

Određivanje intervala održavanja zrakoplova Dash 8-Q400 prema naletu

Bolić, Dino

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

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:119:283311>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-02**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Dino Bolić

ODREĐIVANJE INTERVALA ODRŽAVANJA
ZRAKOPLOVA DASH 8-Q400 PREMA NALETU

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 5. travnja 2019.

Zavod: **Zavod za aeronautiku**
Predmet: **Eksploatacija i održavanje zrakoplova**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 5341

Pristupnik: **Dino Bolić (0135241198)**
Studij: **Aeronautika**
Smjer: **Pilot**
Usmjerenje: **Civilni pilot**

Zadatak: **Određivanje intervala održavanja zrakoplova Dash 8-Q400 prema naletu**

Opis zadatka:

U radu je potrebno prikazati tehničko eksploatacijske značajke zrakoplova Dash 8 Q400 te opisati program održavanja zrakoplova Dash 8 Q400. Prema podacima iz eksploatacije zrakoplova potrebno je istaknuti aktivnosti neplaniranog održavanja te analizirati podatke iz neplaniranog održavanja za flotu zrakoplova Dash 8 Q400. Na temelju podataka iz održavanja prikazati zrakoplovne dijelove i sustave s najvećim opsegom neplaniranog održavanja za određeni period eksploatacije.

Mentor:



izv. prof. dr. sc. Anita Domitrović

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

Određivanje intervala održavanja zrakoplova Dash 8-Q400 prema naletu

Maintenance Interval Determination of Dash 8-Q400 Aircraft due to the Flight Time

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Anita Domitrović

Student: Dino Bolić

JMBAG: 0135241198

Zagreb, rujan 2019.

SAŽETAK

Cilj svakog zračnog prijevoznika je imati što više operativno raspoložive zrakoplove, kako bi zrakoplovi što manje vremena proveli u održavanju. Upravo na to moguće je utjecati analizama intervala potrebnog održavanja na zrakoplovu s obzirom na nalet. U ovom završnom radu analizira se interval održavanja zrakoplova Dash 8-Q400 s obzirom na ostvaren nalet u promatranom periodu od jedne godine. Analiza podataka obuhvaća planirano i neplanirano održavanje te će analiza pokazati koji zrakoplovni sustavi uzrokuju najveći broj otkaza, posljedično i najviše zastoja i neplaniranog održavanja. Takvim analizama moguće je smanjiti vrijeme potrebno za održavanje te uz to preduhitriti neke neplanirane događaje koji nisu poželjni za zračnog prijevoznika, a uz to zadržati zahtijevanu razinu sigurnosti te pouzdanosti zrakoplova.

KLJUČNE RIJEČI

Održavanje zrakoplova; Dash 8-Q400; analiza intervala održavanja; ATA sustavi

SUMMARY

The main purpose of every air carrier is to have as many operational aircraft available in order for them to spend minimal amount of flight time in maintenance. That time can be affected by necessary aircraft maintenance interval analysis in consideration with aircraft flight time. This thesis analyzes maintenance intervals for aircraft Dash 8 Q-400 in regard to its flight time within observed period of one year. Data analysis contains both scheduled and unscheduled maintenance records and will pinpoint which aircraft systems are causing the largest number of failures and subsequently largest delays and unscheduled maintenance. By utilizing such analysis it is possible to decrease maintenance times, foresee and prevent unscheduled occurrences that are undesirable for every airline besides that maintain desired level of safety and reliability of the aircraft.

KEY WORDS

Aircraft maintenance; Dash 8-Q400; maintenance interval analysis; ATA systems

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. TEHNIČKO EKSPLOATACIJSKE KARAKTERISTIKE ZRAKOPLOVA DASH 8-Q400.....	2
2.1. Općenito o seriji zrakoplova Dash.....	2
2.2. Tehničke karakteristike zrakoplova.....	3
2.3. Eksploatacijske karakteristike zrakoplova.....	4
3. PROGRAM ODRŽAVANJA	6
3.1. Definicija eksploatacije i održavanja.....	6
3.2. Općenito o programu održavanja	8
3.3. Pregledi koji čine program održavanja	8
3.4. Planirano i neplanirano održavanje	10
4. ANALIZA PODATAKA NEPLANIRANOG ODRŽAVANJA FLOTE PREMA PODACIMA IZ EKSPLOATACIJE	12
4.1. Program pouzdanosti	12
4.2. Podaci o godišnjem naletu flote zrakoplova Dash 8-Q400	13
4.3. Analiza DASH-A.....	14
4.4. Analiza DASH-B	15
4.5. Analiza DASH-C	17
4.6. Analiza DASH-D.....	18
4.7. Analiza DASH-E	19
4.8. Analiza DASH-F	21
5. PRIKAZ SUSTAVA S NAJVEĆIM OPSEGOM NEPLANIRANOG ODRŽAVANJA U ODREĐENOM PERIODU	23
5.1. ATA 21	23
5.2. ATA 29	24
5.3. ATA 32	25

5.4. ATA 61	25
5.5. Prikaz intervala održavanja za promatrane ATA sustave.....	26
6. ZAKLJUČAK	27
POPIS LITERATURE	28
POPIS KRATICA	29
POPIS SLIKA	30
POPIS TABLICA.....	31
POPIS GRAFIKONA	32

1. UVOD

Svaki zračni prijevoznik, kako bi uspješno obavljao svoje komercijalne letačke aktivnosti, mora imati osiguranu kontinuiranu plovidbenost svoje flote zrakoplova. Kontinuirana plovidbenost zrakoplova održava se prema točno unaprijed definiranim pravilima i propisima.

Cilj ovog završnog rada je analizirati podatke iz eksploatacije zrakoplova obzirom na nalet, odnosno planirano i neplanirano održavanje flote zrakoplova Dash 8-Q400. Na temelju dobivenih podataka moguće je ustanoviti intervale održavanja pojedinih ATA sustava, s najvećim brojem otkaza, kako bi se postigao što manji broj sati zrakoplova provedenog na neplaniranom održavanju.

Rad se sastoji od 7 poglavlja:

1. Uvod
2. Tehničko eksploatacijske karakteristike zrakoplova Dash 8-Q400
3. Program održavanja zrakoplova
4. Analiza podataka neplaniranog održavanja flote prema podacima iz eksploatacije
5. Prikaz sustava s najvećim opsegom neplaniranog održavanja u određenom periodu
6. Zaključak

Prvo poglavlje predstavlja uvod u tematiku ovog rada.

Drugo poglavlje opisuje tehničko eksploatacijske karakteristike zrakoplova Dash 8-Q400.

Treće poglavlje daje opis osnovnih pojmova vezanih uz održavanje i program održavanja zrakoplova.

U četvrtom poglavlju iznose se aktualni podaci o neplaniranim održavanjima na zrakoplovu s obzirom na eksploataciju flote zrakoplova Dash 8-Q400.

Peto poglavlje prikazuje sustave s najvećim opsegom neplaniranih radova u periodu od jedne godine.

Šesto odnosno završno poglavlje iznosi zaključak ovog završnog rada o intervalima održavanja zrakoplova Dash 8-Q400.

2. TEHNIČKO EKSPLOATACIJSKE KARAKTERISTIKE ZRAKOPLOVA DASH 8-Q400

U ovom završnom radu analiziraju se podaci iz eksploatacije i održavanja zrakoplova Dash 8-Q400 s ciljem identificiranja zrakoplovnih sustava koji uzrokuju zastoje u eksploataciji i neplanirano održavanje zrakoplova. U nastavku ovog poglavlja opisuju se tehničko eksploatacijske karakteristike promatranog zrakoplova.

2.1. Općenito o seriji zrakoplova Dash

Dash 8 na slici 1., zrakoplov je kanadske proizvodnje. Nastao je početkom 1980-ih godina u pogonima tvrtke *de Havilland Canada* s namjerom kako bi zamijenio starije modele na tržištu iz 1960-ih godina zbog sve veće potražnje zrakoplovne industrije za zrakoplovima prilagođenim za regionalne linije.



Slika 1. Dash 8-Q400, [2]

Prva serija Dash 8-100 je započela s eksploatacijom 1983. godine, namijenjena za prijevoz do 38 putnika. Potom dolazi serija većih zrakoplova s većim kapacitetom sjedala poput serije 200 i serije 300, a tvrtku kupuje *Bombardier Aerospace* koji brzo uviđa potrebu za još većim i još bržim modelom koji bi mogao konkurirati regionalnim mlažnjacima. Tada izlazi nova serija 400 čiji je prvi bio 1998. godine, a čime se dobilo na produljenom trupu te kapacitetom sjedala

do 78 putnika te dvostruko jače motore koji su omogućili brzine krstarenja od čak 650 km/h. Uz ove promjene, seriju 400 karakterizira niska razina buke za propelerske zrakoplove zbog čega je i dobila prefiks Q (Q - *quiet*).

Do danas je proizvedeno oko 1250 zrakoplova Dash 8, od kojih je 580 primjeraka serije Q400. Zrakoplov je namijenjen za linije srednjeg doleta. Dash 8-Q400 opremljen je sa dva elisno-mlazna motora proizvođača *Pratt & Whitney* inačice PW150A. Ovaj tip zrakoplova smatra se najboljim i najsuvremenijim elisno-mlaznim zrakoplovom na svijetu zbog svoje efikasnosti i performansi na regionalnim linijama, doleta, brzine te korisnim teretom kojeg može prenositi [1].

