dovoljno da stane mlaznik), pritišćemo polugu s udaljenosti od 1 do 2 metra te u potpunosti ispražnjujemo aparat. Pretpostavljeno vrijeme trajanja je 9 sekundi nakon kojih mijenjamo poziciju s osobom koja nas pokriva te prazni narednu bocu sve dok vatra u potpunosti nije nestala. Ukoliko se pojavljuje dim, ostajemo prisutni, motreći tijek događaja. Kada se dim povukao, koristimo bezalkoholne tekućine kojima natapamo okolne, neelektrične materijale kako ne bi došlo do ponovnog iskrenja i dimljenja. Komuniciramo s pilotskom posadom dajući im točnu poziciju pojave vatre.

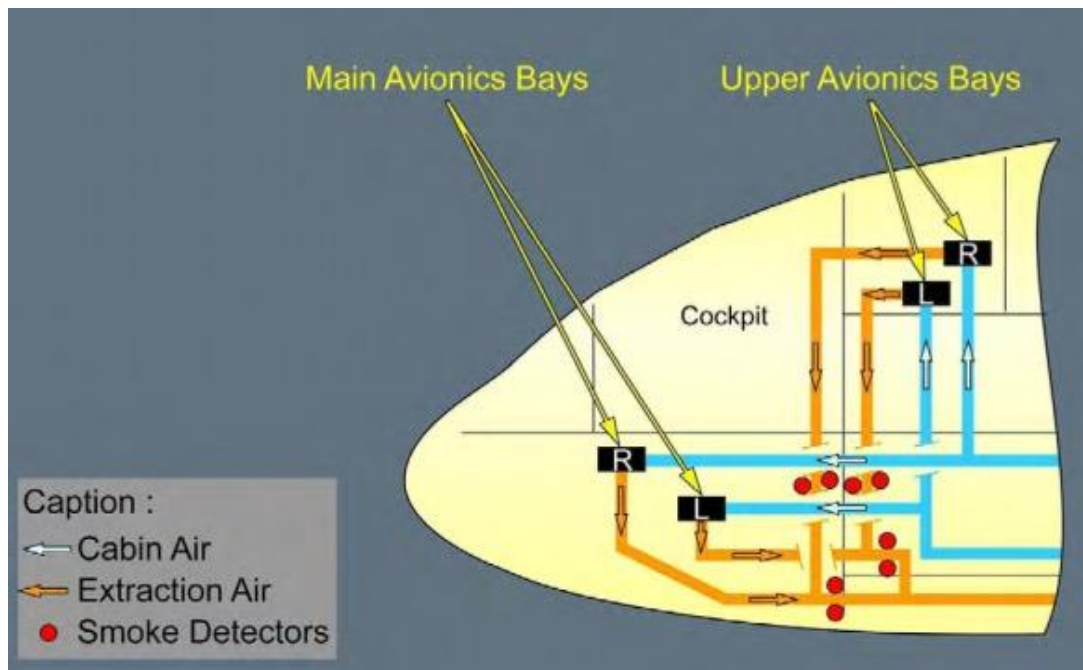
## **5.6. AVIONIKA**

Termin 'avionika' podrazumijeva elektroničke sustave na zrakoplovu. Uključeni su svi su sustavi za praćenje pojedinih funkcija i obavljanje istih, sustavi komunikacije, navigacije, radara, transpondera i ostale elektronike. Kod većine je modernih zrakoplova smještena u potpalublju pod pilotskom kabinom.

Funkcija detekcije dima (*Smoke Detection Function - SDF*) nadgleda avioniku, sustav mrežnog pružatelja (*Network Server System - NSS*) i sustav za zabavu tijekom leta. (*In-Flight Entertaining System - IFE*).

### **5.6.1. DETEKCIJA DIMA**

Kod prostora gdje je ugrađena avionika pronalazimo dva detektora dima. Parovi detektora dima ugrađeni su kanalima za ekstrakciju zraka smještenim na policama avionike kako bi proveli funkciju detekcije dima. Funkcija kao takva (*Smoke Detection Function - SDF*) nadgleda područje i sustav avionike. Svaki detektor dima oslanja se na čestice zraka koje se prenose.



