

Aktivnosti linijskog održavanja zrakoplova Airbus A320

Hrženjak, Tanja

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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:119:461044>

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

Tanja Hrženjak

AKTIVNOSTI LINIJSKOG ODRŽAVANJA ZRAKOPLOVA
AIRBUS A320

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 2. travnja 2020.

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

DIPLOMSKI ZADATAK br. 5925

Pristupnik: **Tanja Hrženjak (0135235622)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Zračni promet**

Zadatak: **Aktivnosti linijskog održavanja zrakoplova Airbus A320**

Opis zadatka:

U uvodnom dijelu rada je potrebno opisati propise kojima je regulirano održavanje zrakoplova. Nadalje, potrebno je objasniti program održavanja zrakoplova, uz korištenje primjera rasporeda i sadržaja aktivnosti održavanja zrakoplova Airbus A320. U glavnom dijelu rada potrebno je definirati aktivnosti koje se izvode u linijskom, odnosno, baznom održavanju zrakoplova Airbus A320. Na temelju podataka iz eksploatacije zrakoplova potrebno je analizirati aktivnosti linijskog održavanja za određeni vremenski period.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

izv. prof. dr. sc. Anita Domitrović

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**AKTIVNOSTI LINIJSKOG ODRŽAVANJA ZRAKOPLOVA
AIRBUS A320**

**LINE MAINTENANCE ACTIVITIES ON AIRBUS A320
AIRCRAFT**

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

Student: Tanja Hrženjak

JMBAG: 0135235622

Zagreb, rujan 2020.

SAŽETAK

Zračni prijevoznici provode održavanje zrakoplova sukladno zrakoplovnim propisima s ciljem održavanja plovidbenosti zrakoplova. Postupci održavanja definirani su u programu održavanja koji izrađuje ovlaštena organizacija posebno za svaki tip zrakoplova. Aktivnosti održavanja zrakoplova koji se provode u organizaciji za održavanje mogu se podijeliti na linijsko i bazno održavanje. Linijsko održavanje sastoji se od manjih planiranih ili neplaniranih radova gdje zrakoplov ostaje u redovnom prometu za vrijeme obavljanja pregleda. Aktivnosti linijskog održavanja provode se u vremenu kad zrakoplov boravi na zemlji gdje zrakoplov podliježe posebnim, relativno jednostavnim zadacima pregleda ili popravaka, primjerice poput zamjene bilo kojeg sastavnog dijela koji je označen kao linijski zamjenjiva jedinica. U ovom radu analizirane su aktivnosti linijskog održavanja zrakoplova Airbus A320 na temelju podataka iz eksploatacije zračnog prijevoznika.

KLJUČNE RIJEČI: kontinuirana plovidbenost, održavanje zrakoplova, linijsko održavanje; linijski zamjenjiva jedinica, Airbus A320

SUMMARY

Airlines perform aircraft maintenance in accordance with aviation regulations in order to maintain the continuing airworthiness of aircraft. Maintenance procedures are defined in the maintenance program prepared by the authorized organization separately for each type of aircraft. Aircraft maintenance activities carried out in a maintenance organization can be divided into line and base maintenance. Line maintenance consists of minor planned or unplanned works where the aircraft remains in regular traffic during the inspection. Line maintenance activities are carried out when the aircraft is on the ground where the aircraft is subject to special, relatively simple inspection or repair tasks, such as the replacement of any component designated as a line replacement unit. In this thesis, the line maintenance activities of the Airbus A320 aircraft are analyzed on the basis of data from the operation of the airline.

KEYWORDS: continuing airworthiness, aircraft maintenance, line maintenance; line replaceable unit, Airbus A320

SADRŽAJ

| | |
|---|----|
| 1. UVOD..... | 1 |
| 2. OSNOVNI PROPISI KOJIMA JE DEFINIRANO ODRŽAVANJE ZRAKOPLOVA.... | 3 |
| 2.1. Osnovna regulativa..... | 3 |
| 2.2. Part M..... | 5 |
| 2.3. Part 145..... | 7 |
| 3. PROGRAM ODRŽAVANJA ZRAKOPLOVA AIRBUS A320..... | 9 |
| 3.1. Općenito o programu održavanju..... | 9 |
| 3.2. Povijesni razvitak programa održavanja..... | 10 |
| 3.3. Izrada početnog programa održavanja..... | 12 |
| 3.4. Pregledi koji čine program održavanja..... | 14 |
| 3.5. Tehničko - eksploatacijske karakteristike Airbus A320..... | 16 |
| 3.6. Program održavanja zrakoplova Airbus A320..... | 18 |
| 3.6.1. Opće informacije..... | 18 |
| 3.6.2. Definicije i regulacije..... | 19 |
| 3.6.3. Planirano održavanje..... | 20 |
| 3.6.4. Neplanirano održavanje..... | 23 |
| 3.6.5. Vremenska ograničenja i intervali..... | 23 |
| 3.6.6. Program pogonske grupe..... | 23 |
| 3.6.7. Zonski program..... | 24 |
| 3.6.8. Program strukture..... | 24 |
| 3.7. Raspored održavanja..... | 25 |
| 3.8. Linijsko održavanje zrakoplova..... | 26 |
| 3.9. Troškovi linijskog održavanja zrakoplova..... | 29 |

| | |
|--|----|
| 4. LINIJSKO ODRŽAVANJE ZRAKOPLOVA AIRBUS A320 PREMA PODACIMA IZ EKSPLOATACIJE..... | 32 |
| 4.1. Mjesečno izvješće o praćenju pouzdanosti zrakoplova..... | 32 |
| 4.2. Podaci o godišnjem naletu za dva zrakoplova Airbus A320..... | 33 |
| 4.3. Podaci o godišnjem broju ciklusa za dva zrakoplova Airbus A320..... | 34 |
| 4.4. Analiza sati naleta, AOM i AOG za zrakoplov A..... | 34 |
| 4.5. Analiza sati naleta, AOM i AOG za zrakoplov B..... | 39 |
| 4.6. Linijsko održavanje zbog operativnih prekida..... | 44 |
| 5. ZAKLJUČAK..... | 46 |
| LITERATURA..... | 48 |
| POPIS KRATICA..... | 50 |
| POPIS SLIKA..... | 53 |
| POPIS GRAFIKONA..... | 54 |
| POPIS TABLICA..... | 55 |

1. UVOD

Linijsko održavanje zrakoplova definira se kao bilo koji zadatak održavanja koji se može obavljati izvan hangara. Linijsko održavanje obuhvaća relativno male i jednostavne planirane ili neplanirane radove gdje zrakoplov za vrijeme obavljanja pregleda i radova ostaje u redovnom prometu. Opseg radova linijskog održavanja naznačen je u programu održavanja svakog zračnog prijevoznika. Provođenjem linijskog održavanja: osigurava se kontinuirana plovidbenost zrakoplova, povećava razina pouzdanosti i osigurava sigurna zračna plovidba.

Predmet ovog diplomskog rada je analiza podataka koji se odnose na linijsko održavanje iz eksploatacije odabranog zračnog prijevoznika za flotu od dva zrakoplova tipa A320. U radu su definirane aktivnosti linijskog održavanja, određeni su zadaci linijskog održavanja, učestalost pregleda i raspored zrakoplovnog tehničkog osoblja po zadacima.

Rad je podijeljen u 5 poglavlja:

1. Uvod
2. Osnovni propisi kojima je definirano održavanje zrakoplova
3. Program održavanja zrakoplova Airbus A320
4. Linijsko održavanje zrakoplova Airbus A320 prema podacima iz eksploatacije
5. Zaključak

Prvo poglavlje predstavlja uvod u tematiku ovog rada uz navedeni opis i strukturu rada.

U drugom poglavlju navedena je nacionalna i međunarodna regulativa za održavanje zrakoplova koju provode zračni prijevoznici i ovlaštene organizacije te su detaljno objašnjeni PART M i PART 145.

Treće poglavlje vezano je uz: izradu programa održavanja, preglede koji čine program održavanja te je opisan program održavanja Airbus A320 na primjeru programa održavanja odabranog zračnog prijevoznika, objašnjeno je linijsko održavanje, opisana linijski zamjenjiva jedinica i prikazani su troškovi linijskog održavanja.

U četvrtom poglavlju analizirani su podaci o praćenju pouzdanosti zrakoplova u eksploataciji odabranog zračnog prijevoznika i prikazane su aktivnosti linijskog održavanja zrakoplova A320.

U zaključku su iznesena zaključna razmatranja o temi.

2. OSNOVNI PROPISI KOJIMA JE DEFINIRANO ODRŽAVANJE ZRAKOPLOVA

Održavanje zrakoplova podrazumijeva skup aktivnosti s ciljem da se sredstvo u eksploataciji održi ispravnim, a eksploatacija predstavlja cjelokupan čovjekov rad sa sredstvom za rad u svrhu ostvarivanja određenog cilja. Provođenjem održavanja zrakoplova, sukladno zrakoplovnim propisima, osposobljava se zrakoplov za sigurnu zračnu plovidbu. [1]

2.1. Osnovna regulativa

Eksploatacija i održavanje zrakoplova je područje regulirano međunarodnim i nacionalnim propisima. Međunarodne propise donosi Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva (*International Civil Aviation Organization* - ICAO) kroz 19 Aneksa, od kojih su dva značajna za održavanje zrakoplova [1]:

- Aneks 6: Operacije zrakoplova,
- Aneks 8: Kontinuirana plovidbenost.

Europska agencija za sigurnost zračnog prometa (*European Union Aviation Safety Agency* - EASA) je agencija Europske unije osnovana 2002. godine od strane Europskog parlamenta i Vijeća u svrhu osiguranja visoke i ujednačene razine sigurnosti u civilnom zrakoplovstvu primjenom zajedničkih sigurnosnih pravila i mjera. EASA je preuzela odgovornost prijašnjeg Zajedničkog zrakoplovnog tijela (*Joint Aviation Authorities* - JAA). [2]

EASA je propisala dva najznačajnija propisa na europskoj razini koji reguliraju održavanje zrakoplova [1]:

- Part M: Kontinuirana plovidbenost (*Continuing Airworthiness* - CA),

- PART 145: Ovlaštena organizacija za održavanje (*Approved Maintenance Organisation - AMO*).

EASA je osim ova dva osnovna propisa, donijela još dva vezana za školovanje zrakoplovno – tehničkog osoblja [1]:

- PART 66: Licenciranje tehničkog osoblja,
- PART 147: Ustanove za školovanje tehničkog osoblja.

Ostali propisi koji reguliraju održavanje zrakoplova:

- PART 21: Inicijalna plovidbenost,
- PART T: Zrakoplov registriran u trećoj zemlji (koji je izvan EU).

Republika Hrvatska je prije ulaska u Europsku Uniju primjenjivala Pravilnik o kontinuiranoj plovidbenosti zrakoplova i aeronautičkih proizvoda, dijelova i uređaja, te o ovlaštenju organizacija i osoblja uključenih u te poslove koji je bio ustavnovljen prema preporukama JAA.

Nakon ulaska Hrvatske u Europsku Uniju, izravno se primjenjuje Uredba u svim njezinim državama članicama, sa svim aktualnim izmjenama i dopunama koje kontinuirano stupaju na snagu.

Osnovni propisi koji prate eksploataciju i održavanje zrakoplova su [3]:

- 1) Zakon o zračnom prometu - osnovni zakon koji donosi Republika Hrvatska,
- 2) Pravilnici - donosi ih nadležno ministarstvo na temelju Zakona o zračnom prometu,
- 3) Međunarodna regulativa.

2.2. Part M

Plovidbenost je sposobnost zrakoplova, njegove opreme ili sustava da se koristi u letu i na zemlji bez opasnosti za zrakoplovnu posadu, putnike i ostale ljude. [1]

Zrakoplov je plovidben ako je [1]:

- opremljen svim potrebnim i ispravnim uređajima (PART 21: Inicijalna plovidbenost);
- održavan na propisani način tako da tijekom leta bude što manje otkaza zrakoplovnih sustava i uređaja te ako eventualni otkazi zrakoplovnih sustava i uređaja značajno ne ugrožavaju sigurnost zrakoplova (PART M: Kontinuirana plovidbenost).

Svjedodžba o plovidbenosti (*The Certificate of Airworthiness - C of A*) službeni je dokument koji izdaje nadležno zrakoplovno tijelo radi potvrde da je zrakoplov plovidben. Svaki zrakoplov mora dobiti C of A što označuje da je zrakoplov u skladu s certificiranim tipom konstrukcije i u stanju je sigurnog rada. [1]

Veza između plovidbenosti i sigurnosti zrakoplova veoma je složena. Dizajnom zrakoplova nastoji se poboljšati ekonomičnost i smanjiti troškove proizvođača i zračnog prijevoznika. Kada se nakon ispitivanja nadležnih tijela prvi puta ocijeni da tip zrakoplova ispunjava sve zahtjeve za izdavanjem svjedodžbe o plovidbenosti, izdaje se svjedodžba tipa (*Type Certificate - TC*) jer zrakoplov koji nije plovidben može biti uzrok nesreće ili nezgode u radu. [1]

Vođenje kontinuirane plovidbenosti je postupak kojim se zrakoplov održava u stanju tehnički prikladnim za let, odnosno plovidbenim kroz cijeli svoj životni vijek. Prema PART M standardu, pododijeljka G, za zračne prijevoznike na području Europske Unije i za ostale koji se pridržavaju EASA propisa, mora postojati odobrena organizacija za vođenje kontinuirane plovidbenosti (*Continuing Airworthiness Management Organization - CAMO*). Zračni prijevoznik može imati

svoju organizaciju za vođenje plovdbenosti ili ju angažirati samostalno na tržištu (*Standalone CAMO*). [4]

Primjer Potvrde o plovdbenosti zrakoplova prema pododijeljku G dobivenog od odobrene organizacije za vođenje plovdbenosti prikazan je na slici 1.

| | |
|--|---------------------------|
| [MEMBER STATE] | |
| A Member of the European Union (*) | |
| AIRWORTHINESS REVIEW CERTIFICATE | |
| ARC reference: | |
| Pursuant to Regulation (EC) No 216/2008 of the European Parliament and of the Council for the time being into force, the following continuing airworthiness management organisation, approved in accordance with Section A, Subpart G of Annex I (Part M) to Commission Regulation (EC) No 2042/2003 | |
| [NAME OF ORGANISATION APPROVED AND ADDRESS] | |
| Approval reference: [MEMBER STATE CODE].MG.[NNNN]. | |
| has performed an airworthiness review in accordance with point M.A.710 of Annex I to Commission Regulation (EC) No 2042/2003 on the following aircraft: | |
| Aircraft manufacturer: | |
| Manufacturer's designation: | |
| Aircraft registration: | |
| Aircraft serial number: | |
| and this aircraft is considered airworthy at the time of the review. | |
| Date of issue: | Date of expiry: |
| Signed: | Authorisation No: |
| 1st Extension: The aircraft has remained in a controlled environment in accordance with point M.A.901 of Annex I to Commission Regulation (EC) No 2042/2003 for the last year. The aircraft is considered to be airworthy at the time of the issue. | |
| Date of issue: | Date of expiry: |
| Signed: | Authorisation No: |
| Company Name: | Approval reference: |

Slika 1. Potvrda o plovdbenosti zrakoplova, [5]

Odobrena organizacija koristi se Priručnikom za vođenje kontinuirane plovdbenosti zrakoplova (*Continuing Airworthiness Management Exposition - CAME*) u kojem je opisano kako organizacija ispunjava zahtjeve PART M standarda u:

- pododijeljku G u kojem je definirano vođenje kontinuirane plovdbenosti i
- pododijeljku I kojim je definirano izdavanje/produljenje kontinuirane plovdbenosti zrakoplova.[1]

2.3. Part 145

Odobrena organizacija za održavanje zrakoplova prema PART-u 145 (*Approved Maintenance Organization - AMO*) je organizacija koja obavlja održavanje zrakoplova i zrakoplovnih dijelova registriranih u državama članice EASA-e. Zahtjev za izdavanje ili promjenu odobrenja podnosi se nadležnom tijelu u obliku i na način koji utvrdi to tijelo. Sukladno PART-u 145 standardu, nadležno tijelo je [5]:

1. tijelo koje je odredila ta država članica za organizacije koje imaju glavno mjesto poslovanja u državi članici,
2. ili agencija za organizacije sa sjedištem u trećoj zemlji.

