

Analiza intervala održavanja zrakoplova airbus A320 familije prema podacima iz eksploatacije

Musladin, Mateo

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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:119:522432>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-17**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Mateo Musladin

ANALIZA INTERVALA ODRŽAVANJA
ZRAKOPLOVA AIRBUS A320 FAMILIJE PREMA
PODACIMA IZ EKSPLOATACIJE

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2023.

Zagreb, 18. rujna 2023.

Zavod: **Zavod za zračni promet**
Predmet: **Eksploatacija i održavanje zrakoplova**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 7278

Pristupnik: **Mateo Musladin (0135252744)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Zračni promet**

Zadatak: **Analiza intervala održavanja zrakoplova airbus A320 familije prema podacima iz eksploatacije**

Opis zadatka:

U uvodnom dijelu rada potrebno je analizirati propise kojima se definira održavanje zrakoplova. U nastavku je potrebno opisati program održavanja zrakoplova Airbus A320. U glavnom dijelu rada potrebno je dati analizu aktivnosti planiranog i neplaniranog održavanja zrakoplova Airbus A320 familije obzirom na provedeni nalet u određenom vremenskom periodu. Na temelju analize podataka iz eksploatacije i održavanja, potrebno je zaključiti koji dijelovi i sustavi zrakoplova uzrokuju najviše aktivnosti neplaniranog održavanja.

Zadatak uručen pristupniku: 16. svibnja 2023.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

izv. prof. dr. sc. Anita Domitrović

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

DIPLOMSKI RAD

**ANALIZA INTERVALA ODRŽAVANJA
ZRAKOPLOVA AIRBUS A320 FAMILIJE
PREMA PODACIMA IZ
EKSPLOATACIJE**

**MAINTENANCE INTERVAL ANALYSIS
OF AIRBUS A320 FAMILY AIRCRAFT
DUE TO OPERATION DATA**

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

Student: Mateo Musladin, univ. bacc. ing. traff

JMBAG: 0135252744

Zagreb, rujan 2023.

SAŽETAK

Održavanje zrakoplova je ključan faktor u zrakoplovnoj industriji kako bi se osigurala sigurnost leta i optimalno iskoristili raspoloživi zrakoplovi. Dokumentom EASA Part M definirani su intervali planiranog održavanja zrakoplova radi očuvanja njegove kontinuirane plovidbenosti i smanjenju rizika od kvarova u letu. Također u eksploataciji zrakoplova postoji i neplanirano održavanje, a to se odnosi na neočekivane probleme koji se pojavljuju tijekom operacija i zahtijevaju hitni popravak sustava ili zamjenu komponente. Analiza intervala održavanja predstavlja identifikaciju i analizu potencijalnih rizika vezanih uz održavanje zrakoplova. Kroz temeljitu analizu i praćenje, intervali održavanja mogu se optimizirati, što rezultira povećanjem sigurnost leta zrakoplova, dok istovremeno minimizira troškove i neplanirana prizemljenja zrakoplova. U ovome radu analizirano je održavanje zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom 2022. godine. Poseban naglasak stavljen je na zamjene komponenti sustava pri neplaniranom održavanju zrakoplova. Rezultati analize mogu poslužiti zračnom prijevozniku za optimalniju eksploataciju flote.

KLJUČNE RIJEČI: održavanje zrakoplova; ATA-100 sustav; program održavanja; komponente

SUMMARY

Aircraft maintenance is a key factor in the aviation industry to ensure flight safety and optimal use of the aircraft. The intervals for planned aircraft maintenance, as defined by the EASA Part M document, aim to preserve its continuous airworthiness and reduce the risk of in-flight failures. Apart from planned maintenance, there is also unplanned maintenance in aircraft operation, which refers to unexpected problems that appear during operation and require urgent system repair or component replacement. The maintenance interval analysis represents the identification and analysis of potential risks related to aircraft maintenance to ensure the maximum level of safety. With thorough analysis and monitoring, maintenance intervals can be optimized, resulting in increased aircraft flight safety, while simultaneously minimizing costs and unplanned aircraft on ground. In this thesis, the aircraft maintenance of the selected airline during the year 2022 was analyzed. Special emphasis is placed on the replacement of system components during unplanned aircraft maintenance. The results of the analysis can serve the airline for more optimal exploitation of the fleet.

KEYWORDS: aircraft maintenance; ATA-100 system; maintenance programme; components

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PROPISI KOJIMA SE DEFINIRA ODRŽAVANJE ZRAKOPLOVA.....	2
2.1. Part M.....	3
2.2. Part 145	5
3. PROGRAM ODRŽAVANJA ZRAKOPLOVA	7
3.1. Općenito o programu održavanja.....	7
3.2. Izrada početnog programa održavanja	9
3.3. Pregledi koji čine program održavanja	10
3.4. Podaci prikupljeni iz programa održavanja.....	12
4. ANALIZA ODRŽAVANJA ZRAKOPLOVA AIRBUS A320 FAMILIJE S OBZIROM NA PLANIRANO I NEPLANIRANO ODRŽAVANJE U ODREĐENOM PERIODU	18
4.1. Tehničko eksploatacijske značajke zrakoplova Airbus A320	18
4.2. Program pouzdanosti	20
4.3. Statistika flote	22
4.4. Pouzdanost otpreme zrakoplova	25
4.5. Planirano i neplanirano održavanje zrakoplova.....	29
5. KOMPONENTE I SUSTAVI S NAJVEĆIM OPSEGOM NEPLANIRANOG ODRŽAVANJA PREMA PODACIMA IZ EKSPLOATACIJE ZA FLOTU AIRBUS A320 FAMILIJE JEDNOG ZRAČNOG PRIJEVOZNIKA	35
5.1. Analiza neplaniranog održavanja komponenti i sustava zrakoplova po mjesecima tijekom promatranog razdoblja	36
5.2. Komponente i sustavi s najvećim opsegom neplaniranog održavanja na godišnjoj razini	46
6. ZAKLJUČAK.....	50
LITERATURA.....	52
POPIS KRATICA	54
POPIS SLIKA	56
POPIS TABLICA.....	57
POPIS GRAFIKONA.....	58
PRILOZI.....	59

1. UVOD

Intervali održavanja zrakoplova su od iznimne važnosti u zrakoplovnoj industriji kako bi se osigurala sigurnost leta i efikasnost operacija. Održavanje zrakoplova propisano je dokumentom koji se naziva Program održavanja čiji je cilj osigurati da svi dijelovi, komponente i sustavi zrakoplova ispravno obavljaju svoju funkciju.

Cilj diplomskog rada je prikazati detaljnu analizu intervala održavanja zrakoplova Airbus A320 familije koristeći podatke iz eksploatacije. Analiza se radi s ciljem izračuna srednjeg vremena između otkaza sustava zrakoplova koje može pomoći odabranom zračnom prijevozniku u planiranju budućih intervala održavanja. Rad je podijeljen u šest poglavlja:

1. Uvod,
2. Propisi kojima se definira održavanje zrakoplova,
3. Program održavanja zrakoplova,
4. Analiza održavanja zrakoplova Airbus A320 familije s obzirom na planirano i neplanirano održavanje u određenom periodu,
5. Komponente i sustavi s najvećim opsegom neplaniranog održavanja prema podacima iz eksploatacije za flotu Airbus A320 familije jednog zračnog prijevoznika,
6. Zaključak.

Nakon prvog, uvodnog poglavlja, u drugom poglavlju opisuju se propisi na nacionalnoj i međunarodnoj razini kojima je definirano održavanje zrakoplova. Zrakoplovni propisi definirani su radi jednog od najvažnijih ciljeva u zrakoplovstvu, a to je sigurnost. Propisi su podložni promjenama i dopunama, a sve s ciljem povećanja sigurnosti. U poglavlju su predstavljeni propisi koji su važeći za Republiku Hrvatsku, a zatim i detaljno opisani oni koji propisuju procedure i standarde za održavanje kontinuirane plovidbenosti i propisi vezani za procedure koje moraju slijediti sve organizacije za održavanje zrakoplova.

U trećem poglavlju ovog diplomskog rada opisan je program održavanja zrakoplova, način njegove izrade i pregledi koji su obuhvaćeni programom održavanja. Nakon toga prikazani su podaci koji se prikupljaju programom održavanja.

U četvrtom poglavlju analizirano je održavanje zrakoplova Airbus A320 s obzirom na planirano i neplanirano održavanje. U početku poglavlja spomenute su tehničko eksploatacijske značajke zrakoplova Airbus A320, a potom je opisan program pouzdanosti. Svrha programa pouzdanosti zrakoplova je osigurati da se zrakoplov održava u propisanim intervalima te da je takvo održavanje učinkovito. Nadalje, prikazani su podaci iz mjesečnih izvješća o pouzdanosti zrakoplova.

Peto poglavlje ovoga rada se također temelji na podacima iz mjesečnih izvješća o pouzdanosti zrakoplova, međutim odnosi se samo na podatke iz neplaniranih održavanja komponenti i sustava zrakoplova. Također, prikazan je izračun srednjeg vremena između otkaza sustava s najvećim opsegom neplaniranog održavanja.

U posljednjem poglavlju rada izneseni su zaključci rada.

2. PROPISI KOJIMA SE DEFINIRA ODRŽAVANJE ZRAKOPLOVA

Zrakoplovni propisi se prvotno definiraju radi sigurnosti u zračnom prometu. Jednom definirani propisi su podložni promjenama i nadogradnjama radi povećanja same razine sigurnosti u zračnom prometu te zbog razvijanja novih suvremenijih tehnologija koje su pouzdanije i efektivnije od prethodnih. Zrakoplovni propisi djeluju na nacionalnoj i međunarodnoj razini. Za Republiku Hrvatsku, članicu Europske unije, važeći propisi su hrvatski Zakon o zračnom prometu i regulativa Europske agencije za sigurnost zračnog prometa (engl. *European Aviation Safety Agency – EASA*). EASA je agencija koja djeluje na području Europske unije te je prvotno osnovana s ciljem sigurnosti zračnog prometa, brizi o zaštiti okoliša, pojednostavljenja tržišta zračnog prometa i stvaranja jednakih uvjeta u civilnom zrakoplovstvu. [1], [2], [3].

EASA je osnovana 2002. godine sa sjedištem u njemačkom gradu Kolnu i njeni zadaci pokrivaju širok spektar aktivnosti kao što su usklađivanje propisa i certificiranje organizacija koje se bave, npr. plovidbenosti zrakoplova i licenciranjem posada. Certificiranje zrakoplova i komponenti zrakoplova obavljaju licencirane organizacije koje projektiraju zrakoplov, grade zrakoplov i održavaju ga. EASA također razvija jedinstveno zrakoplovno tržište Europske unije i određuje pravila u zračnom prometu te je zaslužna za razvoj i provedbu europskih i svjetskih propisa. Kako bi se postigla najviša razina sigurnosti EASA blisko surađuje s nacionalnim tijelima za zračni promet kako bi se osigurali sigurnosni standardi usklađeni na području Europe [4], [5].

Propisi koje izdaje EASA izravno utječu na iduće domene europskog i međunarodnog sektora civilnog zrakoplovstva [5]:

- europska nadležna tijela civilnog zrakoplovstva,
- zračne prijevoznike,
- europske proizvođače zrakoplova i njihovih dijelova,
- organizacije za održavanje,
- privatne i komercijalne pilote,
- odobrene agencije za osposobljavanje,
- kontrolore zračnog prometa i pružatelje usluga u zračnoj plovidbi,
- zračne luke i drugo.

Osim Europske agencije za sigurnost zračnog prometa propise vezane uz održavanje zrakoplova propisuje i Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva (engl. *International Civil Aviation Organization – ICAO*). Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva je specijalizirana organizacija koja se bavi standardima međunarodnog civilnog zrakoplovstva i politikama koje su zadužene za sigurno, učinkovito, ekonomsko i ekološko obavljanje civilnog zračnog prometa. Propisi i preporučene prakse su podijeljeni u 19 aneksa, od kojih su dva aneksa izravno zadužena za reguliranje održavanja zrakoplova:

- a) Aneks 6 - Operacije zrakoplova (poglavlje 8) i

b) Aneks 8 - Kontinuirana plovibenost.

Propisi Europske agencije za zrakoplovnu sigurnost koji se direktno vežu za održavanje zrakoplova dijele se na dva glavna popisa [1], [6]:

- a) Inicijalna plovibenost (engl. *Initial Airworthiness*) koja se sastoji od glavnog aneksa Part 21 i
- b) Kontinuirana plovibenost (engl. *Continuing Airworthiness*) koja se sastoji od idućih aneksa:
 - I. Part-M – kontinuirana plovibenost
 - II. Part-145 – ovlaštena organizacija za održavanje,
 - III. Part-66 – licenciranje tehničkog osoblja,
 - IV. Part-147 – ustanove za školovanje tehničkog osoblja,
 - Va. Part-T – kontinuirana plovibenost zrakoplova registriranih u trećoj zemlji,
 - Vb. Part-ML – propisuje zahtjeve kako bi se osigurala kontinuirana plovibenost za lagane zrakoplove u općem zrakoplovstvu,
 - Vc. Part-CAMO – organizacija za vođenje kontinuirane plovibenosti,
 - Vd. Part-CAO – propisuje zahtjeve koje mora ispuniti organizacija za vođenje kontinuirane plovibenosti.

S obzirom na temu ovoga rada, bitni propisi su oni koji propisuju procedure i standarde za održavanje kontinuirane plovibenosti i propisi vezani za proceduru koju moraju slijediti organizacije za održavanje zrakoplova (Part M i Part 145) koji je detaljnije opisan u nastavku ovoga rada.

2.1. Part M

Part M je propis koji osigurava da se zrakoplov održava u sigurnom stanju i da je ploviben tijekom cijelog njegovog radnog vijeka. To je jedna od ključnih aspekata sigurnosti u zrakoplovstvu te se nalazi u zakonu mnogih zemljama diljem svijeta. Part M se bavi pitanjem kontinuirane plovibenosti zrakoplova tijekom njegovog životnog ciklusa na takav način da [7]:

- definira odgovornosti,
- definira sve aspekte koji su potrebni za upravljanje kontinuiranom plovibenosti zrakoplova,
- regulira održavanje zrakoplova,
- zahtjeva izvješće rada na nakon održavanja za puštanje u eksploataciju,
- određuje kriterije kontrole tokom pregled plovibenosti zrakoplova koja omogućuje izdavanje certifikata o plovibenosti (engl. *Certificate of Airworthiness – C of A*).

Plovibenost (engl. *Airworthiness*) zrakoplova se može definirati na mnoge načine, pa tako prema izvoru [8] „plovibenost zrakoplova je sposobnost zrakoplova za sigurnu zračnu

plovidbu. Aktivnosti koje osiguravaju plovidbenost zrakoplova se dijele na certificiranje i nadzor nad zrakoplovima te na certificiranje i nadzor nad organizacijama i osobama koje se bave projektiranjem, proizvodnjom, kontinuiranom plovidbenosti i održavanjem zrakoplova“. Također prema nekim drugim autorima plovidbenost se može definirati da zrakoplov, odnosno dio zrakoplova, posjeduje potrebne zahtjeva za letenje u sigurnim uvjetima, s dopuštenim granicama [1].

Kontinuirana plovidbenost (engl. *continuing airworthiness*) se definira kao svi procesi koji osiguravaju da zrakoplov tijekom svojega radnog vijeka zadovoljava važeće zahtjeve koji vrijede za plovidbenost i da je u stanju za siguran rad. Vlasnik zrakoplova je odgovoran za kontinuiranu plovidbenost i dužan je osigurati da se let ne izvršava ako se održavanje zrakoplova nije obavljalo prema skladu s odobrenim programom održavanja [9], [10].

Part M definira da je zrakoplov plovidben ako je održavan na popisan način, a cilj ovog dokumenta je da tijekom životnog ciklusa zrakoplova bude što je manje moguće otkaza zrakoplovnih uređaja i sustava. U slučaju da dođe do otkaza i zakazivanja takvih uređaja i sustava sigurnost zrakoplova se ne smije značajno ugroziti da nastanu kobne posljedice. Part M se sastoji od devet pododjeljaka [6]:

- A) općenito,
- B) odgovornost,
- C) kontinuirana plovidbenost,
- D) norme održavanja,
- E) komponente,
- F) organizacija za održavanje,
- G) organizacija za kontinuiranu plovidbenost,
- H) potvrda o puštanju u rad i
- I) valjanost potvrde o plovidbenosti.

Part CAMO odnosi se na organizaciju za vođenje kontinuirane plovidbenosti (engl. *Continuing Airworthiness Management Organization – CAMO*) te je dio Parta M, koji utvrđuje sve potrebne propise i zahtjeve koje određena organizacija treba ispuniti kako bi mogla izdavati i produživati odobrenja glede kontinuirane plovidbenosti zrakoplova. Također uključuje upravljanje i organizaciju svih dokumenata, propisa i publikacija spomenutih organizacija. Ti se svi dokumenti o provedenim aktivnostima održavanja pohranjuju. Stoga svaka organizacija za vođenje kontinuirane plovidbenosti mora posjedovati jednu prostoriju za pohranu sve potrebne dokumentacije, prikladne urede za upravljanje i organizaciju dokumenata i dužna je imati Priručnik organizacije za vođenje kontinuirane plovidbenosti zrakoplova (engl. *Continuing Airworthiness Management Exposition – CAME*) [1], [9].

Potvrda o ovlaštenom vraćanju u upotrebu (engl. *Authorised Release Certificate*), tzv. Obrazac EASA 1 (engl. *EASA Form 1*) je dokument koji je potrebno unijeti u dokumentaciju o kontinuiranoj plovidbenosti zrakoplova, najdulje 30 dana nakon obavljenog održavanja. Potvrda o ovlaštenom vraćanju u upotrebu prikazan je u prilogu 1 [11].

Dokumentacija o kontinuiranoj plovidbenosti zrakoplova mora se sastojati od [11]:

- knjige zrakoplova,
- knjige motora,
- dokumentacijskih kartica modula motora,
- knjige elise,
- dokumentacijski kartica za bilo koju komponentu s određenim vijekom trajanja,
- potvrde o ovlaštenom vraćanju u upotrebu, te
- tehničke knjige operatora, kada je to potrebno.

Evidencija o kontinuiranoj plovidbenosti zrakoplova uključuje [11]:

- status naredbi o plovidbenosti i mjere koje zahtijeva nadležno tijelo pri direktnom problemu glede sigurnosti,
- status preinaka i popravaka,
- status vjerodostojnosti programa održavanja,
- status dijelova zrakoplova s ograničenim vijekom trajanja,
- dokumente o masi i balansu zrakoplova, te
- spise odgođenog održavanja.

Priručnik CAME detaljno opisuje na koji način organizacija ispunjava zahtjeve Part M propisa, odnosno njegovog pododjeljka G kojim se definira vođenje kontinuirane plovidbenosti i pododjeljka I kojim se definira izdavanje, odnosno produljenje potvrde o plovidbenosti zrakoplova. Navedeni priručnik mora imati sljedeće informacije: [1], [11]

- potpisanu izjavu od strane odgovornog rukovoditelja kojom se potvrđuje da će organizacija uvijek raditi u skladu sa spomenutim Partom i priručnikom,
- opseg rada organizacije,
- imena odgovornih osoba u organizaciji,
- organizacijsku shemu koja prikazuje lance odgovornosti među osobama u točki iznad,
- popis osoblja za provjeru plovidbenosti,
- generalni opis i lokacije objekata,
- postupke koji točnim redoslijedom specificiraju kako će navedena organizacija osigurati poštivanje Parta M, te
- postupke u slučaju potrebe za dopunjavanjem istog priručnika.

Svako dopunjavanje CAME priručnika zahtijeva odobrenje od nadležnog tijela da se isti može dopuniti novim informacijama.

2.2. Part 145

Zrakoplov, njegove sustave i komponente smiju održavati samo Organizacije za održavanje (engl. *Approved Maintenance Organization* – AMO). Takve organizacije su

licencirane i osposobljene za obavljanje takvoga rada sukladno Partu 145. Za obavljanje rada ove organizacije moraju dobiti ovlaštenje od nadležnog tijela države [1], [6]. Organizacija za održavanje koja planira dobiti Part 145 certifikat mora osigurati [9]:

- prikladne objekte za planirane radove (zaštita od vremenskih uvjeta),
- da je vjerojatnost da dođe do potencijalnog zagađenja okoliša minimalna,
- ispravne alate potrebne za provedbu planiranih radova,
- da su hangari za zrakoplove i radionice za komponente prikladne za rad koji se planira obavljati u istima (temperatura, osvjetljenje prostorija, buka),
- licencirano osoblje i
- Priručnik organizacije za održavanje zrakoplova (engl. *Maintenance Organisation Exposition* – MOE).

U priručniku organizacije za održavanje zrakoplova opisano je kako organizacija ispunjava zahtjeve Part 145 standarda, struktura organizacije, tehnološki i organizacijski procesi, te sustav kvalitete [1], [2].

U održavanje zrakoplova spadaju sve one aktivnosti koje za cilj imaju održavati plovidbenost zrakoplova, odnosno održavanje je svaki remont, popravak, pregled, zamjena ili otklanjanje kvara sa zrakoplova i njegovog sustava ili komponente, s iznimkom pregleda prije leta [1].

U Partu 145 se nalaze svi potrebni odgovori na glavna pitanja (tko, gdje, kada, kako i po kojim procedurama) smije održavati zrakoplov, te popravljati ili mijenjati njegove sustave i komponente. Navedeni dokument izravno utječe na procedure nadležnih tijela i tehničke zahtjeve [1], [12].

3. PROGRAM ODRŽAVANJA ZRAKOPLOVA

Program održavanja (engl. *Maintenance Programme* – MP) je dokument koji opisuje zadatke i procedure održavanja zrakoplova, komponenti i njegovih sustava kako bi se pojedinom zrakoplovu osigurala kontinuirana plovidbenost. Svaki zrakoplov se mora održavati u skladu s navedenim dokumentom gdje su definirani načini njihovog izvršenja i rokovi. Zadatak vlasnika zrakoplova je da za svaki tip zrakoplova koji posjeduje u svojoj floti izradi program održavanja koji se utvrđuje se u skladu sa zakonom o zračnom prometu, zahtjevima za održavanje odobrenih od strane nadležnih zrakoplovnih vlasti zemlje proizvođača, tehničkim uputama proizvođača za održavanje tog tipa zrakoplova, pogonske grupe, zrakoplovnih sustava i opreme [1], [13].

Program održavanja izrađuje se posebno za svaki tip zrakoplova, sustava, pogonske grupe ili opreme. Izrađuje ga vlasnik zrakoplova, odnosno organizacija koja je zadužena za izradu dokumentacije za program održavanja te ga daje na uvid i odobrenje zrakoplovnim vlastima zemlje pod čijom je zastavom zrakoplov registriran.

Cilj programa održavanja je osigurati da svi dijelovi, komponente i sustavi zrakoplova ispravno obavljaju svoju funkciju, te da se zrakoplov održava u skladu sa svom propisanom dokumentacijom. Svaki zrakoplov nakon održavanja mora biti plovidben barem onoliko vremena koliko je propisano u samom dokumentu.

U pregledima predviđenima u programu održavanja potrebno je uzeti u obzir redoviti pregledi s obzirom na nalet, broj letova i kalendarske dane, te godišnji pregled koji se u većini slučajeva obavlja prije netom provjere plovidbenosti. U programu održavanja moraju biti navedene one komponente zrakoplova koje imaju određene rokove trajanja, obnove ili ispitivanja zadane od strane proizvođača zrakoplova ili li nekim drugim regulatornim dokumentom propisanim od nadležnih tijela. [10].

3.1. Općenito o programu održavanja

Propis EASA Part M nalaže da je zračni prijevoznik dužan izraditi program održavanja zrakoplova. U spomenutom dokumentu su napisani svi zadaci i uvjeti koji se trebaju redovito izvršavati na zrakoplovu tijekom njegova životnog vijeka da bi takav zrakoplov mogao udovoljiti zahtjevima za sigurnu zračnu plovidbu. Programom održavanja zrakoplova određeni su rokovi i načini izvršenja zadataka. Te zadatke glede održavanja zrakoplova primarno izvršava tehničko osoblje koje ima licencu za održavanje zrakoplova. Također preglede između letova i jednostavne zadaće tijekom leta, može izvršiti i posada zrakoplova [1].