Slika 24. Prikaz sustava avionike [1]

Slikom 24. prikazana je podjela prostora avionike na glavni lijevi i glavni desni dio, na gornji lijevi i prednji desni te stražnji prostor.

### 5.6.2. LOGIKA DETEKCIJE

Kada sklop detekcije dima uoči da je samo jedan detektor neoperativan, ili samo drugi reagira i detektira dim, aktivirat će kontrolu eng. *SMOKE DET FAULT* za točno određeni dio. Kontrola *SMOKE* će pak upozoriti ukoliko su oba detektora detektirala dim, ili je jedan detektor postao neoperativan, a drugi je reagirao na dim.

Upozoravanje kada se dim detektira ovisi radi li se o glavnom ili gornjem dijelu prostora gdje je avionika smještena. Tako postoje tri slučaja:

- a) **Pojava dima u glavnom području:** no ne i u gornjem dijelu rezultirat će alarmiranjem pojave dima avionike u glavnom dijelu.
- b) **Pojava dima u gornjem dijelu:** no ne i u glavnom dijelu rezultirat će alarmiranjem pojave dima avionike u gornjem dijelu.
- c) **Pojava dima u oba dijela, gornjem i glavnom:** rezultirat će alarmiranjem pojave dima avionike u gornjem dijelu.

### 5.6.3. INDIKACIJE

Pri aktivaciji jednog od detektora dima, funkcija za detekciju dima biti će obaviještena. Ukoliko se aktiviraju oba detektora istog područja, upozorenje obavještava sustav za upozorenje na letu (*Flight Warning Computer - FWC*) o dimu.

Na *VENT* ploči će, pri detekciji dima i uzimajući u obzir logiku detekcije, svijetliti kontrola *AVNCS (AVNCS light)*. Popratne informacije biti će prikazane putem ECAM monitora (dim u glavnom, prednjem ili stražnjem dijelu) s odgovarajućim procedurama koje pilotska posada prati. Nakon što se pojedini korak obavi, informacije će se s ECAM monitora brisati.

### 5.6.4. PLOČA PUTNIČKIH MONITORA

Pregrijavanje putničkih monitora (*Entertainment Panel*) može dovesti do stvaranja manjih ili većih posljedica koje bi mogle rezultirati pojavom vatre. Kako bi se one spriječile, valja isključiti glavni prekidač za dovod električne energije te, ako je moguće, prekidač za isključivanje napajanja. Ako je samo vidljiv dim, nije potrebno koristiti protupožarne aparate već samo ostati prisutan i motriti. Pri pojavi vatre obavezno je pražnjenje aparata uz korištenje opreme kao što su rukavice za zaštitu, zaštitu za disanje (*Protective Breathing Equipment - PBE*). Komunikacija s pilotskom posadom je ključna.

Na njihovoj će se ploči pojaviti indikacije komande upozorenja dima *SMOKE OFF*. Pri normalnoj operaciji tipka ne svijetli. Kada monitor bude zahvaćen dimom, komanda će svijetliti sve dok dim u potpunosti ne nestane. Napajanje će biti isključeno za IFE sustav kako bi daljnje posljedice bile eliminirane.

### 5.6.5. GLAVNA KABINSKA SOBA

Prostorija u čijoj unutrašnjosti se nalazi računalo za upravljanje IFE sustavom (*Crew Working Station - CWS*), pregrijavanjem može ugroziti sigurnost zrakoplova. Na pilotskoj ploči s komandama pri normalnoj detekciji, kada nema dima, tipka ne svijetli. Pri detekciji dima u CWS, crveno će svjetlo svijetliti sve dok se dim u potpunosti ne ukloni. Osvjetljenje bijele *OFF* komande znači da je električno napajanje u potpunosti uklonjeno. Ukoliko i *SMOKE* i *OFF* budu osvijetljeni u istom trenu, dim je detektiran i napajanje prekinuto.



Unutar CWS, pri detekciji vatre ili dima, valja isključiti glavni prekidač za napajanje (*CWS MAIN POWER*) koji se nalazi unutar same prostorije ili na komandama FAP sustava 'PAX SYS' kojim ćemo ukloniti dovod električne energije IFE sustavu. Ispod FAP sustava također valja pritisnuti tipku *SMOKE RESET*. Ostatak će osvijetljena sve dok se dim ne ukloni. Valja obavijestiti posadu o točnoj lokaciji dima/vatre te krenuti s protupožarnim procedurama budući da u kabinama ne postoji automatski sustav gašenja već protupožarni aparati.