Organizacija za održavanje zrakoplova koristi Priručnik organizacije za održavanje zrakoplova (*Maintenance Organization Exposition - MOE*) u kojem je opisano na koji način organizacija ispunjava zahtjeve PART 145 standarda.

Organizacija održavanja za izdavanje PART 145 certifikata i nastavak odobrenja za održavanje zrakoplova i zrakoplovnih komponenti mora zadovoljiti uvjete [5]:

- prostora;
- osoblja;
- opreme, alata i materijala;
- prihvaćanja materijala i komponenata.

Uz to mora imati [5]:

- licencirano osoblje i pomoćno osoblje;
- podatke o održavanju;
- plan radova održavanja;
- Potvrdu o održavanju (*Certificate of Release to Service - CRS*);
- evidenciju o održavanju;

- izvješćivanje o kvarovima;
- politiku sigurnosti i kvalitete, postupke i sustav kvalitete održavanja;
- Priručnik organizacije za održavanje (*Maintenance Organization Exposition* - MOE);
- obveze organizacije održavanja;
- ograničenja organizacije održavanja;
- promjene u organizaciji održavanja;
- daljnju valjanost;
- nalaze.

Prema PART 145 standardu, odobrenje organizacije za održavanje zrakoplova, izdaje se uz Listu odobrenih radova (*Approval Schedule*) prikazano na slici 2.

Page 2 of 2

MAINTENANCE ORGANISATION APPROVAL SCHEDULE

Reference: [MEMBER STATE CODE (*).145.[XXXX]

Organisation: [COMPANY NAME AND ADDRESS]

| CLASS | RATING | LIMITATION | BASE | LINE |
|---|--------|------------|---------------|---------------|
| AIRCRAFT (**) | (**) | (**) | [YES/NO] (**) | [YES/NO] (**) |
| | (**) | (**) | [YES/NO] (**) | [YES/NO] (**) |
| ENGINES (**) | (**) | (**) | [YES/NO] (**) | [YES/NO] (**) |
| | (**) | (**) | [YES/NO] (**) | [YES/NO] (**) |
| COMPONENTS OTHER THAN COMPLETE ENGINES OR APUs (**) | (**) | (**) | | |
| | (**) | (**) | | |
| | (**) | (**) | | |
| | (**) | (**) | | |
| | (**) | (**) | | |
| SPECIALISED SERVICES (**) | (**) | (**) | | |
| | (**) | (**) | | |

This approval schedule is limited to those products, parts and appliances and to the activities specified in the scope of work section of the approved maintenance organisation exposition,
Maintenance Organisation Exposition reference:

Slika 2. Lista odobrenih radova, [5]

U listi su navedeni: zrakoplovi, motori zrakoplova, ostale komponente i dijelovi te uređaji na kojima organizacija može izvoditi radove, do određene razine s obzirom na vrstu održavanja. [5]

3. PROGRAM ODRŽAVANJA ZRAKOPLOVA AIRBUS A320

Postupci održavanja koji se obavljaju u tijeku eksploatacije na samom zrakoplovu, strukturi, pogonskoj grupi, sustavima i opremi zrakoplova definirani su u Programu održavanja kojeg izrađuje ovlaštena organizacija posebno za svaki tip zrakoplova. U ovom poglavlju opisan je Program održavanja zrakoplova Airbus A320 odabranog zračnog prijevoznika. Nadalje, u ovom poglavlju detaljnije je objašnjeno linijsko održavanje u odnosu na bazno održavanje, definirana je linijski zamjenjiva jedinica i prikazani su troškovi linijskog održavanja.

3.1. Općenito o programu održavanju

Program održavanja sadrži postupke o održavanju, rokove i način njihovog izvršenja kako bi se osigurala kontinuirana plovidbenost zrakoplova. Definira se u skladu sa: Zakonom o zračnom prometu, zahtjevima za održavanje odobrenih od nadležnih zrakoplovnih vlasti zemlje proizvođača, tehničkim uputama proizvođača za održavanje tog tipa zrakoplova, pogonskom grupom, zrakoplovnim sustavima i opremom.

Program održavanja izrađuje zračni prijevoznik/ operater, vlasnik zrakoplova za svaki pojedini tip zrakoplova, sustava, pogonske grupe ili opreme zasebno. Nakon izrade Program održavanja daje se na pregled i odobrenje zrakoplovnim vlastima u čijem je registru zrakoplov. U Hrvatskoj odobrenje izdaje Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo (*Croatian Civil Aviation Agency - CCAA*). Odobrenje je uvjet za dobivanje Svjedodžbe o plovidbenosti zrakoplova (*The Certificate of Airworthiness - C of A*) i svjedodžbe o sposobnosti organizacije (*Air Operator Certificate - AOC*). [6]

Nositelji odobrenja dužni su: obavljati analize i stalni nadzor efikasnosti svojeg programa održavanja, usavršavati ga, otklanjati uočene nedostatke i obavljati potrebne izmjene uzrokovane modifikacijama zrakoplova ili izmjenama o održavanju zrakoplova od strane proizvođača. [7]

Operater mora odabrati organizaciju koja će osigurati potpunu provedbu radova ili ugovorom osigurati obavljanje radova kod zrakoplovno – tehničke organizacije koja posjeduje odgovarajuću stručnost, opremu i druge vještine potrebne za obavljanje radova održavanja koji su predmetom ugovora.

Primarna svrha Programa održavanja je osigurati utvrđenu razinu pouzdanosti i sigurnosti zrakoplova i njegovih komponenata uz minimalne troškove. [7]

3.2. Povijesni razvitak programa održavanja

Prvi propis za održavanje zrakoplova, donijele su vlasti SAD-a 1930. godine i tim propisom je određeno održavanje zrakoplova prema fiksnim intervalima (*Hard Time*). Zatim je donesen dokument MSG-1 (*Maintenance Steering Group - MSG*) koji je objavljen 1968. godine od skupine američkih zračnih prijevoznika te je korišten za razvoj redovitog održavanja zrakoplova Boeing B747. Novitet MSG-1 dokumenta je održavanje ostalih dijelova zrakoplova prema zatečenom stanju (*On Condition*) uz praćenje i vremensku provjeru stanja komponenata (*Condition Monitoring*). [8]

Nakon MSG-1, 1970. godine razvijen je dokument MSG-2 koji je korišten za razvoj redovitog održavanja zrakoplova tipa DC-10. Na temelju utvrđenih slabosti i posljedica neuspjeha MSG-2, zamijenio ga je 1980. godine dokument MSG-3. Za razliku od MSG-2, MSG-3 je orijentiran na zadne zadatke i to je eliminiralo zbrku povezanu s prijašnjim različitim tumačenjima: praćenje stanja komponenata (*Condition Monitoring*), prema zatečenom stanju (*On Condition*) i fiksne intervale (*Hard Time*). Drugo temeljno poboljšanje je raspoznavanje otpornosti na oštećenja (*Damage Tolerance*) i dodatni inspekcijski programi. Od 1980. redovito su unesene izmjene i dopune MSG-3. [8]

Najnovije izmjene MSG-3 su napravljene u 2015. godini te je taj dokument još i danas osnova za izradu programa održavanja modernog zrakoplova. Razvoj MSG-4 još uvijek nije uslijedio. [8]

MSG-3 dokument je koji je izradila Amerika Airlines (*Airlines For America - A4A*), zrakoplovno udruženje koje se prethodno zvalo ATA (*Air Transport*

Association - ATA), a predstavlja interese glavnih američkih operatora zrakoplova. Cilj dokumenta je predstaviti metodologiju koja će se koristiti za razvoj zadataka i intervala redovitog održavanja, a koja će biti prihvatljiva nadležnim tijelima, operatorima i proizvođačima.

Glavna ideja ovog koncepta je: prepoznati strukturalnu pouzdanost zrakoplovnih sustava i komponenti, izbjeći nepotrebne radne zadatke održavanja i postići veću učinkovitost. [8]

Neka od temeljnih načela MSG-3 su [8]:

- održavanje je učinkovito samo ako je radni zadatak primjenjiv;
- nema poboljšanja pouzdanosti pretjeranim održavanjem;
- nepotrebni radni zadaci mogu rezultirati ljudsku pogrešku;
- nekoliko složenih zadataka rezultira istrošenošću;
- nadzor je općenito učinkovitiji od remonta - prema zatečenom stanju (*Condition Based Maintenance - CBM*);
- pouzdanost se poboljšava samo izmjenom;
- održavanje je nepotrebno ako je kvar jeftiniji.

Tijekom kreiranja procesa održavanja, MSG-3 logika definira program redovitog održavanja sastavljen od grupa redovitih radnih zadataka koji se trebaju izvršavati u određenim intervalima.

MSG-3 dokument se sastoji od tri dijela [8]:

- 1) metode analize zrakoplovnih sustava i motora;
- 2) razvoja programa za strukturalno održavanje zrakoplova;
- 3) programa inspekcije zona zrakoplova.

Svaki dio sadrži metodologiju i posebne dijagrame logike odlučivanja.

3.3. Izrada početnog programa održavanja

Primarni dokument za izradu Programa održavanja je MSG-3. Upravljački odbor za industriju (*Industry Steering Committee - ISC*) imenuje specijalne radne grupe stručnjaka za održavanje (*Maintenance Working Groups - MWG*) koji provode detaljnu analizu i izradu plana održavanja koristeći MSG-3 logiku. Radna grupa stručnjaka mora biti odobrena od strane civilne zrakoplovne vlasti proizvođača (*Civil Aviation Authority - CAA*) i time sačinjava Odbor za ocjenjivanje održavanja tzv. MRB (*Maintenance Review Board - MRB*) koji izrađuje prijedlog programa održavanja. Odbor za ocjenjivanje održavanja nakon izrade, predaje CAA proizvođača pročišćenu varijantu prijedloga. Civilne zrakoplovne vlasti odnosno agencija civilnog zrakoplovstva ponovo pregledava, ispravlja i dopunjuje prijedlog, ovjerava te na samom kraju izdaje kao svoj dokument pod nazivom Izvještaj odbora za ocjenjivanje održavanja (*Maintenance Review Board Report - MRBR*). U Izvještaju MRBR definirani su osnovni i minimalni zahtjevi za početno održavanje strukture, sustava i komponenti zrakoplova. [8]

Izvještaj odbora za ocjenjivanje održavanja služi proizvođaču zrakoplova kao osnova za nadograđivanje programa održavanja i konačno izrađuje Dokument za planiranje održavanja (*Maintenance Planning Document - MPD*) koji se predaje korisniku zrakoplova na korištenje pri izradi programa održavanja.

Dokument za planiranje održavanja (MPD) uključuje [7]:

- sve radne zadatke iz MRBR primljene od CAA;
- dodatne zahtjeve od strane proizvođača za koje smatra da su potrebni;
- te dodatne zahtjeve zbog modifikacija i posebno ugrađenih sustava.

Svaki MPD dokument se sastoji od [7]:

1. broja zadatka održavanja;
2. zone u kojoj se izvodi zadatak;
3. opisa rada;

4. intervala pregleda;
5. veze s MRB dokumentom;
6. primjedbe (npr. da li je za ovaj pregled potrebna radna kartica);
7. broja ljudi;
8. broja radnih sati za izvršenje zadatka;
9. modela zrakoplova.

Korisnik zrakoplova ili ovlaštena organizacija na osnovi MPD-a izrađuje dokument *Zahtjevi za održavanje zrakoplova (Maintenance Requirements - MRQ)*, a odobrava ga CAA zemlje gdje je zrakoplov u registru. Dokument MRQ uključuje zahtjeve za: specifične uvjete eksploatacije, ekonomičnije poslovanje, izgled i čistoću enterijera i slične zahtjeve. Nakon prihvaćenih zahtjeva MRQ izrađuje se Početni program održavanja za zrakoplov i njegovu opremu. Nakon što ga odobri odgovarajuće regulatorno tijelo, on postaje odobreni raspored održavanja (*Approved Maintenance Schedule - AMS*), ali samo za tog operatera. [8]

Početni program održavanja zrakoplova kontinuirano se nadopunjuje na temelju [7] :

- Naredbi o plovidbenosti (*Airworthiness Directives – AD*);
- Zahtjeva CAA gdje je zrakoplov registriran;
- Servisnih biltena (*Service Bulletins - SB*);
- Servisnih pisama (*Service Letters - SL*);
- Zahtjeva korisnika;
- Modifikacija.

3.4. Pregledi koji čine program održavanja

Tehnička služba svaki zrakoplov mora dovesti u ispravno stanje za sigurnu zračnu plovidbu, a to obavlja kroz radne zadatke koji su definirani u Programu održavanja zračnog prijevoznika, odnosno operatera.

U program održavanja ubrajamo preglede koji su prema opsegu i prirodi posla mogu svrstati u šest glavnih grupa [7]:

1. **Servisni pregledi** su predpoletni, tranzitni, dnevni pregledi nakon posljednjeg leta u toku dana te pregledi namijenjeni obimnijim servisnim i preventivnim radovima (npr. podmazivanje osjetljivih uređaja, zamjena dijelova sa isteklim tehničkim vijekom), uključujući i otklanjanje kvarova.
2. **Povremeni pregledi** su: radovi redovnog održavanja koji se ponavljaju u izvjesnim vremenskim razdobljima, radovi preventivnog održavanja koji se uklapaju u ove periode i otklanjanje kvarova te obavljanje manjih modifikacija.
3. **Radovi velike obnove ili blok pregledi** obuhvaćaju skidanje većine uređaja sa zrakoplova, njihov detaljni pregled i funkcionalno ispitivanje, pregled i ispitivanje njihovih instalacija, pregled i ispitivanje strukture zrakoplova, otklanjanje svih nađenih nedostataka, strukturalne radove većeg obujma, veće modifikacije, otklanjanje korozije sa svih površina, obnavljanje interijera, boje i drugih vidova površinske zaštite, kao i radove preventivnog održavanja. Takav cijeli program radova obnove zrakoplova može se obaviti odjednom nakon isteka propisanog vremena ili u etapama odnosno blok pregledima.
4. **Posebni ili specijalni pregled** je program radova koji se obavljaju prema radnim karticama na zrakoplovu nakon izvanrednih situacija u kojima se zrakoplov našao. Tada može doći do: preopterećenja konstrukcije zrakoplova, površinskog oštećenja elemenata zrakoplova zbog agresivnog djelovanja vanjske sredine ili drugih posljedica koje utječu na plovidbenu sposobnost zrakoplova.