Prijedlogom zračnog prijevoznika, nacionalne zrakoplovne vlasti zemlje u kojoj je zrakoplov registriran odobravaju program održavanja. U Republici Hrvatskoj to je Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo (engl. *Croatian Civil Aviation Agency* – CCAA). Odobreni program održavanja zrakoplova predstavlja uvjet zračnom prijevozniku za dobivanje dozvole za obavljanje djelatnosti zračnog prijevoza AOC (engl. *Air Operator Certificate* – AOC) i

svjedodžbe o plovidbenosti zrakoplova. Tu potrebnu dokumentaciju nije moguće dobiti bez postojećeg programa održavanja zrakoplova te to predstavlja izravnu vezu između plovidbenosti i održavanja. Zrakoplov će biti plovidben ako se redovito održava kako je to propisano u programu održavanja [1], [14].

Prve naznake programa održavanja bile su 1930. godine kada su zrakoplovne vlasti SAD-a donijele prvi propis vezan za održavanje zrakoplova. Taj propis je imao jedno načelo a to je održavanje zrakoplova i njegovih komponenti, koje utječu na sigurnost zrakoplova, u određenim fiksnim intervalima tzv. (engl. *Hard time*). Ubrzo se uspostavilo da takav način održavanja zrakoplova nije niti malo optimalan jer dolazi do nepotrebnog rasklapanja, često i ispravnih komponenti zbog čega se povećavaju ukupni troškovi eksploatacije. Daljnjom analizom dolazi se do nove ideje, odnosno dokumenta pod nazivom MSG-1 (engl. *Maintenance steering group – MSG*) [1], [15].

MSG-1 je dokument koji je stupio na snagu 1968. godine iz razloga jer su američke zrakoplovne tvrtke bile zadužene za projekt izrade programa održavanja za zrakoplova B747. Prijašnja ideja nije bila optimalna i bila je veoma skupa, pa je zato novost u ovom dokumentu da će se održavanje ostalih dijelova zrakoplova, koji izravno ne utječu na sigurnost, vršiti prema zatečenom stanju (engl. *on condition*). To uključuje praćenje i periodičku provjeru stanja tih komponenti (engl. *condition monitoring*) [1].

Par godina nakon je uslijedio novi dokument pod nazivom MSG-2 koji se koristio za program održavanja zrakoplova L-1011 i DC-10. Europsko udruženje uočilo je dobru ideju s MSG-2 propisom i razvija novi MSG-2 kao poboljšanje postojećeg MSG-2, te je imao primjenu na zrakoplovima kao što su A300 i Concorde [1].

Na temelju iskustva i utvrđenih slabosti MSG-2, originalna verzija MSG-3 prvi put je objavljena 1980. godine. MSG-3 je primarni dokument za izradu programa održavanja. Ovaj model raspoznaje evaluaciju otpornosti na oštećenja (engl. *damage tolerance*), zahtjeva dodatne inspekcije, raspoznaje pojave višestrukih grešaka, te efekte grešaka na strukturu u neposrednoj blizini, prati rast pukotine od uočljive duljine do kritične duljine. MSG-3 logika definira radne zadatke, a ne proces održavanja. Izmjene na MSG-3 su napravljene 2015. godine te je taj dokument još i danas osnova za izradu programa održavanja zrakoplova. Razvoj MSG-4 još uvijek nije krenuo [1], [15].

Glavna ideja iza ovog koncepta je prepoznavanje koliko su sustav i komponente zrakoplova pouzdane, izbjegavanje nepotrebnih održavanja koja stvaraju trošak i optimiziranje učinkovitosti. Temeljna načela MSG-3 koncepta su iduća [15]:

- održavanje je učinkovito samo ako je rad na zrakoplovu opravdan,
- pretjeranim održavanjem ne dolazi do povećanja pouzdanosti,
- nepotrebni radovi također mogu dovesti do ljudske pogreške i većih problema,
- nekoliko složenih zadataka rezultira istrošenošću,
- praćenje stanja je općenito učinkovitije od remonta, održavanje temeljeno na zatečenom stanju (engl. *Condition Based Maintenance – CBM*).

3.2. Izrada početnog programa održavanja

MSG-3 je osnovni dokument koji se koristi za izradu programa održavanja. Upravljački odbor za industriju (engl. *Industry Steering Committee* – ISC) imenuje posebne radne grupe za održavanje, poznate kao (engl. *Maintenance Working Groups* – MWG), koje provode temeljitu analizu i razvijaju plan održavanja koristeći MSG-3 logiku. Važno je napomenuti da radna grupa za održavanje mora dobiti odobrenje od strane agencije civilnog zrakoplovstva (engl. *Civil Aviation Authority* – CAA). Nakon toga, formira se odbor za ocjenjivanje održavanja MRB (engl. *Maintenance Review Board* – MRB), koji priprema prijedlog programa održavanja [15].

Nakon što je prijedlog programa održavanja izrađen, odbor za ocjenjivanje održavanja predaje agenciji civilnog zrakoplovstva pročišćenu verziju prijedloga. Agencija civilnog zrakoplovstva pregledava, ispravlja i dopunjuje prijedlog te ga ovjerava. Kao rezultat ovog postupka dobije se izvještaj odbora za ocjenjivanje održavanja (engl. *Maintenance Review Board Report* – MRBR). U spomenutom izvještaju definirani su osnovni i minimalni zahtjevi za početno održavanje strukture, sustava i komponenti zrakoplova, te samog zrakoplova, kao i opis zadataka održavanja i, gdje je primjenjivo, strukturalnim ograničenjima komponenti potrebnim za kontinuiranu plovidbenost zrakoplova. Ako se intervali održavanja navedeni u MRBR razlikuju od onih koje je odredio proizvođač zrakoplova, MRBR intervali imaju veću važnost, te se održavanje zrakoplova vrši tim intervalima [16].

Izvještaj odbora za ocjenjivanje održavanja služi kao temelj za nadogradnju programa održavanja proizvođača zrakoplova. Kao rezultat toga, izrađuje se dokument za planiranje održavanja (engl. *Maintenance Planning Document* – MPD) koji se predaje vlasniku zrakoplova kako bi se koristio prilikom izrade programa održavanja [15].

Primjer stranice dokumenta za planiranje održavanja prikazan je u prilogu 2 gdje stupci (s lijeva na desno) predstavljaju, redom [17]:

- 1) broj zadatka – svaki zadatak ima svoj jedinstveni broj gdje prvih šest znamenaka predstavlja informaciju kojem je dijelu zrakoplova potrebno održavanje,
- 2) zona rada – područje gdje će se zadatak odrađivati,
- 3) opis rada – opis zadatka koji je potrebno obaviti,
- 4) interval pregleda – intervali planiranog održavanja gdje je najkraći interval 500 sati naleta ili 6 mjeseci, a najdulji 18 000 sati naleta ili 10 godina,
- 5) izvor informacija za pregled – izvor odakle dolazi ovaj zadatak,
- 6) reference – daju poveznice na zadatak u priručniku za održavanje zrakoplova i na MRB izvješće,
- 7) broj potrebnog osoblja – potrebni broj osoblja da izvrše zadatak,
- 8) sati rada – potrebni broj sati rada da se zadatak obavi i
- 9) tip zrakoplova za koji je primjenjivo – za koji tip zrakoplova se odnosi pojedini zadatak

3.3. Pregledi koji čine program održavanja

Održavanje zrakoplova se obavlja kroz određene zadaće propisane programom održavanja pri kojima se pažljivo pregledava sama struktura zrakoplova, sustavi, komponente ili neki određeni dio, u cilju utvrđivanja generalnog stanja zrakoplova, komponenti i sustava. Također se pregledavaju motori zrakoplova, zatim zakovice, preklopi, zglobovi i spojevi, te pregled na pukotine, habanje i koroziju i moguće odljepljivanje. Bitan je nadzor i nad spremnicima pod pritiskom, te stanje različitih zaštitnih premaza. Nakon utvrđivanja stanja zrakoplova, zadatak organizacije za održavanje je da popravi zakazale sustave i komponente kako bi zrakoplov bio sposoban za sigurnu zračnu plovidbu, tj. da zrakoplov bude kontinuirano ploviben. Pregledi se mogu podijeliti prema opsegu i zahtjevnosti posla u šest grupa [1]:

- 1) servisni pregled,
- 2) povremeni pregledi,
- 3) radovi velike obnove/blok pregledi,
- 4) posebni pregledi,
- 5) pregledi u letu i
- 6) pregledi za utvrđivanje plovibenosti zrakoplova.

Servisni pregledi su svakodnevni pregledi zrakoplova i njegovih komponenti, gdje spadaju: predpoletni, tranzitni, pregledi nakon posljednjeg leta u toku dana, pregledi namijenjeni obimnijim servisnim i preventivnim radovima (npr. podmazivanje i čišćenje osjetljivih komponenti) te otklanjanje kvarova.

Povremeni pregledi su oni pregledi koji obuhvaćaju radove redovitog održavanja koji se ponavljaju u unaprijed određenim vremenskim intervalima, radove preventivnog održavanja koji se uklapaju u ove cikluse, otklanjanje kvarova i obavljanje jednostavnih modifikacija.

Radovi velike obnove podrazumijevaju demontažu velikih komponenti zrakoplova i većine uređaja sa zrakoplova. Zatim slijedi njihov detaljni pregled i ispitivanje na greške, pregled i ispitivanje njihovih instalacija, te pregled i ispitivanje same strukture zrakoplova. Otklanjaju se svi nađeni nedostaci, sanira se korozije sa svih površina, slijedi obnavljanje interijera, boje i drugih načina površinske zaštite, te se obavljaju radovi veće modifikacije kao i radovi preventivnog održavanja. Ovakvi radovi obnove zrakoplova se mogu obaviti odjednom ili u etapama. Kod obnove u etapama svaka etapa se naziva "blok pregledom". Sve etape ovakvog popravka moraju se završiti u propisanom vremenu. Propisano vrijeme za radove obnove izraženo je u satima naleta a može biti ograničeno i vremenski.

Posebni, specijalni, pregled predstavlja one radove koji se obavljaju na zrakoplovu nakon izvanrednih situacija u kojima je zrakoplov bio. U takvim situacijama može doći do preopterećenja konstrukcije zrakoplova, površinskih oštećenja zrakoplova uslijed djelovanja vanjske sile ili su pak u pitanju neke druge posljedice koje utječu na plovibenost zrakoplova. Ovi pregledi se pregledi se obavljaju isključivo prema radnim karticama specijalnih pregleda.

Pregledi u letu vrše provjeru zrakoplova u samom letu te se nazivaju probni letovi, i

važni su za ispitivanje performansi, funkcioniranja i odaziva zrakoplova kao cjeline i njegovih uređaja i sustava tijekom svih faza leta. U Republici Hrvatskoj provjere u letu smiju se obavljaju samo u slučajevima kada se:

- ispituje novosagrađeni serijski zrakoplov,
- utvrđuje plovidbenosti zrakoplova pomoću tehničkih pregleda,
- nakon većih modifikacija i popravaka moraju provjeriti osnovne performanse zrakoplova,
- zamjene aerodinamičke noseće i komadne površine,
- ispitivanja ne mogu pouzdano obaviti na zemlji,
- zamjeni jedan motor kod klipnih, odnosno dva ili više motora kod mlaznih zrakoplova,
- demontiraju ili zamjene komande leta,
- to zahtjeva od zrakoplovnih nadležnih vlasti radi sigurnosti zračnog prometa.

Pregledi za utvrđivanje plovidbenosti zrakoplova su specifični pregledi kojima se utvrđuje sposobnost zrakoplova za sigurnu zračnu plovidbu, tj. utvrđuje se jeli zrakoplov izrađen i opremljen sustavima, 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.

Osim prethodno nabrojane podjele, održavanje zrakoplova se dijeli na bazno i linijsko održavanje. Linijsko održavanje je jednostavnije održavanje, manjeg opsega, te obuhvaća aktivnosti koje je potrebno odraditi da bi zrakoplov bio siguran za idući let. Tu spadaju iduće aktivnosti: vizualni pregledi, detekcija i otklanjanje kvarova, zamjena određenih komponenti, zamjena motora i propelera, redovni servisni pregledi, manji popravci, te male modifikacije.

Linijski pregledi se dijeli na:

- predpoletni pregled,
- tranzitni pregled,
- dnevni pregled,
- tjedni pregled i
- *A-check*.

Predpoletni pregled se odvija svakoga dana prije prvog planiranog leta. Aktivnosti od kojih se sastoji su obilazak i vizualni pregled zrakoplova, gdje čemu se pregledavaju moguća novonastala oštećenja ili neispravnosti, te provjera da su svi propisani dokumenti u kabini. Ovaj pregled najčešće rade i posada zrakoplova i mehaničar.

Tranzitni pregled je pregled koji se provodi na samom zrakoplovu nakon svakog slijetanja. Zrakoplov se vizualno promatra da nema kvarova i oštećenja kao što su: pukotine na trupu ili krilima zrakoplova, problemi s curenjem goriva, ulja ili hidraulike, otpadanje zrakoplovnih dijelova u letu, pričvršćenost dijelova, moguće oštećenje rotorskih lopatica uslijed usisa stranog tijela itd.

Dnevni pregled se provodi dnevno nakon zadnjeg leta zrakoplova u tom danu.

Tijekom ovog pregleda se vrše i mogući radovi i manji popravci, kako bi zrakoplov bio spreman za siguran let idućeg dana. Provjeravaju se kotači, kočnice, te razina i stanje tekućina u zrakoplovu.

Tjedni pregled nalaže provjeru stanja kočnica, odnosno razinu istrošenosti, tlaka u bocama s kisikom, provjeru hidraulike i vizualni pregled uvodnika motora [1], [12], [18]

Bazno održavanje je kompleksnije i zahtjevnije od linijskog, te takvi pregledi i popravci mogu trajati i do mjesec dana. Za bazno održavanje potrebna je sva odgovarajuća infrastruktura poput velikih hangara za zrakoplove, radionica za rad i adekvatne opreme za planirane popravke. U baznom održavanju razlikujemo iduće provjere [1]:

- *D-check*: glavna provjera zrakoplova i njegovih komponenti i sustava. Intervali za ovakvu provjeru su između 15 000 i 18 000 sati naleta ili 4-5 godina prosječne eksploatacije zrakoplova. Ova provjera i radovi traju 25-30 dana.
- *C-check*: među provjera, svih preostalih komponenti i sustava koji se nisu mogli planirati u glavnu provjeru. Interval ove provjere je svakih 3500 do 4500 sati naleta. Radovi u prosjeku traju 7-10 dana.
- *B-check*: servisni pregled u intervalima od 800 do 3000 sati naleta, ili svakih 6 mjeseci, ovisno uvjetima eksploatacije. Radovi traju svega 2-3 dana.
- *A-check*: pregled na platformi, planiran svakih 125-500 sati naleta a radovi traju 3-10 sati.

Međutim, kod manjih zrakoplova, do 5700 kg, koriste se sljedeći pregledi [1]:

- prijeletni pregled,
- 50-satni pregled (25-satni pregled ako je u pitanju novi zrakoplov),
- 100-satni pregled,
- 200-satni pregled,
- 1000-satni pregled (godišnji pregled).

Svi prethodno navedeni postupci održavanja zrakoplova obavljaju se tijekom eksploatacije zrakoplova na samom zrakoplovu, njegovoj konstrukciji, pogonskoj grupi, opremi zrakoplova i zrakoplovnim sustavima te su definirani u programu održavanja.

Namjena i cilj programa održavanja zrakoplova je da održava unaprijed utvrđenu razinu pouzdanosti zrakoplova konstantnom, odnosno održava pogonske grupe, zrakoplovne sustave i opremu. Također za cilj ima da postigne i održi zaštitu utvrđene razine pouzdanosti i sigurnosti uz što je moguće manje troškove [1].

3.4. Podaci prikupljeni iz programa održavanja

Program održavanja je potrebno analizirati i stalno vršiti provjeru efikasnosti, otklanjati uočene nedostatke, usavršavati program i obavljati potrebne nadopune uzrokovane mogućim modifikacijama na zrakoplovu ili izmjenama o održavanju zrakoplova od strane proizvođača zrakoplova. Za primjenu odobrenog programa održavanja, operater zrakoplova

mora osigurati organizaciju koja će sigurno i potpuno izvršiti planirane radove, ili mora ugovorom osigurati obavljanje ovih radova kod neke druge zrakoplovno - tehničke organizacije koja posjeduje odgovarajuću obuku i sposobnost, opremu i druge potrebne aspekte za obavljanje radova održavanja koji su predmetom sklopljenog ugovora.

Neovisno održava vlasnik zrakoplova svoje zrakoplove ili je održavanje ugovoreno i povjereno nekoj drugoj zrakoplovnoj - tehničkoj organizaciji, odgovornost o poštivanju programa održavanja snosi sam operater, odnosno vlasnik zrakoplova.

Kako je spomenuto gore u tekstu, održavanje zrakoplova može biti planirano unaprijed određenim intervalima, te se takvo održavanje naziva planirano održavanje, odnosno preventivno održavanje. Planirano održavanje izvodi se u skladu s programom održavanja koji određuje maksimalne intervale između pojedinih obaveznih radova na zrakoplovu ili njegovim sustavima. Takvi intervali mogu se odrediti prema [1]:

- satima naleta (engl. *Flight Hours – FH*) – najčešće mjerilo intervala,
- broju slijetanja (engl. *landings*) – služi za održavanje stajnog trapa, zakrilaca i sl.
- broju ciklusa – služi za motore, a ciklus je interval od pokretanja do gašenja motora,
- kalendarskom vremenu (mjeseci, godine) – služi za provjeru korozije, gumenih brtvi, stanja ulja i sl.

Osim planiranog održavanja postoji i neplanirano održavanje, odnosno korektivno održavanje. Takvo održavanje je teško predvidivo te služi popravku dijelova zrakoplova koji su nenadano oštećeni ili u takvom stanju da zrakoplov više nije siguran za let. Drugim riječima odnosi na sve one popravke i održavanja zrakoplova koja nisu bila unaprijed planirana, već su potrebna radi neočekivanih kvarova, oštećenja ili drugih hitnih situacija. EASA ima propise i smjernice kojima se regulira postupanje neplaniranog održavanja kako bi se osigurala sigurnost i kontinuirana plovidbenost zrakoplova [1].

Operator ili vlasnik zrakoplova je dužan evidentirati tehničke podatke tijekom eksploatacijskog vijeka zrakoplova kao što su: planirana i neplanirana održavanja, redoviti pregledi i tehnički podaci zrakoplovnih sustava i komponenti. Spomenuti podaci se evidentiraju u programu pouzdanosti zrakoplov koji je detaljno opisan kasnije u radu. Temeljem tih skupljenih podataka donose se zaključci na temelju kojih se prave izvještaj pouzdanosti u kojemu su prikazane moguće nepravilnosti u pogledu konstrukcije zrakoplova, operativnih procedura, te linijskog i baznog održavanja. Takvi podaci se evidentiraju prema zahtjevima zrakoplovnih propisa za održavanje kontinuirane plovidbenosti zrakoplova.

Parametri koji se prate za proračun pouzdanosti su [19]:

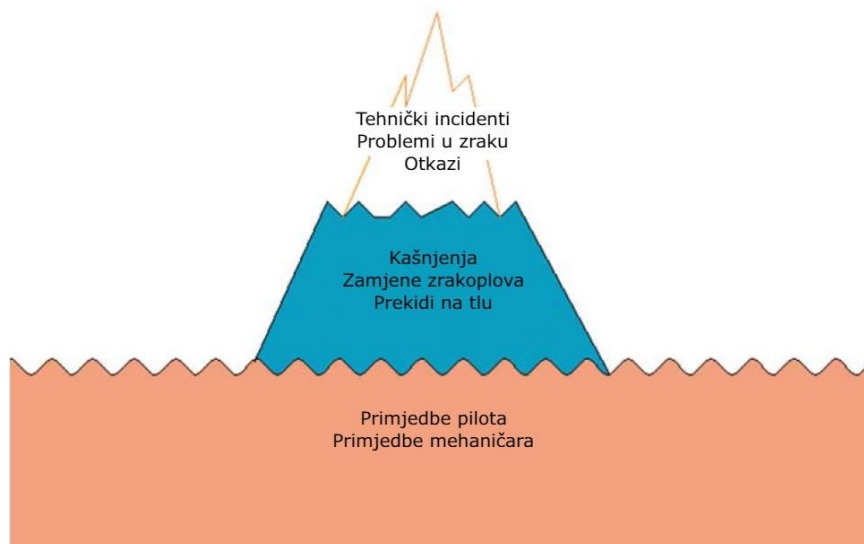
- sati naleta zrakoplova,
- broj ciklusa,
- ukupan broj sati pregleda zrakoplova (engl. *hours at check*),
- kašnjenje radi tehničkih razloga (engl. *technical delays*),
- otkazi radi tehničkih razloga (engl. *technical cancellations*), gdje se ubrajaju:

- i. primjedbe pilota (engl. *pilot complaints*),
- ii. primjedbe mehaničara (engl. *technical staff complaints*),
- iii. ukupan broj neplaniranih otkaza komponenti (engl. *unscheduled component removals*),
- iv. ukupan broj planiranih otkaza komponenti (engl. *component removals*),
- v. ukupan broj preventivnog gašenja motora tijekom leta od strane posade (engl. *in-flight engine shut down*),
- vi. ukupan broj neplaniranih zamjena motora (engl. *unscheduled engine removals*) i
- vii. ukupan broj popravaka motora u radionici (engl. *shop visits*).

Radi olakšane usporedbe među operatora za isti tip zrakoplova, pokazatelji pouzdanosti mogu se klasificirati u četiri glavne skupine [19]:

- opći pokazatelji pouzdanosti zrakoplova,
- pokazatelji pouzdanosti strukture,
- pokazatelji pouzdanosti komponenti zrakoplova i
- pokazatelji pouzdanosti pogonske skupine.

Nakon prikupljanja podataka za određeni period, vrši se statistička analiza tih podataka te se dobivaju rezultati o raspoloživosti i pouzdanosti zrakoplova. Parametre je potrebno pratiti kao jednu veliku cjelinu, kako bi program pouzdanosti bio što učinkovitiji. Takve parametre je moguće vrlo dobro opisati „ledenim brijegom“ koji je prikazan za slici 1 [19].



Slika 1. Ledeni brijeg koji prikazuje probleme tijekom eksploatacije zrakoplova

Izvor: [19]

Slika iznad opisuje „ledenim brijegom“ gdje se može primijetiti da su tehnički incidenti,

problemi nastali u zraku i otkazi samo vrh "ledenog brijega", odnosno da se ispod njih nalazi puno drugih čimbenika koji utječu na sigurnost zrakoplova. Vidljivo je da su primjedbe pilota i mehaničara sami početak potencijalnih problema i ako se to zanemari i na vrijeme ne poduzmu preventivnih mjere mogućnost kasnijih komplikacija vremenom raste.

Na kraju svakog mjeseca prikupljeni podaci se analiziraju i rade se proračuni čiji rezultat daje razinu pouzdanosti zrakoplova, njegovih sustava i komponenti. Prosječan broj operativnih zrakoplova u floti tijekom promatranog perioda je parametar koji se najčešće koristi kao ocjena raspoloživosti zrakoplova.

Sustav numeriranja koji olakšava kategorizaciju sustava zrakoplova naziva se ATA-100 specifikacija te je primjenjiva za sve zrakoplove. Prema ATA-100 specifikaciji zrakoplov se dijeli na različite dijelove zrakoplova, a to su: općenito o zrakoplovu, sustavi zrakoplova, struktura zrakoplova, pogonska grupa, propeler/rotor i drugi. Svaki navedeni dio zrakoplova se dalje dijeli na sustave zrakoplova. Svi dijelovi zrakoplova i podjela tih dijelova po sustavima je detaljno prikazana u tablici 1.

