

CMMS sustavi u održavanju zrakoplova

Grdić, Ivana

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:494324>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-10**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Ivana Grdić

Zagreb, 2016. godina.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

prof. dr. sc. Dragutin Lisjak, dipl. ing.

Studentica:

Ivana Grdić

Zagreb, 2016. godina.

Izjavljujem da sam ovaj diplomski rad izradila samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se mentoru prof. dr. sc. Dragutinu Lisjaku na stručnom vodstvu i svim prijedlozima usmjerenim osobnom i poslovnom napretku. Velika hvala pripada kolegi Matiji Režeku iz tvrtke *Ekonerg* na pomoći u radu u informacijskom sustavu *Infor EAM* te asistentici mag. ing. mech. Marini Tošić na podršci i savjetima.

Za izradu diplomskog rada korišteni su podaci i literatura dobivena od djelatnika iz *Croatia Airlines*, kojima se ovom prilikom zahvaljujem na dobroj volji i ukazanom povjerenju.

Posebno se zahvaljujem svojoj obitelji i prijateljima koji su mi bili podrška tijekom cijelog studija.

Ivana Grdić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE
Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za završne i diplomske ispite studija zrakoplovstva



Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **Ivana Grdić** Mat. br.: 0035178615

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **CMMS sustavi u održavanju zrakoplova**

Naslov rada na engleskom jeziku: **CMMS Systems in Aircraft Maintenance**

Opis zadatka:

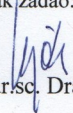
Kritični zadatak svakog održavanju je postaviti ispravnu dijagnozu na temelju različitih izvora informacija prikupljenih iz samog procesa održavanja. Zadatak je sve teže riješiti s povećanjem kompleksnosti sustava koji se održava, kao što je npr. zrakoplov, te broja izvora iz kojih se prikupljaju informacije. Nadziranje i upravljanje aktivnostima održavanja kod takvih sustava bez primjene informacijskih tehnologija postaje gotovo nemoguće. Kod upravljanja procesima održavanja složenih sustava današnji se menadžment sve više oslanja na informacije dobivene iz specijaliziranih računalnih sustava održavanja tzv. CMMS sustava (Computerized Maintenance Management System). U skladu s navedenim u radu je potrebno:

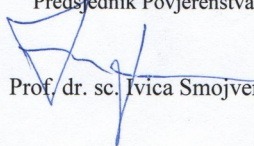
1. Dati pregled stanja CMMS sustava na tržištu.
2. Definirati i predložiti kriterije za izbor CMMS sustava.
3. Detaljno opisati procese i specifičnosti održavanja zrakoplova.
4. Predložiti planove preventivnog održavanja zrakoplova.
5. Predložiti metriku za mjerenje učinkovitosti procesa održavanja.
6. Projektirati konkretan CMMS za održavanje zrakoplova s bazom objekata održavanja, modulom obrade radnih naloga korektive i preventive, modulom analitike (izvješća) te modulom praćenja učinkovitosti održavanja.
7. Zaključak.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan: Rok predaje rada: Predviđeni datumi obrane:
5. svibnja 2016. 7. srpnja 2016. 13., 14. i 15. srpnja 2016.

Zadatak zadao: Predsjednik Povjerenstva:


Prof. dr. sc. Dragutin Lisjak


Prof. dr. sc. Ivica Smojver

SADRŽAJ

SADRŽAJ.....	1
POPIS SLIKA.....	3
POPIS TABLICA.....	6
POPIS OZNAKA.....	7
POPIS KRATICA.....	8
SAŽETAK.....	10
SUMMARY.....	11
1. Uvod.....	12
2. Procesi i specifičnosti održavanja zrakoplova.....	13
2.1. Općenito o održavanju zrakoplova.....	14
2.2. Pravni i administrativni aspekt programa održavanja zrakoplova.....	14
2.3. Školski i teoretski aspekt održavanja zrakoplova i zrakoplovnih uređaja.....	15
2.4. Tehnički i praktični aspekt održavanja zrakoplova.....	16
2.4.1. Linijsko održavanje.....	16
2.4.2. Bazno održavanje.....	16
2.5. Povezanost održavanja zrakoplova i informacijskih sustava.....	16
3. Informacijski sustavi.....	17
3.1. Informacija.....	18
3.2. Informacijska tehnologija (IT) i poslovanje.....	18
3.3. Računalni sustav za obradu informacija.....	19
3.4. Baze podataka (databases) i sustavi za upravljanje bazama podataka (Relational Database Management Systems).....	19
3.5. Operacijski sustavi.....	21
3.6. Arhitektura baze podataka.....	22
4. CMMS sustavi u održavanju zrakoplova.....	24
4.1. Svrha korištenja CMMS-a.....	24
4.2. Prednosti i doprinosi CMMS-a.....	25
4.3. Pregled stanja CMMS na tržištu.....	26