5. **Pregledi provjere u letu ili probni letovi** predstavljaju ispitivanje performansi, funkcioniranja i ponašanja zrakoplova kao cjeline i njegovih uređaja i sustava u tijeku svih faza leta. Prema Zakonu o zračnom prometu Republike Hrvatske, takvi pregledi obavljaju se prilikom: ispitivanja novosagrađenog serijskog zrakoplova, tehničkih pregleda za utvrđivanje ploidbenosti, nakon većih modifikacija i popravaka koji bi mogli imati za posljedicu promjenu osnovnih performansi zrakoplova, nakon zamjene aerodinamičkih nosećih i komandnih površina, u slučajevima kad se ispitivanja ne mogu uspješno obaviti na zemlji, nakon zamjene jednog motora kod klipnih, odnosno dva ili više motora istodobno kod mlaznih višemotornih zrakoplova nakon demontaže ili zamjene komandi leta te kada zrakoplovne nadležne vlasti to zahtijevaju u interesu sigurnosti zračnog prometa.
6. **Pregledi za utvrđivanje ploidbenosti zrakoplova** su pregledi kojima se utvrđuje sposobnost zrakoplova za sigurnu zračnu ploidbu, odnosno utvrđuje da li je zrakoplov izrađen i opremljen uređajima i opremom po odredbama Zakona o zračnom prometu i drugih propisa, tehničkih zahtjeva, uvjeta i standarda koji se odnose na izgradnju i opremu zrakoplova.

Osim podijele pregleda u šest grupa, standardni glavni pregledi za velike zrakoplove su [7]:

- **A-check:** Pregled na platformi koji se izvodi svakih 125-500 sati, a radovi traju 3-10 sati;
- **B-check:** Servisni pregled koji se izvodi u intervalima 800-3 000 sati naleta ili svakih 6 mjeseci, ovisno o uvjetima eksploatacije, a radovi traju 2-3 dana;
- **C-check:** Među provjera za komponente koje se ne mogu planirati u glavnu provjeru, planira pregled svakih 3 500-4 500 sati naleta, a radovi traju 7-10 dana;

- **D-check:** Glavna provjera za moderne transportne zrakoplove dolazi u intervalima 15 000-18 000 sati naleta ili svakih 4-5 godina prosječne eksploatacije, a radovi traju 25-30 dana;
- **Ostale provjere:** Specijalni pregledi obavljaju se u normalno radno vrijeme, u pauzama reda letenja, radovi traju 5-6 sati.

3.5. Tehničko - eksploatacijske karakteristike Airbus A320

Obitelj zrakoplova A320 čine tipovi zrakoplova: A318, A319, A320 i A321 proizvođača Airbus koji je jedan od vodećih proizvođača zrakoplovne opreme sa sjedištem u dva grada: Toulouseu i Hamburgu.

Unutar obitelji A320 svi zrakoplovi su moderni uskotrupni srednjeg doleta, ali se razlikuju po dimenzijama i konfiguraciji sjedala. Tehničke karakteristike su im gotovo identične, na primjer tome je da je cijela obitelj A320 certificirana je za visinu krstarenja od 11 920m do 12 500m, gdje mogu postići maksimalnu brzinu krstarenja oko 890 km/h i imati dolet od oko 6100 km pri maksimalnim težinama zrakoplova. [9]

Prvi zrakoplov obitelji A320 bio je upravo Airbus 320 koji je u upotrebi od veljače 1987. godine. Primjer zrakoplova A320 prikazan je na slici 3.



Slika 3. Airbus A320, [10]

A320 je prvi linijski putnički zrakoplov u koji je ugrađen sustav upravljanja koji umjesto ručnog sustava upravljačkih kontrola koristi električne impulse za upravljanje komandama (*Fly-By-Wire* - FBW). Pomicanjem upravljačke kontrole (*Joystick-a*) vrši se upravljanje, odnosno stvaraju se električni impulsi koji se žičano prenose do upravljačkog računala koje određuje koja će se upravljačka površina otkloniti. [9]

Serijski A320 ima dvije varijante: A320-100 i A320-200. Proizveden je samo 21 zrakoplov modela A320-100. Primarne promjene modela A320-200 u odnosu na A320-100 su poboljšanja na krilima i povećani kapacitet goriva s povećanim doletom. Pokreću ga dva CFM International CFM56-5s ili IAE V2500s motora s potiskom od 98-120 kN (22.000-27.000 lbf). [11]

Odabrani zračni prijevoznik u svojoj floti posjeduje 2 zrakoplova Airbus A320 serije 200 sa kapacitetom od 174 sjedeća mjesta. Duljina trupa zrakoplova iznosi 35,57 metara, a raspon krila 34,10 metara. Najveća visina leta koju može dostići je 11 920 metara uz maksimalnu brzinu krstarenja od 834 km/h. Maksimalna dopuštena masa zrakoplova iznosi 73 500 kg, a zrakoplov pogone dva optočno mlazna (*Turbofan*) motora CFM56. Dolet zrakoplova iznosi 4 843 kilometara. Navedene karakteristike prikazane su na sljedećoj tablici. [9]

Tablica 1. Karakteristike zrakoplova A320-200

| Proizvođač | Pogonska grupa | Najveća brzina leta | Najveća visina leta | Dopuštena težina |
|-----------------------|----------------|---------------------|---------------------|------------------|
| Airbus | 2 x CFM56 | 834 km/h (450 mi/h) | 11920 m | 73500 kg |
| Površina krila | Duljina trupa | Raspon krila | Broj zrakoplova | |
| 122.40 m ² | 37.57 m | 34.10 m | 2 | |

Izvor: [9]

Prema evidenciji od 2005. do 2007. godine, obitelj A320 svrstana je među najprodavanije obitelji mlaznih zrakoplova na svijetu. [11]

3.6. Program održavanja zrakoplova Airbus A320

Zračni prijevoznik može program održavanja podijeliti na dva dijela, primjerice kao [12]:

1. Program održavanja (*Maintenance Program*) je prvi dio priručnika u kojem su: definirani radovi, načini održavanja zrakoplova i motora, te specijalni zahtjevi za održavanje i neplanirani pregledi zrakoplova.
2. Raspored održavanja (*Maintenance Schedule*) je drugi dio priručnika u kojem su definirani redovni radni zadaci i intervali održavanja.

Struktura programa održavanja zrakoplova Airbus A320 podijeljena je u 8 poglavlja [12]:

1. Opće informacije
2. Definicije i regulacije
3. Planirano održavanje
4. Neplanirano održavanje
5. Vremenska ograničenja i intervali
6. Program pogonske grupe
7. Zonski program, odnosno Program inspekcija zrakoplova prema ATA 100 specifikaciji
8. Program strukture

3.6.1. Opće informacije

Kod odabranog zračnog prijevoznika program održavanja temelji se na prosječnoj godišnjoj stopi iskoristivosti zrakoplova od 2500 sati naleta (*Flight Hours - FH*), no u slučajevima kada nema potrebe za tolikom stopom iskoristivosti ili intervali

zamjene i provjere komponenata nisu optimalni, uvode se izmjene programa održavanja. Promjene intervala moguće su na temelju spoznaja iz prakse te raznih industrijskih i operativnih standarda.

Detalji i podaci o predletnim zadacima održavanja koje izvršava osoblje za održavanje zrakoplova, a koji nisu uključeni u ovaj priručnik predmet su Priručnika za održavanje zrakoplova (*Aircraft Maintenance Handbook - AMH*). [12]

3.6.2. Definicije i regulacije

Program održavanja sačinjavaju određena pravila, intervali i zadaci održavanja. Intervali zamjene mogu biti određeni [12]:

- Po satima naleta (*Flight Hours - FH*):
 - Zrakoplova (FH) – vrijeme između polijetanja i slijetanja;
 - Pogonske grupe (*Engine Flight Hours – EFH*) – vrijeme rada motora;
 - za sve zrakoplove A319/320 i motore CFM56 vrijedi:
 $1FH = 1EFH$.
- Po broju ciklusa (*Cycles - CY*):
 - Zrakoplova/pogonske grupe;
 - Npr. jedan ciklus kod motora je interval od pokretanja do gašenja motora;
 - 1 pokretanje motora = 1 CY.
- Po broju slijetanja (*Landings*):
 - Koristi za stajni trap, zakrilca, životni vijek nadtlačene kabine,..
- Po kalendarskom vremenu:
 - Po danima (*Calendar Days - CA*) – 24 sata;
 - Po tjednima (*Calendar Week - WE*) – 7 uzastopnih dana;

- Po mjesecima (*Calendar Month* - MO) – jedan mjesec ili 1/12 kalendarske godine;
- Po godinama (*Calendar Year* - YE) - 12 mjeseci ili svaki mjesec po 365,25 dana;
- Provjera korozije, gumenih britvi, ulja i slično.

3.6.3. Planirano održavanje

Planirano ili preventivno održavanje je unaprijed određeno zadanim intervalima, prije nego li nastupi otkaz dijela zrakoplova. Planirano održavanje izvodi se u skladu s Programom održavanja koji specificira maksimalne intervale između pojedinih obaveznih radova na zrakoplovu. Planirano održavanje dijeli se na linijsko i bazno održavanje.

Prema Programu održavanja zrakoplova Airbus A320 odabranog zračnog prijevoznika planirani **linijski** pregledi su [12]:

1) Dnevni pregledi:

-F-check: pregled koji se obavlja na zrakoplovu nakon boravka dužeg od 4 sata na tlu.

-T-check: predletni pregled koji se mora obaviti u tranzitu, između dva leta, ne ranije od 2 sata prije polijetanja od strane letačkog osoblja.

-P-check: pregled koji se obavlja prije svakog planiranog kontinuiranog boravka dužeg od 4 sata na tlu.

- **Z-check:** dnevni pregled koji se obavlja svakih 24 sata, iznimka svakih 48 sati.

2) Ostali pregledi linijskog održavanja:

- **S-check/ 8 CA-check:** servisni pregled, zadaci koji se provode svakih 8 dana od strane osoblja za održavanje zrakoplova (*Eight Calendar Days - 8 CA*) su:

- operativno ispitavanje rada svjetla za hitan izlaz;
- funkcionalna provjera kočnice;
- provjera razine ulja i filtera;
- vizualna provjera dekompresije teretnog prostora te obloga i podnih ploča;
- provjera pritiska akumulatora u slučaju nužde.

- Pregledi u intervalu **4MO/ 750 FH/ 750CY**: odnosno pregledi koji se obavljaju svaka 4 mjeseca/ nakon 750 sati naleta/ te nakon 750 ciklusa.

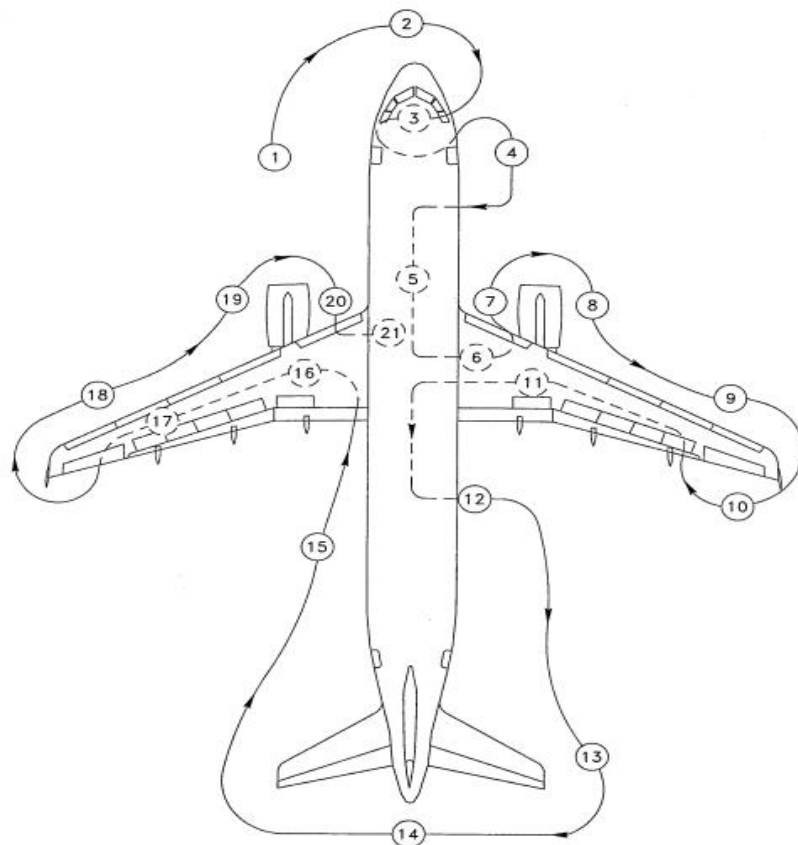
Uz navedene preglede svaki pregled linijskog održavanja uključuje obilazak oko zrakoplova (*Walk-around Check*). Obilazak oko zrakoplova izvodi se redom [9]:

1. Glavno podvozje lijeve strane zrakoplova;
2. Izlazna ivica lijevog krila;
3. Napadna ivica lijevog krila;
4. Motor broj 1;
5. Prednji dio trupa zrakoplova na lijevoj strani;
6. Nos trupa i podvozje na dijelu nosa trupa;
7. Prednji dio trupa zrakoplova na desnoj strani;
8. Motor broj 2;
9. Napadna ivica desnog krila;
10. Izlazna ivica desnog krila;
11. Glavno podvozje desne strane zrakoplova;
12. Stražnji dio trupa zrakoplova na desnoj strani;

13. Rep zrakoplova;

14. Stražnji dio trupa zrakoplova na lijevoj strani.

Shema redosljeda obilaska oko zrakoplova prikazana je na slici 4.



Slika 4. Walk-around check, [12]

Program održavanja zrakoplova Airbus A320 odabranog zračnog prijevoznika također navodi planirane **bazne** intervale pregleda [9]:

- **C-check:** pregledi u intervalu **24MO/ 7500FH/ 5000CY** odnosno pregledi koji se obavljaju svakih 24 mjeseca/ nakon 7500 sati naleta/ te nakon 5000 ciklusa.
- **6 YE check:** pregled svakih 6 godina;
- **12 YE check:** pregled svakih 12 godina.