#### **5.6.6. PROSTOR ODMORA ZA KABINSKO OSOBLJE**

Mjesto namijenjeno za odmor osoblja (*Crew Rest Compartment - CRC*) na dugim letovima opremljen je detektorom smještenim na stropu sobe. Detekcijom dima svjetla će svijetliti intenzitetom od 100%, poruka da je vatra detektirana pojaviti će se na zaslonu malog FAP računala smještenog na ulazu u prostoriju te glasovno upozorenje u trajanju od 30 sekundi naizmjenično s titrajućim upozorenjem od 30 sekundi. Ustanovimo li da nema vatre ili dima, valja pritisnuti komandu za resetiranje dima (*smoke reset*) koja će ukinuti glasovno upozorenje i samo neka vizualna budući da ona ostaju dok se dim ne nestane u potpunosti. Ukoliko postoji vatra ili dim, kabinsko će osoblje započeti s protupožarnim procedurama uzimajući najbliže protupožarne aparate. Soba za odmor nije opremljena automatskim aparatima za gašenje. Komunikacija između posade je ključna.

## 6. PROCEDURE I ODRŽAVANJE KONTROLE RADA SUSTAVA

Pri provjeri komponenti sustava zrakoplova potrebno je proučiti i obratiti pozornost na očuvanost materijala zrakoplova posebice krucijalnih dijelova kao što su spremnici za gorivo, hidraulički sustav, sustav za odleđivanje. Kada stupe u kontakt s određenim tekućinama postaju lako zapaljivi čime su potencijalni izvor vatre na letu ali i na zemlji, prije ili poslije leta (zapaljive tekućine kod grijača na motoru, uljem natopljeni materijali, prodor tekućina u strukturu zrakoplova).

Kako bi se sustav prevencije od vatre očuvao i držao pod kontrolom, potrebno je provjeravati sva mjesta mogućih puknuća gdje bi gorivo moglo izliti. Cilj je spriječiti njen protok u ostali strukturalni dio.

Kabinsko se područje, uključujući protupožarne aparate, detektore, zaštitnu opremu i njihovu aktivnost, provjerava pred svaki let (dok zrakoplov boravi na zemlji; parkiran na aerodromu) od strane mehaničara i kabinskog osoblja.

Kada je zrakoplov na zemlji, operativne će se tehnike razlikovati ovisno o razini performansa zrakoplova kompanije čijim bi se pregledima izbjegla oštećenja i pregrijavanje guma te smanjio moguć problem održavanja. Takve će se moguće posljedice pojaviti zavisno o korištenju zrakoplova za potrebe kompanije; do većeg će trošenja guma doći obavlja li se više slijetanja/polijetanja ili je namijenjen za duže relacije. Iz takvih razloga održavanje zrakoplova treba biti koordinirano s kompanijama te na temelju toga primijenjeno.

Mehaničari će proći uz sva vrata gdje je oprema smještena i pregledati ispravnost i broj aparata za gašenje vatre, ispravnost i napunjenost detektora za dim te mehanizam zatvaranja pretinca u kojem su smješteni aparati (moraju biti zatvorena u potpunosti kako bi se dovod kisika smanjio na najmanju moguću mjeru).

Kabinsko će osoblje, onog trena kada stupi u zrakoplov obaviti sigurnosnu provjeru (*safety check*) koja uključuje pregled opreme i ispravnu količinu. Odnosi se na operativnost detektora za dim (pregledom na glavni nadzorni zaslon koji se nalazi kod prvih vrata s lijeve strane zrakoplova; ukoliko je u funkciji biti će označen zelenom bojom), operativnost protupožarnih aparata u sanitarnim prostorijama i kabinskom području (sigurnosna traka mora biti pričvršćena za sam aparat, a metalna igla utaknuta).

Primijeti li se da predmeti ili sustav nisu ispravni, komunicira se s nadređenima te ako se ne može popraviti, unosi se u knjigu (*defect log book*).

Osjetljiva područja oko motora podložna su oštećenjima pri održavanju komponente. Treba ispitati napuknuća ili već slomljena područja, koja bi mogla biti natučena od strane drugih komponenata, savijanja i udubljenja, nepravilni položaji i savijenost žica koje mogu biti izložene ulju ili drugoj, zapaljivoj tekućini.