ATA-100 specifikacija se sastoji od četiri broja, gdje prva dva broja predstavljaju sustave zrakoplova, a druga dva broja predstavljaju čine specifični dijelovi toga sustava kao npr. [20], [21]:

33 LIGHTS

- 33-00 General
- 33-10 Flight Compartment
- 33-20 Passenger Compartment
- 33-30 Cargo and Service Compartments
- 33-40 Exterior
- 33-50 Emergency Lighting

57 WINGS

- 57-00 General
- 57-10 Center Wing
- 57-20 Outer Wing
- 57-30 Wing Tip
- 57-40 Leading Edge and Leading Edge Devices
- 57-50 Trailing Edge Trailing Edge Devices
- 57-60 Ailerons and Elevons
- 57-70 Spoilers
- 57-90 Wing Folding System

78 EXHAUST

- 78-00 General
- 78-10 Collector/Nozzle
- 78-20 Noise Suppressor
- 78-30 Thrust Reverser
- 78-40 Supplementary Air

Tablica 1. Podjela ATA-100 specifikacije

ATA CHAPTER NUMBERS	
AIRCRAFT GENERAL	STRUCTURE
00 General	50 Cargo and Accessory Compartments
01 Maintenance Policy	51 Standard Practices and Structures - General
02 Operations	52 Doors
03 Support	53 Fuselage
04 Airworthiness Limitations	54 Nacelles/Pylons
05 Time Limits/Maintenance Checks	55 Stabilizers
06 Dimensions and Areas	56 Windows
07 Lifting and Shoring	57 Wings
08 Leveling and Weighing	PROPELLER/ROTOR
09 Towing and Taxiing	60 Standard Practices - Prop. /Rotor
10 Parking, Mooring, Storage and Return to Service	61 Propellers/ Propulsors
11 Placards and Markings	62 Main Rotor
12 Servicing	63 Main Rotor Drive
13 Hardware and General Tools	64 Tail Rotor
15 Aircrew Information	65 Tail Rotor Drive
16 Change of Role	66 Folding Blades/Pylon
18 Vibration and Noise Analysis (Helicopter Only)	67 Rotors Flight Control
AIRCRAFT SYSTEMS	POWER PLANT
20 Standard Practices- Airframe	71 Power Plant
21 Air Conditioning	72 Engine
22 Auto Flight	73 Engine - Fuel and Control
23 Communication	74 Ignition
24 Electrical Power	75 Bleed Air
25 Equipment /Furnishings	76 Engine Controls
26 Fire Protection	77 Engine Indicating
27 Flight Controls	78 Exhaust
28 Fuel	79 Oil
29 Hydraulic Power	80 Starting
30 Ice and Rain Protection	81 Turbines (Reciprocating Engines)
31 Indicating / Recording System	82 Water Injection
32 Landing Gear	83 Accessory Gear Box (Engine Driven)
33 Lights	84 Propulsion Augmentation
34 Navigation	MISCELLANEOUS
35 Oxygen	91 Charts

36 Pneumatic	97 Wiring Reporting
37 Vacuum	115 Flight Simulator Systems
38 Water / Waste	116 Flight Simulator Cuing System
39 Electrical - Electronic Panels and Multipurpose Components	PECULIAR MILITARY CHAPTERS
40 Multisystem	92 Electrical Power Multiplexing
41 Water Ballast	93 Surveillance
42 Integrated Modular Avionics	94 Weapon System
44 Cabin Systems	95 Crew Escape and Safety
45 Onboard Maintenance Systems	96 Missiles, Drones and Telemetry
46 Information Systems	98 Meteorological and Atmospheric Research
47 Inert Gas System	99 Electronic Warfare System
48 In Flight Fuel Dispensing	
49 Airborne Auxiliary Power	

Izvor: [21]

Sve navedene korake u procesu izrade programa održavanja, od održavanja, pregleda, analize i ocjene do izrade konačnog dokumenta, provode specijalizirane radne skupine pod nadzorom odgovarajućih civilnih zrakoplovnih vlasti. Ovaj temeljit i zahtjevan postupak osigurava optimalno održavanje strukture, sustava i komponenti zrakoplova u skladu s propisanim standardima i sigurnosnim zahtjevima uz što manje troškove.

4. ANALIZA ODRŽAVANJA ZRAKOPLOVA AIRBUS A320 FAMILIJE S OBZIROM NA PLANIRANO I NEPLANIRANO ODRŽAVANJE U ODREĐENOM PERIODU

U početku ovoga poglavlja navedene su ključne informacije koje su potrebne da bi analiza održavanja shvatila na odgovarajućoj razini. Navedene su tehničko eksploatacije značajke glavnog zrakoplova u Airbus A320 familiji kako bi se bolje shvatila tematika rada. Osim toga, objašnjen je program pouzdanosti (engl. *reliability program*) i izvješće o pouzdanosti zrakoplova (engl. *reliability report*), čemu služi i koja je njegova svrha. Nakon toga su prikazani i opisani podaci iz eksploatacije flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika dobiveni u izvješću o pouzdanosti zrakoplova iz 2022. godine. Iz dostupnih podataka analizirani su podaci o planiranom i neplaniranom održavanju kako bi se došlo do konkretnih rezultata i zaključaka.

4.1. Tehničko eksploatacijske značajke zrakoplova Airbus A320

Familija zrakoplova A320 sastoji se od nekoliko tipova zrakoplova: A318, A319, A320 i A321, koji su proizvedeni od strane Airbusa, jednog od vodećih proizvođača zrakoplovne opreme sa sjedištem u gradovima Toulouseu i Hamburgu. Svi zrakoplovi unutar familije A320 su moderni uskotrupni zrakoplovi srednjeg doleta, ali se međusobno razlikuju po dimenzijama i konfiguraciji sjedala.

Airbus tvrtka je osnovana 1970. godine, a prvi zrakoplov koji je proizvela ova tvrtka bio je A300. Međutim, A320 se istaknuo kao najuspješniji model zrakoplova u floti Airbusa. Svojim inovativnim sustavom upravljanja i naprednom tehnologijom, familija A320 postala je ključni igrač u svijetu zrakoplovne industrije.

Prvi zrakoplov u ovoj familiji bio je Airbus A320 koji se proizvodi od veljače 1987. godine. On je također prvi linijski putnički zrakoplov u kojeg je ugrađen sustav upravljanja putem električnih impulsa FBW (engl. *Fly-By-Wire*), zamjenjujući tradicionalni ručni sustav upravljačkih kontrola [22].

Upravljanje ovim zrakoplovima se ostvaruje pomicanjem upravljačke kontrole, tzv. *joystick*. Kroz takvo pomicanje generiraju se električni impulsi koji se žičano prenose do upravljačkog računala. Upravljačko računalo zatim određuje koje će se upravljačke površine otkloniti kako bi se postigao željeni smjer leta [22].

Kada je riječ o tehničkim karakteristikama, familija A320 ima gotovo identične performanse. Na primjer, svi zrakoplovi ove familije su certificirani za visinu krstarenja od 11 920 metara do 12 500 metara, postizujući maksimalnu brzinu krstarenja od oko 890 km/h. Također, mogući ostvareni dolet im je oko 6 100 km pri maksimalnim težinama zrakoplova. Ostale tehničke i letne karakteristike zrakoplova Airbus A320 su prikazane u tablici 2 dalje u tekstu, gdje kratica USS označava uzletno sletnu stazu [23].

U seriji A320 razlikuju se dvije varijante: A320-100 i A320-200. Proizvedeno je samo 21 zrakoplova modela A320-100. Glavne promjene u modelu A320-200 u usporedbi s A320-100 uključuju poboljšanja na krilima i povećani kapacitet tanka za gorivo za veći dolet [23].

Tablica 2. Tehničke i letne karakteristike Airbusa A320

Tehničke karakteristike

Dužina (m)	37,6
Visina (m)	11,8
Širina trupa (m)	3,95
Kapacitet putničke kabine (sjedišta)	150-180
Raspon krila (m)	34,1
Površina krila (m ²)	122,4
Masa praznog zrakoplova (kg)	37 230
Kapacitet spremnika za gorivo (l)	27 200
Maksimalni korisni teret (kg)	16 600
Maksimalna masa pri polijetanju (kg)	77 000
Maksimalna masa pri slijetanju (kg)	64 500

Letne karakteristike

Brzina krstarenja (km/h)	840
Maksimalna brzina (km/h)	890
Maksimalna operativna visina (m)	11 900
Dolet uz maksimalni korisni teret (km)	6 100
Potrebna duljina USS-e pri polijetanju (m)	2 090
Potrebna duljina USS-e pri slijetanju (m)	1 530

Izvor: [23]

Godine 2016. Airbus je predstavio novu generaciju zrakoplova iz familije A320 pod nazivom A320 NEO. Kratica NEO označava novu verziju zrakoplova A320 familije s novom opcijom motora (engl. *New Engine Option* – NEO). Ova nova verzija A320 donosi niz poboljšanja u odnosu na prethodnu inačicu. A320 NEO troši 20% manje goriva u usporedbi s prethodnim modelom, što rezultira smanjenjem operativnih troškova za 8%. Također, buka i emisije štetnih plinova smanjene su za 10%. Povećan je i dolet zrakoplova za 900 km, a kapacitet putničke kabine povećan je za otprilike 20 sjedala.

Uz to, A320 NEO je dobio dodatne *winglete* na završecima krila, što je poboljšalo aerodinamiku. Zahvaljujući ovim poboljšanjima, zrakoplov ostvaruje bolje performanse i efikasnost. Osim toga, novi A320 NEO ima smanjenu masu, što dodatno pridonosi smanjenju potrošnje goriva. Putnička kabina je također unaprijeđena. Nova kabina pruža veći prostor za ručnu prtljagu, što je važno za udobnost putnika [24].

Na slici 2 prikazan je zrakoplov A320 NEO koji predstavlja inovativan korak naprijed u zrakoplovnoj industriji, nudeći veću ekonomičnost, bolje performanse i poboljšanu udobnost za putnike. Ova nova generacija zrakoplova pokazuje kontinuirani napredak Airbusa u razvoju tehnologija koje smanjuju negativne utjecaje na okoliš i pružaju optimalno iskustvo putovanja.



Slika 2. Zrakoplov Airbus A320 NEO

4.2. Program pouzdanosti

Svrha programa pouzdanosti zrakoplova je osigurati da su zadaci programa održavanja zrakoplova učinkoviti i da su njihovi intervali prihvatljivi. To se postiže kombiniranjem prikupljanja informacija i podataka s njihovom statističkom analizom. Rezultati dobiveni

praćenjem pouzdanosti u radu mogu poslužiti kao osnova za dopunu ili izmjenu programa održavanja zrakoplova. Takve bi promjene ukazivale na neispravnost komponenti ili sustava koji pokazuju nedostatke i potrebu za ranom kontrolom ili zamjenom tijekom eksploatacije. Program praćenja pouzdanosti služi kao dopuna standardnom programu održavanja pojedinog zrakoplova u cilju održavanja njegove kontinuirane plovidbenosti. [19], [25].

Program pouzdanosti je pisani dokument koji je odobren od strane nadležnog tijela. Taj dokument mora specificirati odgovornosti i postupke organizacije, koja će osigurati uspješno funkcioniranje programa pouzdanosti [26]. Osnovni koraci su prikazani na slici 3 gdje se u prvom koraku prikupljaju podaci iz eksploatacije zrakoplova, a u zadnjem koraku provjerava učinkovitost korektivnih mjera kroz kontinuirano korištenje programa pouzdanosti, odnosno provjera prethodnih pet koraka u praksi. Nakon toga program pouzdanosti se optimizira te se koraci prikazani na slici ispod ponavljaju.



Slika 3. Tijek izrade programa pouzdanosti zrakoplova

Izvor: [26]

Izrada programa praćenja pouzdanosti jedna je od dužnosti ovlaštenih za organizacija za vođenje kontinuirane plovidbenosti (CAMO) putem zrakoplovnih propisa (EASA Part M). Glavna svrha takvog programa pouzdanosti je osigurati da su zadaci programa održavanja zrakoplova učinkoviti i da se periodični zadaci izvode na odgovarajući način. Općenito, to je utjelovljeno unutar organizacije za vođenje kontinuirane plovidbenosti pomoću izvješća o trendovima otkaza koja prikazuju očekivane otkaze zrakoplovnih komponenti i sustavima. Uspostavljanje ovih izvješća o trendovima omogućuje organizaciji da jednostavno identificira jesu li potrebne korektivne održavanja za poboljšanje performansi sustava ili komponenti

zrakoplova [27].

Izvješće o pouzdanosti zrakoplova je obavezan dokument svakog operatera sukladno Partu M. Cilj praćenja pouzdanosti je dobiti potrebne podatke za izvršavanje korektivnih mjera radi povećanja sigurnosti i smanjenja troškova. Izvješća je potrebno slati nadležnim vlastima, a u većini slučajeva to se radi svaki mjesec, za svaki zrakoplov, od svakog operatora. Izvješća se međusobno razlikuju ovisno o tipu zrakoplova, broju zrakoplova u vlasništvu tvrtke, broju sati naleta i dr. Prikaz i vrsta podataka koji se pojavljuju u izvješću unaprijed su određena u dokumentu programa pouzdanosti koje su izradili operateri i prihvatile zrakoplovne vlasti. U svakom izvješću obavezni su podaci kao što su sati naleta svakog zrakoplova, broj slijetanja, broj kvarova i nesreća, razdoblja planiranog održavanja, kašnjenja, otkazivanja, vraćanje zrakoplova, rerutiranja i primjedbe pilota [2], [25].

U idućem dijelu diplomskog rada analizirano je održavanje zrakoplova Airbus A320 familije pomoću podataka iz mjesečnog izvješća o pouzdanosti zrakoplova koji su dobiveni direktno iz eksploatacije flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika. U floti ovog prijevoznika nalazi se sedam inačica zrakoplova Airbus A320 familije, od kojih je pet zrakoplova A319 i dva zrakoplova A320. Izvješće o pouzdanosti zrakoplova ovog zračnog prijevoznika sastoji se od idućih podataka: statistika, kašnjenja, prekidi, incidenti, pouzdanost komponenti i sustava, primjedbe pilota i ostalo. Podaci su obrađivani mjesečno u periodu od 12 mjeseci, te su u takvome formatu spomenuti kroz rad. Osim gore navedenih podataka u radu su analizirani i drugi podaci koji su prikazani u nastavku rada.

4.3. Statistika flote

U ovom dijelu rada prikazana je statistika flote zračnog prijevoznika kako bi se tematika ovog poglavlja rada bolje shvatila. Statistika flote se dijeli na tri osnovne cjeline: operativnu statistiku, raspoloživost zrakoplova i dnevnu iskorištenost zrakoplova kako je prikazano dalje u radu.

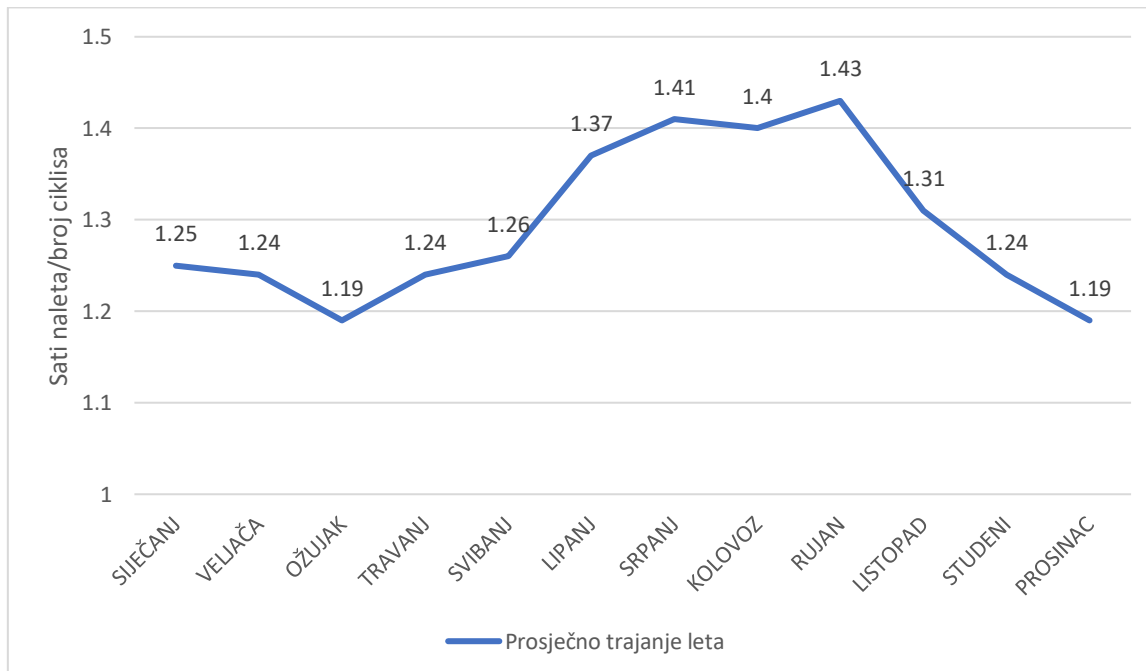
Operativna statistika (engl. *Operational Statistics*) prikazana u tablici 3 sadrži iduće osnovne podatke o naletu cjelokupne flote: sati naleta, broj ciklusa i ukupni raspoloživi zrakoplovi. U tablici 3 je vidljivo da odabrani zračni prijevoznik ima ljetnu sezonalnost. Ukupni nalet flote je najizraženiji od lipnja do listopada. Također je vidljivo da je povećan broj ciklusa u spomenutim mjesecima. Broj ukupnih raspoloživih zrakoplova tijekom 2022. godine iznosi šest osim u prosincu kada je ukupno bilo sedam raspoloživih zrakoplova, odnosno svi zrakoplovi u floti su bili na raspolaganju odabranom zračnom prijevozniku. Prosječno trajanje leta prikazano je u grafikonu 1 se računa kao omjer sati naleta i broja ciklusa, a izračunava se pomoću iduće formule:

$$\text{Prosječno trajanje leta} = \frac{\text{sati naleta}}{\text{broj ciklusa}} \quad (1)$$

Tablica 3. Operativna statistika flote odabranog zračnog prijevoznika u 2022. godini

MJESECI	SATI NALETA	BROJ CIKLUSA	UKUPNI RASPOLOŽIVI ZRAKOPLOVI
SIJEČANJ	647	518	6
VELJAČA	507	409	6
OŽUJAK	623	522	6
TRAVANJ	876	708	6
SVIBANJ	1160	917	6
LIPANJ	1483	1081	6
SRPANJ	1596	1135	6
KOLOVOZ	1642	1172	6
RUJAN	1534	1075	6
LISTOPAD	1309	995	6
STUDENI	864	695	6
PROSINAC	921	772	7

Izvor: [28]



Grafikon 1. Prosječno trajanje leta flote odabranog zračnog prijevoznika u 2022. godini

Izvor: [28]

Iz grafikona 1 je vidljivo da je prosječno trajanje leta bilo najdulje tijekom ljetne sezone a vrhunac je bio u mjesecu rujnu a iznosilo je 1,43. Najkraće prosječno trajanje leta bilo je u mjesecu ožujku i prosincu kada je iznosilo 1,19. Prikazani podaci ukazuju da odabrani zračni prijevoznik tijekom ljetne sezone obavlja letove na većim udaljenostima u odnosu na zimske mjesece.

Raspoloživost zrakoplova po mjesecima prikazana je u tablici 4 gdje se nalaze idući parametri: ukupan broj sati u mjesecu, suma sati održavanja zrakoplova, razlika sati u mjesecu i sati održavanja, te raspoloživost zrakoplova. Ukupan broj raspoloživih sati flote u promatranom mjesecu dobije se kao umnožak ukupnih raspoloživih zrakoplova, dana u tom mjesecu i sati u danu (24h).

Raspoloživost zrakoplova (engl. *Aircraft in Service*) predstavlja prosječan broj raspoloživih zrakoplova i_A tijekom promatranog vremena, a izračunava se pomoću iduće formule [2]:

$$i_A = \frac{h_{uk} - h_s}{h_{uk}} \cdot i_{uk} \quad (2)$$

gdje je:

h_{uk} – ukupan broj raspoloživih sati flote u promatranom vremenu, npr. u mjesec dana

h_s – suma sati održavanja flote zrakoplova u promatranom vremenu,

i_{uk} – ukupni raspoloživi zrakoplovi u promatranom vremenu.

Dnevna iskorištenost zrakoplova (engl. *Daily Utilization*) prikazuje omjer sati naleta i umnoška broja dana u promatranom vremenu i prosječnog broja raspoloživih zrakoplova kako je prikazano formulom (3).

$$\text{Dnevna iskorištenost zrakoplova} = \frac{\text{sati naleta}}{\text{broj dana} \cdot \text{raspoloživi zrakoplovi}} \quad (3)$$

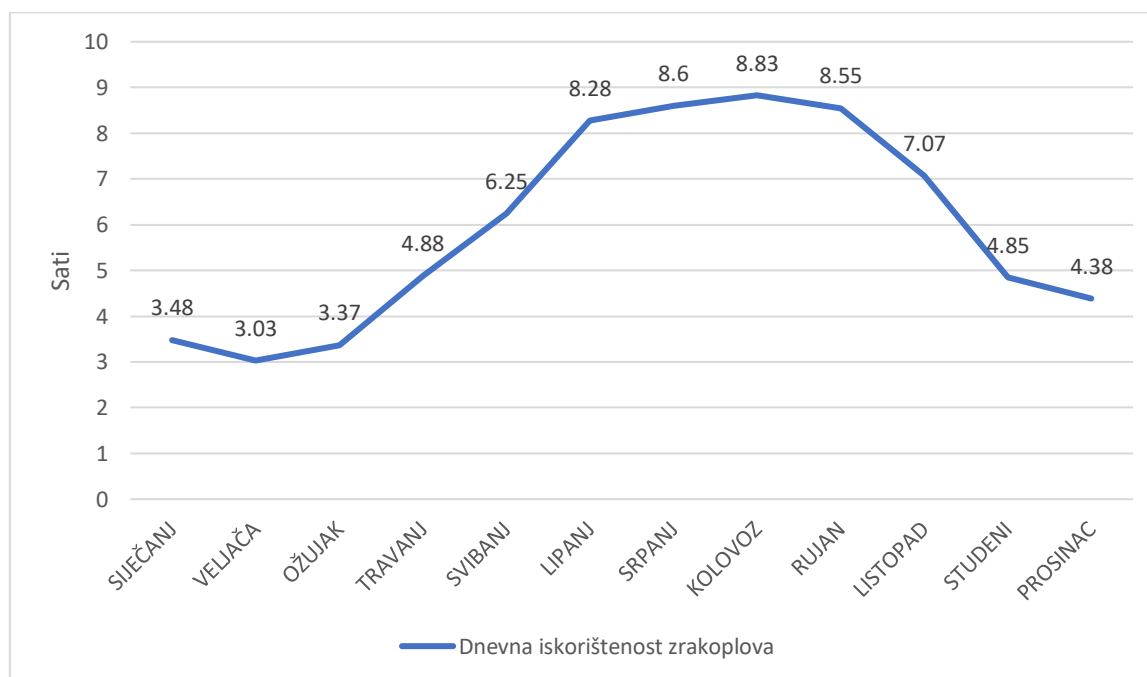
Na temelju podataka iz tablice 4 izrađen je grafikon 2, koji prikazuje dnevnu iskorištenost zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika po mjesecima u 2022. godini. Grafikon 2 dodatno potvrđuje ljetnu sezonalnost ovog zračnog prijevoznika te je vidljivo da dnevna iskorištenost zrakoplova u ljetnim mjesecima iznosi barem šest sati dnevno. Vrhunac je u kolovozu kada je dnevna iskorištenost zrakoplova skoro devet sati dnevno. U zimskom periodu dnevna iskorištenost zrakoplova je između tri i pet sati dnevno.