3.6.4. Neplanirano održavanje

Osim planiranog održavanja, teško predvidivo održavanje provodi se korektivno nakon nastupanja otkaza, a naziva se neplanirano održavanje. Ono se mora izvršiti odmah nakon neuobičajenih situacija ili primijećenih problema u eksploataciji. Neplanirane provjere rade se u slučaju vanjskih oštećenja, neobičnih zvukova i kod problema vezanih za stabilnost i upravljivost zrakoplova. Primjer neplaniranog održavanje zrakoplova je pregled nakon tvrdog slijetanja s prekomjernom masom. [12]

3.6.5. Vremenska ograničenja i intervali

U ovom dijelu Programa održavanja definirana su sva bitna ograničenja i intervali održavanja komponenti zrakoplova A320 te periodi unutar kojih bi se trebali obaviti radovi velike obnove i/ili zamjene komponenata. Ograničenja i intervali održavanja definirani su prema MRBR i MPD dokumentu te ostaloj relevantnoj dokumentaciji. [12]

3.6.6. Program pogonske grupe

Program pogonske grupe dijeli se na općeniti program održavanja i program održavanja motora CFM56. Motor je dizajniran tako da je moguće izmijeniti glavni sklop bez potpune demontaže motora. Dizajn i konfiguracija motora omogućuju postizanje pouzdanosti dugog vijeka i jednostavan pristup linijskom održavanju.

Program održavanja motora CFM56 dijeli se u dvije kategorije [12]:

- 1) Linijsko održavanje;
- 2) Heavy održavanje.

Linijsko održavanje uključuje sve zadatke održavanja na motoru bez da se motor ukloni, dok teško održavanje podrazumijeva zadatke koji se mogu učiniti samo ako je motor uklonjen s zrakoplova.

3.6.7. Zonski program

Zrakoplov je podijeljen u glavne zone, glavne podzone i zone koje su definirane prema ATA specifikaciji 100. Takvom podjelom zrakoplov se može pregledati putem zonskog programa inspekcije. On sadrži niz općih vizualnih pregleda (*General Visual Inspection - GVI*) određene zone zrakoplova kako bi se provjerilo da su svi sustavi, pogonska jedinica, komponente, instalacije i strukture pregledani i provjereni na ispravan način za osiguranje sigurnosti navedenih stavki. Inspekcije treba obaviti u navedenim intervalima ili prije navedenih intervala. One su također određene s: odgovarajućim brojem zone, opisom zone, zahtjevom za pristupom, intervalom i učinkovitošću.

Zadaci zonskog pregleda su [12]:

- provjera vidljivih dijelova konstrukcije tražeći kvarove kao što su: oštećenja, istrošenost, korozija, curenje, pukotine;
- pravilno pričvršćivanje i sigurna instalacija sustava;
- osiguranje općeg stanje svih oplata, panela ili drugih predmeta koji se uklanjaju/otvaraju kako bi se dobio pristup određenoj zoni.

3.6.8. Program strukture

Program strukture grupira sve planirane zadatke izravnih pregleda koji se odnose na strukturu zrakoplova. Životni vijek strukture zrakoplova A320 dozvoljava

rad do 48 000 ciklusa ili 60 000 sati naleta. Program strukture je orijentiran na tri vrste oštećenja, a to su:

- oštećenja nastala zamorom materijala (*Fatigue Damage*);
- okolišna oštećenja (*Environmental Damage*);
- slučajna oštećenja (*Accidental Damage*).

Pojedini zrakoplovi koji imaju velike strukturne popravke mogu zahtijevati dodatne inspekcije ili revizije postojećih inspeksijskih intervala. Program strukture određen je zonskim programom inspekcija. [12]

3.7. Raspored održavanja

Raspored održavanja (*Maintenance Schedule*) zrakoplova Airbus A320 objedinjuje zadatke i frekvencije vezane za sustave, pogonsku grupu i strukturu zrakoplova. Zadaci se temelje na MRBR dokumentu i MPD dokumentu. Definirani zadaci su zahtijevani od proizvođača zrakoplova i zrakoplovnih vlasti te pripadaju u planirano održavanje zrakoplova Airbus A320. [12]

Sustavi zrakoplova najčešće su kategorizirani u ATA poglavlja (*Air Transports Association of America - ATA*) koja obuhvaćaju jedinstvene kodove za grupiranje dijelova sustava i komponenti na zrakoplovu, radi lakšeg snalaženja i opisivanja standardnih zadataka održavanja tijekom eksploatacije zrakoplova. Primjerice, ATA brojevi od ATA 00 do ATA 18 definiraju opće sustave u zrakoplovu (*Aircraft General*), od ATA 20 do ATA 50 predstavljaju sustave i opremu zrakoplova (*Airframe Systems*), ATA 51 do ATA 57 predstavlja strukturu zrakoplova (*Aircraft Structure*), ATA 60 do 67 predstavlja propelere i rotore (*Propeller/Rotor*), dok ATA brojevi od ATA 70 do ATA 92 predstavljaju pogonske sustave (*Power Plant*). ATA kôd predstavlja određeni sustav (zapis od dvije znamenke), podsustav (zapis od četiri znamenke) ili komponentu (zapis od osam znamenaka). [7]

Radni zadaci kodirani su sljedećim pravilom [12]:

| | | | | |
|---|--------|-----|-----|------|
| A | XXxxxx | -YY | -0W | -ZZZ |
|---|--------|-----|-----|------|

A - slovo A definira zadatak zrakoplova A320

XXx (xxx) - ATA referenca, zona ili dio MPD reference

YY - redni broj zadatka

0W - efektivni indeks za uzastopne varijante istog zadatka

ZZZ - izvor zadatka

3.8. Linijsko održavanje zrakoplova

Aktivnosti održavanja zrakoplova koji se provode u organizaciji za održavanje (*Maintenance and Repair Organization* - MRO) mogu se podijeliti na linijsko i bazno održavanje.

Linijsko održavanje sastoji se od manjih planiranih ili neplaniranih radova i radovi se izvode „na zemlji“, odnosno na liniji gdje zrakoplov ostaje u redovnom prometu za vrijeme obavljanja pregleda. Takvo linijsko održavanje uključuje rutinsko servisiranje, rješavanje problema i korektivne radnje potrebne za otpremu zrakoplova. Linijsko održavanje općenito uključuje tranzitne provjere, dnevne provjere i provjere usluga, što se sve tradicionalno naziva A-provjera. Svakodnevne provjere i rutinske inspekcije u radu u skladu s unaprijed utvrđenim rasporedima čine linijsko održavanje. [13]

Izraz „*line maintenance*“ dolazi od riječi „održavanje na liniji“ i može se odnositi na niz različitih zadataka. Primjerice, ako je potrebno popraviti nešto neočekivano to se upravo naziva „održavanje na liniji“. Također može se odnositi na planirane provjere održavanja izvan hangara, što znači da za obavljanje posla nije potrebna posebna oprema. Linijsko održavanje može se koristiti i za opisivanje održavanja zrakoplova nakon što duže vrijeme nije letio. Na primjer, ako je zrakoplov

bio cijelu zimu u skladištu, a u proljeće počinje s prvim letom, potrebno je provesti održavanje na liniji kako bi bio spreman za sigurno polijetanje. [14]

Pravilno je koristiti izraz linijsko održavanje, stoga je nadalje u tekstu tako navedeno.

Definicija baznog održavanja je jednostavna i nadovezuje se na definiciju linijskog održavanja, tako da se u literaturi jednostavno nalazi objašnjenje da je to ono održavanje koje ne pripada u kategoriju linijskog održavanja. Izraz „*base maintenance*“ može se nazvati teškim (*Heavy*) održavanjem i sastoji se od zadataka koji su općenito teži i dugotrajniji od gore navedenih, ali se rjeđe izvode.[15]

Prema PART M standardu, bazno održavanje je kada zrakoplov odlazi izvan uporabe na više od jedan dan, a radovi baznog održavanja izvode se u hangaru, s posebnim alatima i opremom. Pregledi baznog održavanja su oni pregledi koje je operater sam definirao u svojem Programu održavanja. U osnovi, bazno održavanje uključuje kompleksnije i opsežnije zadatke od linijskog, poput C i D provjera. Bazno održavanje zahtijeva duži vremenski period, a uključuje: konstrukcijske radove, zaštitu od korozije, unutarnju obnovu i zamjenu glavnih komponenti.

Aktivnosti linijskog održavanja provode se u vremenu kad zrakoplov boravi na zemlji gdje zrakoplov podliježe posebnim, relativno jednostavnim zadacima ispravljanja, poput zamjene bilo kojeg sastavnog dijela koji je označen kao linijski zamjenjiva jedinica (*Line Replaceable Unit - LRU*). Linijsko održavanje obuhvaća radove poput: detekcije i otklanjanje kvarova, zamjene komponenti, zamjene motora i propelera, redovnih servisnih pregleda, manjih popravaka i modifikacija. Uključuje postupke za vraćanje određene komponente u ispravno stanje. [16]

Linijski zamjenjiva jedinica (*Line Replaceable Unit - LRU*) je komponenta zrakoplova projektirana za brzu i laku zamjenu na zrakoplovu tijekom operacija linijskog održavanja. To je zrakoplovna komponenta podrške koji se uklanja i zamjenjuje na zemlji kako bi se određena komponenta zrakoplova vratila u operativno stanje. Pokvaren LRU sklop ili cijeli dio vraća se u radionicu na popravak i taj dio se naziva niža linijski zamjenjiva jedinica (*Lower Line Replaceable Unit - LLRU*) koja se popravljiva ako je to moguće, a ako ne uklanja se iz upotrebe i nabavlja se nova. [17]

Linijski zamjenjiva jedinica je obično zatvorena jedinica poput radijske opreme ili druge pomoćne opreme. Takvim komponentama se dodjeljuju logistički kontrolni brojevi (*Logistics Control Numbers - LCNs*) ili šifre radnih jedinica (*Work Unit Codes - WUCs*) za upravljanje logističkim operacijama. [17]

Korištenje i održavanje LRU-a poboljšava aktivnosti održavanja, jer se mogu skladištiti i brzo zamijeniti na licu mjesta, vraćajući sustav zrakoplova u upotrebu. Zamjena se obavlja u vrlo kratkom vremenu samo otvaranjem i zatvaranjem spoja i električnog priključka. Primjer izgleda linijski zamjenjive jedinice vidljiv je na slici 5. [17]



Slika 5. Linijski zamjenjiva jedinica, [17]

Linijski pregledi odabranog zračnog prijevoznika prema Programu održavanja za zrakoplov Airbus A320 su:

- prvi dnevni pregled;
- tranzitni pregled;
- dnevni pregled;
- servisni (tjedni) pregled.

Linijsko održavanje osigurava kontinuiranu plovidbenost zrakoplova i spremnost za rad odnosno veću operativnu raspoloživost zrakoplova. Takvo održavanje bitno je u procesu planiranja i izvedbe leta te doprinosi razini pouzdanosti i sposobnosti zrakoplova za sigurnu zračnu plovidbu.

3.9. Troškovi linijskog održavanja zrakoplova

Tehnička grupa za troškove održavanja (*The Maintenance Cost Technical Group* - MCTG) pod vodstvom Međunarodnog udruženje zračnih prijevoznika (*International Air Transport Association* - IATA) ranije je bila poznata pod nazivom radna skupina za troškove održavanja (*Maintenance Cost Task Force* - MCTF).

MCTG prikuplja podatke o troškovima održavanja od strane zračnih prijevoznika širom svijeta o objavljuje ih jednom godišnje. Osnovni cilj takve grupe je pružanje alata, metodologije i definicija koje mogu biti u mogućnosti odrediti koliko košta zračnog prijevoznika održavanje flote i mogućnost korištenja podataka u slučajevima uvođenja nove ili proširenja flote. Ovo izvješće se dostavlja zračnim prijevoznicima koji su poslali podatke za prethodnu godinu, ali je i dostupno svim ostalim zračnim prijevoznicima koji bi željeli usporediti vlastiti trošak održavana flote. [18]

Organizacija za održavanje i popravak zrakoplova (*Maintenance and Repair Organization* - MRO) je postao najčešće korišteni izraz za Odobrenu organizaciju održavanja zrakoplova (*Aircraft Maintenance Organisation*). MRO je tvrtka specijalizirana za izvođenje aktivnosti održavanja zrakoplova i njihovih sastavnih dijelova. [18]

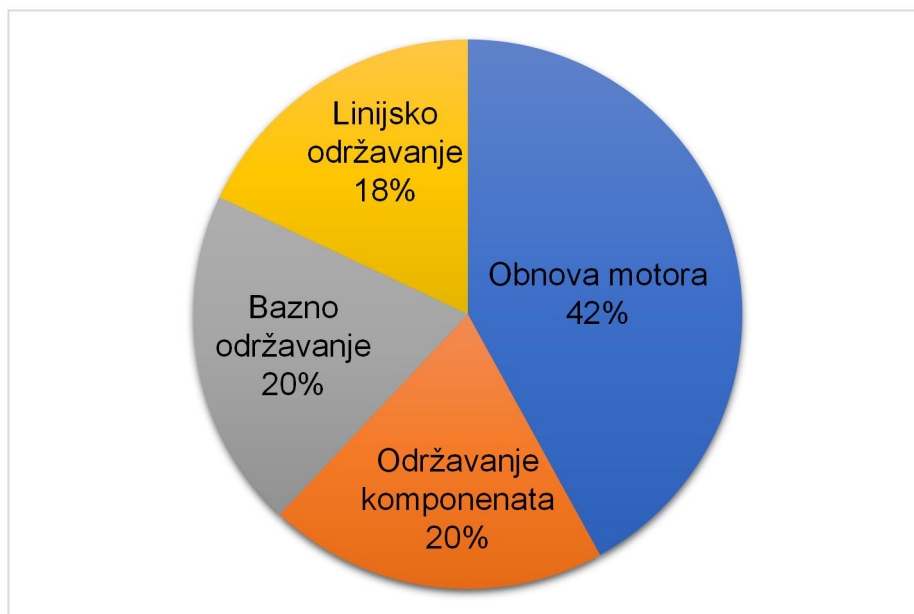
Slika 6. prikazuje desetogodišnju prognozu tržišta svjetskog MRO-a od 2018.-2028. godine, gdje bi troškovi održavanja trebali porasti za 34 milijuna dolara. Prema prognozi značajno povećanje se vidi kod troškova linijskog održavanja, čije je povećanje za 9% na prvom mjestu.

Podaci MCTG grupe pokazuju da je globalna potrošnja MRO-a u 2018. godini procijenjena na 69 milijardi dolara, što predstavlja 9% operativnih troškova zračnih prijevoznika. Prema podacima IATA za 2018. godinu [18], procjenjuje se povećanje MRO-a od 4,1% godišnje te da će veličina tržišta 2028. godine doseći 103 milijarde dolara.