2.2. Tehničke karakteristike zrakoplova

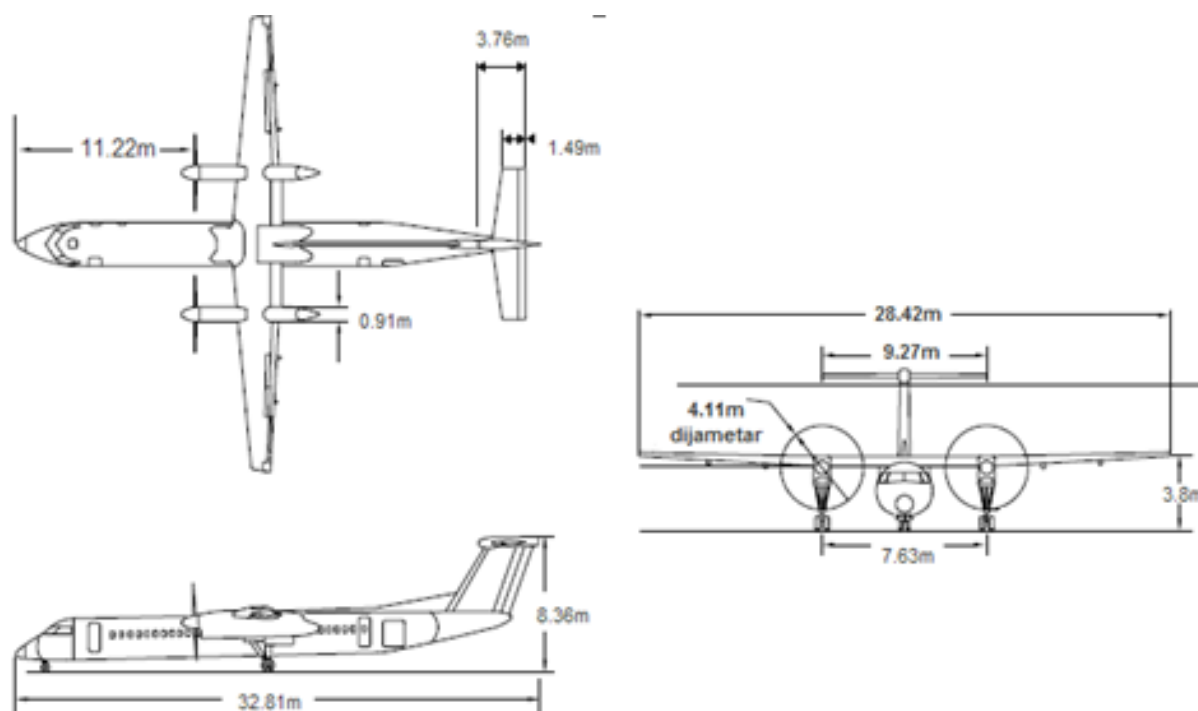
Tehničke karakteristike opisuju dimenzije zrakoplova (tablica 1.) njegove strukturalne mase te vanjski izgled i sl. Ovaj zrakoplov odlikuju vrlo dobre tehničke karakteristike u kategoriji zrakoplova s elisno-mlaznim motorima. Također, odlikuje ga velika površina krila od čak 63,1 m² s obzirom na ostale zrakoplove iste kategorije (slika 2.).

Tablica 1. Dimenzije Dash 8-Q400

DIMENZIJE	
Duljina	32.81 m
Visina	8.36 m
Raspon krila	28.42 m
Površina krila	63.1 m ²

Izvor: [3]

Slika 2. prikazuje vanjski izgled zrakoplova Dash 8-Q400 sa zadanim dimenzijama opisanim u prethodnoj tablici.



Slika 2. Izgled i dimenzije zrakoplova, [3]

Kapacitet putničke kabine iznosi 68 do 78 putnika ovisno o konfiguraciji sjedišta. Maksimalna masa pri polijetanju (eng. MTOM – *Maximum Take off Mass*) iznosi 29 257 kg, a maksimalna masa pri slijetanju (eng. MLM – *Maximum Landing Mass*) iznosi 28 009 kg. Suha operativna masa zrakoplova (eng. DOM – *Dry Operating Mass*), odnosno masa zrakoplova koja ne uključuje putno gorivo iznosi 25 855 kg [4].

Zrakoplov pogone dva elisno-mlazna motora proizvođača *Pratt & Whitney PW150A*. Svaki motor razvija snagu od 3 781 kW ili 5 071 HP. Propeler ima 6 krakova na svakom motoru promjera 4,11 m sa promjenjivim korakom [5].

2.3. Eksploatacijske karakteristike zrakoplova

Zrakoplov Dash 8-Q400 jedan je od najsuvremenijih zrakoplova u svijetu po svojim karakteristikama performansi, tehnološkim dostignućima te ekonomičnosti leta.

Performanse zrakoplova određuju eksploatacijske karakteristike, tj. određuju karakteristike zrakoplova za vrijeme leta. Eksploatacijske karakteristike za Dash 8-Q400 prikazane su tablicom 2.

Tablica 2. Performanse zrakoplova Dash 8-Q400

PERFORMANSE	
Dolet	2 519 km ili 1 360 NM
Maksimalna brzina	667 km/h ili 360 kt
Plafon leta	7 620 m ili 25 000 ft
Duljina potrebna za polijetanje pri ISA/SL, MTOM	1425 m ili 4675 ft
Duljina potrebna za slijetanje pri ISA/SL, MLM	1289 m ili 4230 ft

Izvor: [6]

U usporedbi s drugim zrakoplovima ovaj zrakoplov pripada među ekološki najprihvatljivije zrakoplove po količini ispušnih plinova, poglavito ugljičnog dioksida (CO₂) te buci koju proizvodi [1]. Dash 8-Q400 ispušta 30-40% manje ugljičnog dioksida godišnje nego konkurentni zrakoplovi. Nova inačica zrakoplova Dash 8-Q400 smatra se jednim od najtiših elisno-mlaznih zrakoplova jer mu je razina kabinske buke smanjena za 10 dB s obzirom na prethodnu seriju koja nije imala oznaku Q (*eng. quiet*) [1].

3. PROGRAM ODRŽAVANJA

Zračni prijevoznik za svaki tip zrakoplova u svojoj floti mora posjedovati program održavanja odobren od nadležnog zrakoplovnog tijela. Taj dokument sadržava opis te postupke kako se održavaju pojedine komponente, kompletni sustavi te uređaji zrakoplova za koje je ta ustanova ovlaštena, a sve to u točno definiranim vremenskim intervalima.

Cilj programa je osigurati da su svi dijelovi ispravni te obavljaju svoju funkciju, da je održavanje učinjeno u skladu sa svom propisanom dokumentacijom te da svaki zrakoplov koji izađe iz organizacije za održavanje propisani dio vremena bude plovidben.

3.1. Definicija eksploatacije i održavanja

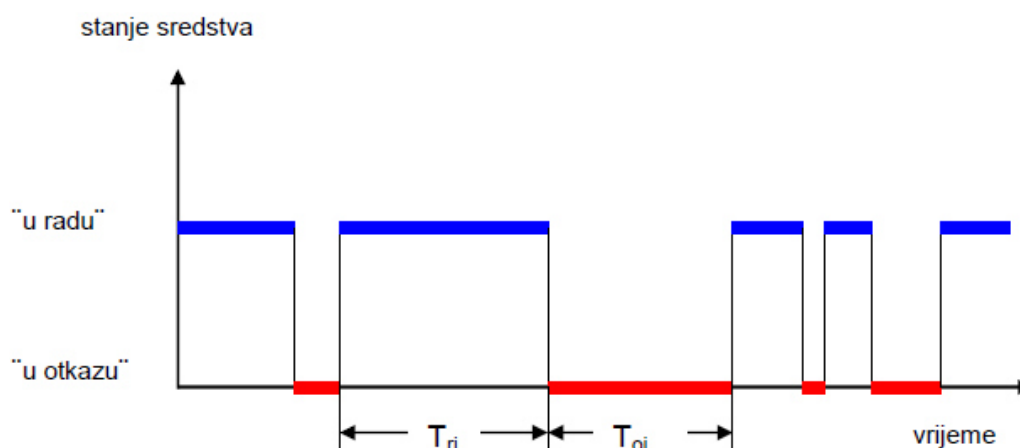
Eksploatacija i održavanje zrakoplova dva su pojma koja su usko vezana. Kako bi zrakoplov mogao biti u eksploataciji on mora biti operativan što znači da mora biti i propisano održavan.

U širem smislu, proces eksploatacije predstavlja cjelokupne ljudske djelatnosti sa sredstvom za rad od trenutka njegove proizvodnje do otpisa sredstva [7].

Otkaz predstavlja događaj zbog kojega sredstvo ne može izvršavati svoju funkciju, odnosno služiti eksploataciji. Otkaz ne mora nužno značiti potpuni kvar nakon kojega sredstvo ne može izvršavati svoju funkciju eksploatacije već i svaki događaj koji vodi do nepropisnog, nekvalitetnog ili nesigurnog rada izvan nekih zadanih normi [7].

Održavanje je skup aktivnosti pomoću kojih se zrakoplov vraća iz stanja „otkaza“, u stanje „rada“, odnosno ispravnosti i plovidbenosti. Glavna zadaća održavanja je zadržati što duže zrakoplov u stanju ispravnosti odnosno u eksploataciji, a što manje vremena u periodu „otkaza“, tj. neispravnosti.