Zrakoplovi su prije svakog leta podložni proći određene provjere i testove kako bi se ustvrdilo jesu li funkcije ispravne te je li moguće odraditi let.

Vrši se automatski eng. self test na zemlji pregledavajući kontrole komponenata kao što su motori, podvozje i pomoćna jedinica za napajanje. Piloti tu funkciju pokreću pritiskom na komandu (*push button*) te uviđaju ispravnost.

## 7. ANALIZA NAPRETKA U IZVEDBI I EKSPLOATACIJI INSTALACIJA

Budući da je zrakoplov Airbus A380 u početku izazvao mnogobrojna pitanja ne temelju kojih se nije vjerovalo da će se sam zrakoplov pokazati kao obećavajuć i isplativ, u svrhu analize predstavljena je prva nesreća usko povezana s vatrom; let poznat pod imenom QANTAS 32 (*Nancy Bird Walton*).

### 7.1. UVOD U SLUČAJ QANTAS

Let putničkog zrakoplova Airbus A380 Australijske kompanije Qantas 4. je studenog izvršio prisilno slijetanje uzrokovano teškim oštećenjem motora.

Polijetanje zrakoplova u Londonu (*London Heathrow Airport*) sa stajanjem u Singapuru (*Singapore Changi Airport*) te nastavljanje prema Sydney-u ostalo je zabilježeno kao prva nesreća najvećeg komercijalnog aviona današnjice. Kapacitet takvog aviona značio je da se prevozi nekoliko stotina ljudi (29 kabinskog osoblja i 440 putnika) te da je sigurnost i ispravna odluka u rukama pilota i više nego bitna [16].

### 7.2. PRIKAZ DETALJA

Samo nekoliko minuta nakon polijetanja greška na motoru br. 2 bila je signalizirana putem ECAM sustava kao upozorenje pregrijavanja. Posada obavještava kontrolu leta u Singapuru primjećujući na ECAM-u obavijest pojave vatre na motoru te ponovno obavijest samo o pregrijavanju. Donose odluku o gašenju motora no sustav ECAM prikazuje dodatnu obavijest ali sada o neoperativnosti motora (*engine failure warning*). Eksplozija motora oštećuje dio krila uzrokujući gubitak goriva, pojavu vatre na spremniku te smanjenje funkcija hidrauličkog sustava uključujući sustav protiv kočenja (*anti-lock braking system*). Inicijalna ideja bila je slijetanje na Changi aerodrom dok bi se istovremeno pokušalo otkriti što se dogodilo.

Uvjereni da je stvarno došlo do problema kod rada motora, ispražnjuju oba spremnika za gašenje vatre. Nikakva obavijest o njihovom pražnjenju nije primljena. Primjenjujući procedure o prekidu operativnosti motora, ECAM prikazuje motor br. 2 kao neoperativan (*failed mode*), motor br. 4 i 1 sa smanjenim radom, a motor br.3 na alternativnom načinu rada [16]. Let se nastavlja na istoj visini prateći ECAM sustav i potrebne procedure.

Zrakoplovu je dojavljeno da su određeni dijelovi zrakoplova pronađeni na području Indonezije, otok Batam. Shvaćajući ozbiljnost stanja, pilotska posada odlazi u kabinu osobno se uvjeriti uviđa gubitak goriva blizu motora br. 2. Odluka slijetanja na aerodrom u Singapuru bila je donesena uz mogućnost evakuacije nakon dodira tla.

Slijetanje se završilo oslanjajući se na motor br 3. (*reverse thrust*) i kočenje sa skoro 95 tona prekoračene težine no zrakoplov uspije zaustaviti 500 stopa prije kraja piste.

Nakon dodira tla motor br.1 nije bilo moguće ugasiti. Gorivo se i dalje izlivalo ,a vatrogasna je služba pokušavala gotovo 3 sata ohladiti i ugasiti motor [16].

### **7.3. ISHOD ISTRAGE**

Nakon što su izvršene daljnje istrage zaključeno je da se pojavljene greške tipične za motor tipa Rolls Royce Trent 900 [16]. Pucanje na vrhu cijevi (koja dovodi ulje do motora) uzrokovano je zbog zamora materijala. Sama nastala pukotina bila je dovoljna za protok ulja koje se zapalilo i iniciralo pojavu vatre.