Slika 6. Prognoza svjetskog tržišta MRO, [18]

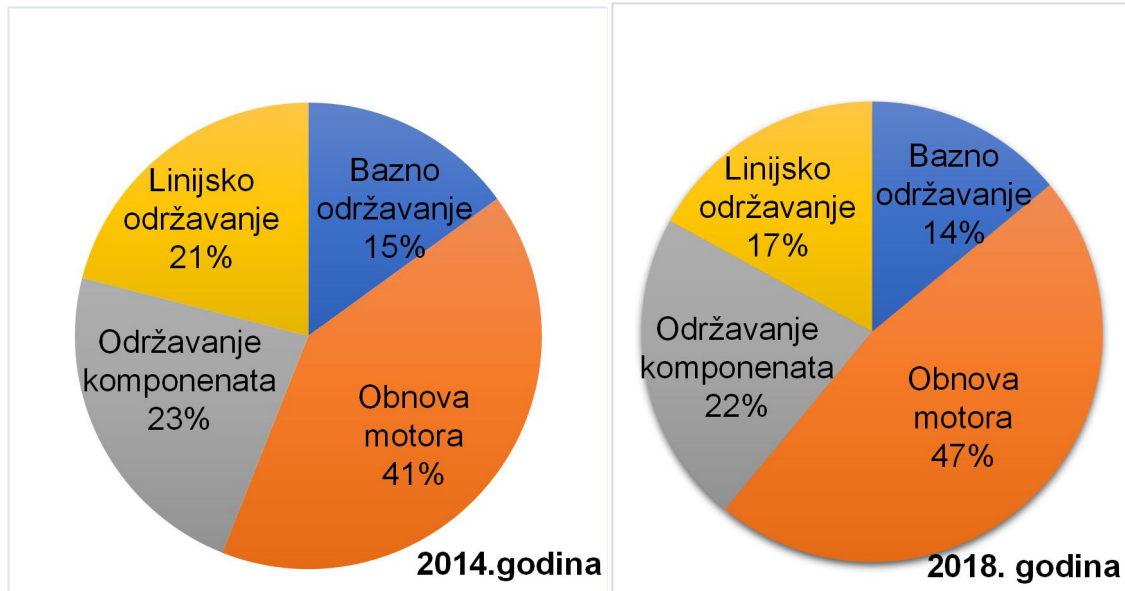
Obnova motora predstavlja najveći trošak održavanja zrakoplova sa udjelom od 42%. Drugo mjesto dijele troškovi održavanja komponenata i troškovi baznog održavanja sa jednakim udjelom od 20%. Najmanji trošak održavanja je trošak linijskog održavanja zrakoplova koji iznosi 18% od ukupnih troškova održavanja što je vidljivo na grafikonu 1. [18]



Grafikon 1. Podjela troškova po vrstama održavanja za 2018. godinu

Izvor: [18]

Ovaj odjeljak pruža pregled podataka od 2014.-2018. godine od prijavljenih 54 zračnih prijevoznika širom svijeta. Obnova motora s 47% i održavanje komponenata s 22% i dalje su najviši troškovni segmenti održavanja. Bitna promjena vidljiva je grafikonu 2. u većem udjelu troškova linijskog održavanja u odnosu na bazno održavanje i to u oba slučaja. [18]



Grafikon 2. Udio troškova od 2014.- 2018. godine

Izvor: [18]

Najnovija prognoza za 2020.-2030. pokazuje podatke i razmišljanja o utjecaju pandemije COVID-19 na trenutni i budući razvoj globalne flote komercijalnog zrakoplovstva te tržišta održavanje i popravak zrakoplova. Sljedeće desetljeće 2020.-2030. biti će izazovnije za zrakoplovstvo, industrija će se morati boriti s sporijim tempom gospodarskog rasta, posebno Kina. Uz cijelu situaciju uzrokovanu pandemijom, izgledi za globalnu flotu i zrakoplovno tržište i dalje ukazuju na rast. [19]

Trenutno gotovo 9% globalne flote što iznosi 2.400 zrakoplova je starije od 25 godina. Takva starost flote imati će pozitivan učinak na potražnju za uslugama održavanja, popravka i remonta, osobito u prvoj polovici desetljeća. U drugoj polovici potražnja za MRO postat će sve više potaknuta planiranim održavanjem novijih zrakoplova. Zajedno s većom flotom, veća stopa iskorištenja zrakoplova potaknut će potrošnju MRO-a sa 90 milijardi USD za 2020. godinu na 130 milijardi USD u 2030. godini sa prosječnim godišnji rastom od 3,7%. [19]

4. LINIJSKO ODRŽAVANJE ZRAKOPLOVA AIRBUS A320 PREMA PODACIMA IZ EKSPLOATACIJE

U nastavku će se analizirati podaci odabranog zračnog prijevoznika u periodu od godinu dana. Dobiveni podaci proizlaze iz Mjesečnog izvješća o praćenju pouzdanosti zrakoplova u eksploataciji (*Monthly Reliability Report* - MRR) odabranog zračnog prijevoznika za flotu od 2 zrakoplova tipa Airbus A320.

4.1. Mjesečno izvješće o praćenju pouzdanosti zrakoplova

Organizacija za održavanje zrakoplova (*Approved Maintenance Organization* - AMO) prema Part-u 145 ima navedenu listu odobrenih radova odnosno opseg aktivnosti (*Scope*) za zrakoplove, dijelove i uređaje na kojima organizacija izvodi radove do određene razine. Prema Part-u M odobrena organizacija održava zrakoplov tehnički ispravnim za let, odnosno vodi kontinuiranu plovidbenost.

Mjesečno izvješće o praćenju pouzdanosti zrakoplova (*Monthly Reliability Report* - MRR) je informacija o tehničkoj pouzdanosti svakog zrakoplova u floti. Služi kao podloga za analizu pozitivnih i negativnih trendova pouzdanosti i pokretanje mjera za uklanjanje upravo tih negativnih trendova. Zračni prijevoznik je dužan prikupiti podatke o pouzdanosti i pratiti pouzdanost zrakoplova u eksploataciji za procjenu uspješnosti poslovanja. Komponente zrakoplova se prate po ATA-100 specifikacijama.

U izvješću o praćenju pouzdanosti nalaze se sljedeći podaci [20]:

- nalet zrakoplova;
- broj ciklusa (broj polijetanja);
- dnevno iskorištenje zrakoplova;
- kašnjenje iz tehničkih razloga;

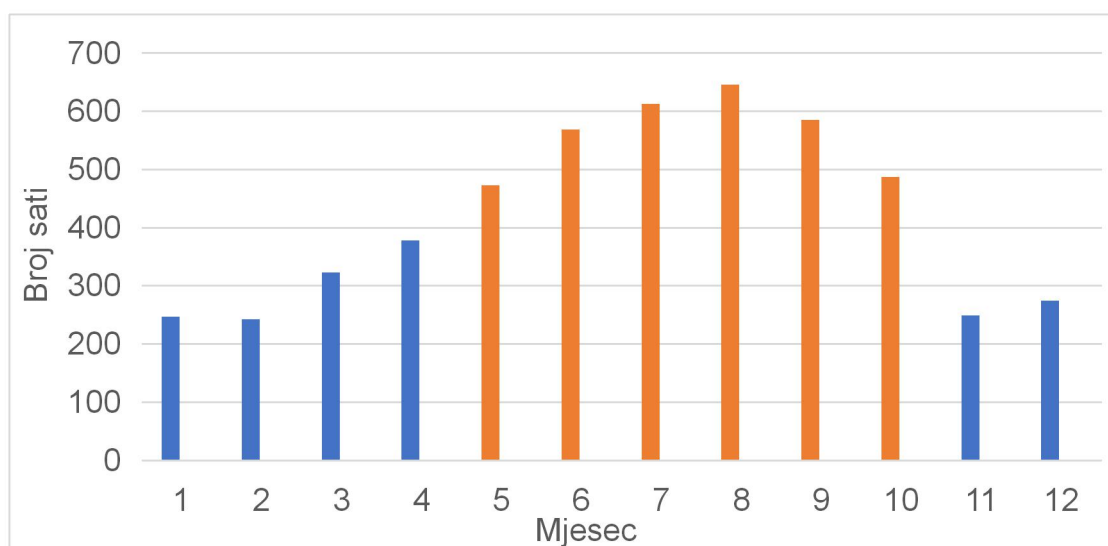
- planirane i neplanirane zamjene komponenata;
- primjedbe pilota i mehaničara.

U nastavku rada prikazana je analiza podataka odabranog zračnog prijevoznika za flotu od 2 zrakoplova tipa Airbus A320 koji su nadalje u tekstu označeni imenom zrakoplov A i zrakoplov B.

4.2. Podaci o godišnjem naletu za dva zrakoplova Airbus A320

Naredni podaci o naletu uzeti su iz Mjesečnog izvješća o praćenju pouzdanosti zrakoplova i to samo za flotu zrakoplova A320 odabranog zračnog prijevoznika koja se analizira. Putem mjesečnih izvješća izračunati je ukupni godišnji nalet flote A320. Sati naleta su bitni jer su po njima određeni intervali zamjene.

Grafikon 3. prikazuje ukupan nalet flote od dva zrakoplova A320 po mjesecima u godini dana. Ukupni nalet izrazito raste od mjeseca svibnja do listopada, nakon čega naglo pada, što ukazuje da odabrani zračni prijevoznik ima izraženu ljetnu sezonalnost. Najveći nalet ostvaren je u kolovozu i iznosi 646 sati. Trostruko manje sati naleta ostvareno je u veljači u odnosu na lipanj, srpanj, kolovoz te rujanj.

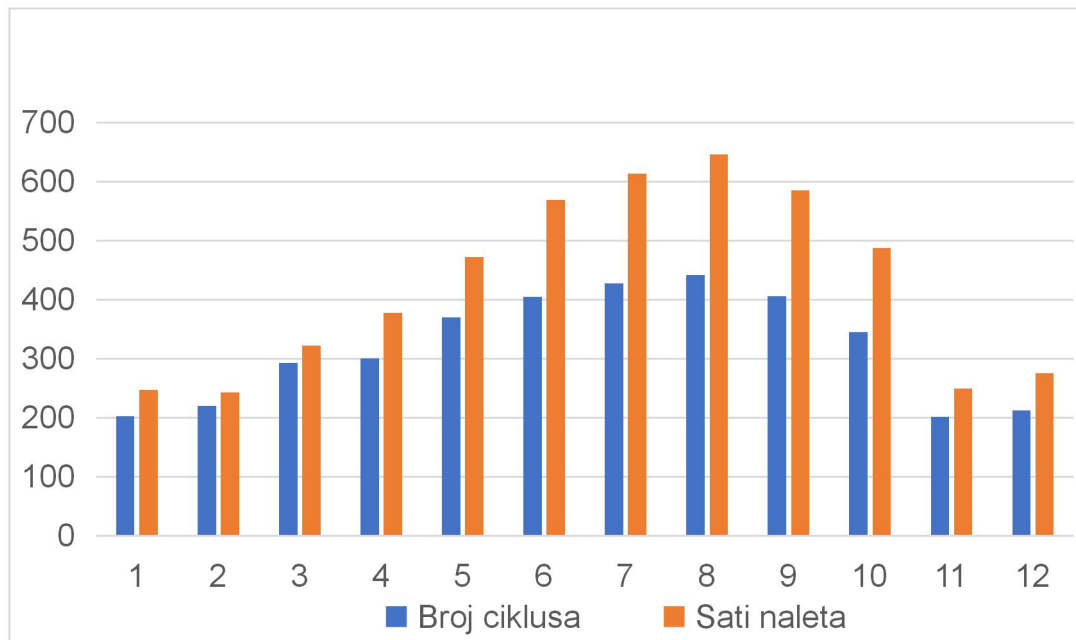


Grafikon 3. Sati leta po mjesecima za dva zrakoplova Airbus A320

Izvor: [20]

4.3. Podaci o godišnjem broju ciklusa za dva zrakoplova Airbus A320

Podaci o ukupnom naletu po mjesecima, uspoređeni su sa brojem ciklusa po mjesecima u godini dana i prikazani na grafikonu 4. Ciklus je vremenski interval od paljenja do gašenja motora. Prema grafikonu je uočljivo da broj ciklusa raste usporedno s naletom, ne odstupa od sati naleta. Najveći broj ciklusa također je u mjesecu kolovozu i iznosi 442 ciklusa, dok je najmanji ostavaren broj ciklusa u studenom i veljači.



Grafikon 4. Sati naleta i broj ciklusa za dva zrakoplova Airbus A320

Izvor: [20]

4.4. Analiza sati naleta, AOM i AOG za zrakoplov A

U tablici 2. prikazani su podaci za jedan od zrakoplova A320 koji je nazvan zrakoplov A. U prvom stupcu tablice navedeni su mjeseci u godini, dok je u drugom stupcu upisan ukupan nalet zrakoplova ostvaren u svakom pojedinom mjesecu.

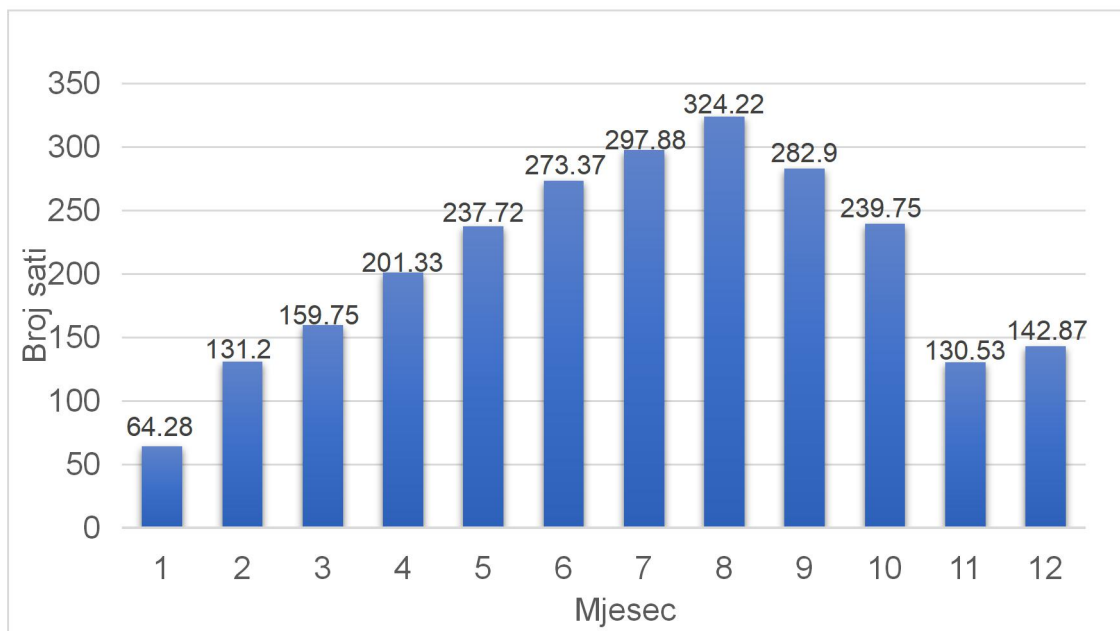
Najveći nalet ostvaren je u kolovozu i iznosi 324, 22 sata, a najmanji u siječnju i iznosi 64, 28 sati. Sveukupno je zrakoplov A naletio 2485, 8 sati u godinu dana. Treći stupac označuje koliko je puta ukupno zrakoplov bio na održavanju (*Aircraft On Maintenance* - AOM), koje može biti planirano ili neplanirano. Četvrti stupac pokazuje koliko puta je zrakoplov bio prizemljen (*Aircraft On Ground* - AOG) na neplaniranom održavanju. Zrakoplov je u ožujku bio dva puta na planiranom održavanju, dok je neplanirano bio jednom u siječnju i jednom u listopadu. Sveukupno od 7 održavanja zrakoplova, dva puta je zrakoplov bio neplanirano prizemljen. Zadnji stupac pokazuje ATA sustav zbog kojeg je zrakoplov prizemljen. Zrakoplov je 2 puta bio na održavanju u veljači zbog sustava ATA 71, što znači da je razlog za održavanje bio pogonski sustav zrakoplova.