Tablica 4. Raspoloživost flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika u 2022. godini

MJESECI	BROJ SATI U MJESECU (h_{uk})	SUMA SATI ODRŽAVANJA (h_s)	(h_{uk}) – (h_s)	RASPOLOŽIVOST ZRAKOPLOVA (i_A)
---------	--	--------------------------------------	--------------------------	--

SIJEČANJ	4464	8	4456	5,99
VELJAČA	4032	15	4017	5,97
OŽUJAK	4464	32	4432	5,96
TRAVANJ	4320	10	4310	5,99
SVIBANJ	4464	10	4454	5,99
LIPANJ	4320	21	4299	5,97
SRPANJ	4464	10	4454	5,99
KOLOVOZ	4464	1	4463	6,00
RUJAN	4320	14	4306	5,98
LISTOPAD	4464	23	4441	5,97
STUDENI	4320	43	4277	5,94
PROSINAC	5208	167	5041	6,78

Izvor: [28]



Grafikon 2. Dnevna iskorištenost flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika u 2022. godini

Izvor: [28]

4.4. Pouzdanost otpreme zrakoplova

Pouzdanost otpreme zrakoplova (engl. *Technical Dispatch Reliability Rate*) definira se kao vjerojatnost da će se zrakoplov otpremiti u planirano vrijeme i da neće biti kašnjenja, odnosno da će zrakoplov poletjeti po prvotnom planu. Kašnjenja koja se uzimaju u obzir su

kašnjenja nastala isključivo zbog tehničkih razloga i takva kašnjenja moraju odgoditi planirano polijetanje zrakoplova za više od 15 minuta [2]. Svaki razlog kašnjenja je zabilježen odgovarajućim brojevima kako je detaljnije objašnjeno u nastavku rada. Kašnjenja su bitna iz razloga jer svako kašnjenje ukazuje na potencijalno neplanirano održavanje zrakoplova.

Kodovi kašnjenja služe da bi se olakšalo praćenje razloga kašnjenja zrakoplova. Kodovi se mogu razlikovati od zračnog prijevoznika do prijevoznika, a kodovi Lufthansa grupacije su prikazani u prilogu 3.

Lufthansa grupaciji pripadaju idući zračni prijevoznici [29]:

- Lufthansa i regionalni partneri,
- Eurowings,
- Discover Airlines,
- SWISS i Edelweiss Air,
- Austrian Airlines,
- Brussels Airlines i
- Lufthansa Cargo.

U prilogu 3 nalaze se kodovi kašnjenja i opis kodova Lufthansa grupacije, a svako kašnjenje ima vlastiti kod. Kodovi se sastoje od dva broja gdje prvi broj predstavlja sekciju u kojoj je nastao problem, a drugi broj predstavlja precizniji opis problema. U nastavku rada prikazani su prvi brojevi kodova kašnjenja i njihova sekcija na koju se odnose, kako je vidljivo u prilogu 3. Kodovi samo s jednim brojem se odnose na interne kodove zračnog prijevoznika i ostale standardne kodove, dok ostali kodovi označavaju:

- 1 – Putnici i prtljaga
- 2 – Teret i pošta
- 3 – Zrakoplov i prihvat i otprema zrakoplova
- 4 – Tehnička kašnjenja i oprema zrakoplova
- 5 – Oštećenja na zrakoplovu i kvar automatskih sustava
- 6 – Letne operacije i posada zrakoplova
- 7 – Kašnjenja zbog vremena
- 8 – Restrikcije kontrole zračnog prometa, aerodroma ili nadležnih vlasti

Iduća podjela prikazuje precizniji opis sekcija tri i četiri, odnosno zrakoplov i prihvat i otprema zrakoplova, te tehnička kašnjenja i oprema zrakoplova:

- 31 – Kašnjenje ili neispravnost zrakoplovne dokumentacije (lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova, lista putnika i dr.)
- 32 – Prihvat i otprema tereta (veliki teret, specijalni teret, nedostatak osoblja i dr.)
- 33 – Nedostatak ili kvar opreme za prihvat i otpremu tereta
- 34 – Nedostatak ili kvar aerodromske opreme prihvat i otpremu zrakoplova (avio most, stepenice za ukrcaj, servis pitke vode i dr.)
- 35 – Čišćenje zrakoplova
- 36 – Punjenje zrakoplova goriva ili problemi s opskrbljivačem goriva
- 37 – Kasna dostava ili ukrcaj kateringa u zrakoplov

- 38 – Nedostatak jediničnih sredstava ukrcaja ULD (engl. *Unit Load Device*)
- 39 – Kašnjenje, nedostatak ili kvar tehničke opreme (agregat, uređaj za vuču zrakoplova, turbina za pokretanje motora zrakoplova)
- 41 – Kvarovi zrakoplova nastali na stajanci
- 42 – Planirano održavanje
- 43 – Neplanirano održavanje, specijalne provjere ili dodatno vrijeme potrebno za planirano održavanje
- 44 – Nedostatak ili kvar zamjenskih dijelova i opreme za održavanje
- 45 – Dijelovi za prizemljeni zrakoplov
- 46 – Zamjena zrakoplova radi tehničkih razloga
- 47 – Zrakoplov na čekanju (nedostatak planiranih zrakoplova iz tehničkih razloga)
- 48 – Planirana konfiguracija kabine, mijenjanje verzije zrakoplova
- 49 – Nedostatak ili kvar pomoćne energetske jedinice APU (engl. *Auxiliary Power Unit*)

Pouzdanost otpreme zrakoplova R_d služi kao mjera zračnom prijevozniku za uspješnost otpreme zrakoplova u odnosu na 100 ciklusa. Izražena je u postocima, a računa se idućom formulom [2]:

$$R_d = \left[1 - \frac{n_d + n_c}{n} \right] \cdot 100 \quad (4)$$

gdje je:

n_d – broj kašnjenja u promatranom vremenu (kašnjenja > 15 min),

n_c – broj otkazanih letova u promatranom vremenu,

n – broj ciklusa.

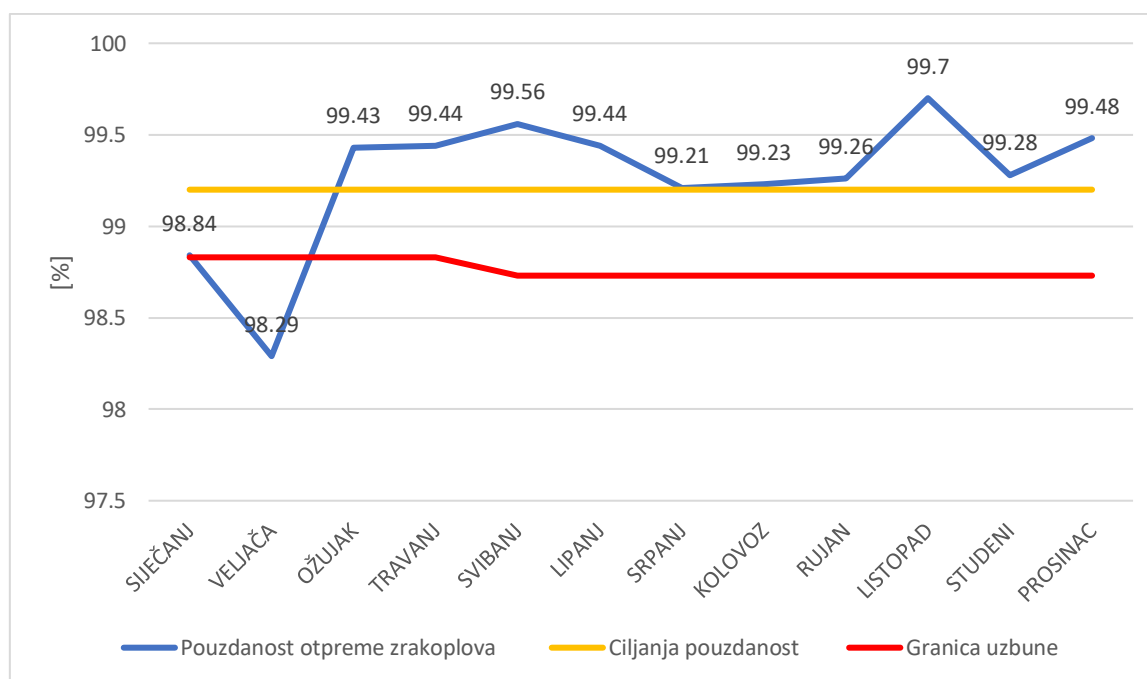
U tablici 5 je vidljivo da su bila samo dva otkazana leta, jedan u ožujku i jedan u kolovozu. Također je vidljivo da je najviše kašnjenja bilo u mjesecu srpnju, čak devet, a nakon toga slijede mjeseci kolovoz i rujan.

Na temelju podataka iz tablice 5 izrađen je grafikon 3, koji prikazuje pouzdanost otpreme zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika u 2022. godini. Također je prikazana ciljanja pouzdanost i granica uzbune, a to su dva varijabilna podatka te ih svaki zračni prijevoznik odredi za svoju flotu. Ciljanja pouzdanost odabranog zračnog prijevoznika kroz cijelu 2022. godinu je iznosila 99,2%. Granica uzbune je u prva četiri mjeseca 2022. godine iznosila 98,83%, a od mjeseca svibnja pa do kraja godine je iznosila 98,73%. U grafikonu su prikazani mjesečni podaci su u odnosu na 100 ciklusa polijetanja.

Tablica 5. Podaci pouzdanosti otpreme flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika u 2022. godini

MJESECI	BROJ KAŠNJENJA (n _d)	BROJ OTKAZANIH LETOVA (n _c)
SIJEČANJ	6	0
VELJAČA	7	0
OŽUJAK	2	1
TRAVANJ	4	0
SVIBANJ	4	0
LIPANJ	6	0
SRPANJ	9	0
KOLOVOZ	8	1
RUJAN	8	0
LISTOPAD	3	0
STUDENI	5	0
PROSINAC	4	0

Izvor: [28]



Grafikon 3. Pouzdanost otpreme flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika u 2022. godini

Izvor: [28]

4.5. Planirano i neplanirano održavanje zrakoplova

U ovom dijelu rada analizirani su podaci na kojima se temelji ovo poglavlje. Osnovni podaci o planiranom i neplaniranom održavanju flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika u 2022. godini su prikazani u tablici 6 gdje prvi stupac označava mjesec u godini.

Broj sati naleta po mjesecima je prikazan u drugom stupcu tablice 6. Iako je ta informacija već prikazana u tablici 3, prikazuje se ponovno radi preglednosti ovog dijela rada i jednostavnijeg praćenja podataka. Broj sati naleta je bitna informacija, jer je direktno vezana s planiranim, odnosno neplaniranim održavanjem zrakoplova. Veći broj sati naleta ukazuje na češći interval planiranog održavanja zrakoplova i na veću mogućnost za neplaniranim održavanjem zrakoplova, odnosno otkaz neke komponente ili sustava zrakoplova.

Treći stupac tablice 6 (AOM) prikazuje broj koliko su puta zrakoplovi u floti ovog zračnog prijevoznika bili na održavanju ili provjeri u određenom mjesecu, odnosno koliko su puta zrakoplovi bili prizemljeni radi održavanja ili provjere (engl. *Aircraft On Maintenance* – AOM). AOM predstavlja sumu planiranog i neplaniranog održavanja i provjere zrakoplova u floti odabranog zračnog prijevoznika. Provjere se odnose na provjere u baznom održavanju, npr.: *C-check*.

Četvrti stupac u navedenoj tablici prikazuje broj koliko su puta zrakoplovi u floti bili prizemljeni isključivo radi neplaniranog održavanja zrakoplova (engl. *Aircraft On Ground* – AOG), odnosno koliko su puta zrakoplovi bili neplanirano prizemljeni.

Zadnji, peti, stupac tablice 6 prikazuje koji je ATA-100 sustav zakazao i zbog kojega je zrakoplov prizemljen. Kako se flota sastoji od sedam zrakoplova, u petom stupcu je nabrojano više sustava po mjesecu. U slučaju kada je dva ili više zrakoplova prizemljeno radi istog sustava taj sustav je spomenut više puta. Sustavi su međusobno odvojeni zarezom.

Tablica 6. Podaci o prizemljenjima radi planiranog i neplaniranog održavanja flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika u 2022. godini

MJESECI	SATI NALETA	AOM	AOG	ATA-100 SUSTAV
SIJEČANJ	647	3	0	24
VELJAČA	507	6	1	10, 27
OŽUJAK	623	5	2	10, 32, 32
TRAVANJ	876	6	2	23, 32, 34, 72
SVIBANJ	1160	6	2	32, 32
LIPANJ	1483	4	4	27, 32, 52
SRPANJ	1596	3	3	21, 32, 73
KOLOVOZ	1642	3	2	5, 21, 53
RUJAN	1534	7	5	5, 25, 29, 36, 52, 57

LISTOPAD	1309	5	3	29, 33, 78
STUDENI	864	7	1	10, 10, 31, 53, 73, 79, 79
PROSINAC	921	14	6	10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 22, 29, 36, 52, 57, 80

Izvor: [28]

Dalje u radu napravljena je analiza prizemljenja radi planiranog i neplaniranog održavanja flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika prema podacima iz tablice 6. Analiza je rađena po mjesecima, a osim podataka iz navedene tablice spomenuti su i intervali planiranih provjera zrakoplova, kao i zadaci održavanja zrakoplova.

Zrakoplovi u floti odabranog zračnog prijevoznika su u siječnju 2022. godine ostvarili ukupni nalet od 647 sati, a u tom periodu su bili planirano prizemljeni tri puta. Prvo planirano prizemljenje je radi popravka strukturalnih oštećenja jednog od zrakoplova, gdje se popravak nastavlja u naredni mjesecu. Drugo planirano prizemljenje zrakoplova odnosi na provjeru zrakoplova (*C-check*), dok je treće planirano prizemljenje nastalo zbog održavanja ATA 24 sustava. ATA 24 predstavlja električni sustav napajanja zrakoplova. Neplaniranih prizemljenja u ovom mjesecu nije bilo.

U veljači 2022. godine ukupni nalet flote zrakoplova iznosio je 507 sati. Zrakoplovi u floti bili su šest puta prizemljeni, od toga jedan put neplanirano. Jedno od pet planirano prizemljenja je nastavak popravka strukturalnih oštećenja iz prethodnog mjeseca. Dva planirana prizemljenja odnose se na dvije provjere (*C-check*), od kojih je jedna provjera započeta u siječnju. Iduće planirano prizemljenje je nastalo zbog zadatka održavanja. Posljednje planirano prizemljenje je nastalo zbog ATA 10 sustava, te se nastavlja u naredni mjesec. ATA 10 sustav predstavlja planirano parkiranje zrakoplova na dulji period. Neplanirano prizemljenje zrakoplova bilo je potrebno zbog oštećenja pretkrilca zrakoplova koje je nastalo kao posljedica udara ptice (engl. *bird strike*). Taj incident je uzrokovao probleme u ATA 27 sustavu, što predstavlja sustav komandi u letu.

Spomenuta flota zrakoplova je u mjesecu ožujku ostvarila nalet od 623 sata. U tom periodu zrakoplovi su bili prizemljeni pet puta, od toga dva puta neplanirano. Jedno planirano prizemljenje je nastavak mjesečnog parkinga (ATA 10) iz prethodnog mjeseca. Ostala dva planirana prizemljenja odnose se na provjeru zrakoplova (*C-check*), od kojih se jedna provjera nastavlja u naredna dva mjeseca. Dva neplanirana prizemljenja predstavljaju probleme s ATA 32 sustavom, odnosno problemi sa stajnim trapom.

U mjesecu travnju ostvareno je ukupno 876 sati naleta. Zrakoplovi flote su bili šest puta prizemljeni, od toga dva puta neplanirano. Jedan zrakoplov je prizemljen već u prethodnom mjesecu, te je ovo nastavak započete provjere (*C-check*). Iduće planirano prizemljenje nastalo je zbog zadatka održavanja zrakoplova, a prizemljenje nakon toga predstavlja planiranu provjeru zrakoplova (interval prema kalendarskom vremenu). Posljednje planirano prizemljenje odnosi se na ATA 72 sustav koji predstavlja provjeru ili radove oko motora zrakoplova. Jedno neplanirano prizemljenje je nastalo radi oštećenja ATA 32 sustava

(stajni trap). Drugo neplanirano prizemljenje odnosi se na probleme dvaju sustava, a to su ATA 23 i ATA 34 sustav. ATA 23 sustav predstavlja sustav komunikacije, dok se ATA 34 odnosi na sustav navigacije.

Nalet flote zrakoplova tijekom mjeseca svibnja u 2022. godini je iznosio 1160 sati. U spomenutom mjesecu zrakoplovi su bili ukupno šest puta prizemljeni, od toga dva puta neplanirano. Jedno od planiranih prizemljenja je nastavak provjere (*C-check*) iz mjeseca ožujka. Dva zrakoplova su bila na planiranim zadacima oko održavanja zrakoplova, a posljednje planirano prizemljenje odnosi se na ATA 32 sustav (stajni trap). Također ATA 32 sustav je uzrokovao jedno neplanirano prizemljenje zrakoplova. Drugo neplanirano prizemljenje je nastalo kao posljedica udara avio mosta u trup zrakoplov, gdje se pojavila potreba za analizom oštećenja zrakoplova.

U mjesecu lipnju nalet flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika je iznosio 1483 sata. U ovom mjesecu zrakoplovi su bili ukupno četiri puta prizemljeni i to sva četiri puta neplanirano. Jedan uzrok za prizemljenje je bio problem s motorom zrakoplova, specifičnije curenje goriva. Iduće prizemljenje je posljedica udara ptice u krilo zrakoplova gdje nastaju problemi ATA 27 sustava (komande u letu). Problemi ATA 32 sustava (stajni trap) su uzrok još jednog neplaniranog prizemljenja. Posljednje prizemljenje nastaje zbog problema sa ATA 52 sustavom, odnosno problemi sa vratima zrakoplova.

Mjesec srpanj je jedan od vršnih mjeseci glede sati naleta flota, te je u ovom mjesecu ukupni nalet zrakoplova u floti iznosio 1596 sati. Kao i u prethodnom mjesecu, ni u ovom mjesecu nije bilo planiranih prizemljenja zrakoplova. Sva prizemljenja su bila neplanirana, a bilo ih je tri. Jedno prizemljenje se odnosilo na probleme s ATA 21 sustavom, koji označava sustav klimatizacije zrakoplova. Ponovno se pojavljuje problem s ATA 32 sustavom (stajni trap) koji uzrokuje novo neplanirano prizemljenje. Posljednje prizemljenje nastaje zbog problema s ATA 73 sustavom. ATA 73 odnosi se na motor zrakoplova, odnosno gorivo i kontrole motora.

U mjesecu kolovozu sati naleta su rekordni u odnosu na ostale mjesece u 2022. godini, te su iznosili 1642 sata. Zrakoplovi u floti odabranog zračnog prijevoznika bili su tri puta prizemljeni, od toga dva puta neplanirano. Jedino planirano prizemljenje nastalo je zbog problema sa ATA 53 sustavom. ATA 53 sustav odnosi se na strukturu zrakoplova, preciznije na trup zrakoplova. Jedno neplanirano prizemljenje nastaje zbog ATA 5 sustava, a drugo zbog ATA 21 sustava (klimatizacija zrakoplova). ATA 5 sustav se odnosi na vremenske limite i provjere održavanja.

Zrakoplovi u floti odabranog zračnog prijevoznika su u mjesecu rujnu odradili ukupno 1534 sata naleta. Zrakoplovi su bili prizemljeni sedam puta, od toga pet puta neplanirano. Prvo planirano prizemljenje predstavlja planiranu provjeru zrakoplova (interval prema satima naleta), a drugo prizemljenje se odnosi na provjeru ATA 36 sustava koji predstavlja pneumatički sustav zrakoplova. Prvo od pet neplaniranih prizemljenja je bilo radi ATA 5 sustava (vremenske limite i provjere održavanja). Iduće neplanirano prizemljenje nastaje radi problema sa ATA 25 sustavom koji predstavlja opremu zrakoplova. Treće neplanirano prizemljenje nastaje zbog problema sa ATA 29 sustavom, a četvrto zbog ATA 57 sustava.

ATA 29 sustav se odnosi na hidraulički sustav zrakoplova, dok ATA 57 predstavlja krila zrakoplova. Posljednje neplanirano prizemljenje je nastalo zbog ATA 52 sustava (vrata zrakoplova).

U mjesecu listopadu nalet zrakoplova promatrane flote je iznosio 1309 sati, dok su zrakoplovi bili pet puta prizemljeni, od toga tri puta neplanirano. Razlog planiranog prizemljenja dvaju zrakoplova je identičan, a zrakoplovi su prizemljeni zbog zadataka održavanja. Jedno neplanirano prizemljenje dogodilo se zbog ATA 29 sustava (hidraulički sustav zrakoplova). Iduće neplanirano prizemljenje je nastalo radi problema s ATA 33 sustavom, a posljednje prizemljenje radi problema s ATA 78 sustavom. ATA 33 sustav se odnosi na svjetla zrakoplova, dok se ATA 78 sustav odnosi na ispuh zrakoplova.

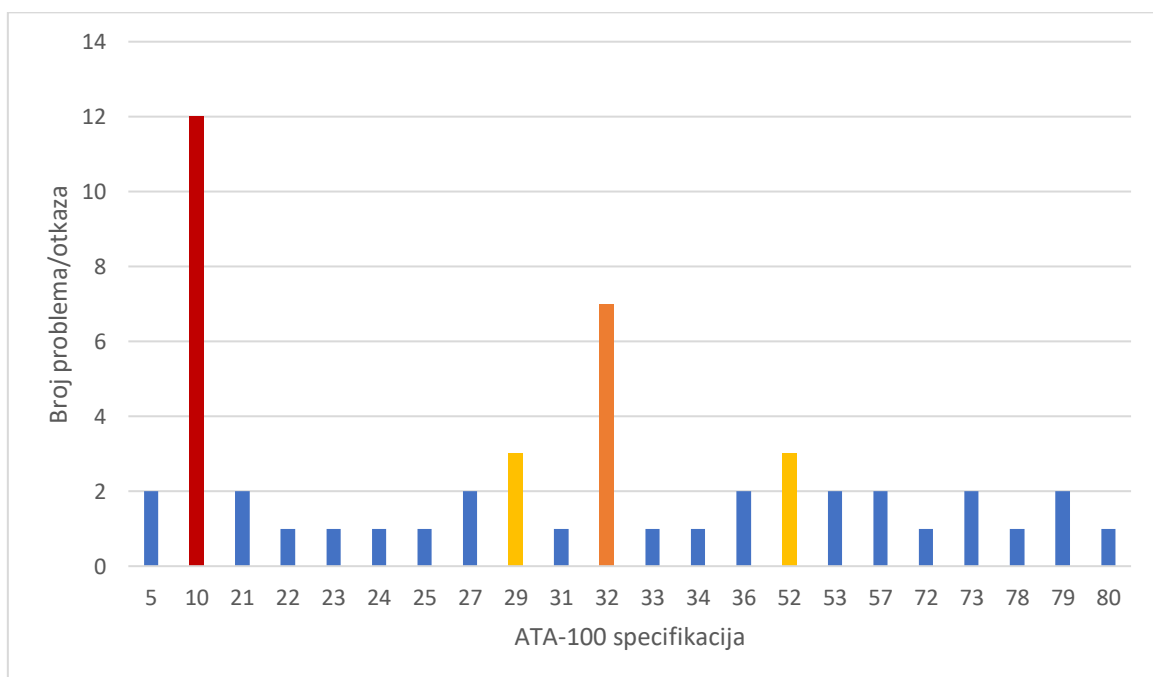
Flota odabranog zračnog prijevoznika je u mjesecu studenom ostvarila znatno manje sati naleta u odnosu na prethodnih par mjeseci. Nalet u ovom mjesecu iznosio je 864 sata. Zrakoplovi unutar flote su bili sedam prizemljeni, od toga samo jedan put neplanirano. Dva planirana prizemljenja odnose se na ATA 10 (parkiranje zrakoplova na dulji period), od kojih se jedno parkiranje nastavlja u naredni mjesec. Jedno planirano prizemljenje nastalo je zbog ATA 31 sustava. ATA 31 sustav se odnosi na indikacije i sustav snimanja u zrakoplovu. Iduće planirano prizemljenje je nastalo zbog ATA 53 sustava (trup zrakoplova), a sljedeće radi problema s ATA 73 sustavom (ispuh zrakoplova). Problemi u ATA 79 sustavu, koji se odnosi na ulje u zrakoplovu, su razlog posljednjeg planiranog prizemljenja, kao i također jedinog neplaniranog prizemljenja zrakoplova.