4. 4. Kriteriji za izbor CMMS-a.....	29
5. Infor EAM sustav.....	31
5.1. Opis objekta održavanja.....	33
5.2. Unos zadataka održavanja u Infor EAM sustav.....	59
5.3. Unos radnih naloga korektivnog održavanja zrakoplova.....	62
5.4. Unos radnih naloga preventivnog održavanja zrakoplova.....	68
6. Izvještaji.....	77
6.1. Izvještaj o aktivnostima održavanja.....	77
6.2. Pregled troškova održavanja.....	84
6.3. Pregled planova preventivnog održavanja.....	92
6.4. Izvještaj planova preventivnog održavanja i realizacije.....	99
6.5. Izvještaj radnih sati.....	102
6.6. Pregled održavanja zrakoplova.....	107
6.7. Dijagrami stanja troškova i radnih naloga.....	114
7. Ključni pokazatelji učinkovitosti održavanja.....	117
7.1. Metodologija za izbor i korištenje ključnih pokazatelja učinkovitosti u održavanju...119	
7.2. Predloženi pokazatelji učinkovitosti održavanja prema EFNMS.....	119
7.2.1 Ekonomski pokazatelji.....	119
7.2.2. Tehnički pokazatelji.....	120
7.2.3. Organizacijski pokazatelji.....	121
Organizacijski pokazatelj O16.....	121
Organizacijski pokazatelj O20.....	122
7.3. Značajke ključnih pokazatelja uspješnosti.....	123
8. ZAKLJUČAK.....	125
LITERATURA.....	127
PRILOZI.....	129

POPIS SLIKA

Slika 1. Primjer povezivanja na sustav baze podataka [3].....	20
Slika 2. Upravljanje komponentama pomoću operacijskog sustava [4].....	21
Slika 3. Informacijski sustav u održavanju zrakoplova te razlika između relacijskih i nerelacijskih baza podataka [4].....	23
Slika 4. Funkcionalnosti i rješenja Infor EAM sustava [7].....	31
Slika 5: Tehničke specifikacije zrakoplova iz flote Dash 8 Q400 [8].....	33
Slika 6. Podjela zrakoplova po ATA-ma [11].....	34
Slika 7. Podjela zrakoplova po zonama [12].....	35
Slika 8. Podjela zrakoplova prema ATA100.....	36
Slika 9. Pregled ATA 27.....	38
Slika 10. Vreteno aktuatora zakrilaca s kugličnim ležajevima[13].....	39
Slika 11. Položaj kugličnog vretena aktuatora zakrilca na krilu [13].....	40
Slika 12. Objekti i sustavi održavanja za ATA32.....	41
Slika 13. Škare podvozja [13].....	42
Slika 14. Okov vrata zrakoplova.....	43
Slika 15. Postupak unošenja objekata održavanja u Infor EAM sustav.....	49
Slika 16. Unos prvog objekta održavanja.....	50
Slika 17. Unos sustava u Infor EAM.....	51
Slika 18. Unos materijala u Infor EAM.....	52
Slika 19. Obrazac za upis materijala.....	53
Slika 20. Obrazac za upis skladišta.....	54
Slika 21. Obrazac za unos materijala u skladište.....	55
Slika 22. Lista zaprimljenih i izdanih materijala.....	55
Slika 23. Odabir liste zaliha u skladištu.....	56
Slika 24. Lista materijala u skladištu.....	57
Slika 25. Lista izdanih i zaprimljenih materijala iz skladišta.....	58
Slika 26. Unos zadatka održavanja.....	61
Slika 27. Unos podataka tijekom generiranja zadatka održavanja.....	61