Zrakoplov u eksploataciji može biti u „stanju rada“ ili u „stanju otkaza“. Prilikom „stanja otkaza“ zrakoplov je prizemljen tj. na održavanju. Zadužena organizacija za održavanje provodi određene aktivnosti popravaka komponenti koje su dovele zrakoplov do „stanja otkaza“. Upravo takve komponente ili sustavi u promatranom periodu eksploatacije izmjenjuju stanja korištenja zrakoplova kao što je to prikazano na grafikonu 1.



Grafikon 1. Stanje sredstva, [8]

Grafikon 1. prikazuje stanja sredstva, odnosno je li sredstvo „u otkazu“ ili „u radu“ (eksploataciji). Iz grafikona se vidi da se u promatranom razdoblju izmjenjuju stanja T_{ri} i T_{oi} . T_{ri} predstavlja vrijeme korištenja sredstva, a T_{oi} vrijeme popravka sredstva. Na temelju toga definiraju se dva pojma [8]:

- Srednje vrijeme između otkaza (eng. *MTBF-Mean Time Between Failure*)

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ri}}{n}$$

gdje je:

T_{ri} - trajanje i -tog razdoblja ispravnog rada

n - ukupan broj analiziranih razdoblja rada i otkaza [8]

- Srednje vrijeme popravka (eng. *MTTR – Mean Time To Repair*)

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^n T_{oi}}{n}$$

gdje je:

T_{oi} – trajanje i -te popravke

n – ukupan broj analiziranih razdoblja rada i otkaza [8]

3.2. Općenito o programu održavanja

Program održavanja je dokument koji se izrađuje posebno za svaki tip zrakoplova, a sadrži detaljno opisane vremenske intervale odnosno rokove izvršenja radova te opisane načine na koji će se isti izvršavati.

On mora biti izrađen i usklađen sa Zakonom o zračnom prometu, zahtjevima nadležnih zrakoplovnih vlasti države proizvođača te tehničkim zahtjevima od strane proizvođača. Dokument održavanja može izraditi pojedini zračni prijevoznik, vlasnik odnosno operater zrakoplova ili neka treća organizacija odobrena za izradu istog. Svaki dokument programa održavanja mora biti odobren od nadležnih zrakoplovnih vlasti. To odobrenje je jedan od preduvjeta za dobivanje svjedodžbe o sposobnosti organizacije (*Air Operator Certificate - AOC*) i svjedodžbe o plovidbenosti zrakoplova (*Certificate of Airworthiness - C of A*). Svaki program održavanja od izrade se kontinuirano prati te modificira kako bi se postigla što bolja iskoristivost zrakoplova smanjenjem vremena potrebnog za održavanjem, a uz to povećala sigurnost i pouzdanost samog leta što je i jedna od glavnih teza ovog završnog rada [7].

Održavanje zrakoplova po pripadajućoj dokumentaciji može obavljati organizacija za održavanje odobrena od zrakoplovnih vlasti, koja u opsegu radova ima odobren taj tip zrakoplova. Neovisno o ustanovi koja održava zrakoplov odgovornost za sigurnost i pouzdanost odnosno provođenje programa održavanja snosi vlasnik ili operater zrakoplova [7].

3.3. Pregledi koji čine program održavanja

Održavanje svakog zrakoplova se provodi kroz zadatke propisane programom održavanja pri kojima se detaljno pregledava konstrukcija zrakoplova, komponente, sustavi i uređaji s ciljem utvrđivanja stanja zrakoplova ili pojedinih komponenti zrakoplova. Također pozornost se obraća na stanje spojeva, zglobova, pregled pukotina, habanje i koroziju, stanje zakovica i sl. Nakon što se utvrdi stanje u kojemu se nalazi zrakoplov ili neki njegov dio, zadatak osoblja zaduženog za održavanje odabrane organizacije je da zrakoplov dovedu u ispravno stanje kako bi isti bio sposoban za daljnje obavljanje sigurnih te pouzdanih letačkih operacija.

Program održavanja sastoji se od pregleda koji se s obzirom na opseg i prirodu posla mogu rasporediti u šest glavnih grupa [7]:

1. *Servisni pregledi* – tranzitni, dnevni pregledi i pregledi namijenjeni obimnijim servisnim i preventivnim radovima (npr. podmazivanje osjetljivih uređaja) te otklanjanje kvarova.
2. *Povremeni pregledi* – pregledi koji uključuju radove redovitog održavanja koji se ponavljaju u određenim vremenskim razdobljima, radove preventivnog održavanja koji se uklapaju u ove periode, otklanjanje kvarova i obavljanje manjih modifikacija.
3. *Radovi velike obnove/blok pregledi (Overhaul)* – obuhvaćaju skidanje većine uređaja sa zrakoplova, njihov detaljan pregled i funkcionalno ispitivanje, pregled i ispitivanje njihovih instalacija i strukture zrakoplova, otklanjanje svih nađenih nedostataka, zatim strukturalne radove većeg obujma, veće modifikacije, otklanjanje korozije sa svih površina, obnavljanje interijera, boje i drugih vidova površinske zaštite kao i radove preventivnog održavanja. Cijeli program radova obnove zrakoplova se može obaviti odjednom ili u etapama.
4. *Posebni pregledi* – odnose se na program radova koji se obavljaju na zrakoplovu nakon izvanrednih situacija u kojima se zrakoplov našao, pri čemu je moglo doći do preopterećenja konstrukcije zrakoplova, površinskog oštećenja elemenata zrakoplova uslijed agresivnog djelovanja vanjske sredine ili drugih posljedica koje utječu na plovidbenost zrakoplova.
5. *Provjere u letu* - obuhvaćaju ispitivanje performansi i funkcija zrakoplova kao cjeline te njegovih uređaja i sustava tijekom svih faza leta. Obavljaju se prilikom ispitivanja novosagrađenog serijskog zrakoplova, tehničkih pregleda za utvrđivanje plovidbenosti, nakon većih modifikacija i popravaka koji bi mogli za posljedicu imati promjenu osnovnih performansi zrakoplova, nakon zamjene aerodinamičkih nosećih i komandnih površina, u slučajevima kad se ispitivanja ne mogu uspješno obaviti na zemlji, nakon zamjene jednog motora kod klipnih, odnosno dva ili više motora istodobno kod mlaznih višemotornih zrakoplova, nakon demontaže ili zamjene komandi leta te kad zrakoplovne nadležne vlasti to zahtijevaju u interesu sigurnosti zračnog prometa
6. *Pregledi za utvrđivanje plovidbenosti zrakoplova* – odnose se na preglede kojima se utvrđuje sposobnost zrakoplova za sigurnu zračnu plovidbu, odnosno utvrđuje se da li je zrakoplov izrađen i opremljen uređajima i opremom po

odredbama Zakona od zračnom prometu i drugih propisa, tehničkih zahtjeva, uvjeta i standarda koji se odnose na izgradnju i opremu zrakoplova.

3.4. Planirano i neplanirano održavanje

Održavanje zrakoplova se može podijeliti na bazno i linijsko održavanje. U linijsko održavanje spadaju aktivnosti poput pronalaženja i otklanjanje kvarova, zamjena dijelova, zamjena motora te propelera, redovni servisni pregledi, a također i manji popravci. Linijski pregledi ne zahtijevaju vremenski opsežne radnje tj. to su pregledi koji se odvijaju prije leta kako bi se osigurao zrakoplov za siguran let. Neki od njih su:

- Tranzitni pregled
- Servisni pregled
- Dnevni pregled
- Popravci koji ne zahtijevaju opsežne radnje tj. pregledi koji se odvijaju prije leta kako bi se osiguralo da je zrakoplov siguran za let.

Bazno održavanje uključuje aktivnosti opsežnijih radova na strukturi i komponentama, a radovi se odvijaju u hangaru organizacije za održavanje. Takvi pregledi obuhvaćaju aktivnosti planiranog održavanja - A, B, C i D preglede (eng. *check*). Pregledi baznog obično se dijele na [7]:

- *A-check*: Pregled na platformi, izvodi se svakih 125 do 500 sati, a radovi traju 3 do 10 sati
- *B-check*: Servisni pregled, izvodi se u intervalima 800 do 3000 sati naleta, ili svakih 6 mjeseci, ovisno uvjetima eksploatacije, a radovi traju 2 do 3 dana.
- *C-check*: Među provjera, komponente koje se ne mogu planirati u glavnu provjeru, planira se svakih 3500 do 4500 sati naleta. Radovi traju 7 do 10 dana.
- *D-check*: Glavna provjera, za moderne transportne zrakoplove dolazi u intervalima 15000 do 18000 sati naleta, ili 4 do 5 godina prosječne eksploatacije. Radovi traju 25 do 30 dana.

Prilikom iznenadnih događaja vezanih uz operativnost zrakoplova čime se direktno utječe na sigurnost dolazi do neplaniranog održavanja. Neplanirane provjere obavezno se moraju izvršiti neposredno nakon neuobičajenih situacija ili primijećenih nepravilnosti u eksploataciji zrakoplova.

Još neki od razloga zbog kojih dolazi do neplaniranog održavanja su bilo kakva vanjska oštećenja npr. zbog udara munje te neuobičajenih zvukova zrakoplovnih sustava ili motora zrakoplova.

Sustavi zrakoplova najčešće su kategorizirani u ATA poglavlja (eng. *Air Transport Association of America*) koja obuhvaćaju jedinstvene kodove za grupiranje dijelova sustava i komponenti na zrakoplovu, radi lakšeg snalaženja i opisivanja standardnih zadataka održavanja tijekom eksploatacije zrakoplova [7]. Na primjer, ATA brojevi od ATA 5 do ATA 12 definiraju opće sustave u zrakoplovu (eng. *aircraft general*), od ATA 20 do ATA 49 predstavljaju sustave i opremu zrakoplova (eng. *airframe systems*), ATA 51 do ATA 57 predstavlja strukturu zrakoplova (eng. *aircraft structure*), ATA 60 do 67 predstavlja propelere i rotore (eng. *propeller/rotor*) dok ATA brojevi od ATA 71 do ATA 84 predstavljaju pogonske sustave (eng. *power plant*) [7].