Vatra kao najgori mogući scenarij, oštetila je turbinu te se nastavila širiti u smjeru protoka zrak. Turbinski disk se odvojio od osovine te počeo ubrzavati zbog protoka zraka dok nije došlo do njegova pucanja na tri dijela rezultiranjem strukturalnog oštećenja.

Nakon što je zrakoplov predstavljen po prvi puta, sagledavajući činjenicu da je firma Airbus 2005. u lipnju odgodila narudžbu Singapur Airlines-a zbog kompleksnosti električnog sustava te između srpnja i listopada 2006. još 4 mjeseca odgode s pošiljkom zrakoplova zbog korištenja neodgovarajućih programskih održavanja (*software*) [16]. Zabilježena je nepovezanost između prednjeg i stražnjeg odjeljka trupa putem električnog oklopa (*electrical harness*) [16].

Godine 2007., listopad, kompanija Singapur Airlines zaprimila je prvi A380-800 te započinje letom 10 dana kasnije, uspješnije nego što se pretpostavljalo [16]. Kao prva zabilježena nezgoda A380, u još ranom početku, bila je kompanije Qantas koja je predstavljala dovoljan razlog izmjene materijala i proučavanje izdržljivosti.

## 7.4. ANALIZA INSTALACIJA

Kod modernih transportnih zrakoplova kao što je Airbus A380, glavnu karakteristiku predstavlja razvijeniji elektronski sustav koji zamjenjuje veliki dio pilotske dokumentacije. Pokazuju se kao puno pouzdaniji i djelotvorniji, pilotima skraćujući vrijeme pronalaženja određenih procedura u priručnicima i instrukcijama.

Uspoređujući se sa svojom najvećom konkurencijom Boeing 747, koji se do pojave Airbusa pokazao kao najveći putnički zrakoplov, ističe se veći dolet i kraću potrebnu pistu prije slijetanju te tiši rad kod najbitnijih faza leta.

Za analizu instalacija uzet je sustav ECAM koji je predstavljen na ranijim modelima Airbus-a, a vrlo često se uspoređuje s EICAS (*Engine Indicating and Crew Alerting System*) sustavom kod Boeing zrakoplova. Napredniji je prikazujući sve podatke kroz liste provjera (*checkliste*) dajući nam limitacije nakon određenih detekcija, a kako bi se što više olakšalo pilotima u stresnim situacijama, bojama se označuje ozbiljnost situacije za što bolju preglednost. Veliki je napredak korištenje manjeg broja dokumentacije te prikaz korektivnih mjera u čemu sustav EICAS zaostaje.

Važnost što detaljnijeg pružanja informacija u kraćem roku, svrha je i cilj napretka tehnologije kao takve.

Sljedeći korak u razvoju protupožarnih instalacija je pojačavanje sustava detekcije kako bi se napravile što bolje verzije postojećih sustava, testiranje jačine materijala skrivenih, nedostižnih dijelova zrakoplova kao što je teretni odjeljak, dizajniranje da budu otporniji na element topline te razvoj novih ideja.

Također, uvođenje novih aparata, multikriterijski detektori dima/vatre, smanjenje pogrešnih upozorenja sustava samo su neki od područja na kojima se planira investirati u daljnji razvoj.

## 8. ZAKLJUČAK

Svakodnevni napredak tehnologije kroz 21.stoljeće zahtjeva manji broj grešaka, dobru komunikaciju i još bolju učinkovitost. Zračni je promet tako jedan od sigurnijih grana prometa pa kontinuirani razvoj i napredak postaju prioritet.

Dolazak Airbusa A380 na tržište transporta, operaterima je predstavljao novitet koji je objedinio sve što se tijekom prethodnih generacija i serija aviona pokazalo kao područje razvoja i daljnjeg istraživanja (manji broj letova ali održavanje kapaciteta i stvaranje uštede ili da se ponudi što veći kapacitet s manje polijetanja).