Slika 28. Kartica „Instructions“ (Upute).....	62
Slika 29. Postupak generiranja radnih naloga.....	62
Slika 30. Primjer unosa podataka u karticu „Record View“ (Pregled zapisa).....	64
Slika 31. Unos podataka u karticu „Activities“ (Aktivnosti).....	65
Slika 32. Obrazac za unos podataka u knjigu rada.....	66
Slika 33. Obrazac za unos komponente ili sustava održavanja.....	67
Slika 34. Obrazac za unos materijala potrebnih za održavanje.....	68
Slika 35. Unos dokumenata ili priručnika održavanja.....	68
Slika 36. Generiranje radnog naloga preventivnog održavanja.....	69
Slika 37. Unos podataka u obrazac „Record View“ (Pregled zapisa).....	70
Slika 38. Unos aktivnosti održavanja.....	72
Slika 39. Unos komponenata i sustava koje je potrebno održavati.....	73
Slika 40. Prikaz stanja generiranih radnih naloga.....	74
Slika 41. Prikaz pokazatelja učinkovitosti održavanja na ulaznoj formi Infor EAM sustava. .	74
Slika 42. Lista radnih naloga preventivnog održavanja.....	75
Slika 43. Unos dokumentacije potrebne za održavanje.....	76
Slika 44. Pristup izvještajima o aktivnostima održavanja.....	77
Slika 45. Primjer generiranog izvještaja o aktivnostima održavanja.....	78
Slika 46. Izvještaj aktivnosti održavanja zrakoplova oznake 9A-CQF.....	80
Slika 47. Izvještaj o kvarovima na podvozju.....	81
Slika 48. Izvještaj preventivnog održavanja zrakoplova oznake 9A-CQF.....	83
Slika 49. Generiranje izvještaja o troškovima održavanja.....	84
Slika 50. Prikaz izvještaja o troškovima održavanja.....	85
Slika 51. Izvještaj troškova održavanja zrakoplova Dash Q400 9A-CQA.....	86
Slika 52. Izvještaj troškova održavanja zrakoplova 9A-CQB i 9A-CQC.....	88
Slika 53. Izvještaj troškova održavanja zrakoplova 9A-CQE.....	90
Slika 54. Grafički prikaz troškova po zrakoplovu i troškova prema ATA zrakoplova 9A-CQF91	

Slika 55. Pristup planovima preventivnog održavanja.....	92
Slika 56. Odabir aktivnosti održavanja.....	93
Slika 57. Primjer plana preventivnog održavanja za slučaj restauracije mlaznice goriva.....	94
Slika 58. Aktivnost održavanja prema AMM specifikacije TASK 73-11-06-840-801 [19]....	95
Slika 59. Aktivnosti održavanja mlaznica i cjevovoda goriva [19].....	96
Slika 60. Izvod iz dijela dokumenta o aktivnosti uklanjanja mlaznica i cjevovoda goriva [19]	97
Slika 61. Izvod iz dijela dokumenta za instalaciju mlaznica i cjevovoda goriva [19].....	98
Slika 62. Generiranje izvještaja planova preventivnog održavanja i realizacije.....	99
Slika 63. Izvještaj preventivnog plana i realizacije provjere curenja ulja i goriva u motoru..	100
Slika 64. Generiranje izvještaja radnih sati.....	102
Slika 65. Izbor djelatnika održavanja.....	103
Slika 66. Evidencija radnih sati djelatnika.....	104
Slika 67. Prikaz radnih sati djelatnika održavanja po danima.....	105
Slika 68. Izvještaj aktivnosti održavanja pojedinog djelatnika.....	106
Slika 69. Generiranje izvještaja o održavanju zrakoplova.....	107
Slika 70. Opći izvještaj o održavanju zrakoplova 9A-CQF.....	108
Slika 71. Grafički prikaz radnih naloga na zrakoplovu 9A-CQF prema pojedinim ATA.....	110
Slika 72. Grafički prikaz broja radnih naloga svih zrakoplova prema zonama.....	111
Slika 73. Grafički prikaz broja radnih naloga svih zrakoplova prema aktivnostima održavanja	112
Slika 74. Grafički prikaz broja radnih naloga svih zrakoplova prema struci (licenci) djelatnika	113
Slika 75. Grafički prikaz broja izdanih radnih naloga za sve flote zrakoplova.....	114
Slika 76. Grafički prikaz broja radnih naloga po zrakoplovu.....	115
Slika 77. Grafički prikaz roškova održavanja prema vrsti održavanja.....	116
Slika 78. Grupe i razine pokazatelja učinkovitosti održavanja [21].....	118