4. ANALIZA PODATAKA NEPLANIRANOG ODRŽAVANJA FLOTE PREMA PODACIMA IZ EKSPLOATACIJE

U ovom poglavlju biti će analizirani podaci dobiveni od odabranog zračnog prijevoznika u promatranom periodu od jedne godine. Podaci proizlaze iz Izvješća programa praćenja pouzdanosti zrakoplova u eksploataciji (eng. *Reliability Report*) određenog zračnog prijevoznika za zrakoplov Dash 8–Q400 za svaki mjesec u godini dana za cijelu flotu. Flota se sastoji od šest zrakoplova.

4.1. Program pouzdanosti

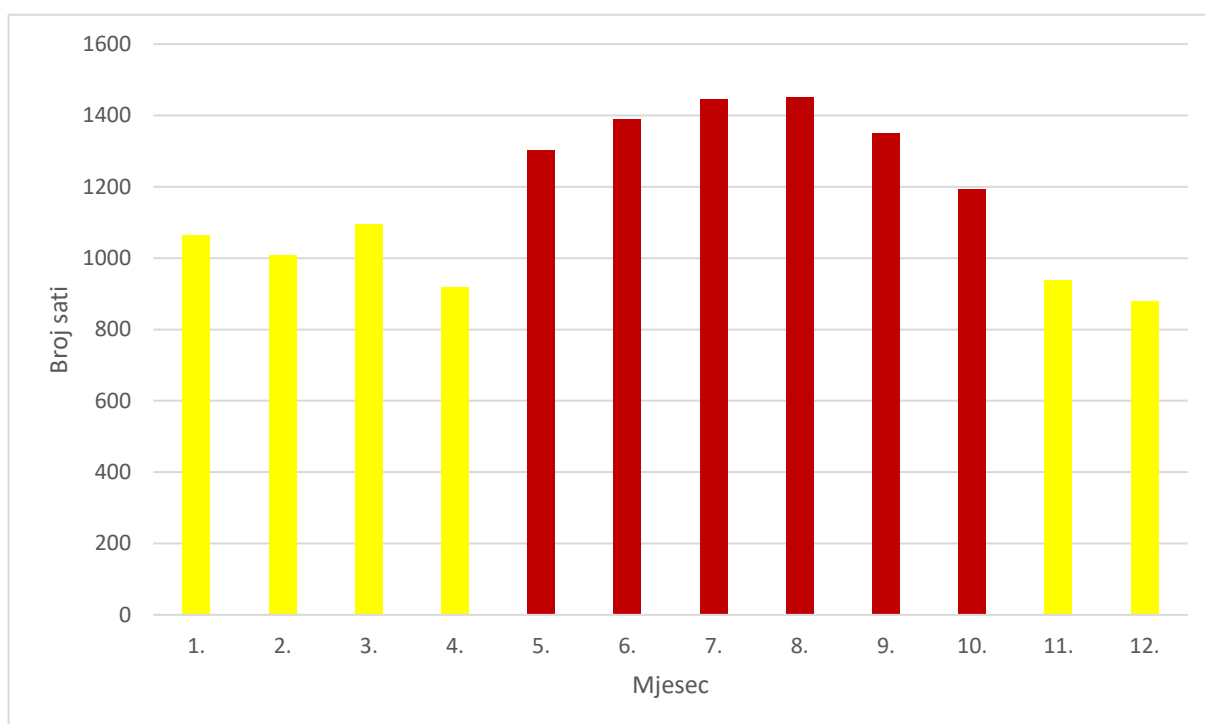
Cilj praćenja pouzdanosti zrakoplova u eksploataciji je procjena uspješnosti zračnog prijevoznika da održi zadanu razinu pouzdanosti u eksploataciji zrakoplova. Za prikupljanje podataka odgovoran je zračni prijevoznik. Na temelju rezultata dobivenih Programom praćenja pouzdanosti mogu se inicirati izmjene programa održavanja zrakoplova. Za praćenje pouzdanosti zrakoplova u eksploataciji evidentiraju se tehnički podaci prilikom eksploatacije, planiranih i neplaniranih pregleda zrakoplova, njegovih sustava i komponenata. Temeljem prikupljenih podataka mogu se izračunati pokazatelji koji predstavljaju ostvarenu razinu pouzdanosti zrakoplova u eksploataciji, odnosno zrakoplovnih komponenti i sustava. Prema pokazateljima pouzdanosti mogu se brzo i dovoljno precizno utvrditi trendovi i stanje pouzdanosti sustava i komponenti na zrakoplovu [8], [9]. Na temelju programa praćenja pouzdanosti izrađuje se Izvješće s pokazateljima praćenja pouzdanosti za određeno vremensko razdoblje (eng. *Reliability Report*), najčešće mjesečno ili tromjesečno.

U ovom završnom radu analizirani su podaci iz Izvješća o pokazateljima praćenja pouzdanosti za period od jedne godine. Uzeti su podaci o planiranom i neplaniranom održavanju za flotu zrakoplova Dash 8-Q400. Iz dostupnih podataka, na temelju mjesečnih zapisa o planiranom i neplaniranom održavanju došlo se do rezultata i zaključaka o ATA sustavima koji najviše uzrokuju zastoje odnosno neplanirana održavanja.

4.2. Podaci o godišnjem naletu flote zrakoplova Dash 8-Q400

Odabrani zračni prijevoznik ima izraženu ljetnu sezonalnost. Upravo to je i vidljivo iz grafikona 2. gdje se vidi ukupni nalet flote zrakoplova po mjesecima u godini dana. Ukupni nalet flote je najizraženiji u ljetnim mjesecima. Kako bi se uspješno zrakoplov održat operativnim u tim mjesecima potrebno je dobro analizirati pojedine neplanirane kvarove čime bi se oni mogli spriječiti te povećan efikasnost i operativnost istih.

Do neplaniranog održavanja zrakoplova dolazi prilikom neočekivanih događaja koji najčešće ukazuju na narušavanje operativnosti zrakoplova i njegovih sustava, a posljedično i na sigurnost leta. Neplanirane provjere moraju se izvršiti odmah po primijećenom događaju, a čime se remeti raspored zrakoplova u eksploataciji.



Grafikon 2. Prikaz ukupnog naleta po mjesecima

Izvor: [10]

U nastavku rada analizirati će se podaci na kojima se temelji ovaj rad. Prikazani su podaci za šest različitih zrakoplova koji će biti označeni imenom DASH i slovima od A do F. Za svaki od zrakoplova je napravljena tablica s obzirom na nalet. Prvi stupac u tablici označava 12 mjeseci u godini, a drugi stupac broj sati naleta u tom mjesecu. Treći stupac (AOM) prikazuje koliko je puta zrakoplov bio na planiranom i neplaniranom održavanju za pojedini mjesec.

Četvrti stupac (AOG) prikazuje koliko je puta od planiranog i neplaniranog održavanju zrakoplov bio isključivo na neplaniranom održavanju. Dakle, treći stupac (AOM) prikazuje zbrojno broj planiranih i neplaniranih održavanja, a četvrti stupac (AOG) samo broj neplaniranih održavanja. Peti stupac prikazuje koji je to ATA sustav zbog kojeg je zrakoplov bio prizemljen. Na temelju tablice za svaki zrakoplov prikazan je grafikom koji prikazuje broj otkaza pojedinih ATA sustava po zrakoplovu u cijeloj godini, a što će zaključno biti dobar pokazatelj koji su to sustavi zbog kojih je zrakoplov najčešće bio prizemljen u analiziranom periodu od jedne godine.

4.3. Analiza DASH-A

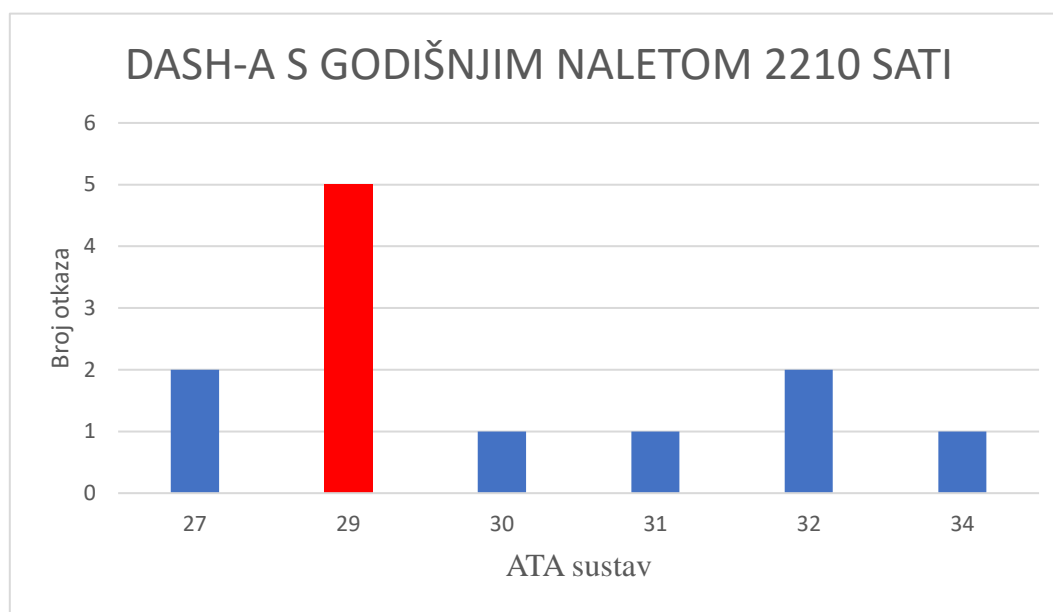
U mjesečnu listu naleta zrakoplova DASH-A upisuje se ostvareni nalet zrakoplova u pojedinom mjesecu. Iz tablice 3., vidi se da je zrakoplov najviše naletio u srpnju i to ukupno 248,4 sata, dok je u ostalim mjesecima naletio manje, a najmanje je naletio u svibnju. Najviše puta je bio prizemljen u veljači i u travnju, od toga u veljači sva tri puta neplanirano, a u travnju također. Također iz tablice se može vidjeti da je sve ukupno bio prizemljen (AOM - *Aircraft on maintenance*) 20 puta, a od toga 12 puta neplanirano (AOG – *Aircraft on ground*).