U posljednjem mjesecu promatranog perioda, mjesecu prosincu, zrakoplovi u floti odabranog zračnog prijevoznika ostvarili su ukupni nalet od 921 sata. U ovom mjesecu broj prizemljenih zrakoplova je bio znatno viši u odnosu na prethodne mjesece. Zrakoplovi su bili ček 14 puta prizemljeni, od toga šest puta neplanirano. Međutim, svih osam planiranih prizemljenja zrakoplova bilo je iz istog razloga, ATA 10 sustav (parkiranje zrakoplova na dulji period), gdje je parkiranje jednog od zrakoplova bilo započeto prethodni mjesec. Neplanirana prizemljenja nastajala su radi ATA sustava. Jedno neplanirano prizemljenje je nastalo radi ATA 22 sustava, a taj sustav ukazuje na probleme s autopilotom zrakoplova. Iduća neplanirana prizemljenja su nastala radi problema sa sustavima ATA 29 (hidraulički sustav zrakoplova), ATA 36 (pneumatički sustav zrakoplova), ATA 52 (vrata zrakoplova) i ATA 57 (krila zrakoplova). Posljednje neplanirano prizemljenje zrakoplova je nastalo radi problema sa ATA 80 sustavom, gdje se ATA 80 sustav odnosi na probleme s pokretanjem motora zrakoplova.

Povećanjem sati naleta očekuje se povećanje neplaniranih prizemljenja, što i jest slučaj kod ovog zračnog prijevoznika. U mjesecima s povećanim brojem sati naleta (ljetna sezonalnost) zrakoplovi iz flote su češće bili neplanirano prizemljeni u odnosu na ostale mjesece u godini (izuzevši mjesec prosinac). Broj neplaniranih prizemljenja u mjesecu prosincu bio je van svih očekivanja, ali može se pretpostaviti da je razlog tolikom broju neplaniranih prizemljenja naglo smanjenje sati naleta flote. Iz analize je također vidljivo da odabrani zračni prijevoznik planira provjere zrakoplova u floti van ljetnih mjeseci i time osigurava da svi zrakoplovi budu na raspolaganju kroz vršni period sezone.

Ukupni nalet flote odabranog zračnog prijevoznika u 2022. godini iznosi 13 162 sata. Ukupni broj prizemljenja zrakoplova (AOM) u 2022. godini iznosi 69, od čega je prizemljenje 38 puta bilo planirano, dok je broj neplaniranih prizemljenja (AOG) iznosio 31. U postotku to iznosi 55% prizemljenja radi planiranog održavanja i 45% prizemljenja radi neplaniranog održavanja flote zrakoplova. Kada se analiziraju podaci za cijelu 2022. godinu, u prosjeku svako 12 dana dolazi do neplaniranog prizemljenja jednog od sedam zrakoplova flote ovog zračnog prijevoznika. Kroz promatrani period četiri od sedam zrakoplova su bila na planiranoj provjeri (*C-check*), dok se planirani zadaci oko održavanja zrakoplova ponovili šest puta.

Dalje u radu je prikazan grafikon 4 koji se temelji na podacima iz tablice 6. Grafikon 4 prikazuje ukupni broj otkaza pojedinih ATA-100 sustava u floti odabranog zračnog prijevoznika tijekom 2022. godine. Ta informacija je pokazatelj koji sustavi imaju najviše problema i otkaza u eksploataciji flote ovog prijevoznika u periodu od 12 mjeseci. Bitno je napomenuti da se podaci iz grafikona 4 odnose na sva prizemljenja zrakoplova u floti u 2022. godini. Tu spadaju prizemljenja zrakoplova radi planiranih i neplaniranih održavanja ili provjera zrakoplova.



Grafikon 4. Broj ukupnih otkaza pojedinih sustava ATA-100 specifikacije unutar flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika u 2022. godini

Izvor: [28]

Iz grafikona 4 je vidljivo da su zrakoplovi u floti odabranog zračnog prijevoznika tijekom 2022. godine najčešće bili prizemljeni zbog ATA 10 sustava, čak 12 puta. Kako je već spomenuto u radu, ATA 10 sustav se odnosi na planirano parkiranje zrakoplova na dulji period. To spada isključivo u planirano održavanje zrakoplova, što ukazuje na to da je ovaj

zračni prijevoznik planirao i unaprijed znao da će zrakoplovi unutar flote biti prizemljiti toliko puta.

Nakon toga slijedi sustav ATA 32 koji se odnosi na stajni trap zrakoplova. ATA 32 sustav je sedam put uzrokovao prizemljenje zrakoplova, od čega šest puta neplanirano i samo jedan put planirano.

Idući sustavi s povećanim brojem problema ili otkaza su ATA 29 i ATA 52 sustavi, gdje su oba sustava uzrokovala po tri prizemljenja zrakoplova. ATA 29 sustav se odnosi na hidraulički sustav zrakoplova, dok se ATA 52 sustav odnosi na vrata zrakoplova.

Ostali ATA-100 sustavi iz grafikona 4 su podjednako malo puta, dva ili manje, uzrokovali prizemljenje zrakoplova iz flote odabranog zračnog prijevoznika. Međutim, kada se zbroje ukupni problemi i otkazi svih tih sustava dobije značajni ukupni broj prizemljenja koji iznosi 26, od čega je osam planiranih i 18 neplaniranih prizemljenja zrakoplova.

5. KOMPONENTE I SUSTAVI S NAJVEĆIM OPSEGOM NEPLANIRANOG ODRŽAVANJA PREMA PODACIMA IZ EKSPLOATACIJE ZA FLOTU AIRBUS A320 FAMILIJE JEDNOG ZRAČNOG PRIJEVOZNIKA

U ovom dijelu diplomskog rada prikazane i analizirane su komponente i sustavi zrakoplova koje su zahtijevale neplanirano održavanje zrakoplova tijekom promatranog perioda. Kako je već spomenuto, promatrani period je 12 mjeseci tijekom 2022. godine. Relevantni podaci proizlaze izravno iz eksploatacije zrakoplova. Podaci su zapisani u izvješću o pouzdanosti zrakoplova odabranog zračni prijevoznika, te se podaci odnose na čitavu flotu Airbus A320 familije (sedam zrakoplova). Ovaj zračni prijevoznik na mjesečnoj bazi evidentira podatke u izvješću o pouzdanosti zrakoplova pa su podaci u ovom poglavlju rada analizirani mjesečno, pomoću grafikona, te potom sveukupno za 2022. godinu.

U spomenutih grafikona prikazani su mjesečni podaci o otkazima komponenti po ATA-100 sustavima. Prikazano je 12 grafikona za 12 mjeseci, a u grafikonima se nalaze idući podaci: koji pojedini ATA-100 sustavi su imali otkaz jedne ili više komponenti u narednom mjesecu, te točan broj otkaza komponenti po ATA-100 sustavima. Pomoću formule (5) i podataka iz spomenutih grafikona računa se podatak o mjesečnom stupanju pouzdanosti sustava. Stupanj pouzdanosti sustava prikazuje prosječan broj neplaniranih zamjena pojedinih komponenti sustava u odnosu na 1000 sati naleta [2].

$$i_{UR} = \frac{n_{UR}}{n_{KS} \cdot h} \cdot 1000 \quad (5)$$

gdje je:

i_{UR} – stupanj pouzdanosti sustava,

n_{UR} – ukupan broj neplaniranih zamjena komponenti u promatranom periodu,

n_{KS} – broj komponenti po sustavu (broj ukupnih komponenti),

h – ukupni sati naleta flote zrakoplova u promatranom periodu.

Dalje u radu, analizom grafikona s podacima iz mjesečnih izvješća o pouzdanosti zrakoplova, dolazi se i do zaključka na godišnjoj bazi. Saznaje se informacija koji ATA-100 sustavi u promatranom periodu imaju najveći opseg neplaniranog održavanja, odnosno u kojim je ATA-100 sustavima najčešće dolazilo do otkaza komponenti. Saznaje se srednje vrijeme između otkaza (engl. Mean Time Between Failure – MTBF) pojedinih sustava koji su imali najveći opseg neplaniranog održavanja. Formula (6) prikazuje izračun srednjeg vremena između otkaza.

$$MTBF = \frac{h_{uk}}{n_s} \quad (6)$$

gdje je:

$MTBF$ – srednje vrijeme između otkaza komponenti u pojedinom sustavu,

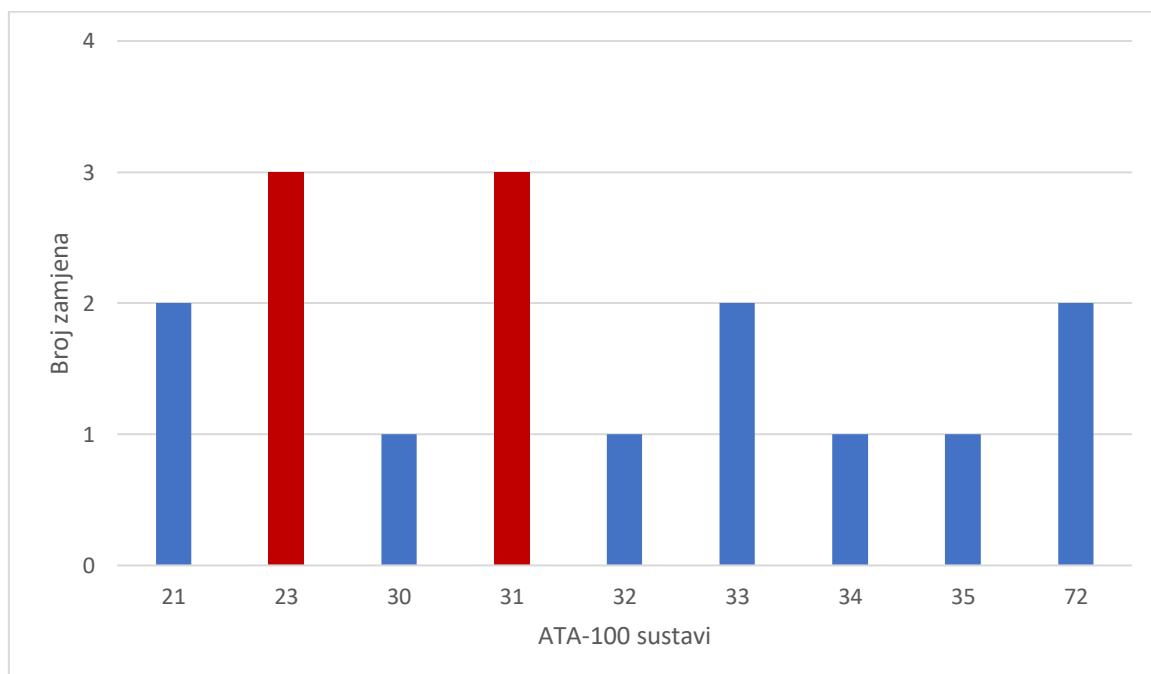
h_{uk} – ukupni sati naleta flote u promatranom periodu (godina dana)

n_s – ukupni broj zamjena komponenti u pojedinom sustavu.

5.1. Analiza neplaniranog održavanja komponenti i sustava zrakoplova po mjesecima tijekom promatranog razdoblja

U nastavku radu prikazano je 12 grafikona koji se temelje se na prikupljenim podacima iz eksploatacije zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika, odnosno temelje se na podacima iz izvješća o pouzdanosti flote zrakoplova koji su svedeni na mjesečnu bazu. Ispod svakog pojedinog grafikona napravljena je njegova kratka analiza, te se računa stupanj pouzdanosti sustava po mjesecima.

Zbog preglednosti narednih grafikona na horizontalnoj osi u su prikazani samo kodovi sustava ATA-100 specifikacije, dok su sustavi tih pojedinih kodova prikazani dalje u tekstu, u tablici 7. Ista je objašnjena nakon posljednjeg grafikona iduće analize.



Grafikon 5. Broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom siječnja 2022. godine

Izvor: [28]

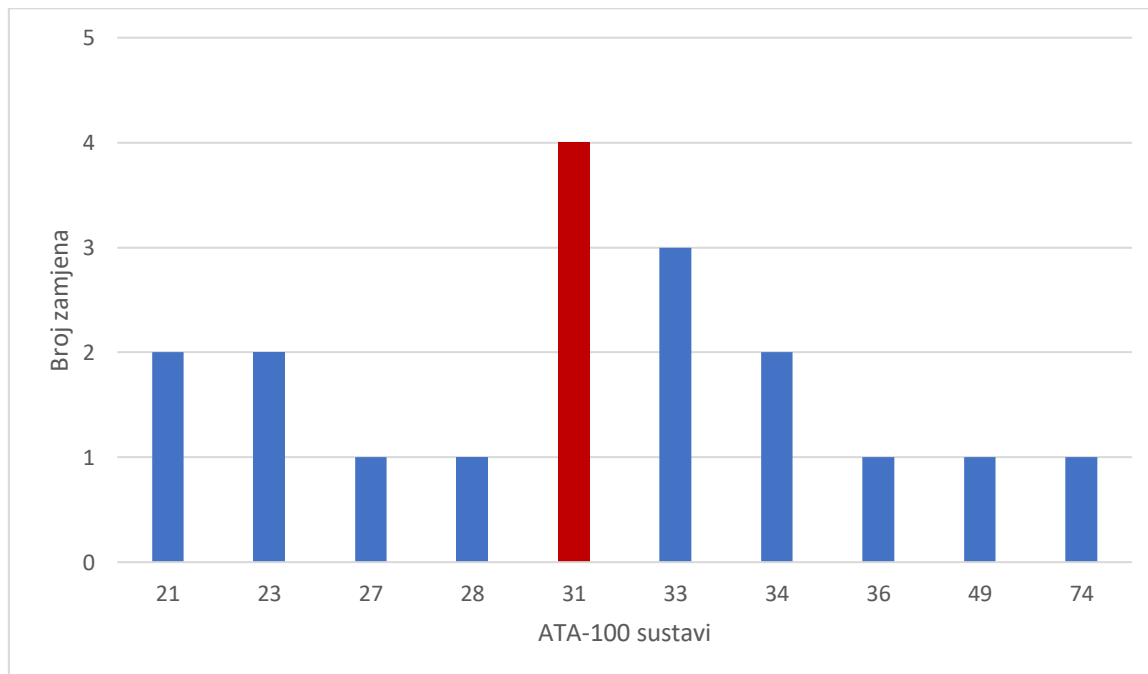
Iz grafikona 5 vidljivo je da je najviše zamjena komponenti bilo u ATA 23 i ATA 31 sustavima koji predstavljaju sustav komunikacije i sustav indikacija i sustav snimanja u zrakoplovu. U oba sustava su bile po tri neplanirane zamjene komponenti. Ukupni broj neplaniranih zamjena komponenti u siječnju je iznosio 16 komponenti koje su raspoređene u devet različitih sustava.

Pomoću formule (5) i potrebnih podataka dobije se stupanj pouzdanosti sustava s obzirom na 1000 sati naleta, te on za siječanj iznosi 0,014. Izračun stupnja pouzdanosti sustava za siječanj izgleda ovako:

$$i_{UR} = \frac{16}{647 \cdot 1760} \cdot 1000$$

$$i_{UR} = 0,014$$

Za navedeni izračun sati naleta u siječnju su iznosili 647 sati i prikazani su u tablici 6. Ukupni broj komponenti koje su zamijenjene u siječnju dobije se iz grafikona 5 te iznosi 16, dok broj ukupnih komponenti iznosi 1760. Taj podatak se dobio izravno od odabranog zračnog prijevoznika, te kroz sve mjesece u 2022. godini ostaje nepromjenjiv.

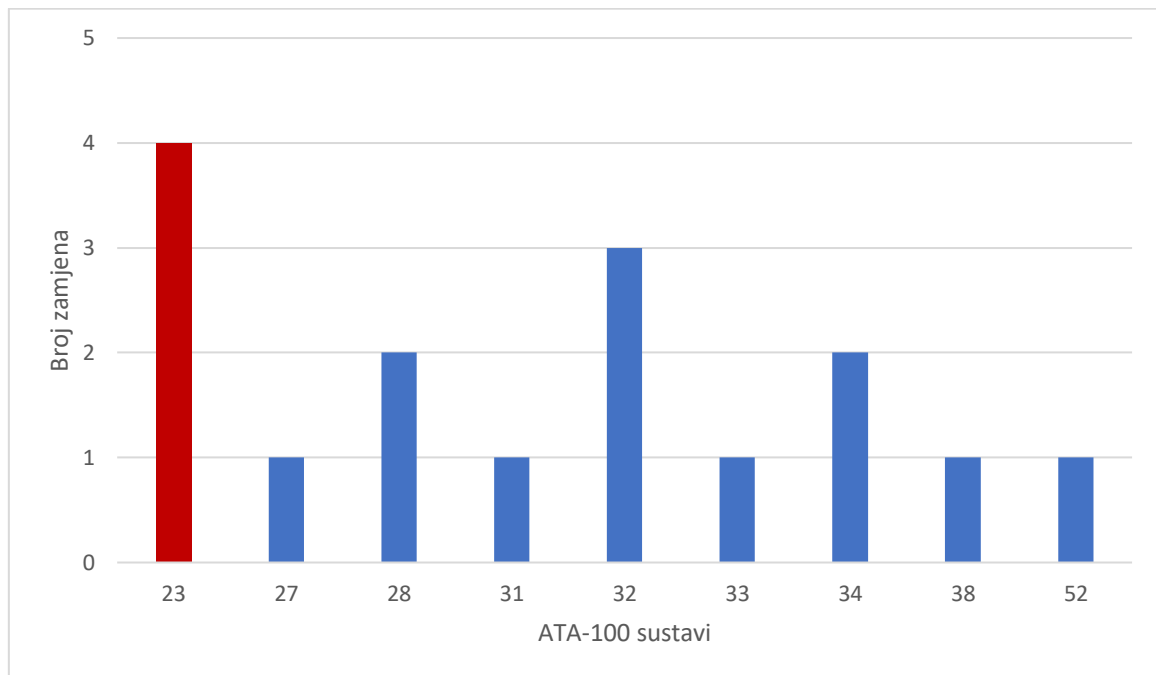


Grafikon 6. Broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom veljače 2022. godine

Izvor: [28]

Iz grafikona 6 vidljivo je da je tijekom veljače izvršeno sveukupno 18 zamjena komponenti, koje su raspoređene kroz deset sustava. ATA 31 sustav (sustav indikacija i sustav snimanja u zrakoplovu) vodeći je po broju neplaniranih zamjena komponenti s četiri zamijenjene komponente. Nakon ATA 31 sustava slijedi ATA 33 sustav, koji predstavlja svjetla zrakoplova, gdje su zamijenjene tri komponente.

Pomoću formule (5) napravljen je izračun za stupanj pouzdanosti sustava s obzirom na 1000 sati naleta za veljaču, te on iznosi 0,020.

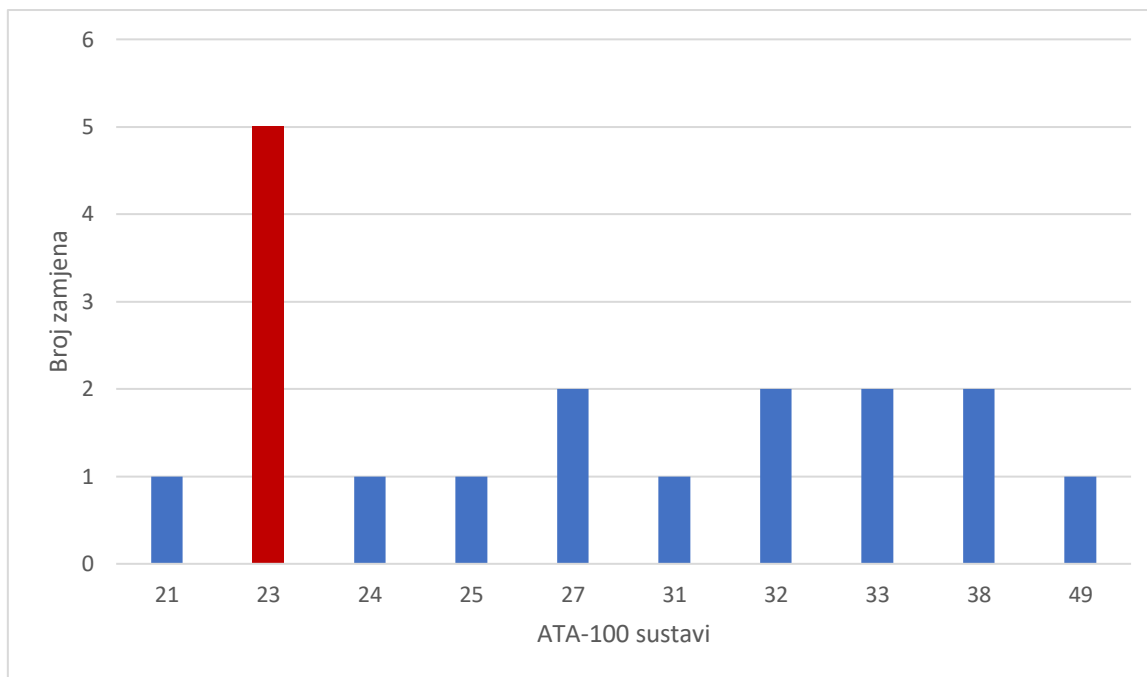


Grafikon 7. Broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom ožujka 2022. godine

Izvor: [28]

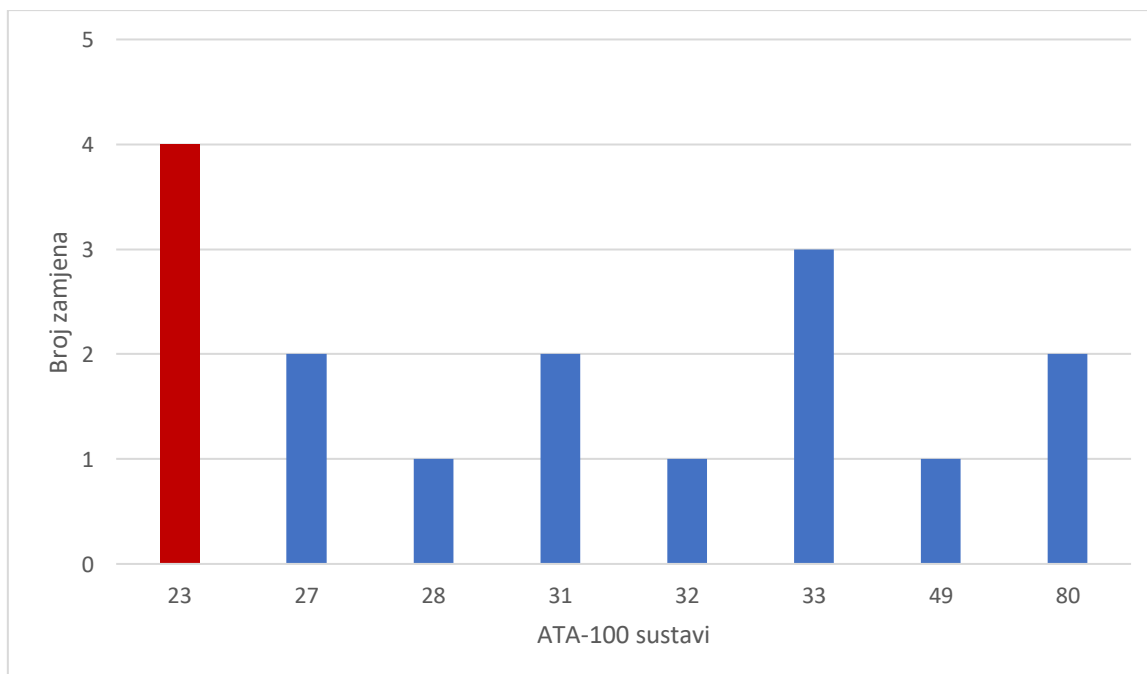
U grafikonu 7 nalaze se podaci o broju zamjena komponenti po ATA sustavima u ožujku 2022. godine. Ukupno je zamijenjeno 16 komponenti iz devet različitih sustava, od čega su četiri komponente zamijenjene iz ATA 23 sustava (sustav komunikacije). Idući sustav s većim opsegom neplaniranog održavanja je ATA 32 sustav koji predstavlja stajni trap zrakoplova.