POPIS TABLICA

Tablica 1: CMMS rješenja na tržištu - prvi dio [6].....	27
Tablica 2. CMMS rješenja na tržištu - drugi dio [6].....	28
Tablica 3. Aktivnosti održavanja zrakoplova.....	44
Tablica 4. Intervali održavanja zrakoplova.....	46
Tablica 5. Potrebne vještine osoblja.....	46
Tablica 6. Popis zona.....	47
Tablica 7. Kategorije školovanja prema Part-66.....	47
Tablica 8. Pregled podataka potrebnih za definiranje radnih naloga preventivnog održavanja.....	59
Tablica 9. Popis aktivnosti koje se nalaze u AMM pod šifrom 12-20-01-640-801.....	71

POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
<i>d</i>	m	promjer
<i>DLT</i>	dl	decilitar
<i>h</i>	m	visina
<i>HUR</i>	h	sati
<i>m</i>	kg	masa
<i>M</i>	Nm	moment
<i>N</i>	h	radni sati
<i>O</i>	h	prekovremeni sati

POPIS KRATICA

A - Asset

AC – Alternating current

AMM – Aircraft Maintenance Manual

APU – Auxiliary Power Unit

ATA 100 – Air Transport Association of America, Specification 100 code

CAD – Computer Aided Design

CD – Compact Disc

CIA – Central Intelligence Agency

CMM – Component Maintenance Manual

CMMS – Computerized Maintenance Management System

DET – Detailed Inspection

DC – Direct current

DIS – Discard

DVI – Detailed Visual Inspection

EAM – Enterprise Asset Management

EASA – European Aviation Safety Agency

EFNMS – European Federation of National Maintenance Societies

EH – Engine Hours

FC – Flight Cycles

FH – Flight Hours

FNC – Functional Check

FOHE – Fuel Oil Heat Exchanger

GIS – Geoinformacijski sustav

GVI – General Visual Inspection

IBM – International Business Machines

IE – Internet Explorer

JAA TGL– Joint Aviation Authorities Temporary Guidance Leaflet

JIC – Job Instruction Card

KPI – Key Performance Indicator

LUB – Lubrication

MCDU – Multipurpose Control Display Unit

MPD – Maintenance Planning Document

NDT – Non-Destructive Testing

OPC- Operational Check

PCE - Piece

PM – Preventive Maintenance

RCM – Reliability-Centered Maintenance

RDBM – Relational Database Management System

RN – Radni nalog

RST - Restoration

S - System

SDI – Special Detailed Inspection

SQL – Structured Query Language

SUBP – Sustav Upravljanja Bazama Podataka

SVC – Servicing

UOM – Unit of Measure

VCK – Visual Check

WEB – Website

SAŽETAK

Tema ovog diplomskog rada su računalni sustavi koji se koriste u održavanju zrakoplova. Konkretno, prikazan je rad u *Infor EAM* sustavu u kojemu je generiran sustav za praćenje održavanja zrakoplova flote *Dash 8 Q400* zrakoplovnog prijevoznika *Croatia Airlines*. Prikupljeni su podaci preventivnog i korektivnog održavanja, podaci o ljudstvu koje izvodi radove održavanja, materijalima, dijelovima, intervalima održavanja te priručnicima.

Računalni sustavi osnova su uspješnog upravljanja proizvodnim pogonom, održavanjem, prodajom, školovanjem, itd. Oni su alat za dobivanje uvida u glavne značajke poslovanja. Pravilna primjena garantira uspjeh, uštedu i kvalitetu u obavljanju poslova. Iz tih razloga, potražnja za njima u svijetu neprestano raste, a sve je više pokazatelja koji potvrđuju njihovu važnost.

Podaci su korišteni u svrhu projektiranja sustava koji sadrži objekte održavanja, modul unosa i obrade radnih naloga, modul izvještaja i modul praćenja učinkovitosti održavanja. Ukratko, sve što je u sustavu generirano potrebno je jednoj zrakoplovnoj kompaniji kao što je *Croatia Airlines* da bi se održao potreban stupanj sigurnosti plovidbe.

Cilj ovog diplomskog rada je prikazati korištenje *Infor EAM* sustava, njegove specifičnosti i razlike u odnosu na sustav koji se trenutno koristi u *Croatia Airlines*. Pomoću stvarnih i proizvoljno odabranih podataka, prikazani su dobiveni rezultati u cilju mjerenja učinkovitosti procesa održavanja. Na temelju rezultata napravljen je zaključak te su ponuđeni prijedlozi na istraživačka pitanja koja se postavljaju u radu.