Tablica 3. Prikaz AOM i AOG po mjesecima za DASH-A

Month	FH	AOM	AOG	ATA
1.	193,63	1	0	/
2.	168,87	3	3	27,29,29,52
3.	185,43	2	2	31,29
4.	182,07	3	3	30,29,29
5.	51,82	1	0	/
6.	242,4	2	1	34
7.	248,42	1	1	32
8.	236,93	0	0	/
9.	244,38	0	0	/
10.	128,83	3	1	27
11.	150,08	2	1	32
12.	176,63	2	0	/

Izvor: [10]

Na temelju prethodne tablice napravljen je grafikon 3., koji nam prikazuje koliko je koji ATA sustav uzrokovao neplanirano održavanje zrakoplova tokom perioda od jedne godine. Na ovom zrakoplovu najveći dio neplaniranog vremena na održavanju uzrokovala je ATA 29.



Grafikon 3. Broj otkaza ATA sustava za DASH-A

Izvor: [10]

4.4. Analiza DASH-B

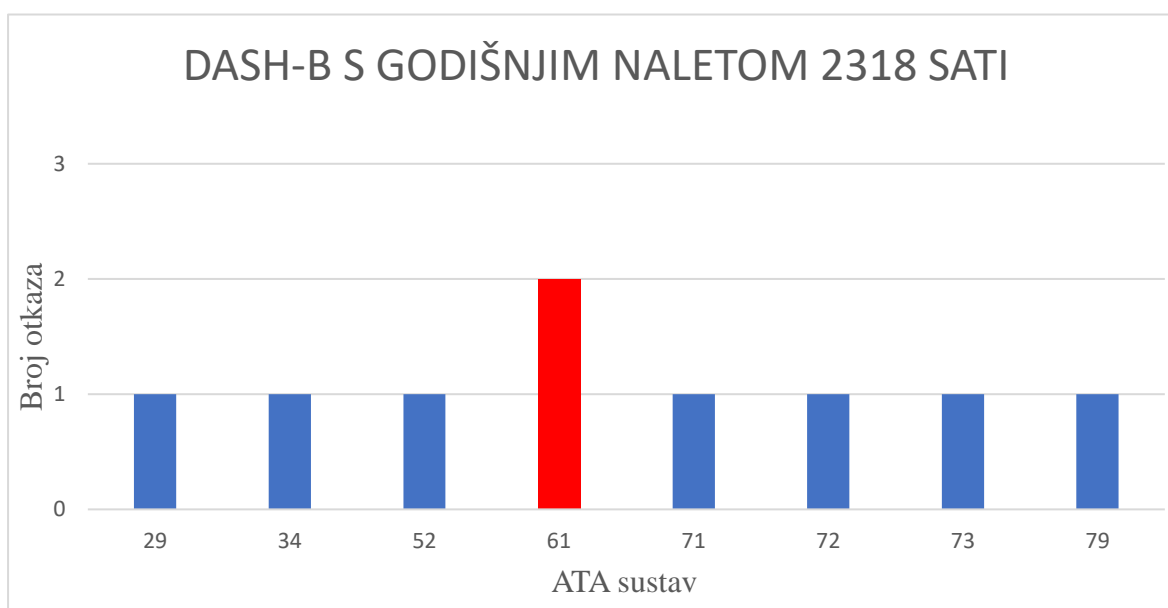
U mjesečnu listu naleta zrakoplova DASH-B upisuje se ostvareni nalet zrakoplova u pojedinom mjesecu za promatranu godinu. Iz tablice 4., može se vidjeti da je zrakoplov DASH-B najviše naletio u kolovozu i to 248,4 sata, a najmanje u studenom. Najviše puta je bio prizemljen u siječnju, veljači i listopadu, od toga neplanirano jednom u siječnju, oba dva puta u veljači te oba dva puta u listopadu. Niti jednom nije bio prizemljen u travnju, svibnju, kolovozu i prosincu. Također iz tablice se može vidjeti da je sve ukupno je prizemljen 11 puta, a od toga devet puta neplanirano.

Tablica 4. Prikaz AOM i AOG po mjesecima za DASH-B

Month	FH	AOM	AOG	ATA
1.	140,08	2	1	71
2.	179,88	2	2	73,52
3.	193,3	1	1	79
4.	197,9	0	0	/
5.	255,63	0	0	/
6.	217,77	1	1	29
7.	238,57	1	1	72
8.	248,42	0	0	/
9.	234,3	1	1	61
10.	128,83	2	2	34,61
11.	97,08	1	0	/
12.	185,83	0	0	/

Izvor: [10]

Na temelju prethodne tablice napravljen je grafikon 4. Iz grafikona se vidi da je na ovom zrakoplovu više ATA sustava uzorkovalo njegovo neplanirano održavanje te nije moguće istaknuti baš određen ATA sustav koji ga prizemljuje veći dio neplaniranog održavanja tokom perioda jedne godine.



Grafikon 4. Broj otkaza ATA sustava za DASH-B

Izvor: [10]

4.5. Analiza DASH-C

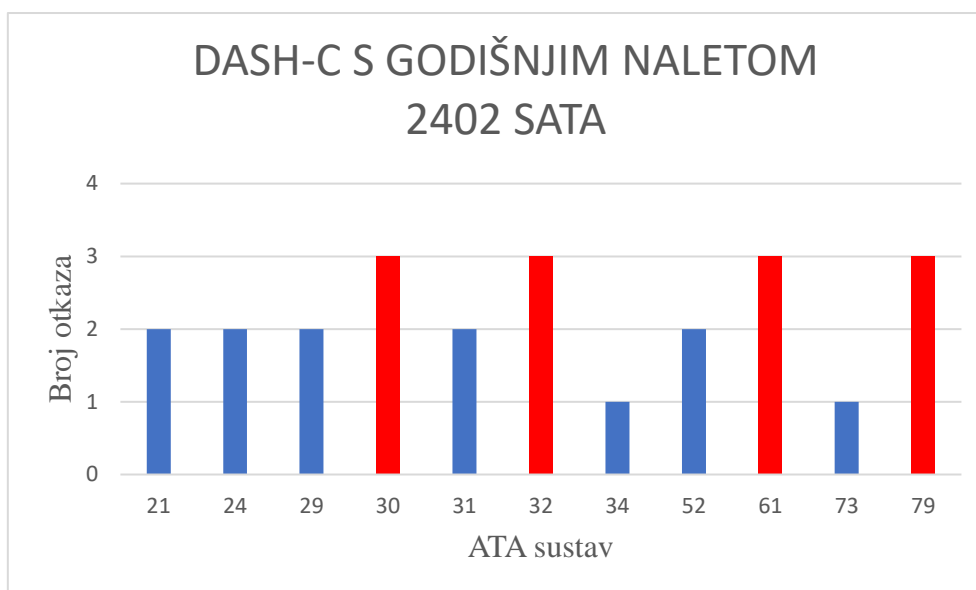
U mjesečnu listu naleta zrakoplova DASH-C upisuje se ostvareni nalet zrakoplova u pojedinom mjesecu za promatranu godinu. Iz tablice 5., može se vidjeti da je zrakoplov DASH-C najviše naleteo u rujnu i to 236,7 sata, a najmanje u travnju. Najviše puta je bio prizemljen u lipnju, od toga neplanirano šest puta, a najmanje je bio prizemljen u rujnu, niti jednom. Također iz tablice se može vidjeti da je sve ukupno je prizemljen 33 puta, a od toga 24 puta neplanirano.

Tablica 5. Prikaz AOM i AOG po mjesecima za DASH-C

Month	DASH-C	AOM	AOG	ATA
1.	204,13	1	0	/
2.	170,77	2	2	73,34
3.	174,88	6	3	32,52,32
4.	154,52	1	0	/
5.	232,23	3	2	31,21
6.	206,98	8	6	79,79,61,31,52,30
7.	229,58	2	2	32,21
8.	233,95	1	0	/
9.	236,75	0	0	/
10.	227,08	3	3	61,24,61
11.	162,48	3	3	24,29,29
12.	168,85	3	3	30,30,79

Izvor: [10]

Na temelju prethodne tablice napravljen je grafikon 5. Iz grafikona se vidi da na ovom zrakoplovu neplanirano održavanje uzrokuje čak 11 ATA sustava. Od tih neplaniranih otkaza preko 50% otkaza uzrokuju četiri ATA sustava, a to su: 30,32,61 te 79.