Budući da je vatra rizik koji se ne može izbjeći niti zaštititi u potpunosti, potrebno je konstantno povećavati mjere opreza i zaštite. Kako bi se usavršile one postojeće, tvrtka Airbus predlaže proučavanje verzija koje su već puštene na tržište. Kao ključni dio ističu da je bitno predvidjeti sve moguće scenarije da bi izbjegli potencijalne posljedice. Kroz rad je prikazan sustav detektiranja dima i vatre modernog zrakoplova Airbus A380. Kao vodeći u svijetu transporta, njegov se sustav opisuje kao jednostavan i vrlo pouzdan.

Oslanjanje posade na elektronički sustav uvelike pojednostavljuje prolaženje kroz liste provjera i procedure čijim se kraćim vremenom nalaženja dobiva više vremena za reakciju. Pokazuje se pouzdanim te lako upotrebljivim.

## LITERATURA

- [1] Emirates: Operativni priručnik za pilotsko osoblje; Ujedinjeni Arapski Emirati, 2008.
- [2] Airbus company: <http://www.airbus.com/>, rujan 2016.
- [3] Highspeedtraining: <http://www.highspeedtraining.co.uk/hub/fire-triangle-tetrahedron-combustion/>, kolovoz 2016.
- [4] Airbus company: Flight crew operating manual, LEVEL II&III, <http://sky.openavia.com/m/L1E03T0/LEVEL%20II&III%20-%20ATA%2026%20Fire%20&%20Smoke%20Detection.pdf>, kolovoz 2016.
- [5] Federal aviation regulations: <http://www.aviation-safety-bureau.com/federal-aviation-regulations.html>, kolovoz 2016.
- [6] Airbus company: Flight crew operating manual, [http://www.smartcockpit.com/docs/A320-Fire\\_Protection.pdf](http://www.smartcockpit.com/docs/A320-Fire_Protection.pdf), kolovoz 2016.
- [7] <http://www.flightsimaviation.com/data/FARS/>, kolovoz 2016.
- [8] EASA European Aviation Safety Agency, <https://www.easa.europa.eu/>, rujan 2016.
- [9] [http://www.flightsimaviation.com/data/FARS/part\\_25](http://www.flightsimaviation.com/data/FARS/part_25), kolovoz 2016.
- [10] <https://www.fire.tc.faa.gov/>, kolovoz 2016.
- [11] <http://www.flightsimaviation.com/data/FARS/>, kolovoz 2016.
- [12] <http://www.slideshare.net/FernandoNobre1/cabin-safety>, kolovoz 2016.
- [13] Airliners: <http://www.airliners.net/aircraft-data/airbus-a380/29>, kolovoz 2016.
- [14] <http://www.pprune.org/archive/index.php/t-395105-p-3.html>, kolovoz 2016.
- [15] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0390:FIN:EN:PDF>, rujan 2016.
- [16] National Aeronautics and Space Administration: <https://nsc.nasa.gov/>, rujan 2016.
- [17] Skybrary: <http://www.skybrary.aero/>, rujan 2016.



## POPIS KRATICA

- APU** – (*Auxiliary Power Unit*) Pomoćna jedinica za napajanje
- ACP** – (*Area Call Panel*) Ploča indikacije kabinskog područja
- AVNCS** – (*Avionics*) Avionika
- CRC** – (*Crew Rest Compartment*) Prostorija za odmor kabinskog i pilotskog osoblja
- CWS** – (*Crew Working Station*) Glavna nadzorna soba
- COND** – (*Conditioning*) Klimatizacija
- CIDS** – (*Cabin Intercommunication Data System*) Kabinski sustav razmjene podataka
- DISCH** – (*Discharge*) Pražnjenje
- ENG** – (*Engine*) Motor
- ECAM** – (*Electronic Centralised Aircraft Monitor*) Elektronički glavni nadzorni monitor
- EICAS** – (*Engine Indicating and Crew Alerting System*) Sustav za nadzor motora i obavještanje kabinskog osoblja
- E/WD** – (*Engine/Warning Display*) Monitor stanja motora i upozorenja
- ERS** – (*Electrical Resistance System*) Električni otpor sustava
- FDU** – (*Fire Detection Unit*) Jedinica detekcije vatre
- FWS** – (*Flight Warning System*) Sustav za upozorenje na letu
- FAA** – (*Federal Aviation Administration*) Savezna zrakoplovna administracija
- FAR** – (*Federal Aviation Regulations*) Savezni propisi u zrakoplovstvu
- FADEC** – (*Full Authority Digital Engine or Electronics Control*) Digitalni sistem za potpuno upravljanje motorom
- FOB** – (*Fuel On Board*) Gorivo u letu
- IFE** – (*In-Flight Entertainment*) Sustav zabave na letu
- IFEC** – (*In-Flight Entertainment and Connectivity*) Spajanje i zabava tijekom leta
- KM** – (*Kilometer*) Kilometar
- LGERS** – (*Landing Gear Extension and Retraction System*) Sustav za izvlačenje i retrakciju podvozja
- L** – (*Liter*) Litra
- MLG** – (*Main Landing Gear*) Glavno podvozje
- MNG** – (*Maintenance Nose Gear*) Održavanje prednjeg podvozja
- M** – (*Meter*) metar