Tablica 2. Nalet, AOM i AOG za zrakoplov A

| Mjesec | Sati naleta (FH) | AOM | AOG | ATA |
|----------------|------------------|----------|----------|--------|
| 1. | 64,28 | 1 | 1 | 72 |
| 2. | 131,2 | 1 | 0 | 32 |
| 3. | 159,75 | 2 | 0 | 71 |
| 4. | 201,33 | 0 | 0 | / |
| 5. | 237,72 | 0 | 0 | / |
| 6. | 273,37 | 0 | 0 | / |
| 7. | 297,88 | 0 | 0 | / |
| 8. | 324,22 | 0 | 0 | / |
| 9. | 282,9 | 0 | 0 | / |
| 10. | 239,75 | 1 | 1 | 21, 74 |
| 11. | 130,53 | 0 | 0 | / |
| 12. | 142,87 | 0 | 0 | / |
| Ukupno= | 2485,8 | 5 | 2 | |

Izvor: [20]

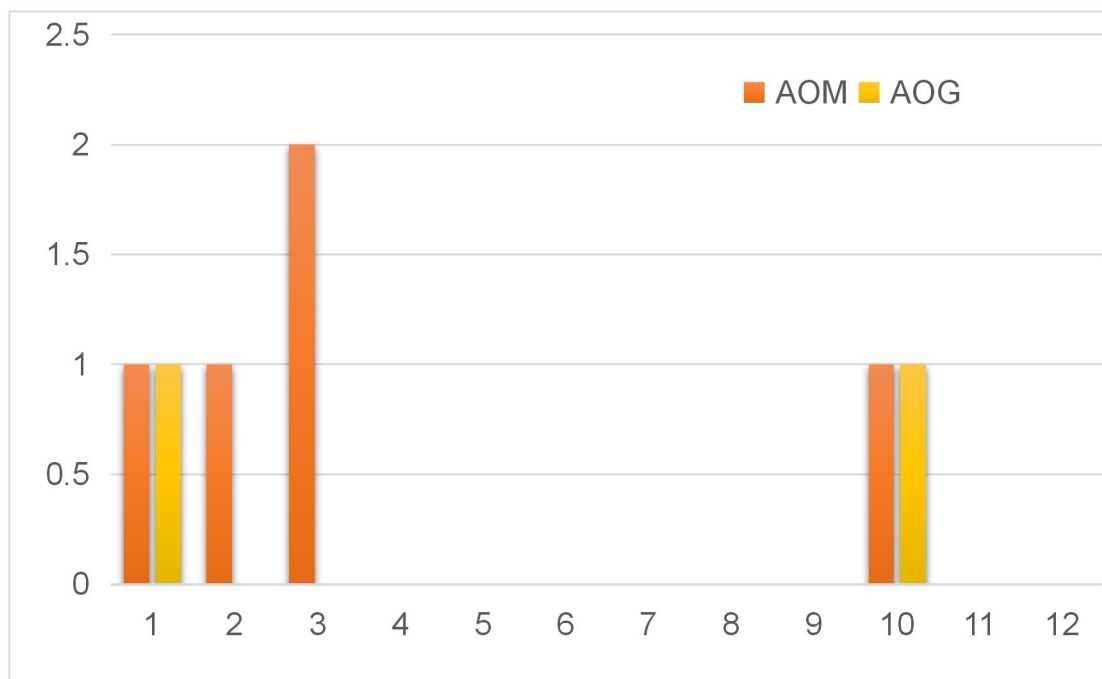
Sati naleta za zrakoplov A prikazani su po mjesecima putem grafikona 5.



Grafikon 5. Sati naleta za zrakoplov A

Izvor: [20]

Učestalost planiranog (AOM) i neplaniranog (AOG) održavanja za zrakoplov A prikazana je po mjesecima putem grafikona 6.



Grafikon 6. AOM i AOG za zrakoplov A

Izvor: [20]

Sljedeći podaci planiranog i neplaniranog održavanja dani su samo za zrakoplov A iz Mjesečnog izvješća o praćenju pouzdanosti zrakoplova za cijelu 2019. godinu. Pokraj svakog planiranog i neplaniranog održavanja napisan je razlog zbog kojeg je provedeno održavanje i kojem ATA sustavu pripada razlog održavanja. Uz ove podatke navedeno je trajanje radova samog održavanja u formatu dani:sati:minute (*Days:Hours:Minutes* - DD:HH:MM). Stručno osoblje iz održavanja odabranog zračnog prijevoznika podijelilo radove navedene u idućoj tablici na radove linijskog i baznog održavanja.

Tablica 3. Zadaci linijskog i baznog održavanja zrakoplova A

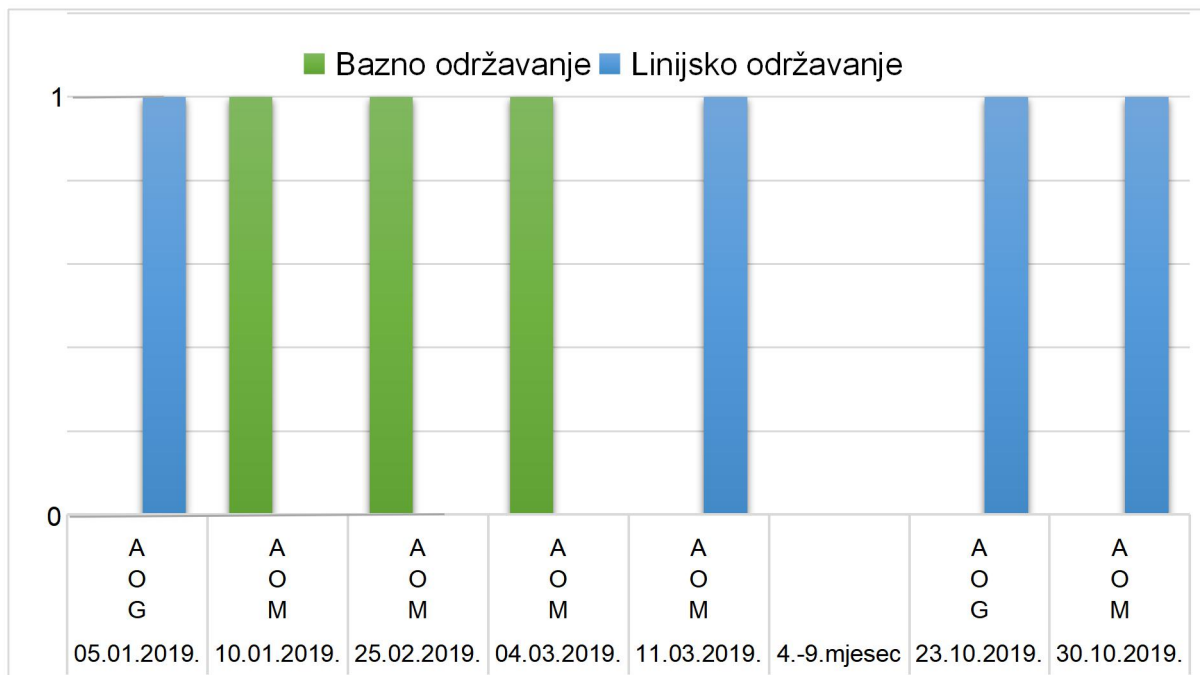
| Datum | Planirano (AOM) ili neplanirano (AOG) održavanje | Razlog | ATA sustav | Trajanje radova | Linijsko ili bazno održavanje |
|------------|--|--|------------|-----------------|-------------------------------|
| 05.01.2019 | AOG | SMELL ODUR IN CABIN | 72 | 5:22:00 | linijsko |
| 10.01.2019 | AOM | 20 MO CHECK + ADD WORKS | / | 12:00:00 | bazno |
| 25.02.2019 | AOM | NLG & MLG RAI | 32 | 4:11:00 | bazno |
| 04.03.2019 | AOM | Maintenance tasks | / | 1:08:00 | bazno |
| 11.03.2019 | AOM | ENG #1 LPTCC MANIFOLD | 71 | 13:30 | linijsko |
| 23.10.2019 | AOG | ENG#2 LH IGNITER LEAD ASSY END DAMAGED | 74 | 3:50 | linijsko |
| 30.10.2019 | AOM | PACK#1 FAULT | 21 | 4:00 | linijsko |

Izvor: [20]

Podaci prikazuju da kada je zrakoplov A bio prizemljen na neplaniranom održavanju u siječnju i listopadu upravo se provodilo linijsko održavanje zrakoplova. Bitna razlika između neplaniranog linijskog održavanja u siječnju i listopadu vidljiva je iz vremena trajanja radova. U listopadu je održavanje trajalo 3:50 sati, dok je u siječnju trajalo preko 5 dana. Takav vremenski okvir potvrđuje teoriju da se linijsko

održavanje sastoji od manjih radova, ali i rješavanja problema i korektivnih radnji kako bi se zrakoplov doveo u ispravno stanje što nekad vremenski traje duže. Ostale dvije aktivnosti linijskog održavanja zrakoplova A bile su planirane i radovi su trajali čak do 13 sati. Podaci za zrakoplov A pokazuju najduže trajanje radova baznog održavanja od 12 dana u siječnju.

Podaci iz tablice 3. pojednostavljeni su putem grafikona 7. U godinu dana zrakoplov A bio je četiri puta na linijskom održavanju, od toga dva puta neplanirano i dva puta planirano. Bazno održavanje kod odabranog zračnog prijevoznika provedeno je tri puta početkom godine zbog pripreme za sezonu. Iz grafikona je vidljivo da od travnja do listopada nije bilo aktivnosti održavanja.

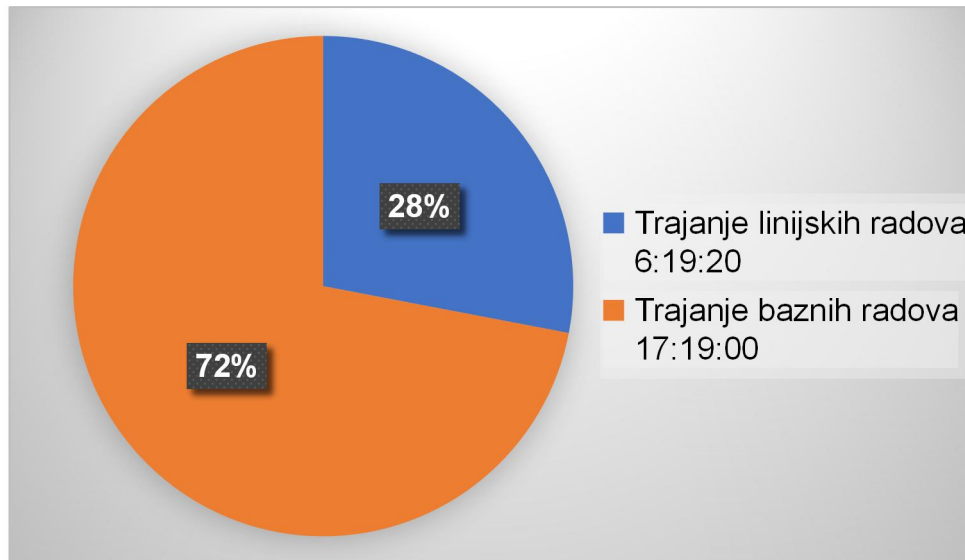


Grafikon 7. Broj održavanja za zrakoplov A

Izvor: [20]

Na temelju ove analize podataka može se zaključiti da se zadaci linijskog održavanja kod odabranog zračnog prijevoznika provode češće od baznog održavanja, ali u manjim vremenskim intervalima. Vrijeme trajanja radova linijskog održavanja zbrojeno je za zrakoplov A u godini dana i iznosi 6 dana 19 sati i 20 minuta, dok trajanje radova baznog održavanja u godini dana iznosi 17 dana i 19 sati.

Odnos trajanja radova linijskog i baznog održavanja odabranog zračnog prijevoznika prikazan je u grafikonu 8.



Grafikon 8. Vrijeme na održavanju za zrakoplov A

Izvor: [20]

4.5. Analiza sati naleta, AOM i AOG za zrakoplov B

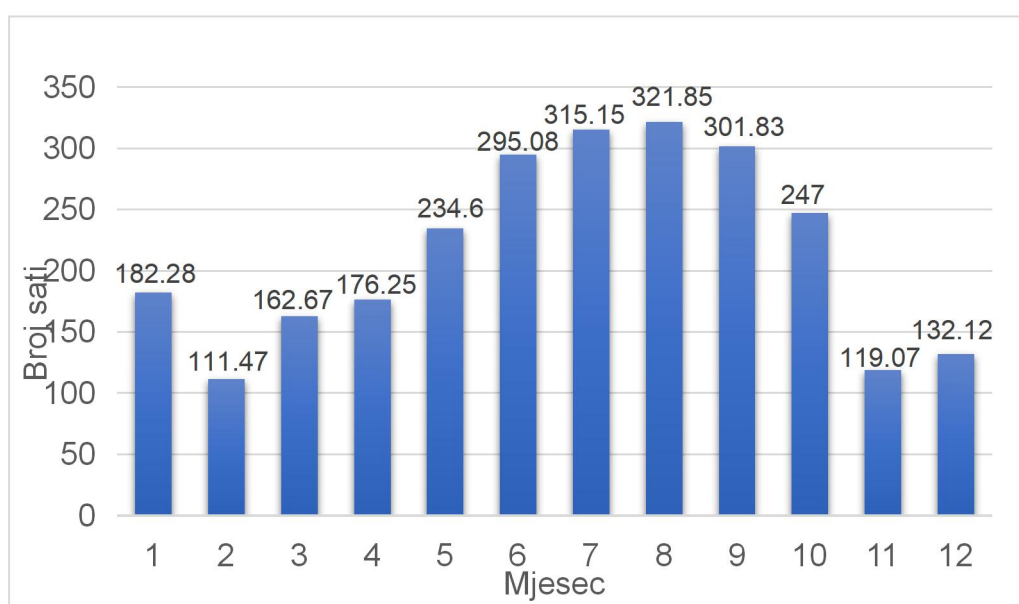
U tablici 4. prikazani su podaci za drugi od zrakoplova A320 koji je nazvan zrakoplov B. Najveći nalet ovog zrakoplova ostvaren je u kolovozu i iznosi 321, 85 sati, a najmanji u veljači i iznosi 111, 47 sati. Sveukupno je zrakoplov B skupio 2599, 37 sati naleta u godinu dana. Zrakoplov B bio je najviše na održavanju 4 puta u studenom i 2 puta u svibnju, oba puta planirano. U veljači je prizemljen 2 puta neplanirano te jednom planirano. Od ukupnih 11 održavanja, samo 3 puta je zrakoplov bio neplanirano prizemljen. Od svibnja do listopada zrakoplov nije nijednom neplanirano prizemljen. Iz posljednjeg stupca vidljivo je da je zrakoplov bio na održavanju dva puta zbog sustava ATA 32 što je podvozje i dva puta zbog sustava ATA 27 što je sustav za upravljanje zrakoplovom u letu.