Grafikon 5. Broj otkaza ATA sustava za DASH-C

Izvor: [10]

4.6. Analiza DASH-D

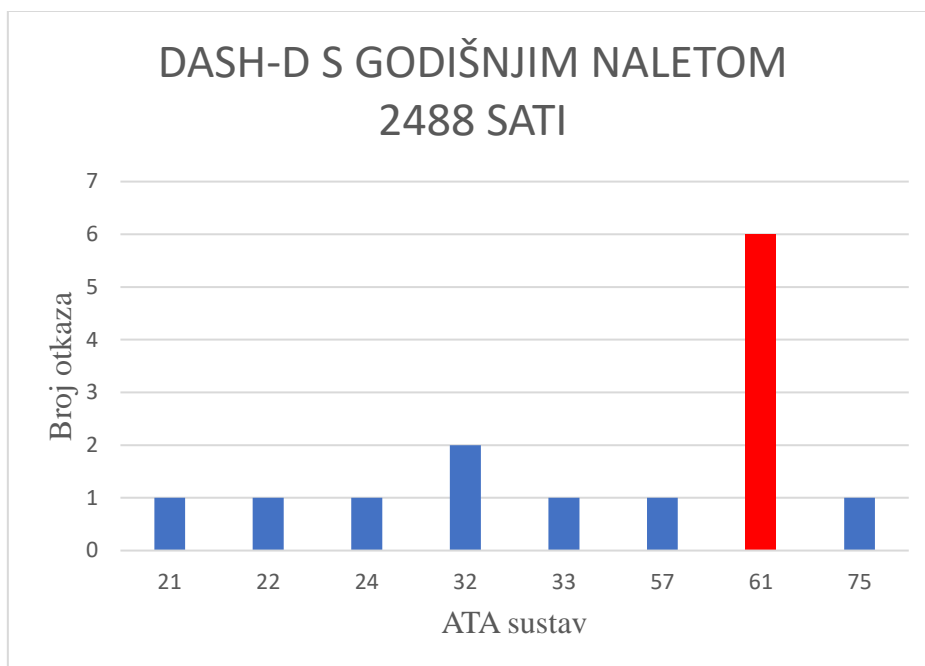
U mjesečnu listu naleta zrakoplova DASH-D upisuje se ostvareni nalet zrakoplova u pojedinom mjesecu za promatranu godinu. Iz tablice 6., može se vidjeti da je zrakoplov DASH-D najviše naletio u kolovozu i to 255,4 sata, a najmanje u ožujku, samo 154,1. Najviše puta je bio prizemljen u ožujku, od toga neplanirano svih šest puta, a niti jednom nije bio prizemljen u siječnju, veljači, lipnju, kolovozu i prosincu. Također iz tablice se može vidjeti da je sve ukupno je prizemljen 15 puta, a od toga 14 puta neplanirano.

Tablica 6. Prikaz AOM i AOG po mjesecima za DASH-D

Month	DASH-D	AOM	AOG	ATA
1.	201,57	0	0	/
2.	155,8	0	0	/
3.	154,08	6	6	61,61,61,32,32,61
4.	207,38	1	1	21
5.	238,88	1	1	75
6.	244,58	0	0	/
7.	248,32	1	1	33
8.	255,43	0	0	/
9.	203,07	1	1	24
10.	205,8	2	2	61,61
11.	175,68	3	2	22,57
12.	197,23	0	0	/

Izvor: [10]

Na temelju prethodne tablice napravljen je grafikon 6. Iz grafikona se vidi da na ovom zrakoplovu izraženo otkazivanje sustava ATA 61 koja skoro šest puta češće otkazuje od ostalih sustava na tom zrakoplovu.



Grafikon 6. Broj otkaza ATA sustava za DASH-D

Izvor: [10]

4.7. Analiza DASH-E

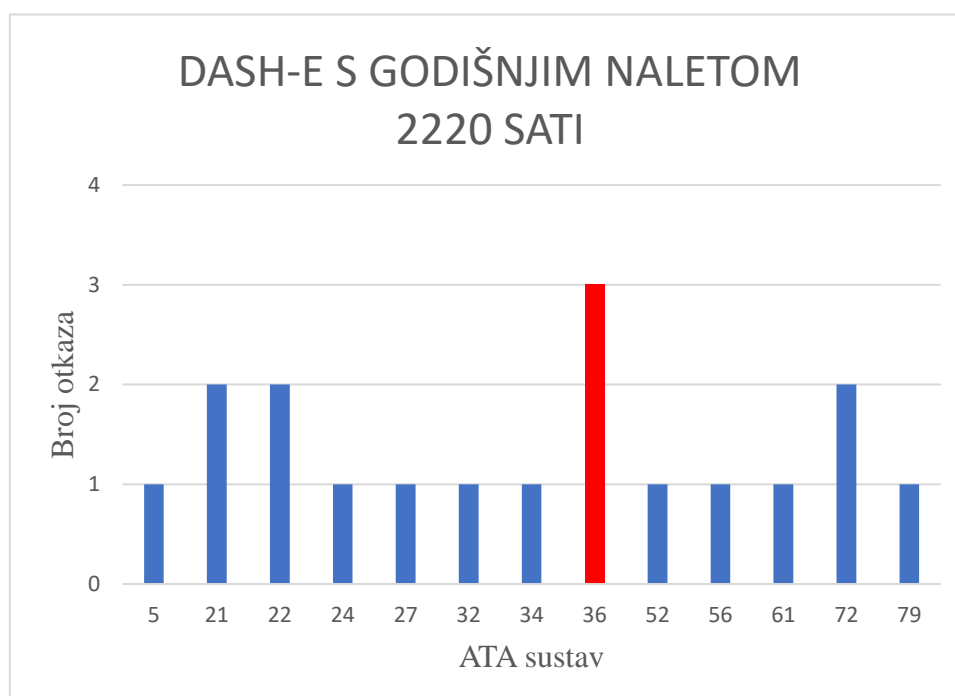
U mjesečnu listu naleta zrakoplova DASH-E upisuje se ostvareni nalet zrakoplova u pojedinom mjesecu za promatranu godinu. Iz tablice 7., može se vidjeti da je zrakoplov DASH-E najviše naletio u srpnju i to 251,2 sata, a najmanje odnosno niti jednom u prosincu. Najviše puta je bio prizemljen u listopadu, od toga neplanirano svih sedam puta, a niti jednom nije bio prizemljen u ožujku i lipnju. Također iz tablice se može vidjeti da je sve ukupno je prizemljen 21 puta, a od toga 18 puta neplanirano.

Tablica 7. Prikaz AOM i AOG po mjesecima za DASH-E

Month	DASH-E	AOM	AOG	ATA
1.	185,58	1	1	79
2.	183,27	2	2	27,71
3.	181,67	0	0	/
4.	58,4	1	0	/
5.	249,6	2	2	56,5
6.	243,9	0	0	/
7.	251,22	1	1	52
8.	235,22	2	2	61,71
9.	228,22	2	2	36,34
10.	222,02	7	7	21,21,36,36,24,32
11.	180,9	2	1	22
12.	0	1	0	/

Izvor: [10]

Na temelju prethodne tablice napravljen je grafikon 7. Iz grafikona se vidi da na ovom zrakoplovu također otkazuje značajan broj sustava u podjednakim omjerima, ali najizraženiji je ATA 36.



Grafikon 7. Broj otkaza ATA sustava za DASH-E

Izvor: [10]

4.8. Analiza DASH-F

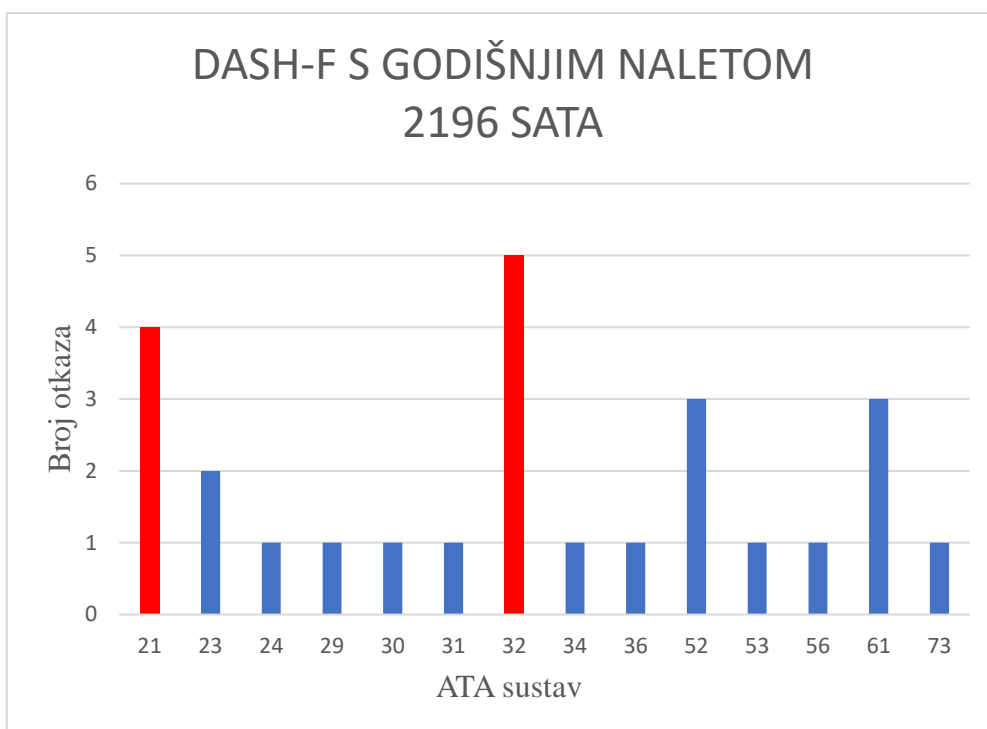
U mjesečnu listu naleta zrakoplova DASH-F upisuje se ostvareni nalet zrakoplova u pojedinom mjesecu za promatranu godinu. Iz tablice 8., može se vidjeti da je zrakoplov DASH-F najviše naletio u srpnju i rujnu i to 211,3 sata, a najmanje u travnju i to 30,7 sata. Najviše puta je bio prizemljen u siječnju, od toga neplanirano tri puta, a niti jednom nije bio prizemljen u kolovozu i prosincu. Također iz tablice se može vidjeti da je sve ukupno je prizemljen 28 puta, a od toga 24 puta neplanirano.