Formulom (5) dolazi se do podatka o stupnju pouzdanosti sustava s obzirom na 1000 sati naleta koji za ovaj mjesec iznosi 0,015.



Grafikon 8. Broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom travnja 2022. godine

Izvor: [28]



Grafikon 9. Broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom svibnja 2022. godine

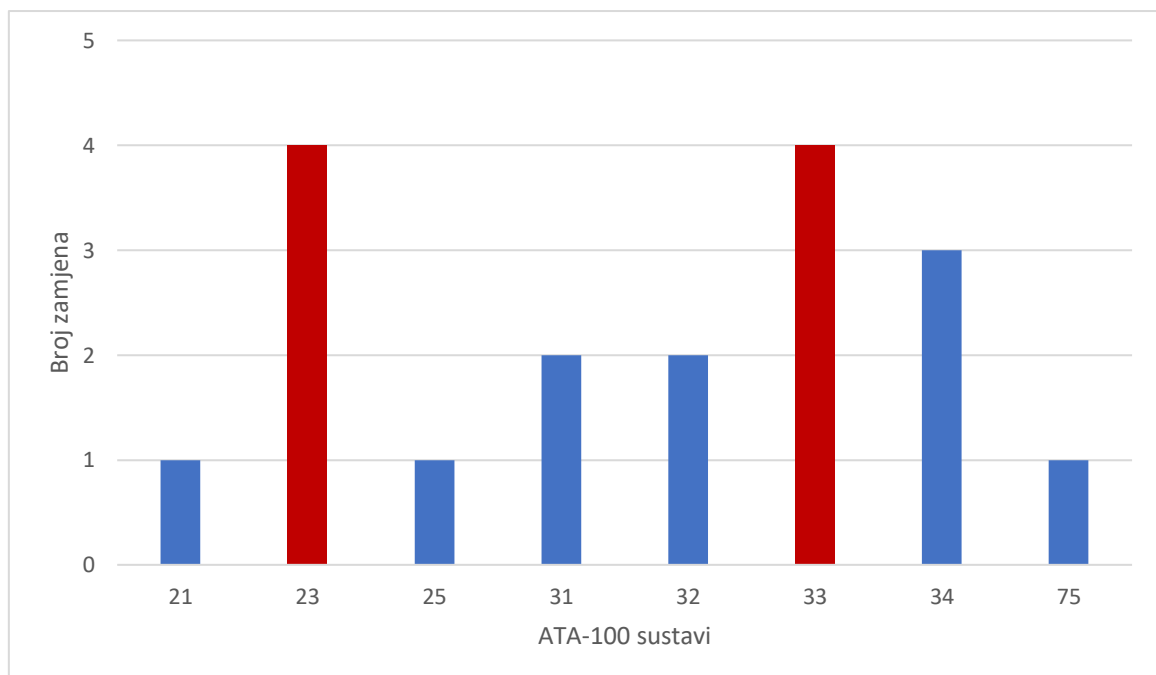
Izvor: [28]

Iz grafikona 8 iščitani su sljedeći podaci za travanj. Ukupno je 18 komponenti zamijenjeno. Zamijenjene komponente su raspoređene u deset različitih sustava. ATA 23 sustav (sustav komunikacije) je vidno u prednosti po broju zamijenjenih komponenti, gdje je pet komponenti neplanirano zamijenjeno. Ostalih devet sustava je imalo svega jednu ili dvije zamjene komponenti.

U travnju ukupni nalet flote zrakoplova iznosi 876 sati, te je ukupno 18 komponenti od mogućih 1760 zamijenjeno. Ti podaci su potrebni za izračun formule (5) gdje se dobije da stupanj pouzdanosti sustava s obzirom na 1000 sati naleta iznosi 0,012 u travnju.

U grafikonu 9 prikazani su podaci o ukupnim zamjenama komponenti po ATA sustavima u svibnju. Suma ukupnih zamjena komponenti je 16, a komponente su mijenjane u osam različitih sustava. Sustav s najvećim opsegom neplaniranih zamjena je ATA 23 (sustav komunikacije) gdje je nastala potreba za zamjenom četiri komponente sustava. Nakon ATA 23 sustava slijedi ATA 33 sustav (svjetla zrakoplova) gdje su zamijenjene tri komponente. Ostali sustavi su imali jednu do dvije zamjene komponenti.

Za svibanj stupanj pouzdanosti sustava s obzirom na 1000 sati naleta iznosi 0,008 koji je izračunat preko formule (5).

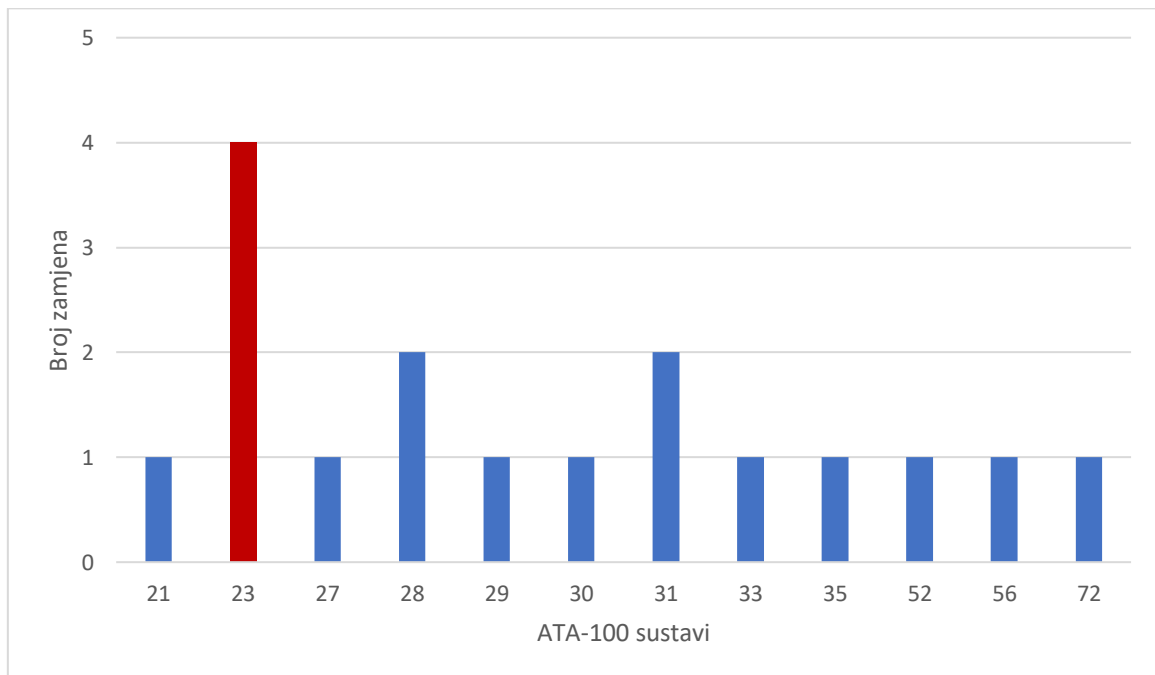


Grafikon 10. Broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom lipnja 2022. godine

Izvor: [28]

Podaci o broju zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima u lipnju prikazani su u grafikonu 10. Kao i u prethodnom mjesecu, sustavi ATA 23 (sustav komunikacije) i ATA 33 (svjetla zrakoplova) imaju najviše neplaniranih zamjena komponenti u ovom mjesecu. U oba sustava su mijenjane po četiri komponente. Ukupno je bilo osam sustava u kojima je sveukupno izvršeno 18 zamjena komponenti.

Stupanj pouzdanosti sustava s obzirom na 1000 sati naleta za lipanj iznosi 0,007.

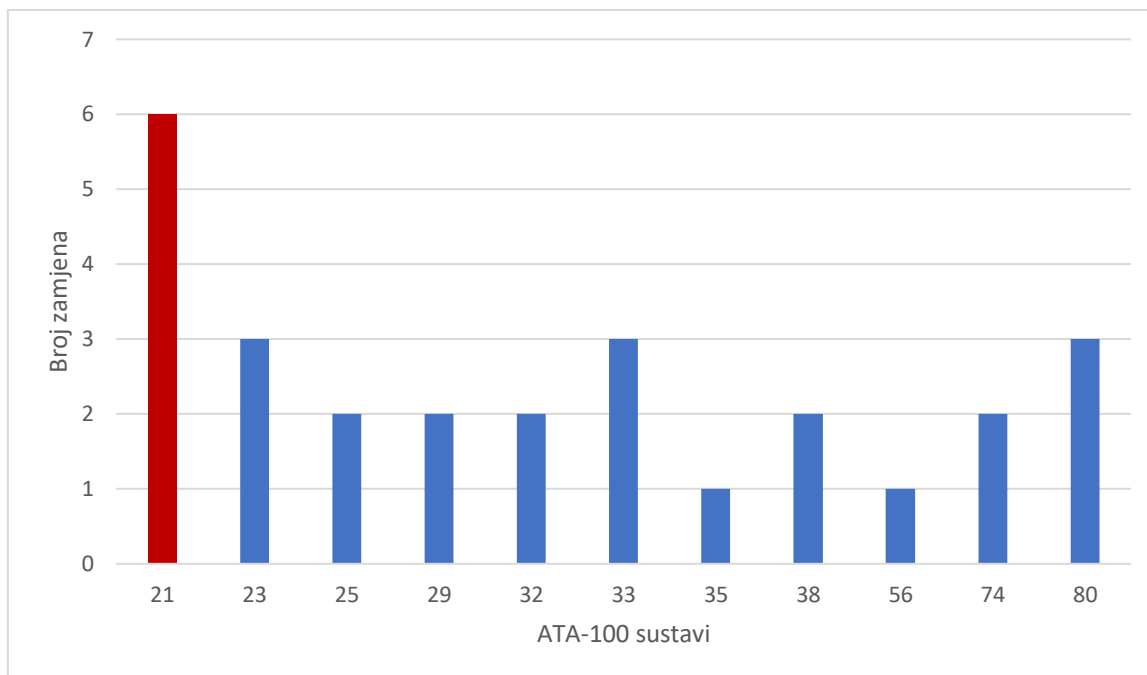


Grafikon 11. Broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom srpnja 2022. godine

Izvor: [28]

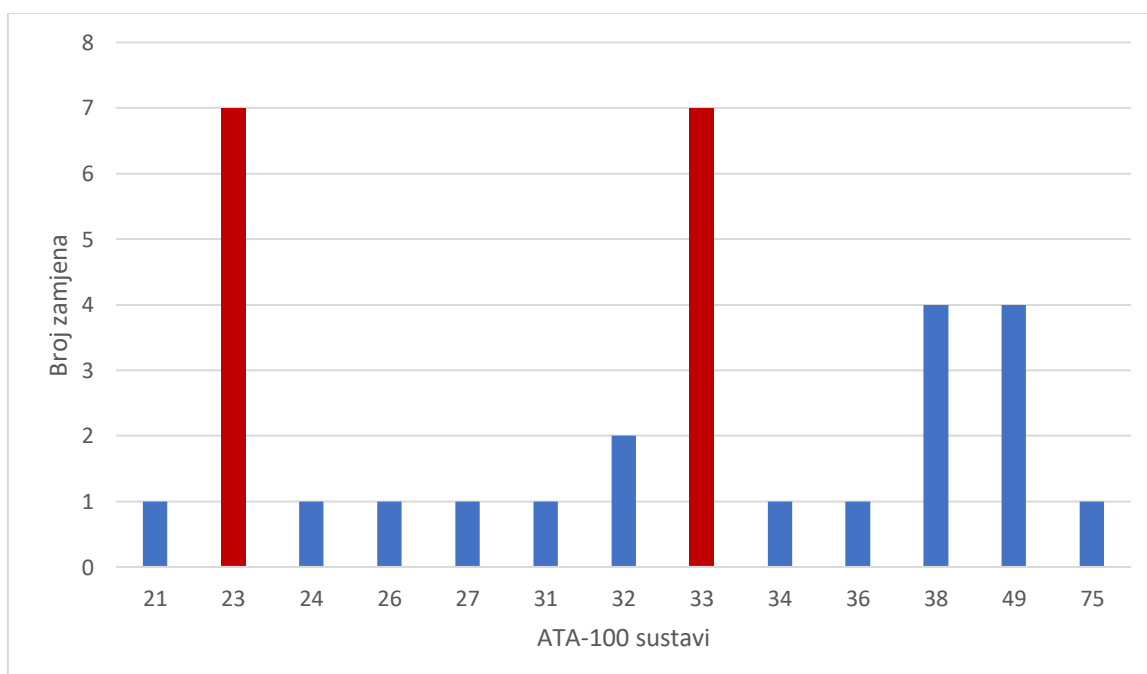
Grafikon 11 odnosi se na podatke iz srpnja, gdje je uočeno da sustav ATA 23 (sustav komunikacije) ponovno ima najveći broj neplaniranih zamjena komponenti, četiri zamjene. U ostalim sustavima, njih 11, broj neplaniranih zamjena komponenti iznosi jedna do dvije komponente po sustavu. Pomoću tih informacija dolazi se do podatka da je u srpnju bilo neplanirano zamijenjeno 17 komponenti unutar 12 sustava zrakoplova.

Za spomenuti mjesec stupanj pouzdanosti sustava s obzirom na 1000 sati naleta iznosi 0,006.



Grafikon 12. Broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom kolovoza 2022. godine

Izvor: [28]



Grafikon 13. Broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom rujna 2022. godine

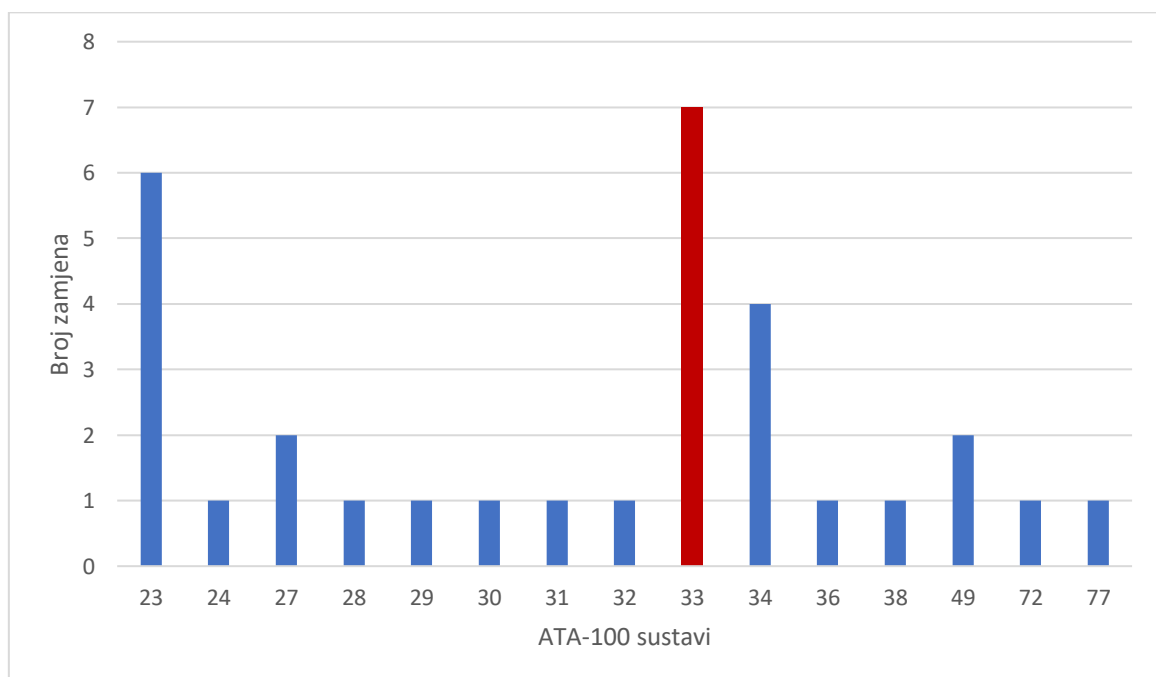
Izvor: [28]

U grafikonu 12 prikazani su podaci odabranog zračnog prijevoznika o ukupnim zamjenama komponenti po ATA sustavima tijekom kolovoza. Suma ukupnih zamjena komponenti je 27, a komponente su mijenjane u 11 različitih sustava. Sustav s najvećim opsegom neplaniranih zamjena je ATA 21 (sustav klimatizacije) gdje je nastala potreba za zamjenom šest komponenti. Ostalih deset sustava zahtijeva zamjenu jedne, dvije ili tri komponente, ovisno o sustavu.

Za kolovoz stupanj pouzdanosti sustava s obzirom na 1000 sati naleta izračunat je preko formule (5) a iznosi 0,009.

U rujnu su se neplanirano zamijenile ukupno 32 komponente koje su raspoređene kroz 13 sustava zrakoplova. Iz grafikona 13 vidljivo je da dva sustava imaju povećan broj zamjena komponenti, a to su ATA 23 (sustav komunikacije) i ATA 33 (svjetla) sustavi. U ovim sustavima bilo je po sedam zamjena komponenti. Iduća dva sustava po broju zamjena komponenti su ATA 38 i ATA 49 sustavi, odnosno sustav vode/otpada i sustav pomoćne energetske jedinice. U spomenutim sustavima bila su po četiri mijenjanja komponenti. Ostali sustavi su imali zamjenu jedne do dvije komponente.

Za rujan stupanj pouzdanosti sustava s obzirom na 1000 sati naleta izračunat je pomoću formule (5) te iznosi 0,012.

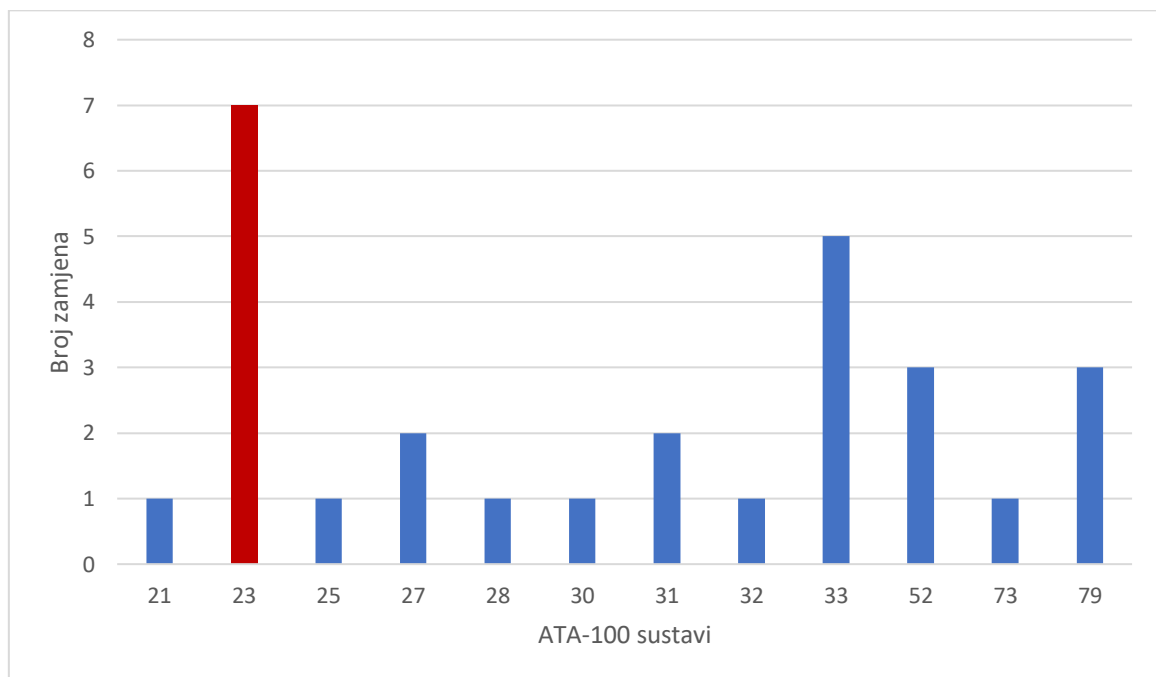


Grafikon 14. Broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom listopada 2022. godine

Izvor: [28]

U grafikonu 14 prikazani su podaci odabranog zračnog prijevoznika o ukupnim zamjenama komponenti po ATA sustavima tijekom listopada. Suma ukupnih zamjena komponenti je 31, a komponente su mijenjane u 15 različitih sustava. Sustav s najvećim opsegom neplaniranih zamjena je ATA 33 sustav (svjetla zrakoplova) gdje je nastala potreba za zamjenom sedam komponenti. Nakon tog sustava slijedi sustav ATA 23 (sustav komunikacije) gdje je bilo šest zamijenjenih komponenti. Ostali sustavi zahtijevaju manji broj mijenjanja komponenti tijekom listopada.

U ovom mjesecu stupanj pouzdanosti sustava s obzirom na 1000 sati naleta izračunat je preko formule (5) a iznosi 0,013.

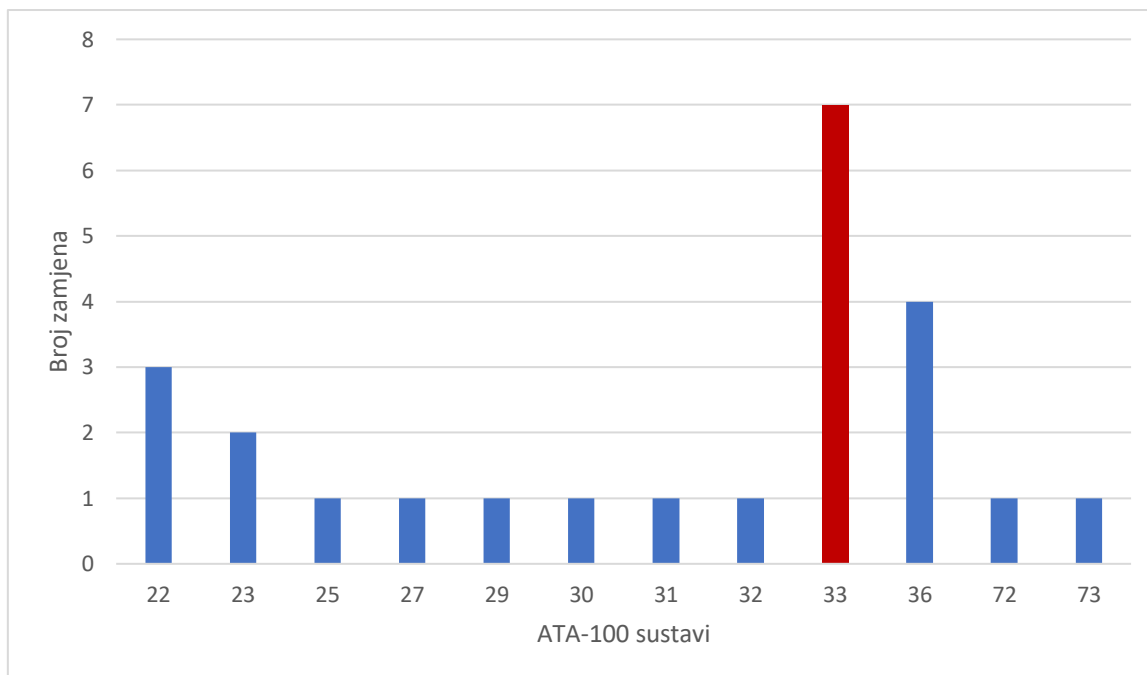


Grafikon 15. Broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom studenoga 2022. godine

Izvor: [28]

U grafikonu 15 prikazani su podaci odabranog zračnog prijevoznika o ukupnim zamjenama komponenti po ATA sustavima u studenom. Suma ukupnih zamjena komponenti je 28, a komponente su mijenjane u 12 različitih sustava. Sustav s najvećim opsegom neplaniranih zamjena je ATA 23 (sustav komunikacije) gdje je nastala potreba za zamjenom sedam komponenti. Nakon tog sustava slijedi sustav ATA 33 sustav (svjetla zrakoplova) gdje je bilo pet zamijenjenih komponenti. Ostali sustavi zahtijevaju manji broj mijenjanja komponenti tijekom spomenutog mjeseca.

U ovom mjesecu stupanj pouzdanosti sustava s obzirom na 1000 sati naleta iznosi 0,018.