Tablica 4. Nalet, AOM i AOG za zrakoplov B

| Mjesec | Sati naleta (FH) | AOM | AOG | ATA |
|----------------|------------------|----------|----------|--------|
| 1. | 182,28 | 0 | 0 | / |
| 2. | 111,47 | 1 | 2 | 32, 29 |
| 3. | 162,67 | 1 | 0 | / |
| 4. | 176,25 | 0 | 0 | / |
| 5. | 234,6 | 2 | 0 | 32, 34 |
| 6. | 295,08 | 0 | 0 | / |
| 7. | 315,15 | 0 | 0 | / |
| 8. | 321,85 | 0 | 0 | / |
| 9. | 301,83 | 0 | 0 | / |
| 10. | 247 | 0 | 0 | / |
| 11. | 119,07 | 4 | 0 | 27, 27 |
| 12. | 132,12 | 0 | 1 | 56 |
| Ukupno= | 2599,37 | 8 | 3 | |

Izvor: [18]

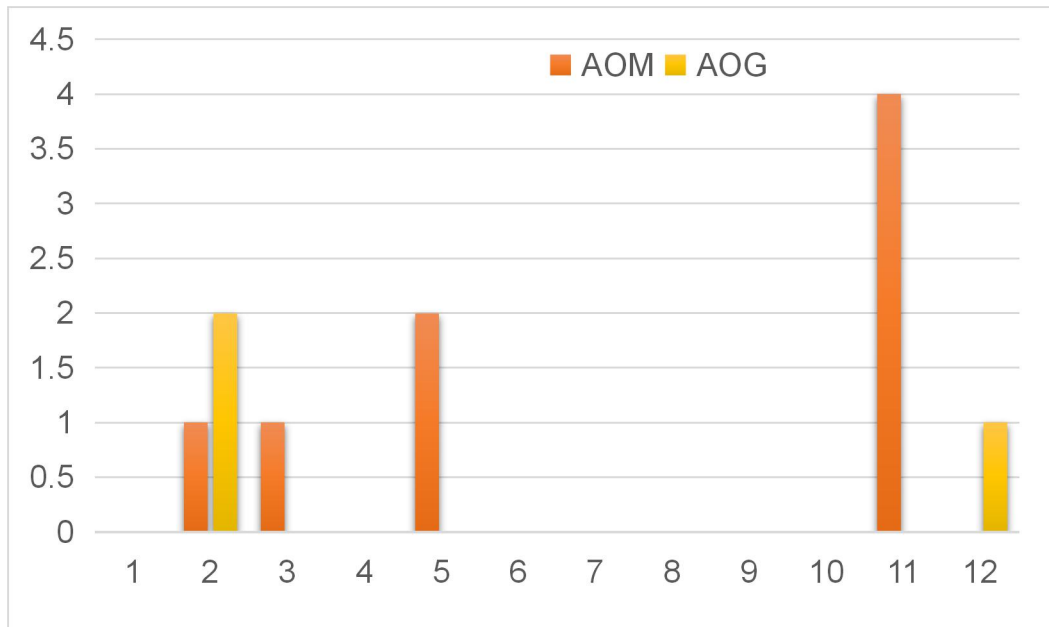
Sati naleta za zrakoplov B prikazani su po mjesecima putem grafikona 9.



Grafikon 9. Sati naleta za zrakoplov B

Izvor: [20]

Učestalost planiranog (AOM) i neplaniranog (AOG) održavanja za zrakoplov B prikazana je po mjesecima putem grafikona 10.



Grafikon 10. AOM i AOG za zrakoplov B

Izvor: [20]

Podaci o planiranom i neplaniranom održavanju uzeti su za zrakoplov B kao i za zrakoplov A iz Mjesečnog izvješća o praćenju pouzdanosti zrakoplova za 2019. godinu. Uz planirano i neplanirano održavanje napisan je razlog održavanja i ATA sustav kojem pripada. Trajanje radova održavanja prikazano je u formatu: dani:sati:minute (*Days:Hours:Minutes* - DD:HH:MM). Navedeni radovi održavanja u tablici 5. podijeljeni su na linijsko i bazno održavanje.

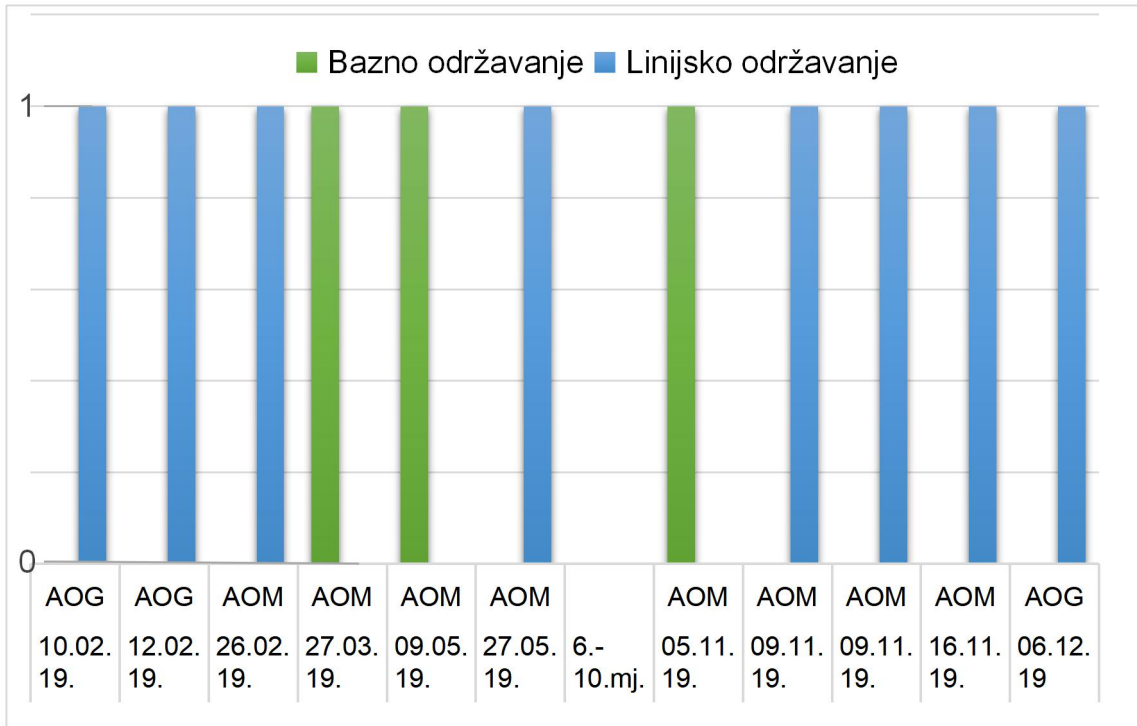
Zrakoplov B bio je na linijskom održavanju nakon što je bio neplanirano prizemljen dva puta u veljači. U prosincu je također zrakoplov bio na neplaniranom linijskom održavanju zbog ispucalog stakla, a radovi da se zrakoplov dovede u stanje ispravno za letenje su trajali svega 6 sati. Planirano linijsko održavanje zrakoplova provedeno je u veljači, svibnju i studenom čak tri puta. Najduže linijsko održavanje u studenom provedeno je zbog provjere koja se obavlja svakih 120 dana. Takva provjera trajala je 10 sati.

Tablica 5. Zadaci linijskog i baznog održavanja zrakoplova B

| Datum | Planirano (AOM) ili neplanirano (AOG) održavanje | Razlog | ATA sustav | Trajanje radova | Linijsko ili bazno održavanje |
|------------|--|---|------------|-----------------|-------------------------------|
| 10.02.2019 | AOG | GREEN HYD SYS LEAK - RH MLG MANIFOLD PIPE | 32 | 22:00 | linijsko |
| 12.02.2019 | AOG | AFT CARGO HYD LEAK | 29 | 22:00 | linijsko |
| 26.02.2019 | AOM | Maintenance tasks | / | 8:00 | linijsko |
| 27.03.2019 | AOM | 20 MO check | / | 9:11:30 | bazno |
| 09.05.2019 | AOM | L/G change | 32 | 2:16:00 | bazno |
| 27.05.2019 | AOM | A/thrust fail | 34 | 5:30 | linijsko |
| 05.11.2019 | AOM | Structural repair + Add works | / | 1:12:00 | bazno |
| 09.11.2019 | AOM | Flap inspection | 27 | 3:00 | linijsko |
| 09.11.2019 | AOM | SFCS Maintenance | 27 | 3:00 | linijsko |
| 16.11.2019 | AOM | 120 Days check | / | 10:00 | linijsko |
| 06.12.2019 | AOG | RH FIXED WINDOW CRACKED | 56 | 6:20 | linijsko |

Izvor: [20]

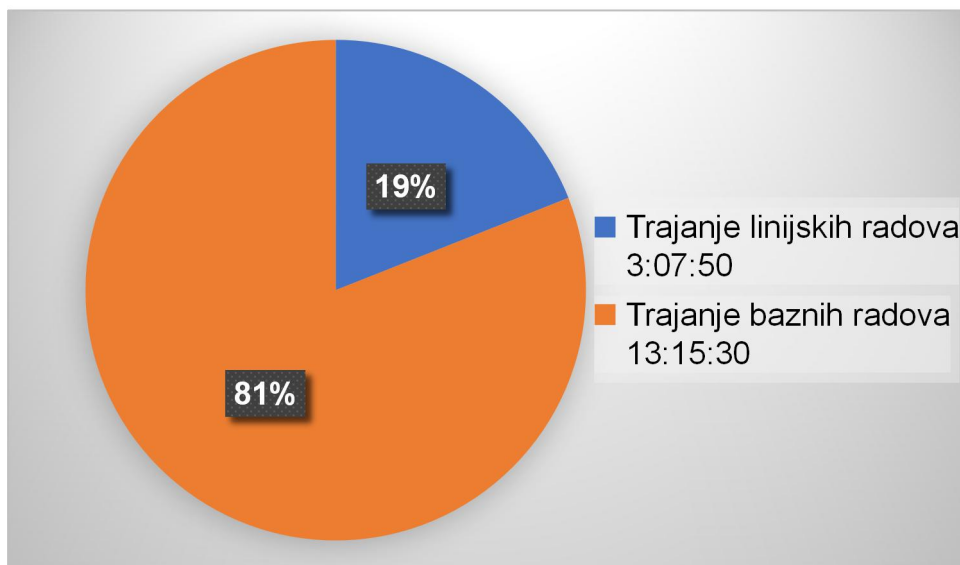
Podaci o linijskom i baznom održavanju zrakoplova B iz tablice 5. prikazani su putem grafikona 11. Zrakoplov B je u godini dana bio osam puta na linijskom održavanju, od toga tri puta zbog neplanirano i pet puta planirano. Na baznom održavanju zrakoplov B bio je u ožujku zbog redovne provjere nakon 20 mjeseci, a u svibnju i studenom zbog strukturalnih popravaka. Na grafikonu se vidi prestanak aktivnosti održavanja od 6.-10. mjeseca što opravdava činjenica da odabrani zračni prijevoznik ima izraženu ljetnu sezonalnost pa zrakoplov održava uglavnom kroz zimske mjesece.



Grafikon 11. Broj održavanja za zrakoplov B

Izvor: [20]

Vrijeme na linijskom održavanju za zrakoplov B u godini dana iznosi 3 dana, 7 sati i 50 minuta, dok je ukupno godišnje vrijeme zadatka baznog održavanja 13 dana, 15 sati i 30 minuta. Odnos je prikazan na grafikonu 12.



Grafikon 12. Vrijeme na održavanju za zrakoplov B

Izvor: [20]

4.6. Linijsko održavanje zbog operativnih prekida

Podaci u tablici 6. izdvojeni su samo za zrakoplov A iz Mjesečnog izvješća o praćenju pouzdanosti zrakoplova odabranog zračnog prijevoznika s dijela Operativni prekidi (*Operational Interruptions*), jer to također pripada u linijsko održavanje. Operativni prekidi su situacije kada zrakoplov treba poletjeti redovno prema redu letenja, a dogodi se da zrakoplov ne može poletjeti zbog tehničkih problema ili događaja koji uzrokuje kvar i tada dolazi do otkaza ili kašnjenja leta. Stoga je potrebno provesti korektivne mjere upravo aktivnostima linijskog održavanja da se zrakoplov dovede u ispravno stanje.

Tablica 6. Operativni prekidi za zrakoplov A

| Datum | Događaj (otkaz ili kašnjenje leta) | Razlog | Korektivne akcije | ATA sustav | Trajanje radova |
|------------|------------------------------------|---|--|------------|-----------------|
| 31.01.2019 | Delay | After brake release residual left brake press 500 psi | Brake triple indicator replaced | 32 | 2:25 |
| 22.06.2019 | Delay | Increased N1 vibration during T/O | Found blades 35 and 36 shingeling. A/c released for 50 CY. Later on, blades replaced | 72 | 1:00 |
| 20.07.2019 | Delay | Hot Air fault | After reset ok | 21 | 0:34 |
| 25.07.2019 | Delay | Fuel panel door fwd latch | New latch installed | 28 | 0:20 |
| 30.08.2019 | Delay | Smoke detection fault | After reset ok | 26 | 0:17 |
| 21.09.2019 | Delay | Avionics skin air outlet valve fault | Skin air outlet valve 22HQ replaced | 21 | 0:32 |
| 01.10.2019 | Delay | Auto brake fault several times | A/c change | 32 | 0:33 |
| 06.10.2019 | Delay | F/CTRL Pitch Trim MCDU CG Disagree | Tested, ok | 27 | 0:45 |
| 23.10.2019 | Delay | ENG#2 LH igniter lead assy end damaged | Ignition lead replaced | 74 | 2:35 |

Izvor: [20]

U tablici je uočljivo da je do operativnih prekida došlo devet puta i svi su uzrokovali kašnjenje zrakoplova. Neke od aktivnosti linijskog održavanja koje su se provele su: zamjena jednostavnijih dijelova zrakoplova, detekcija i otklanjanje kvarova, servisni pregledi i vraćanje komponenata u ispravno stanje, resetiranje uređaja, testiranje. Pored svake korektivne akcije koja je bila provedena je naveden ATA sustav u koji zadatak pripada. Radovi zamjene na zrakoplovu A nisu trajali duže od 2 sata 35 minuta, dok je većina radova bila obavljena za pola sata.

U tablici 7. nalaze se podaci za zrakoplov B također vezani za operativno kašnjenje zrakoplova. Od ukupno sedam događaja, većina je uključivala zamjene dijelova i komponenata. Najveći broj aktivnosti linijskog održavanja provedeni je u vremenu od 20 minuta, dok je iznimka jedna zamjena komponente koja je trajala preko 5 sati.