Tablica 8. Prikaz AOM i AOG po mjesecima za DASH-F

Month	DASH-F	AOM	AOG	ATA
1.	163,4	5	3	30,29,32
2.	146,92	4	4	73,32,52,32
3.	186,83	3	3	61,31,23,56
4.	30,72	1	0	/
5.	177,02	4	3	53,61,23,32
6.	237,6	2	2	24,21
7.	211,27	4	4	52,21,21,21
8.	242,9	0	0	/
9.	211,27	2	2	52,34
10.	216,8	2	2	61,36
11.	202,93	1	1	32
12.	168,67	0	0	/

Izvor: [10]

Na temelju prethodne tablice napravljen je grafikon 8. Iz grafikona se vidi da na ovom zrakoplovu imamo izražene otkaze sustava ATA 21 i 32.

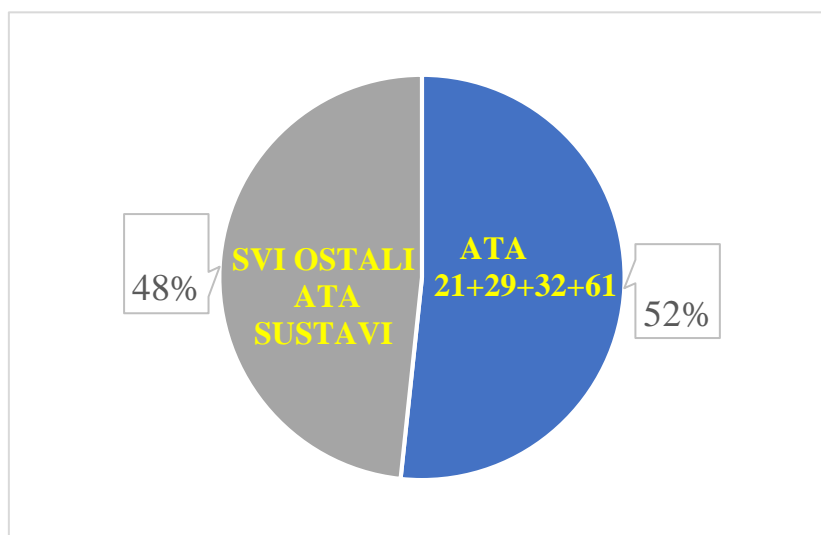


Grafikon 8. Broj otkaza ATA sustava za DASH-F

Izvor: [10]

5. PRIKAZ SUSTAVA S NAJVEĆIM OPSEGOM NEPLANIRANOG ODRŽAVANJA U ODREĐENOM PERIODU

Temeljem detaljne analize, u promatranom periodu od jedne godine, svakog zrakoplova flote odabranog prijevoznika dolazi se podatak da na cijeloj floti najčešće neplanirano održavanje uzrokuju svega četiri ATA sustava i to sustavi ATA 21, ATA 29, ATA 32 i ATA 61. Upravo ta četiri ATA sustava zajedno uzrokuju više od 50% razloga zbog kojih je zrakoplov neplanirano prizemljen, grafikon 9. U daljnjem dijelu ovog poglavlja iznijeti će se ta četiri sustava te napraviti njihova analiza sa srednjim vremenom između otkaza. Na temelju tog podatka odabrani prijevoznik može korigirati interval održavanja tih sustava čime bi se uveliko utjecalo na smanjenje neplaniranog prizemljenja zrakoplova.



Grafikon 9. Udio ATA sustava u neplaniranom održavanju

Izvor: [9]

5.1.ATA 21

Sustav za klimatizaciju i nadtlačivanje kabine ATA 21 (eng. *air conditioning & pressurization*) zadužen je za klimatizaciju i nadtlačivanje kabine zrakoplova. Zrak se dovodi sa kompresora motora ili sa pomoćnog sustava napajanja (eng. *Auxiliary Power Unit*). Topli zrak sa kompresora hladi pomoću dva izmjenjivača topline na određenu temperaturu i vlažnost

te se pomoću sustava za distribuciju zraka dovodi u kabinu [11]. Kako bi se utvrdilo srednje vrijeme između otkaza sustava ATA 21 koristi se formula za izračun MTBF.

$$MTBF_{ATA} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ri}}{n}$$

Brojnik formule predstavlja zbroj godišnjeg naleta svih šest DASH zrakoplova za koje se radila ova analiza. U nazivniku formule nalazi se broj otkaza odabranog ATA sustava u promatranoj godini na cijeloj floti. Ova formula koristiti će se u svim potpoglavljima za izračun srednjeg vremena otkaza za pojedini ATA sustav. Analizom podataka dobiveno je da cijela flota zrakoplova u promatranoj godini imala 13 833,43 sati naleta. Broj otkaza sustava ATA 21 u promatranoj godini iznosi devet puta.

$$MTBF_{ATA\ 21} = \frac{13\ 833,43}{9}$$

$$MTBF_{ATA\ 21} = 1\ 537,04\ h$$

Izračunata vrijednost formule prikazuje srednje vrijeme između otkaza sustava ATA 21 koje iznosi 1537,04 sati naleta za cijelu flotu od šest zrakoplova Dash 8-Q400.

5.2.ATA 29

Hidraulički sustav ATA 29 (eng. *hydraulic power*) zrakoplova Dash 8-Q400 sastoji se od četiri hidraulička sustava od kojih su tri glavna, a jedan pomoćni. Sustavi jedan i sustav dva međusobno su neovisni te se koriste za upravljačke komande, podvozje, upravljanje nosnom nogom te za kočioni sustav. Tlak sustava jedan i dva iznosi 3000 psi. U slučaju otkaza prva dva sustava, sustav tri također, kao glavni sustav, preuzima upravljanje tlakom za upravljačku komandu upravljanja kormilom dubine. Četvrti odnosno pomoćni sustav hidraulike zadužen je za izvlačenje podvozja u slučaju otkaza prvog i drugog sustava [11]. Sustav ATA 29 u promatranoj godini imao je devet otkaza.

$$MTBF_{ATA\ 29} = \frac{13\ 833,43}{9}$$

$$MTBF_{ATA\ 29} = 1\ 537,04\ h$$

Izračunata vrijednost formule prikazuje srednje vrijeme između otkaza sustava ATA 29 koje iznosi 1537,04 sati naleta za cijelu flotu od šest zrakoplova Dash 8-Q400.

5.3.ATA 32

Sustav podvozja ATA 32 (eng. *landing gear*) zrakoplova Dash 8-Q400 ima uvlačeće podvozje. Sustav podvozja sastoji se od glavnog podvozja te nosnog podvozja. Podvozje pokreće hidraulički sustav zrakoplova, a upravlja se elektronskim putem. Nosno podvozje služi za usmjeravanje zrakoplova prilikom taksiranja, polijetanja i slijetanja. Glavno podvozje opremljeno je hidraulički pokretanim sustavom protiv proklizavanja [11]. Sustav je imao 14 otkaza u promatranoj godini dana.

$$MTBF_{ATA\ 32} = \frac{13\ 833,43}{14}$$

$$MTBF_{ATA\ 32} = 988,10\ h$$

Izračunata vrijednost formule prikazuje srednje vrijeme između otkaza sustava ATA 32 koje iznosi 988,10 sati naleta za cijelu flotu od šest zrakoplova Dash 8-Q400.

5.4.ATA 61

Sustav ATA 61 (eng. *propellers*) zrakoplov Dash 8-Q400 koji je elisno-mlazni zrakoplov sastoji se od dva propelerska motora proizvođača Pratt and Whitney PW150A. Svaki motor spojen je preko reduktora na propeler sa šest krakova s ugrađenim sustavom za stalnu brzinu vrtnje propelera odnosno promjenjivog koraka te mogućnosti postavljanja propelera u položaj minimalnog otpora tj. na „nož“ (eng. *feather*) [11]. Sustav je imao 15 otkaza u godini dana.