Grafikon 16. Broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom prosinca 2022. godine

Izvor: [28]

Grafikon 16 odnosi se na podatke iz prosinca, gdje je uočeno da ATA 33 sustav (svjetla zrakoplova) ponovno ima najveći broj neplaniranih zamjena komponenti, čak sedam zamjena. Nakon njega slijedi sustav ATA 36 koji predstavlja pneumatski sustav zrakoplova gdje su četiri komponente zamijenjene. U ostalim sustavima broj neplaniranih zamjena komponenti iznosi jedna, dvije ili tri komponente po sustavu. Pomoću tih informacija dolazi se do podatka da je u prosincu bilo neplanirano zamijenjeno 24 komponente unutar 12 sustava zrakoplova.

Za spomenuti mjesec stupanj pouzdanosti sustava s obzirom na 1000 sati naleta iznosi 0,015.

Iduća tablica u radu prikazuje kumulativni broj zamjena komponenti po pojedinim ATA sustavima. Prvi stupac tablice 7 označava kod sustava ATA-100 specifikacije, drugi stupac naziv sustava pojedinog koda, a treći stupac kumulativni broj neplaniranih zamjena komponenti pojedinih sustava tijekom promatranog razdoblja. Podatak o kumulativnom broju zamjena dobio se iz prethodno napravljene analize flote zrakoplova.

Tablica 7. Kumulativni broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima

ATA-100 KOD	ATA-100 SUSTAV	KUMULATIVNI BROJ ZAMJENA KOMONENTI
21	Klimatizacija i nadtlučivanje kabine	15
22	Autopilot	3

23	Komunikacija	51
24	Električni sustav napajanja	3
25	Oprema zrakoplova	6
26	Zaštita od požara	1
27	Komande u letu	13
28	Sustav goriva	8
29	Hidraulički sustav	5
30	Zaštita od leda i kiše	5
31	Indikacije i snimanje u zrakoplovu	20
32	Stajni trap	15
33	Svjetla	45
34	Navigacija	13
35	Kisik	3
36	Pneumatski sustav	7
38	Voda/otpad	10
49	Pomoćna energetska jedinica	9
52	Vrata zrakoplova	5
56	Prozori zrakoplova	2
72	Motori zrakoplova	5
73	Gorivo u motoru i komande	2
74	Sustav paljenja	3
75	Sustav zraka	2
77	Indikacije motora	1
79	Sustav ulja	3
80	Sustav pokretanja	5

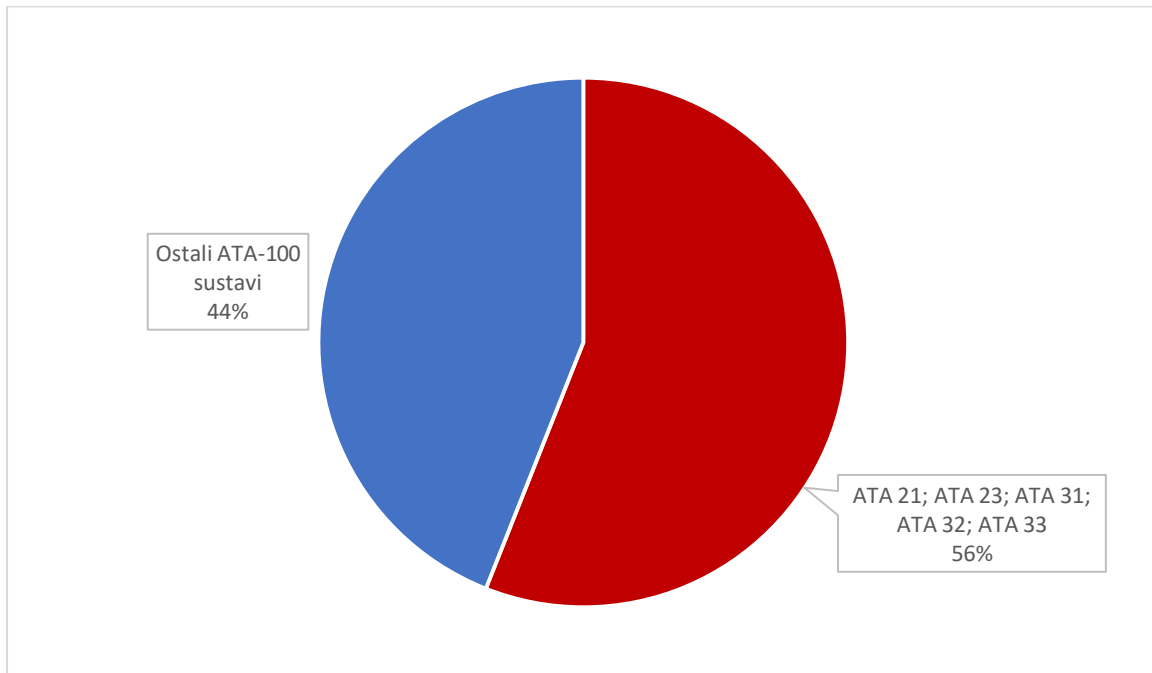
Izvor: [21], [28]

Iz tablice 7 vidljivo je kako je kumulativni broj zamjena komponenti znatno veći u idućim sustava ATA 21, ATA 23, ATA 31, ATA 32 i ATA 33. Spomenuti sustavi i neplanirane zamjene komponenti tih sustava obrađeni su na godišnjoj razini u idućem dijelu ovog rada.

5.2. Komponente i sustavi s najvećim opsegom neplaniranog održavanja na godišnjoj razini

Analizom podataka iz prethodnog dijela rada zaključeno je koji ATA sustavi uzrokuju povećan broj neplaniranih mijenja komponenti (≤ 15), u floti zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika, a to su ATA 21, ATA 23, ATA 31, ATA 32 i ATA 33 sustavi. Navedenih pet

sustava je u promatranom periodu uzrokovalo više od 50% neplaniranih prizemljenja zrakoplova, a udio tih pet sustava naprema ostalim sustavima je prikazan u grafikonu 17. Nakon grafikona, svaki od navedenih sustava je pojašnjen i analizirani s obzirom na srednje vrijeme između otkaza (MTBF). Temeljem tog podatka zračni prijevoznik može korigirati interval planiranih održavanja tih sustava čime bi se direktno utjecalo na smanjenje neplaniranih prizemljenja zrakoplova.



Grafikon 17. Udio ATA-100 sustava s najvećim opsegom održavanja u sveukupnom neplaniranom održavanju flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika

Izvor: [28]

ATA 21 odnosi se na sustav za klimatizaciju i nadtlučivanje kabine zrakoplova. ATA 21 sustav je u promatranom periodu neplanirano održavan sveukupno osam mjeseci, gdje kumulativni broj zamjena komponenti iznosi 15. Prethodnom analizom podataka dobio se podatak o ukupnim naletu flote, te on iznosi 13 162 sati. Srednje vrijeme između otkaza (MTBF) za ATA 21 sustav računa se pomoću formule (6) na idući način:

$$MTBF_{ATA\ 21} = \frac{13\ 162}{15}$$

$$MTBF_{ATA\ 21} = 877,47\ h$$

Izračunati podatak prikazuje srednje vrijeme između otkaza jedne od komponenti sustava ATA 21 koje iznosi 877,47 sati. Taj podatak ukazuje da se jedna od komponenti sustava ATA 21 mijenjala svako 877,47 sati naleta.

ATA 23 predstavlja sustav komunikacije u zrakoplovu. U promatranom periodu, ATA

23 sustav je neplanirano održavan tijekom svih mjeseci, gdje kumulativni broj zamjena komponenti iznosi 51. Srednje vrijeme između otkaza (MTBF) za ATA 23 sustav računa se pomoću formule (6) na idući način:

$$MTBF_{ATA\ 23} = \frac{13\ 162}{51}$$

$$MTBF_{ATA\ 23} = 258,08\ h$$

Izračunati podatak prikazuje srednje vrijeme između otkaza jedne od komponenti sustava ATA 23 koje iznosi 258,08 sati. Taj podatak ukazuje da se jedna od komponenti sustava ATA 23 mijenjala svako 258,08 sati naleta.

ATA 31 predstavlja sustav indikacija i sustav snimanja u zrakoplovu. U promatranom periodu, ATA 31 sustav je neplanirano održavan sveukupno 11 mjeseci gdje kumulativni broj zamjena komponenti iz sustava iznosi 20. Srednje vrijeme između otkaza (MTBF) za ATA 31 sustav računa se pomoću formule (6) na idući način:

$$MTBF_{ATA\ 31} = \frac{13\ 162}{20}$$

$$MTBF_{ATA\ 31} = 658,1\ h$$

Izračunati podatak prikazuje srednje vrijeme između otkaza jedne od komponenti sustava ATA 31 koje iznosi 658,1 sati, tj. jedna od komponenti sustava ATA 31 mijenjana je svako 658,1 sati naleta.

ATA 32 predstavlja sustav stajnog trapa zrakoplova. U promatranom periodu ovaj sustav je neplanirano održavan sveukupno deset mjeseci gdje kumulativni broj zamjena komponenti iznosi 15. Srednje vrijeme između otkaza (MTBF) za ATA 32 sustav računa se kao i kod prethodnih sustava, pomoću formule (6):

$$MTBF_{ATA\ 32} = \frac{13\ 162}{15}$$

$$MTBF_{ATA\ 32} = 877,47\ h$$

Izračunati podatak prikazuje srednje vrijeme između otkaza jedne od komponenti sustava ATA 32 koje iznosi 877,47 sati. Drugačiji način tumačenja ovog podatka je da se jedna od komponenti sustava ATA 31 mijenjala svako 877,47 sati naleta.

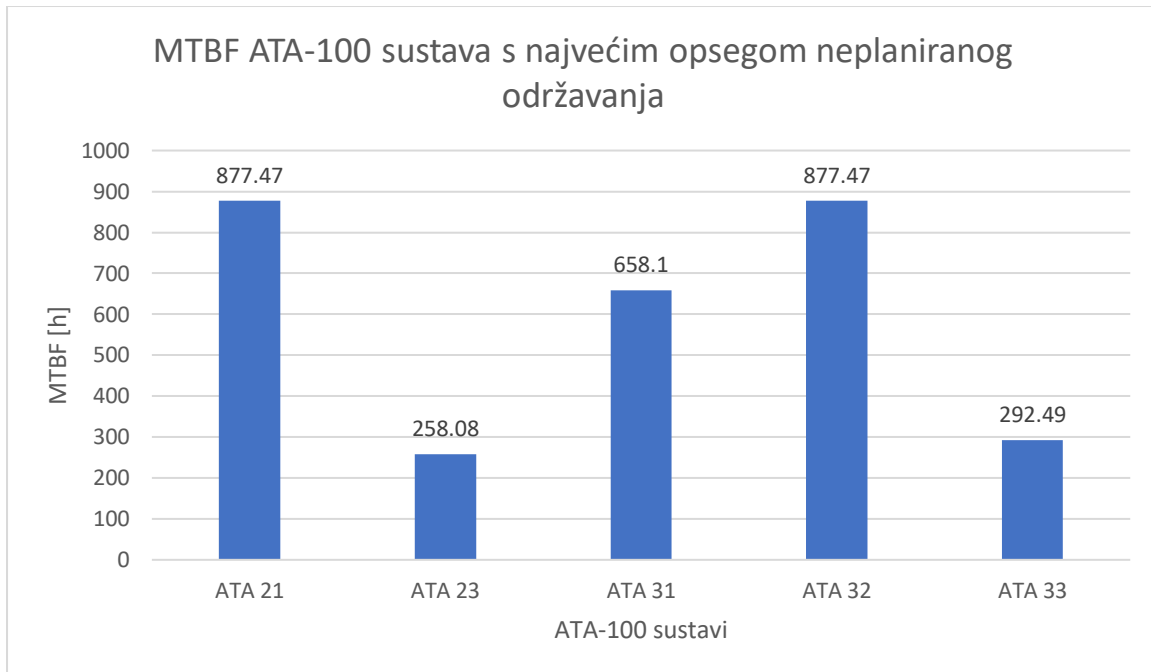
ATA 33 sustav odnosi se na svjetla zrakoplova. U promatranom periodu ovaj sustav je neplanirano održavan tijekom svih mjeseci, gdje kumulativni broj zamjena komponenti iznosi 45. Srednje vrijeme između otkaza (MTBF) za ATA 33 sustav računa se pomoću formule (6):

$$MTBF_{ATA\ 32} = \frac{13\ 162}{45}$$

$$MTBF_{ATA\ 32} = 292,49\ h$$

Izračunati podatak prikazuje srednje vrijeme između otkaza jedne od komponenti sustava ATA 33 koje iznosi 292,49 sati, tj. jedna od komponenti sustava ATA 33 se mijenjala svako 877,47 sati naleta.

Na temelju prethodno odrađene analize dalje u tekstu prikazan je grafikon 18. Grafikon 18 sadrži podatke pet ATA sustava koji zahtijevaju najveći opseg neplaniranog održavanja. Također sadrži podatke o srednjem vremenu između otkaza (MTBF) spomenutih ATA sustava. Podaci se odnose na flotu Airbus A320 familije odabranog zračnog prijevoznika.



Grafikon 18. Prikaz MTBF ATA-100 sustava s najvećim opsegom neplaniranog održavanja i floti Airbus A320 familije odabranog zračnog prijevoznika

Izvor: [28]

Iz grafikona 18 vidljivo je da je interval srednjeg vremena između otkaza najdulji kod ATA 21 i ATA 32 sustava gdje MTBF iznosi 877,47 sati, a najkraći interval je kod ATA 23 sustava gdje MTBF iznosi 258,08 sati. Kada se u obzir uzme da je flota zrakoplova ukupno odradila 13 162 sati naleta u 2022. godini, dolazi se do zaključka da je jedna komponenta iz ATA 23 sustava mijenjana u prosjeku svako sedam dana, odnosno 258,08 sati naleta.

Na temelju svih prethodnih analiza i izračuna doneseni su zaključci i izrađeni grafikoni iz kojih odabrani zračni prijevoznik može uzeti relevantne podatke koju mu mogu pomoći u boljem planiranju budućih intervala planiranog održavanja komponenti i sustava vlastite flote Airbus A320 familije.

6. ZAKLJUČAK

Svaki zrakoplov u eksploataciji potrebno je redovito održavati kako bi se osigurala njegova sigurna uporaba, odnosno kako bi zrakoplov bio kontinuirano ploviben. Zbog spektra sigurnosti Europska agencija za sigurnost zračnog prometa (EASA) izdala je dva dokumenta u kojima se nalaze procedure za održavanje zrakoplova. Prvi dokument, EASA Part M, bavi se pitanjem kontinuirane plovibenosti zrakoplova, dok Part 145 propisuje uvjete koje organizacije za održavanje zrakoplova moraju ispuniti kako bi bile licencirane i osposobljene za održavanje zrakoplova.

Svaki zrakoplov se mora održavati u skladu s programom održavanja koji opisuje zadatke i procedure održavanja zrakoplova, komponenti i njegovih sustava. EASA Part M nalaže da je zračni prijevoznik dužan izraditi program održavanja za svoje zrakoplove. Cilj programa održavanja je osigurati da svi dijelovi, komponente i sustavi zrakoplova ispravno obavljaju svoju funkciju te da se zrakoplov održava u skladu sa svom propisanom dokumentacijom.

U programu održavanja su navedeni pregledi zrakoplova koji osiguravaju da će se zrakoplov, njegovi sustavi i komponente provjeriti i ako je potrebno zamijeniti. Pregledi se mogu podijeliti prema opsegu i zahtjevnosti posla te prema vrsti održavanja gdje se razlikuje linijsko i bazno održavanje. U linijsko održavanje spadaju jednostavnije aktivnosti kao što su vizualni pregledi, otklanjanje kvarova, manji popravci, dok u bazno održavanje spadaju kompleksniji i zahtjevniji zadaci i pregledi zrakoplova koji mogu trajati i do mjesec dana, kao npr. *D-check* provjera.

Pregledi iz programa održavanja unaprijed su određeni intervalima koji mogu biti na bazi kalendarskog vremena (mjeseci, godine) ili na bazi eksploatacije zrakoplova (sati naleta, broj ciklusa i dr.). Takvi pregledi spadaju u planirano održavanje zrakoplova, međutim postoji i neplanirano održavanje zrakoplova gdje spadaju iznenadni otkazi komponenti ili sustava zrakoplova. Ova vrsta održavanja je nepovoljna za zračne prijevoznike jer zrakoplov mora biti neplanirano prizemljen dok se zakazala komponenta ne zamjeni. Cilj zračnog prijevoznika je imati što manje neplaniranih prizemljenja zrakoplova jer svaki put kada je zrakoplov prizemljen on ne stvara prihod, već se stvara određeni trošak.

Program pouzdanosti je dokument koji za cilj ima osigurati da su zadaci programa održavanja zrakoplova učinkoviti. To se postiže analizom prikupljenih informacija i podataka iz eksploatacije zrakoplova. Rezultati dobiveni praćenjem pouzdanosti u radu mogu poslužiti kao osnova za dopunu ili izmjenu programa održavanja zrakoplova. Organizacija za vođenje kontinuirane plovibenosti (CAMO) dužna je izraditi programa praćenja pouzdanosti koji je u skladu sa zrakoplovnih propisa iz dokumenta EASA Part M. Prikupljeni podaci tijekom eksploatacije zrakoplova se zapisuju u izvješću o pouzdanosti zrakoplova. Podaci koji zapisuju su sati naleta, broj ciklusa, broj planiranog i neplaniranog održavanja, broj zamjena komponenti po sustavi i drugo.

Analizom podataka iz mjesečnih izvješća o pouzdanosti zrakoplova dolazi se do zaključaka koji se odnose na cijelu flotu Airbus A320 familije kod odabranih zračnog

prijevoznika. Analizom podataka uočeno je da ukupni nalet flote odabranog zračnog prijevoznika u 2022. godini iznosi 13 162 sata. Ukupni broj prizemljenja flote zrakoplova (AOM) iznosi 69, od čega je 55% prizemljenja bilo radi planiranog održavanja i 45% prizemljenja radi neplaniranog održavanja. Od ukupnih 69 prizemljenja 12 prizemljenja je nastalo zbog ATA 10 sustava koji predstavlja planirano parkiranje zrakoplova na dulji period.

Detaljnijom analizom neplaniranog održavanja uzrokovanom radi zakazivanja sustava i zamjena komponenti dolazi se do idućih podataka. Sustavi s najvećim opsegom neplaniranog održavanja u floti zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika su: sustav klimatizacije i nadtlaćivanja kabine, sustav komunikacija, sustav indikacija i snimanja u zrakoplovu, sustav stajnog trapa i sustav svjetala zrakoplova. Navedeni sustavi su u promatranom periodu uzrokovali 56% neplaniranih zamjena komponenti. Najkraće srednje vrijeme između otkaza je kod sustava komunikacije te iznosi 258,08 sati. Tim podatkom dolazi se do zaključka da je jedna komponenta iz tog sustava mijenjana u prosjeku svako sedam dana.

Cjelokupna analiza podataka u ovome radu može biti od velike pomoći odabranom zračnom prijevozniku u boljem planiranju budućih intervala planiranog održavanja kako bi se potencijalno smanjio broj budućih neplaniranih održavanja i prizemljenja zrakoplova.

LITERATURA

- [1] Domitrović, A.: Eksploatacija i održavanje zrakoplova, Autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2021/22.
- [2] Bazijanac, E.: Tehnička eksploatacija i održavanje zrakoplova, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2007
- [3] Zakon HR. Zakon o zračnom prometu. Preuzeto s: <https://www.zakon.hr/z/177/Zakon-o-zra%C4%8Dnom-prometu>
- [4] EASA. The agency. Preuzeto s: <https://www.easa.europa.eu/en/the-agency/the-agency>
- [5] Europska unija. Agencija Europske unije za sigurnost zračnog prometa (EASA). Preuzeto s: https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/search-all-eu-institutions-and-bodies/easa_hr
- [6] EASA. Regulations. Preuzeto s: <https://www.easa.europa.eu/en/regulations>
- [7] Europska agencija za sigurnost zračnog prometa u Europi – Part M (rujan 2017.)
- [8] CCAA. Plovidbenost. Preuzeto s: <https://www.ccaa.hr/awd>
- [9] COMMISSION REGULATION. Preuzeto s: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ%3AL%3A2003%3A315%3A0001%3A0165%3AEN%3APDF>
- [10] CCAA. Program održavanja zrakoplova. Preuzeto s: <http://www.ccaa.hr/program-odrzavanja-zrakoplova-22321>
- [11] Republika Hrvatska. Pravilnik o kontinuiranoj plovidbenosti zrakoplova i aeronautičkih proizvoda, dijelova i uređaja, te o ovlaštenju organizacija i osoba uključenih u te poslove. Izdanje: 115. Zagreb: Narodne novine; 2009.
- [12] Obad S. Održavanje u zrakoplovstvu. [Prezentacija]. Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilištu u Zagrebu. 2011. Preuzeto s: https://www.fsb.unizg.hr/atlantid/upload/newsboard/24_03_2011_14661_Odrzavanje_u_zrakoplovstvu_JAR_Regulative.pdf
- [13] Skybrary. Maintenance Programme. Preuzeto s: <https://skybrary.aero/articles/maintenance-programme>
- [14] Virovac, D.: Model poboljšanja pouzdanosti otpreme zrakoplova upravljanjem greškama u održavanju, Doktorski rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2018.
- [15] Skybrary. Maintenance Steering Group-3 (MSG-3). Preuzeto s: <https://www.skybrary.aero/articles/maintenance-steering-group-3-msg-3>
- [16] Law insider. Maintenance Review Board Report definition. Preuzeto s: <https://www.lawinsider.com/dictionary/maintenance-review-board-report>
- [17] Leeham. Bjorn's Corner: Keeping airliners operational. Part 6. Preuzeto s: <https://leehamnews.com/2017/05/26/bjorns-corner-keeping-airliners-operational-part-6/>
- [18] Shannon, M.; Ackert, P.: Basics of Aircraft Maintenance Programs for Financiers, 2010. Preuzeto s: http://aircraftmonitor.com/uploads/1/5/9/9/15993320/basics_of_aircraft_maintenance_programs_for_financiers_v1.pdf
- [19] Domitrović, A.; Bazijanac, E.; Alić-Kostejić, V.: Aircraft Reliability Program,

- Maintworld, 2.2.2012., Preuzeto s: <http://www.maintworld.com/R-D/Aircraft-Reliability-Programme>
- [20] Amborski, J.: CALCULATION OF ALERT LEVELS FOR RELIABILITY, Institute of Aviation, Warsaw, 2009. Preuzeto s: https://www.scs-europe.net/conf/ecms2009/ecms2009%20CD/ecms2009%20accepted%20papers/ese_0121.pdf
- [21] Aerospace Unlimited. List Of ATA 100 Chapters. Preuzeto s: <https://www.aerospaceunlimited.com/ata-chapters/>
- [22] Croatia Airlines. Airbus A 320 - 200. Preuzeto s: <https://www.croatiaairlines.com/hr/flota/Airbus-A-320-200>
- [23] Airbus. Airbus A320: Aircraft Characteristics - Airport and Maintenance Planing. Preuzeto s: <https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2021-11/Airbus-Commercial-Aircraft-AC-A320.pdf>
- [24] Airbus A320 Family. Unbeatable fuel efficiency. Preuzeto s: <https://www.airbus.com/en/products-services/commercial-aircraft/passenger-aircraft/a320-family>
- [25] Exsyn. Aircraft Reliability Program. Preuzeto s: <https://www.exsyn.com/glossary/aircraft-reliability-program>
- [26] Marušić, T.; Galović, B. ; Pita, O.; Optimizing Maintenance Reliability Program for Small Fleets, Transport vol. XXII, No 3, 2007. pp. 174 – 177
- [27] Exsyn. NextGen Aircraft Reliability Monitoring Through Proper Forecasting. Preuzeto s: <https://www.exsyn.com/blog/nextgen-aircraft-reliability-monitoring>
- [28] Airline Technical Services. Monthly reliability report Airbus A320. Godina 2022.
- [29] Lufthansa group. Fleet. Preuzeto s: <https://www.lufthansagroup.com/en/company.html>