Tablica 7.Operativni prekidi za zrakoplov B

| Datum | Događaj (otkaz ili kašnjenje leta) | Razlog | Korektivne akcije | ATA sustav | Trajanje radova |
|------------|------------------------------------|---------------------------------------|--|------------|-----------------|
| 19.04.2019 | Delay | Yellow hydraulic system leak | Hydraulic electric pump replaced | 29 | 2:20 |
| 27.05.2019 | Delay | A/thrust fail | ADIRU#2 and #3 swapped and dispatched i.a.w. MEL C | 34 | 0:17 |
| 27.05.2020 | Delay | A/thrust fail | ADIRU#2 replaced | 34 | 5:05 |
| 11.06.2019 | Delay | On RH MLG actuator traces of hyd leak | Loosen hose found, tightened | 29 | 0:30 |
| 06.07.2019 | Delay | APU auto shutdown | | 49 | 0:20 |
| 26.07.2019 | Delay | CA#1 shoulder harness u/s | CA#1 shoulder harness restraint system replaced | 25 | 0:53 |
| 09.12.2019 | Delay | CPT Wiper inop | Captain wiper motor converter replaced | 30 | 0:26 |

Izvor: [20]

5. ZAKLJUČAK

Sukladno zrakoplovnim propisima provodi se održavanje zrakoplova, odnosno osposobljava se zrakoplov za sigurnu zračnu plovidbu. Održavanje zrakoplova regulirano je međunarodnim i nacionalnim propisima koje provode zračni prijevoznici i odobrene organizacije za održavanje. Vođenje kontinuirane plovidbenosti je postupak kojim se zrakoplov održava u stanju tehnički prikladnim za let, odnosno plovidbenim kroz cijeli svoj životni vijek. Ona se postiže održavanjem zrakoplova na propisani način tako da tijekom leta bude što manje otkaza zrakoplovnih sustava i uređaja.

Program održavanja izrađuje ovlaštena organizacija ustvari zračni prijevoznik za svaki pojedini tip zrakoplova, a sadrži postupke o održavanju, rokove i način njihovog izvršenja kako bi se osigurala kontinuirana plovidbenost zrakoplova. Svrha programa održavanja je osigurati utvrđenu razinu pouzdanosti i sigurnosti zrakoplova i njegovih komponenata uz minimalne troškove.

Aktivnosti održavanja zrakoplova koje se provode u organizaciji za održavanje dijele se na linijsko i bazno održavanje. Linijsko održavanje sastoji se od manjih planiranih ili neplaniranih radova i radova koji se izvode na liniji gdje zrakoplov ostaje u redovnom prometu za vrijeme obavljanja pregleda. Ono uključuje: relativno jednostavne zadatke ispravljanja poput zamjene bilo kojeg sastavnog dijela koji je označen kao linijski zamjenjiva jedinica, detekciju i otklanjanje kvarova, zamjene komponenti, zamjene motora i propelera, redovne servisne preglede, tranzitne provjere, dnevne provjere i rutinske inspekcije rada u skladu s unaprijed utvrđenim rasporedima pod jednim nazivom A-provjere.

Analizirani podaci odabranog zračnog prijevoznika u periodu od godinu dana proizlaze iz Mjesečnog izvješća o praćenju pouzdanosti zrakoplova u eksploataciji za flotu od 2 zrakoplova tipa Airbus A320. Zračni prijevoznik je dužan prikupiti podatke o pouzdanosti i pratiti pouzdanost zrakoplova u eksploataciji za procjenu uspješnosti poslovanja. Putem mjesečnih izvješća izračunati je ukupni godišnji nalet za dva zrakoplova A320 i prikazano je da odabrani zračni prijevoznik ima izraženu ljetnu sezonalnost. Sati naleta su bitni jer su po njima određeni intervali zamjene.

Osim sati naleta, analiziran je i godišnji broj ciklusa koji se kreće usporedno s naletom.

Zaključno su u ovom diplomskom radu analizirani zrakoplov A i zrakoplov B, odnosno njihovi: sati naleta, planirano i neplanirano održavanje. Stručno osoblje iz održavanja odabranog zračnog prijevoznika podijelilo je radove održavanja na radove linijskog i baznog održavanja.

Zrakoplov A je u 2019. godini bio je četiri puta na linijskom održavanju, od toga dva puta neplanirano i dva puta planirano. Bazno održavanje kod odabranog zračnog prijevoznika provedeno je tri puta početkom godine zbog pripreme za sezonu. Od travnja do listopada nije bilo aktivnosti održavanja.

Zrakoplov B je u 2019. godini bio osam puta na linijskom održavanju, od toga tri puta zbog neplanirano i pet puta planirano. Na baznom održavanju zrakoplov B bio je tri puta i to zbog redovne provjere nakon 20 mjeseci i zbog strukturalnih popravaka. Prestanak aktivnosti održavanja od 6.-10. mjeseca opravdava činjenica da odabrani zračni prijevoznik ima izraženu ljetnu sezonalnost pa zrakoplov održava uglavnom kroz zimske mjesece.

LITERATURA

[1] Domitrović A. Zrakoplovni propisi vezani uz eksploataciju i održavanje zrakoplova. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu. Fakultet prometnih znanosti. Autorizirana predavanja; 2019/2020.

[2] Skybrary. Preuzeto sa:

[https://www.skybrary.aero/index.php/European_Union_Aviation_Safety_Agency_\(EASA\)](https://www.skybrary.aero/index.php/European_Union_Aviation_Safety_Agency_(EASA)) [Pristupljeno: travanj 2020.].

[3] Bazijanac E. Tehnička eksploatacija i održavanje zrakoplova. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu. Fakultet prometnih znanosti; 2007.

[4] Skybrary. Preuzeto sa:

https://www.skybrary.aero/index.php/Continuing_Airworthiness [Pristupljeno: travanj 2020.].

[5] European Union Aviation Safety Agency. Preuzeto sa:

<https://www.easa.europa.eu/document-library/regulations/commission-regulation-eu-no-13212014> [Pristupljeno: svibanj 2020.].

[6] Croatian Civil Aviation Agency. Preuzeto sa: <https://ccaa.hr/program-odrzavanja-zrakoplova-27851> [Pristupljeno: svibanj 2020.].

[7] Domitrović A. Program održavanja. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu. Fakultet prometnih znanosti. Autorizirana predavanja; 2019/2020.

[8] Skybrary. Preuzeto sa:

[https://www.skybrary.aero/index.php/Maintenance_Steering_Group-3_\(MSG-3\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Maintenance_Steering_Group-3_(MSG-3)) [Pristupljeno: svibanj 2020.].

[9] Croatia Airlines. Preuzeto sa:

<https://www.croatiaairlines.com/hr/O-nama/Korporativne-informacije/flota/Airbus-A-320-200/> [Pristupljeno: kolovoz 2020.].

[10] Air Charter. Preuzeto sa: <https://www.aircharter-croatia.com/avion/airbus-a320-20> [Pristupljeno: kolovoz 2020.].

[11] Airbus. Preuzeto sa:

<https://www.airbus.com/newsroom/press-releases/en/2020/01/airbus-delivers-strong-2019-commercial-aircraft-performance.html> [Pristupljeno: kolovoz 2020.]

[12] Technical Services. Maintenance Program A320 Family. Zagreb; 2017.

[13] Acp: Aviation Glossary. Preuzeto sa: <http://www.acp-logistics.com/aviation-glossary-abbreviation.html> [Pristupljeno: kolovoz 2020.].

[14] Bright Work Polish. Preuzeto sa: <https://brightworkpolish.com/aircraft-maintenance-terms-you-should-know/> [Pristupljeno: kolovoz 2020.].

[15] Skybrary. Preuzeto sa:

https://www.skybrary.aero/index.php/Aircraft_Maintenance#Base_or_Heavy_Maintenance [Pristupljeno: kolovoz 2020.].

[16] Skybrary. Preuzeto sa: https://www.skybrary.aero/index.php/Line_Maintenance [Pristupljeno: svibanj 2020.].

[17] Aircraft Engineer. Preuzeto sa:

<https://www.aircraftengineer.info/line-replaceable-unit-lru/> [Pristupljeno: svibanj 2020.].

[18] The International Air Transport Association. Preuzeto sa:

<https://www.iata.org/contentassets/bf8ca67c8bcd4358b3d004b0d6d0916f/mctg-fy2018-report-public.pdf> [Pristupljeno: svibanj 2020.].

[19] Oliver Wyman. Preuzeto sa: <https://www.oliverwyman.com/our-expertise/insights/2020/feb/global-fleet-mro-forecast-commentary-2020-2030.html>

[Pristupljeno: rujan 2020.].

[20] Technical Services. Monthly Reliability Report Airbus A320 Family. Zagreb; za period od siječnja do prosinca 2019.

POPIS KRATICA

| | |
|--------|--|
| AD | (Airworthiness Directives) Naredbe o plovibenosti |
| AHM | (Aircraft Maintenance Handbook) Priručnik za održavanje zrakoplova |
| AMO | (Approved Maintenance Organisation) Ovlaštena organizacija za održavanje zrakoplova |
| AMS | (Approved Maintenance Schedule) Odobreni raspored održavanja |
| ATA | (Air Transport Association) udruženje zračnih prijevoznika |
| AOC | (Air Operator Certificate) Svjedodžba o sposobnosti organizacije |
| AOM | (Aircraft On Maintenance) zrakoplov na održavanju |
| AOG | (Aircraft On Ground) prizemljen zrakoplov |
| C of A | (The Certificate of Airworthiness) Svjedodžba o plovibenosti zrakoplova |
| CA | (Continuing Airworthiness) kontinuirana plovidba |
| CA | (Calendar Days) kalendarski dani |
| CAA | (Civil Aviation Authority) civilne zrakoplovne vlasti |
| CAME | (Continuing Airworthiness Management Exposition) Priručnik za vođenje kontinuirane plovibenosti zrakoplova |
| CAMO | (Continuing Airworthiness Management Organization) Organizacija za vođenje kontinuirane plovibenosti |
| CBM | (Condition Based Maintenance) održavanje prema stanju |
| CCAA | (Croatian Civil Aviation Agency) Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo |
| CRS | (Certificate of Release to Service) Potvrda o održavanju |
| CY | (Cycles) broj ciklusa |

| | |
|------|---|
| EASA | (European Union Aviation Safety Agency) Europska agencija za sigurnost zračnog prometa |
| EFH | (Engine Flight Hours) sati naleta pogonske grupe |
| FH | (Flight Hours) sati naleta |
| GVI | (General Visual Inspection) vizualni pregledi |
| IATA | (International Air Transport Association) Međunarodno udruženje zračnih prijevoznika |
| ICAO | (International Civil Aviation Organization) Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva |
| ISC | (Industry Steering Committee) Upravljački odbor za industriju |
| JAA | (Joint Aviation Authorities) Zajedničko zrakoplovno tijelo |
| LCNs | (Logistics Control Numbers) logistički kontrolni brojevi |
| LRU | (Line Replaceable Unit) linijski zamjenjiva jedinica |
| LLRU | (Lower Line Replaceable Unit) niža linijski zamjenjiva jedinica |
| MCTF | (Maintenance Cost Task Force) radna skupina za troškove održavanja |
| MCTG | (The Maintenance Cost Technical Group) Tehnička grupa za troškove održavanja |
| MO | (Calendar Month) kalendarski mjesec |
| MOE | (Maintenance Organization Exposition) Priručnik organizacije za održavanje zrakoplova |
| MPD | (Maintenance Planning Document) Dokument za planiranje održavanja |
| MP | (Maintenance Program) Program održavanja |
| MRB | (Maintenance Review Board) Odbor za ocjenjivanje održavanja |
| MRBR | (Maintenance Review Board Report) Izvještaj odbora za ocjenjivanje održavanja |

| | |
|------|--|
| MRO | (Maintenance and Repair Organization) Organizacija za održavanje i popravak zrakoplova |
| MRR | (Monthly Reliability Report) Mjesečno izvješće o praćenju pouzdanosti zrakoplova u eksploataciji |
| MRQ | (Maintenance Requirements) Zahtjevi za održavanje zrakoplova |
| MS | (Maintenance Schedule) Raspored održavanja |
| MSG | (Maintenance Steering Group) |
| MWG | (Maintenance Working Groups) radne grupe stručnjaka za održavanje |
| SB | (Service Bulletins) Servisni bilteni |
| SL | (Service Letters) Servisna pisma |
| TC | (Type Certificate) tip certifikata |
| WE | (Calendar Week) kalendarski tjedan |
| WUCs | (Work Unit Codes) šifre radnih jedinica |
| YE | (Calendar Year) kalendarska godina |

POPIS SLIKA

| | |
|--|----|
| Slika 1 . Potvrda o plovidbenosti zrakoplova, [5]..... | 6 |
| Slika 2 . Lista odobrenih radova, [5]..... | 8 |
| Slika 3 . Airbus A320, [10]..... | 16 |
| Slika 4 . Walk-around check, [12]..... | 22 |
| Slika 5 . Linijski zamjenjiva jedinica, [17]..... | 28 |
| Slika 6 . Prognoza svjetskog tržišta MRO, [18]..... | 30 |

POPIS GRAFIKONA

| | |
|--|----|
| Grafikon 1 . Podjela troškova po vrstama održavanja za 2018. godinu..... | 30 |
| Grafikon 2 . Udio troškova od 2014.- 2018. godine..... | 31 |
| Grafikon 3 . Sati leta po mjesecima za dva zrakoplova Airbus A320..... | 33 |
| Grafikon 4 . Sati naleta i broj ciklusa za dva zrakoplova Airbus A320..... | 34 |
| Grafikon 5 . Sati naleta za zrakoplov A..... | 36 |
| Grafikon 6 . AOM i AOG za zrakoplov A..... | 36 |
| Grafikon 7 . Broj održavanja za zrakoplov A..... | 38 |
| Grafikon 8 . Vrijeme na održavanju za zrakoplov A..... | 39 |
| Grafikon 9 . Sati naleta za zrakoplov B..... | 40 |
| Grafikon 10 . AOM i AOG za zrakoplov B..... | 41 |
| Grafikon 11 . Broj održavanja za zrakoplov B..... | 43 |
| Grafikon 12 . Vrijeme na održavanju za zrakoplov B..... | 43 |

POPIS TABLICA

| | |
|--|----|
| Tablica 1 . Karakteristike zrakoplova A320-200..... | 17 |
| Tablica 2 . Nalet, AOM i AOG za zrakoplov A..... | 35 |
| Tablica 3 . Zadaci linijskog i baznog održavanja zrakoplova A..... | 37 |
| Tablica 4 . Nalet, AOM i AOG za zrakoplov B..... | 40 |
| Tablica 5 . Zadaci linijskog i baznog održavanja zrakoplova B..... | 42 |
| Tablica 6 . Operativni prekidi za zrakoplov A..... | 44 |
| Tablica 7 .Operativni prekidi za zrakoplov B..... | 45 |



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ diplomski rad
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ diplomskog rada
pod naslovom _____

AKTIVNOSTI LINIJSKOG ODRŽAVANJA ZRAKOPLOVA AIRBUS A320

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

Student/ica:

U Zagrebu, 9/17/2020 _____

(potpis)