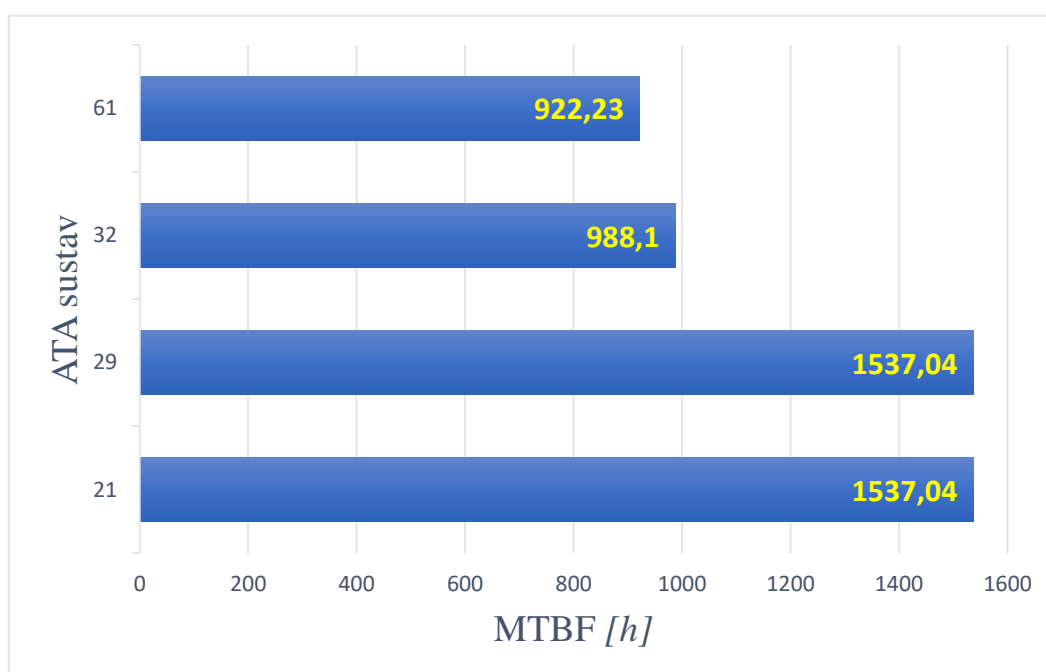
$$MTBF_{ATA\ 61} = \frac{13\ 833,43}{15}$$

$$MTBF_{ATA\ 61} = 922,23\ h$$

Izračunata vrijednost formule prikazuje srednje vrijeme između otkaza sustava ATA 61 koje iznosi 922,23 sati naleta za cijelu flotu od šest zrakoplova Dash 8-Q400.

5.5. Prikaz intervala održavanja za promatrane ATA sustave

Na temelju određenog srednjeg vremena između otkaza za četiri ATA (21, 29, 32, 61) sustava koji uzrokuju najviše događaja koji zahtijevaju neplanirano održavanje prikazan je grafikon 10. Na zajedničkom grafikonu prikazana su srednja vremena između otkaza za flotu od šest zrakoplova Dash 8-Q400 u promatranom periodu od godine dana.



Grafikon 10. Prikaz ATA sustava s obzirom na izračunate vrijednosti MTBF

Izvor: [10]

Najkraći interval srednjeg vremena između otkaza ima sustav ATA 61 sa vrijednošću MTBF= 922,23 sata, a najduži interval imaju dva sustava, ATA 21 i ATA 29 sa vrijednošću od MTBF= 1537,04 sata. Na temelju prethodne analize i ovakvih izračuna te grafičkih prikaza zračni prijevoznik može planirati kapacitete radionice za održavanje, a također i dostupnost komponenti za određene ATA sustave uzimajući u obzir potrebe godišnjeg naleta.

6. ZAKLJUČAK

Svaki zračni prijevoznik prilikom eksploatacije zrakoplova ima cilj održavati kontinuiranu plovidbenost svoje flote kako bi uspješno obavljao svoje komercijalne aktivnosti. Tijekom eksploatacije zrakoplova svi zrakoplovi moraju se održavati prema specifičnim zahtjevima kako bi se zadovoljila sigurnost i pouzdanost istih tijekom životnog vijeka. Kontinuirana plovidbenost održava se prema točno unaprijed definiranim propisima koje propisuju međunarodne te nacionalne zrakoplovne vlasti.

Isplativost zrakoplova zračnom prijevozniku proporcionalna je količini eksploatacije zrakoplova. Svaki put kada je zrakoplov prizemljen on stvara određene gubitke. Zbog toga svakom prijevozniku u interesu je da zrakoplov provede što manje vremena na zemlji, a što više u zraku.

Svaki zrakoplov mora prolaziti kroz program planiranog održavanja. Takva održavanja planiraju se dulji period unaprijed kako bi se takav tip održavanja obavljao onda kada prijevozniku to najviše odgovara, a opet da je sve u skladu sa međunarodnim i nacionalnim zrakoplovnim propisima. Planirano održavanje ne stvara tolike probleme prijevozniku jer je isti se ima vremena pripremiti na to da zrakoplov određeni vremenski period neće biti operativan.

Pored planiranog održavanja postoji i ne planirano održavanje koje prijevozniku stvara veće probleme jer nije pripremljen na to. Upravo o takvom tipu održavanja iznesen su određene analize podataka s obzirom na nalet flote. Na takav tip održavanja moguće je utjecati upravo ovakvim analizama podataka kako bi se odredio interval održavanja. Temeljem analize podataka korištenih u rada dolazi se do zaključka da je moguće reducirati aktivnosti vezane za neplanirano održavanje. Analizom podataka otkaza pojedinih ATA sustava prijevoznik može korigirati interval održavanja navedenih sustava čime bi se smanjio broj neplaniranog održavanja pa tako i vrijeme koje je zrakoplov proveo neplanirano na zemlji generirajući prijevozniku određene gubitke. Takvim pristupom zadržala bi se zahtijevana razina sigurnosti i pouzdanosti, a posljedično svemu tome i veća količina vremena koju bi zrakoplov mogao provesti u eksploataciji.

POPIS LITERATURE

- [1] Croatia Airlines. Preuzeto sa: <https://www.croatiaairlines.com/hr/O-nama/Korporativne-informacije/flota/Dash-8-Q400/> [Pristupljeno: srpanj 2019.].
- [2] International Flight Network. Preuzeto sa: <https://www.ifn.news/posts/bombardier-sells-its-q400-programme/> [Pristupljeno: srpanj 2019.].
- [3] Maintenance training manual DASH Q-400, Bombardier 2001.
- [4] Bombardier. Preuzeto sa: <https://commercialaircraft.bombardier.com> [Pristupljeno: kolovoz 2019.].
- [5] Pratt & Whitney. Preuzeto sa: <https://www.pwc.ca/en/products-and-services/products/regional-aviation-engines/pw100-150>, [Pristupljeno: kolovoz 2019.].
- [6] Bombardier. Preuzeto sa: https://web.archive.org/web/20180416074022/https://commercialaircraft.bombardier.com/content/dam/Websites/bombardiercom/supporting-documents/BA/Bombardier_Q%20Series_Final.pdf [Pristupljeno: srpanj 2019.].
- [7] Domitrović, A : Održavanje i eksploatacija zrakoplova, Autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2018.
- [8] Bazijanac E. Tehnička eksploatacija i održavanje zrakoplova. Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2007.
- [9] Domitrović, A., Virovac, D., Šegvić, M.: Pokazatelji praćenja pouzdanosti zrakoplova u eksploataciji // Zbornik radova 23. međunarodnog savjetovanja HDO, Održavanje 2017., Vodice
- [10] Technical Services. Monthly reliability report Dash 8-Q400. Zagreb; 2018.
- [11] Smart Cockpit. Preuzeto sa: <http://www.smartcockpit.com/plane/BOMBARDIER/DASH-8-400.html> [Pristupljeno: srpanj 2019.].

POPIS KRATICA

- AOC (*Air Operator Certificate*) svjedodžba o sposobnosti organizacije
- AOG (*Aircraft on Ground*) zrakoplov prizemljen
- AOM (*Aircraft on Maintenance*) zrakoplov na održavanju
- ATA (*Air Transport Association of America*) ATA numeriranje sustava
- C of A (*Airworthiness certificate*) svjedodžba o plovidbenosti
- DOM (*Dry Operating Mass*) suha operativna masa
- MLM (*Maximum Landing Mass*) maksimalna masa pri slijetanju
- MTBF (*Mean Time Between Failure*) srednje vrijeme između otkaza
- MTOM (*Maximum Take-off Mass*) maksimalna masa pri polijetanju
- MTTR (*Mean Time Between Repair*) srednje vrijeme između popravka

POPIS SLIKA

Slika 1. Dash 8-Q400	2
Slika 2. Izgled i dimenzije zrakoplova	4

POPIS TABLICA

Tablica 1. Dimenzije Dash 8-Q400.....	3
Tablica 2. Performanse zrakoplova Dash 8-Q400	5
Tablica 3. Prikaz AOM i AOG po mjesecima za DASH-A.....	14
Tablica 4. Prikaz AOM i AOG po mjesecima za DASH-B	16
Tablica 5. Prikaz AOM i AOG po mjesecima za DASH-C	17
Tablica 6. Prikaz AOM i AOG po mjesecima za DASH-D.....	18
Tablica 7. Prikaz AOM i AOG po mjesecima za DASH-E	20
Tablica 8. Prikaz AOM i AOG po mjesecima za DASH-F.....	21

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Stanje sredstva	7
Grafikon 2. Prikaz ukupnog naleta po mjesecima.....	13
Grafikon 3. Broj otkaza ATA sustava za DASH-A	15
Grafikon 4. Broj otkaza ATA sustava za DASH-B	16
Grafikon 5. Broj otkaza ATA sustava za DASH-C	18
Grafikon 6. Broj otkaza ATA sustava za DASH-D	19
Grafikon 7. Broj otkaza ATA sustava za DASH-E.....	20
Grafikon 8. Broj otkaza ATA sustava za DASH-F.....	22
Grafikon 9. Udio ATA sustava u neplaniranom održavanju.....	23
Grafikon 10. Prikaz ATA sustava s obzirom na izračunate vrijednosti MTBF	26



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

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 _____ **Određivanje intervala održavanja zrakoplova Dash 8-Q400**

_____ **prema naletu**

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

Student/ica:

U Zagrebu, _____ 5.9.2019 _____

_____ *Bolić*
(potpis)