POPIS KRATICA

AOC	(Air Operator Certificate) dozvola za obavljanje djelatnosti zračnog prijevoza
AOM	(Aircraft On Maintenance) zrakoplovi na održavanju
AOG	(Aircraft On Ground) zrakoplovi na tlu
AMO	(Approved Maintenance Organization) organizacija za održavanje zrakoplova
APU	(Auxiliary Power Unit) pomoćna energetska jedinica zrakoplova
CAME	(Continuing Airworthiness Management Exposition) priručnik organizacije za vođenje kontinuirane plovidbenosti
CAMO	(Continuous Airworthiness Management Organization) organizacija za vođenje kontinuirane plovidbenosti
CBM	(Condition Based Maintenance) održavanje temeljeno na zatečenom stanju
EASA	(European Aviation Safety Agency) Europska agencija za sigurnost zračnog prometa
FBW	(Fly-By-Wire) upravljanje putem električnih impulsa
FH	(Flight Hours) sati naleta
ICAO	(International Civil Aviation Organization) međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva
ISC	(Industry Steering Committee) upravljački odbor za industriju
MOE	(Maintenance Organisation Exposition) priručnik organizacije za održavanje zrakoplova
MP	(Maintenance Programme) program održavanja
MPD	(Maintenance Planning Document) dokument za planiranje održavanja zrakoplova
MRB	(Maintenance Review Board) odbor za ocjenjivanje održavanja zrakoplova
MRBR	(Maintenance Review Board Report) izvještaj odbora za ocjenjivanje održavanja zrakoplova
MSG	(Maintenance Steering Group) radna grupa za upravljanje održavanjem zrakoplova

MTBF (Mean Time Between Failure) srednje vrijeme između otkaza
MWG (Maintenance Working Groups) radne grupe za održavanje zrakoplova
NEO (New Engine Option) nova opcija motora

POPIS SLIKA

Slika 1. Ledeni brijeg koji prikazuje probleme tijekom eksploatacije zrakoplova.....	14
Slika 2. Zrakoplov Airbus A320 NEO	20
Slika 3. Tijek izrade programa pouzdanosti zrakoplova	21

POPIS TABLICA

Tablica 1. Podjela ATA-100 specifikacije	16
Tablica 2. Tehničke i letne karakteristike Airbusa A320	19
Tablica 3. Operativna statistika flote odabranog zračnog prijevoznika u 2022. godini	23
Tablica 4. Raspoloživost flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika u 2022. godini ..	24
Tablica 5. Podaci pouzdanosti otpreme flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika u 2022. godini	28
Tablica 6. Podaci o prizemljenjima radi planiranog i neplaniranog održavanja flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika u 2022. godini	29
Tablica 7. Kumulativni broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima	45

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Prosječno trajanje leta flote odabranog zračnog prijevoznika u 2022. godini	23
Grafikon 2. Dnevna iskorištenost flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika u 2022. godini	25
Grafikon 3. Pouzdanost otpreme flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika u 2022. godini	28
Grafikon 4. Broj ukupnih otkaza pojedinih sustava ATA-100 specifikacije unutar flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika u 2022. godini	33
Grafikon 5. Broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom siječnja 2022. godine	36
Grafikon 6. Broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom veljače 2022. godine	37
Grafikon 7. Broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom ožujka 2022. godine	38
Grafikon 8. Broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom travnja 2022. godine	39
Grafikon 9. Broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom svibnja 2022. godine	39
Grafikon 10. Broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom lipnja 2022. godine	40
Grafikon 11. Broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom srpnja 2022. godine	41
Grafikon 12. Broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom kolovoza 2022. godine	42
Grafikon 13. Broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom rujna 2022. godine	42
Grafikon 14. Broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom listopada 2022. godine	43
Grafikon 15. Broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom studenoga 2022. godine	44
Grafikon 16. Broj zamjena komponenti po pojedinim ATA-100 sustavima flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika tijekom prosinca 2022. godine	45
Grafikon 17. Udio ATA-100 sustava s najvećim opsegom održavanja u sveukupnom neplaniranom održavanju flote zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika	47
Grafikon 18. Prikaz MTBF ATA-100 sustava s najvećim opsegom neplaniranog održavanja i floti Airbus A320 familije odabranog zračnog prijevoznika	49

PRILOZI

Prilog 1. Potvrda o ovlaštenom vraćanju u upotrebu (Obrazac EASA 1)

1. Nadležno tijelo za odobrenje/zemlja (1. Approving Competent Authority/Country)		POTVRDA O OVLAŠTENOM VRAĆANJU U UPOTREBU (AUTHORISED RELEASE CERTIFICATE) OBRAZAC EASA 1 (EASA FORM 1)			3. Broj za praćenje obrasca (3. Form Tracking Number)	
4. Ime i adresa odobrene organizacije: (4. Approved Organisation Name and Address:)				5. Radni nalog/ugovor/ Faktura (5. Work Order/Contract/Invoice)		
6. Stavka (6. Item)	7. Opis (7. Description)	8. Kataložki broj (8. Part No)	9. Prikladnost * (9. Eligibility)	10. Kol. (10. Qty.)	11. Serijski br./br. pošiljke (11. Serial/Batch No)	12. Status/radovi (12. Status/work)
13. Napomene (13. Remarks)						
14. Potvrđuje da su gore navedene stavke provedene u skladu sa: (14. Certifies that the items identified above were manufactured in conformity to:) <input type="checkbox"/> odobrenim podacima za dizajn i u stanju su za siguran rad <input type="checkbox"/> (approved design data and are in condition for safe operation) <input type="checkbox"/> neodobrenim podacima za dizajn specificiranim u bloku 13. <input type="checkbox"/> (non-approved design data specified in block 13)				<input type="checkbox"/> 19. Vraćanje u upotrebu prema Partu 145.A.50. (19. Part-145.A.50 Release to Service)		<input type="checkbox"/> Drugi propis specificiran u bloku 13. <input type="checkbox"/> Other regulation specified in block 13)
				Potvrđuje se da su, ukoliko se ne specificira drugačije u bloku 13., radovi detaljno navedeni u bloku 12. i opisani u bloku 13. izvršeni u skladu s Partom 145. i da se u pogledu radova te stavke smatraju spremnim za vraćanje u upotrebu. (Certifies that unless otherwise specified in block 13, the work identified in block 12 and described in block 13, was accomplished in accordance with Part-145 and in respect to that work the items are considered ready for release to service.)		
15. Ovlašteni potpis (15. Authorised Signature)		16. Broj odobrenja/ovlaštenja (16. Approval/Authorisation Number)	20. Ovlašteni potpis (20. Authorised Signature)	21. Ref. br. potvrde/odobrenja (21. Certificate/Approval Ref. No.)		
17. Ime (17. Name)		18. Datum (dan/mjesec/godina) (18. Date (d/m/yy))	22. Ime (22. Name)	23. Datum (dan/mjesec/godina) (23. Date (d/m/yy))		

A318/A319/A320/A321

MAINTENANCE PLANNING DOCUMENT

TASK NUMBER	ZONE	DESCRIPTION	THRESHOLD INTERVAL	SOURCE	REFERENCE	MEN	MIH	APPLICABILITY
531163-01-1	221 222	FWD PAX/CREW DOOR SURROUND AF DI DETAILED INSPECTION OF INTERNAL STRUCTURE AROUND FORWARD PASSENGER/CREW DOOR, ABOVE CABIN FLOOR LEVEL, BETWEEN FR 15 AND FR 21 AND BETWEEN STRINGER 8 AND STRINGER 23, LH/RH, EXCLUDING THE LOWER CORNERS OF THE DOOR ENTRANCE AREA AT FR 16 AND FR 20, BETWEEN STRINGER 22 AND 23, LH/RH NOTE: EXCLUDED AREA COVERED BY TASKS 531166-01-1 AND 531166-01-2 TPS : APPLICATION OF TPS TYPE 1 GRADE 2 OR GRADE 3 PREP. : CEILING PANELS REMOVED; LINING REMOVED; INSULATION REMOVED; ACCESS: 831 841 ***** TASK DELETED *****	T: 6 YE I: 6 YE	MRB CPCP	531100-210-019 MRB REFERENCE : 531163-01-1	1 1	0.80 0.80	ALL
531163-01-2						*	0.60	
531164-01-1	125 126	FUSELAGE FR 15-21 AF DI DETAILED INSPECTION OF FUSELAGE INTERNAL STRUCTURE, BELOW FORWARD PASSENGER/CREW DOOR AND CABIN FLOOR LEVEL, FROM FR 15 TO FR 21 AND BETWEEN STRINGER 28 LH AND STRINGER 28 RH TPS : APPLICATION OF TPS TYPE 1 GRADE 2 OR GRADE 3 PREP. : INSULATION REMOVED;	T: 6 YE I: 6 YE	MRB CPCP	531100-210-801 MRB REFERENCE : 531164-01-1	1 1	0.50 0.50	A318 OR A319 PRE 23288 OR A320 PRE 20062 OR A321 PRE 23288
						*	0.30	PRE 23288ustav

Prilog 3. Prikaz kodova kašnjenja i opisa kodova za Lufthansa grupaciju

Delay Code List **LUFTHANSA GROUP**

IATA Standard Delay Codes and LH Group Hub Airlines Supplements

AIRLINE INTERNAL CODES

Edition 2023

- 2 Miscellaneous Departure Procedures**
A ACDM Discrepancies (TSAT - offblock request)
B Departure procedures after start up clearance
- 3 Delay Within 3 Minutes After STD**
- 4 Non Standard Technical Reasons**
A Technical inspection requested by flight deck crew - no defect / deviation found or reasonable and/or common sense decision
B Technical inspection requested by ground staff - no defect / deviation found
- 5 Inadequate Ground Time**
A Slow deboarding delays consecutive process
F Special planned cases only (blankets, PRM & load factor)
- 7 Cabin Baggage**
A Collection at gate
B Removal from cabin
C Stowing in cabin
D Pickup / transport / loading to aircraft hold
- 8 Set ETD Only, Due To Local Restrictions At A-CDM Airports If Local Process Requires**

IATA STANDARD CODES (OTHERS)

- 6 No Gate/Stand Availability Due To Own Airline Activity**
9 Scheduled Ground Time Less Than Declared Minimum Ground Time

PASSENGER AND BAGGAGE

- 11 Late Check In, Acceptance After Deadline**
12 Late Check In, Congestion @ Check In Area
13 Check In Error, Passenger And Baggage
14 Oversales, Booking Errors
A Oversales / overbooking
B Booking error
C Voluntary denied boarding passengers
- 15 Boarding, Discrepancies And Paging, Missing Checked In, Passenger Without Baggage Offload**
A Boarding error / pax figures discrepancies
C Late boarding end
D Delayed boarding HON Circle
E Late bus order / release by gate
S Late / lack of staff

1

- 33 Loading Equipment, Lack Of / Or Breakdown**
34 Servicing Equipment, Lack Of / Or Breakdown, Lack Of Staff
A Late / incorrect operation jet bridge
B Late / lack of / breakdown / incorrect operation of pax stairs
C Late / lack of / breakdown / error by passenger transport
D Late / lack of / breakdown / error by water and toilet service
- 35 Aircraft Cleaning**
A Late completion
B Additional or special cleaning required
C Late or lack of cabin supplies
D Late cleaning due to a/c change
S Late / lack of staff
- 36 Fueling / Defueling, Fuel Supplier**
A Late / lack / breakdown / error of fuel truck
B Fueling supervision
- 37 Catering, Late Delivery Or Loading**
A Late completion
B Lack / breakdown of catering equipment
C Wrong or insufficient catering
E Late catering due to A/C change
S Late / lack of staff
- 38 ULD, Lack Of Or Serviceability**
39 Technical Equipment, Lack Of / Late Or Breakdown, Lack Of Staff
A GPU
B Push back / towbar
C Air starter / air conditioner

TECHNICAL AND AIRCRAFT EQUIPMENT

- 41 Aircraft Defects During Transit Or After Positioning On Ramp**
42 Scheduled Maintenance, Late Release
43 Non-Scheduled Maintenance, Special Checks And / Or Additional Works Beyond Normal Maintenance Schedule
44 Spares And Maintenance Equipment, Lack Of / Or Breakdown
45 AOG Spares, To Be Carried To Another Station
46 Aircraft / Equipment Change, For Technical Reasons
47 Standby Aircraft, Lack Of Planned Standby Aircraft For Technical Reasons
48 Scheduled Cabin Configuration / Version Adjustments
49 Maintenance Equipment / Facilities / Tools Lack Of / Or Break Down
A APU INOP engine start at position
B Lack of or breakdown tow truck

3

- 16 Commercial Publicity / Passenger Convenience, VIP, Press And Missing Personal Items**
A VIP / UM handling / late acceptance commercial reasons
B Disruptive pax handling
C Illness / death of passenger
D Passenger requested offload
E Missing personal items
- 17 Catering Order, Late Or Incorrect Order Given To Supplier**
- 18 Baggage Processing, Sorting, etc.**
A Late delivery local baggage
B Late delivery transfer baggage
C Late delivery bulky baggage
E Late transfer baggage handover
S Late / lack of staff
- 19 Reduced Mobility, Boarding / Deboarding Of Passengers With Reduced Mobility**
A Deboarding of passengers with reduced mobility from inbound flight
B Boarding of passengers with reduced mobility onto outbound flight
C Late / lack / error of PRM handling
D Late / lack of ambulance / stretcher handling

CARGO

- 21 Documentation**
22 Late Positioning / Acceptance
24 Inadequate Packing / Preparation Or Inadequate Provision Of Loading Material
25 Oversales, Booking Errors

MAIL

- 27 Documentation, Packing, etc.**
28 Late Positioning / Acceptance

AIRCRAFT AND RAMP HANDLING

- 31 Aircraft Documentation Late / Inaccurate, Weight And Balance, Pax Manifest, etc.**
A Late / incorrect / error local documentation or loadsheet processing
B Late / incorrect / error remote documentation or loadsheet processing
D Trim / ground stability, alterations on short notice
S Late / lack of ramp agent / load coordinator staff
- 32 Loading / Unloading, Bulky, Special Load, Cabin Load, Lack Of Loading Staff**
A Bulky, special load, HEA
B Volumetric / space problems / cabin load
C Incorrect loading / loading error
D Inplane loading systems inoperable
E Late loading end
F Late / lack of / error by loading supervision agent
S Late / lack of staff

2

DAMAGE TO AIRCRAFT

- 51 Damage During Flight Operations, Bird Or Lightning Strike, Turbulence, Heavy Or Overweight Landing, Collision During Taxiing**
B Bird strike / lightning strike
C Foreign object damage (FOD) / compartment contamination
D Passenger
E Maintenance and / or aircraft change after damage during flight operations
- 52 Damage During Ground Operations, Collisions (Other Than During Taxiing), Loading / Off-Loading Damage, Contamination, Towing, Extreme Weather Conditions**
A Collision (other than during taxiing), towing
B Damage by ground equipment / staff
C Damage by previous station or unknown
D Maintenance and / or aircraft change after damage during ground operations

EDP / AUTOMATED EQUIPMENT FAILURE

- 55 Departure Control Or Weight & Balance, Host Down**
A DCS
B Self service failure
C Weight and balance system
D Station control systems
E Regulatory systems
F Local DCS equipment failure
G Self boarding / QBG equipment / gate reader failure
I Network / system interface failure
- 57 Flight Plans, Host Down**
58 Other Automated Systems
A Airport systems
F Handling agents systems
G Baggage systems
I Communication break down

FLIGHT OPERATIONS AND CREWING

- 61 Flight Plan, Late Completion Or Change Of, Flight Documentation**
A Change / amendment of flight plan
B Late or incorrect flight dispatch docs (incl. delivery)
C EFB laptop / paper charts missing or invalid
- 62 Operational Requirements, Fuel, Load, Alteration**
A Fuel alterations
B Load alterations

4

- 63 **Late Crew Boarding Or Departure Procedures, Other Than Connection And Standby (Flight Deck Or Entire Crew)**
 - A Flight deck or entire crew late boarding
 - B Late / lack airside crew bus
 - C Late crew pick up
 - D Airport access congestion / traffic jam
 - E Crew scheduling or crew control error
 - F Holding / delaying pax boarding by crew
 - G Departure procedures within operational requirements
- 64 **Flight Deck Crew Shortage, Sickness, Awaiting Standby, Flight Time Limitations, Crew Meals, Valid Visa, Health Documents, etc.**
 - A Awaiting standby crew
 - B Flight time limitations / minimum crew rest
- 65 **Flight Deck Crew Special Request, Not Within Operational Requirements**
- 66 **Late Cabin Crew Boarding Or Departure Procedures, Other Than Connection And Standby**
 - A Cabin crew late boarding
 - C Boarding congestion into aircraft, non COB related
- 67 **Cabin Crew Shortage, Sickness, Awaiting Standby, Flight Time Limitations, Crew Meals, Valid Visa, Health Documents, etc.**
 - A Awaiting standby crew
 - B Flight time limitations / minimum crew rest
- 68 **Cabin Crew Error Or Special Request, Not Within Operational Requirements (Incl. Unintentional Slide Deployment)**
 - A Head count
 - B Re-order or late request
 - C Special request
 - D Galley / meal check
- 69 **Captain Request For Security Check, Extraordinary**

WEATHER

- 71 **Departure Station**
- 72 **Destination Station**
- 73 **En route Or Alternate**
- 75 **De-icing Of Aircraft, Removal Of Ice And / Or Snow, Frost Prevention Excluding Unserviceability Of Equipment**
 - D Lack / Breakdown of equipment
 - E Fan blade deicing / clean wing check / removal of snow
- 76 **Removal Of Snow, Ice, Water And Sand From Airport**
- 77 **Ground Handling Impaired By Adverse Weather Conditions**

5

AIR TRAFFIC FLOW MANAGEMENT RESTRICTIONS

- 80 **Missed ATC Slot Due To Preceding Process Delay**
- 81 **ATFM Due To ATC En-route Demand / Capacity, Standard Demand / Capacity Problems**
- 82 **ATFM Due To ATC Staff / Equipment En-route, Reduced Capacity Caused By Industrial Action Or Staff Shortage Or Equipment Failure, Extraordinary Demand Due To Capacity Reduction In Neighbouring Area**
- 83 **ATFM Due To Restriction At Destination Airport, Airport And / Or Runway Closed Due To Obstruction, Industrial Action, Staff Shortage, Political Unrest, Noise Abatement, Night Curfew, Special Flights**
- 84 **ATFM Due To Weather At Destination**

AIRPORT AND GOVERNMENTAL AUTHORITIES

- 85 **Mandatory Security**
 - B Security checkpoints excluding for passengers
 - T Extraordinary security events
 - U Airline / aircraft security checks
 - V Airport / terminal security
 - W Baggage identification / unloading / intended
 - Y Security control checkpoints
 - Z Mandatory security check
- 86 **Immigrations, Customs, Health, Disinfection Or Aircraft**
 - A Incoming deboarding pax doc check
 - B Late / lack / error of doc check staff
 - C Extended check / insufficient travel doc / INAD / deportee
 - E Inspection by civil aviation authority
 - X Health
 - Y Customs
 - Z Immigration / emigration
- 87 **Airport Facilities, Parking Stands, Ramp Congestions, Lighting, Building, Gate Limitations, etc.**
 - A Breakdown of airport fueling system
 - H Late arrival or lack of follow me vehicle
 - I Service road restriction
 - P Passenger transport system failure
 - U No push back clearance due to infrastructure (non ATC)
 - V Baggage sorting system down / slow
 - W Gate limitation / no gate available excluding early arrivals
 - X Buildings / jet bridge inoperative
 - Y Ramp congestion, abnormal stand access limitation (non ATC)
 - Z Parking stand limitations / no parking stands available, excluding early arrivals
- 88 **Restriction At Destination Airport, Airport And / Or Runway Closed Due To Obstructions, Industrial Action, Political Unrest, Noise Abatement, Night Curfew, Special Flight**

6

- 89 **Restrictions At Airport Of Departure With Or Without ATFM Restrictions, Including Air Traffic Services, Start-up And Push-back, Airport And / Or Runway Closed Due To Obstruction Or Weather, Industrial Action, Staff Shortage, Political Unrest, Noise Abatement, Night Curfew, Special Flights**
 - I Late push back given due to other reason than infrastructure
 - K Non CDM Airport: Miscellaneous start-up delay (local ATC)
 - O CDM Airport only: TSAT - TOBT
 - S Environmental benefit, delayed start-up / push back due to use of reduced standard taxi times
- ATC weather

REACTIONARY

- 91 **Load Connection, Awaiting Load From Another Flight**
 - D Ramp direct service / short connex
- 92 **Through Check-in Error, Passenger And Baggage**
- 93 **Aircraft Rotation, Late Arrival Of Aircraft From Another Flight Or Previous Sector**
- 94 **Cabin Crew Rotation, Awaiting Cabin Crew From Another Flight**
- 95 **Crew Rotation, Awaiting Flight Deck Or Entire Crew From Another Flight**
- 96 **Operational Control, Re-routing, Diversion, Consolidation, Aircraft Change For Reasons Other Than Technical**
 - A Consolidation
 - B Aircraft change / equipment change for reasons other than technical
 - C Secondary technical reason

MISCELLANEOUS

- 97 **Industrial Action Within Own Airline**
- 98 **Industrial Action Outside Own Airline, Excluding ATC And ATS**
- 99 **OTHER REASON, Not Matching Any Code Above - Under Investigation**

- Use delay/subdelay codes, which describe the primary/root cause of the delay best (not the consequences). Example: If congestions at security checks delays pax boarding, apply delay code 85Y iso delay code group 15 or 34C.
- Delay/subdelay codes and supplementary Information via SI remark have to be added to the Departure MVT according to IATA AHM780/781 and respective airline manuals.
- The Departure MVT shall be transmitted latest 10 minutes after airborne.
- Delay/subdelay code corrections/changes have to be completed at day of ops by means of Departure MVT Correction.
- Further requests for delay/subdelay code changes can be submitted up to 7 days after STD by addressing GCC.

Missed Slot Procedure

- If a turnaround process produces a delay resulting in missing the originally granted departure slot, the delay occurred by the new assigned slot shall be assigned to delay code 80.
- The amount of process delay code shall account for the causing process delay and shall be assigned to the corresponding process delay code.
- Delay code 80 can only be assigned together with a process delay code.
- DO NOT assign delay code 80 in connection with delay code not representing a process delay (e.g. not 09 or 93).

Sequence in analyzing delays

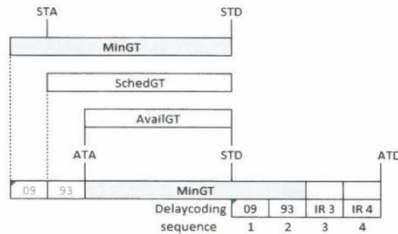
- In case of SchedGT less than MinGT evaluate the assignment of delay code IR09 prior pre-planning day of ops completed. After pre-planning evaluate the use of IR46 or IR96B/C.
- If the incoming flight had an arrival delay and Available GT is less than MinGT evaluate the assignment of an aircraft rotation delay (delaycode IR93).
- Use further delay codes (max 4 incl. IR09, IR93), if the total departure delay exceeds the sum of the delays IR09 and IR93.

Delay code assignment rules

General Rules

- A flight is considered as delayed and requires a delay reason, if the offblock time exceeds the scheduled time of departure. Once the flight is delayed, every minute shall be recorded.
- Up to 3 minutes delay, the delay code 03 is used. If possible, the departure MVT is sent automatically via ACARS by the aircraft.
- For flights with more than 3 minutes delay, every delay minute must be assigned to its respective delay/subdelay code.
- Only up to 4 delay/subdelay codes are possible. If more than 4 delay reasons apply, those with the smallest duration will be distributed to the remaining delay codes (except for 09, 93).
- If applicable, the use of subdelay codes is mandatory.

7



8

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI


Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je _____ **diplomski rad** _____
(vrsta rada)

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu diplomskog rada pod naslovom Analiza intervala održavanja zrakoplova Airbus A320 familije prema podacima iz eksploatace _____, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, 15.09.2023

Mateo Musladin 
(ime i prezime, potpis)