**NFPA** – (*National Fire Protection Association*) Nacionalna udruga za zaštitu od vatre

**NSS** – (*Network Server System*) Sustav mreznog poslužitelja

**NM** – (*Nautical Mile*) Nautička milja

**PAX** – (*Passenger*) Putnik

**PBE** – (*Portable Breathing Equipment*) Prijenosna oprema s kisikom

**RTR** – (*Rate of Temperature Rise*) Stopa porasta temperature

**SD** – (*System Display*) Prikaz sustava

**SDF** – (*Smoke Detection Function*) Funkcija detekcije dima

**VENT** – (*Ventilation*) Ventilacija

**WARN** – (*Warning*) Upozorenje

## **POPIS SLIKA**

- Slika 1. Potrebna tri elementa pri stvaranju vatre
- Slika 2. Primjer prikaza obavijesti
- Slika 3. Prikaz toplinski osjetljivih područja motora
- Slika 4. Prikaz sheme funkcioniranja
- Slika 5. Prikaz FIRE ploče u pilotskoj kabini
- Slika 6. Prikaz FIRE komande u normalnom položaju
- Slika 7. Prikaz FIRE osvjetljene komande
- Slika 8. Prikaz FIRE aktivirane komande
- Slika 9. Prikaz cjelokupnog scenarija
- Slika 10. Prikaz APU detekcije
- Slika 11. Osjetljivo područje APU na toplinu
- Slika 12. Prikaz FIRE kontrole u normalnom stanju
- Slika 13. Prikaz FIRE osvjetljene komande
- Slika 14. Prikaz FIRE aktivirane komande
- Slika 15. Prikaz petlje A i petlje B
- Slika 16. Prikaz ECAM obavijesti
- Slika 17. Prikaz smještaja detektora dima u teretnom odjeljku
- Slika 18. Prikaz unutrašnjosti teretnog odjeljka
- Slika 19. Prikaz sustava detekcije dima u teretnom odjeljku
- Slika 20. Prikaz komande za poništavanje upozorenja
- Slika 21. Prikaz FAP indikacija
- Slika 22. Prikaz manjeg aparata za gašenje
- Slika 23. Prikaz lokacije protupožarnog aparata
- Slika 24. Prikaz sustava avionike

## METAPODACI

**Naslov rada:** Analiza sustava protupožarne instalacije zrakoplova Airbus A380

**Student:** Mia Katušić, JMBAG 0135220168

**Mentor:** Dipl. ing., v. pred. Izidor Alfirević

**Naslov na drugom jeziku (engleski):** Analysis of fire protection system of aircraft Airbus A380

**Povjerenstvo za obranu:**

- Prof. dr. sc. Željko Marušić, predsjednik
- Dipl. ing., v. pred. Izidor Alfirević, mentor
- Mr. sc. Davor Franjković, član
- Doc. dr. sc. Anita Domitrović, zamjena

**Ustanova koja je dodijelila akademski stupanj:** Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

**Zavod:** Zavod za aeronautiku

**Vrsta studija:** Preddiplomski

**Studij:** Aeronautika

**Datum obrane završnog rada:** 13. rujna 2016.

**Napomena:** pod datum obrane završnog rada navodi se prvi definirani datum roka obrane.

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj završni rad

---

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

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog rada pod naslovom **Analiza sustava protupožarne instalacije zrakoplova Airbus A380**

---

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

Student/ica:

U Zagrebu, 13. rujna 2016.

---

(potpis)