Ključne riječi: računalni sustavi, CMMS, održavanje, zrakoplovi, pokazatelji učinkovitosti

SUMMARY

This master's thesis is about information systems used in aircraft maintenance. It demonstrates an *Infor EAM* system for maintenance control of *Dash 8 Q400* aircraft of *Croatia Airlines*. The system gathers preventive and corrective maintenance information, information about employees who perform the maintenance tasks, materials used, parts, maintenance intervals and operation manuals.

Information systems are the foundations of successful production line management, maintenance, sales, education and other managements. An increasing demand for information systems worldwide indicates their importance, because proper use of information systems leads to success, savings and improved quality in performance.

This information is used with the objective to design a system containing maintenance objects, entry modules and work sheet analysis, report modules and a module of maintenance efficiency monitoring. Basically, the generated system is what an airline company like *Croatia Airlines* needs to maintain the necessary safety level of the fleet.

The objective of this paper is to demonstrate the usage of the *Infor EAM* system, its nature and differences compared to the system currently used in *Croatia Airlines*. The results are used for maintenance efficiency management and lead to conclusions.

Key words: information systems, *CMMS*, maintenance, aircraft, key performance indicator

1. Uvod

Održavanje zrakoplova je složen proces koji obuhvaća aktivnosti održavanja, korištenje alata, ljude koji izvode aktivnosti održavanja i one koji ih nadziru ili provjeravaju. To je proces koji je propisan priručnicima i zakonskim regulativama. Obuhvaća aktivnosti uklanjanja kvarova i prevencije kvarova. Zahtjeva pomno praćenje i skladištenje dijelova, osiguravanje adekvatnog osoblja za izvođenje radova, prostora i mora biti izvedeno sukladno definiranim preporukama i savjetima proizvođača. Radovi trebaju biti izvedeni u planiranom roku zadovoljavajući sve propisane standarde u cilju održavanja kvalitete procesa održavanja.

Svi navedeni parametri koji su temelj održavanja u zrakoplovstvu trebaju biti evidentirani i analizirani u cilju određivanja učinkovitosti održavanja te optimizacije procesa održavanja. Ključni pokazatelji učinkovitosti nužni su menadžmentu za učinkovite upravljanje poslovnim sustavom. Oni su proizvod korištenja informacijskih sustava i nit vodilja za dobivanje uvida u prošle, trenutne i buduće aktivnosti održavanja. Specijaliziranih informacijskih sustava koji se koriste za održavanje zrakoplova u svijetu ima više, međutim nisu svi jednako dobri, jednostavni za uporabu i analizu. Oni su ključan alat za podršku donošenju odluka na svim razinama upravljanja održavanjem. Njihova primjena najviše dolazi do izražaja u tvrtkama gdje je proces održavanja vrlo kompleksan, a raspoloživost sredstava za rad ključna za odvijanje poslovnog procesa. Dakle, u složenim sustavima kao što su aviokompanije, upravljanje procesima održavanja je praktično nemoguće bez uvođenja specijaliziranih računalnih aplikacija *CMMS* za potporu procesima održavanja.

U nastavku diplomskog rada prikazane su značajke *CMMS*-a i primjena. Potom su predloženi kriteriji za izbor *CMMS* sustava. U cilju predlaganja planova preventivnog održavanja opisani su procesi i specifičnosti procesa održavanja zrakoplova. Prikazano je kreiranje radnih naloga preventivnog i korektivnog održavanja u *Infor EAM* sustavu te je predložena metrika za mjerenje učinkovitosti procesa održavanja. Svi navedeni parametri upotrebljeni su za projektiranje *Infor EAM* sustava s modulom izvješća i praćenja učinkovitosti održavanja.

2. Procesi i specifičnosti održavanja zrakoplova

Održavanje zrakoplova je skup aktivnosti koje se izvode na zrakoplovu s ciljem osiguranja kontinuirane plovidbenosti. Pritom je potrebno voditi računa o zalihama dijelova, istrošenim komponentama, naručenim materijalima, ljudstvu koje je kompetentno za izvođenje radova, alatima, učestalim ponavljanjima kvarova koji onemogućuju plovidbenost zrakoplova, itd. U tu svrhu koriste se informacijski sustavi koji obrađuju unesene podatke u potrebne informacije te ih prikazuju u obliku koji je prihvatljiv za uporabu. Učinkovito funkcioniranje informacijskih sustava omogućuje praćenje informacija o poslovnom procesu dok je još u tijeku pa je moguće izvesti korekcije dok proces još traje, a ne tek kad je već gotov. Održavanje uz pomoć računalnih sustava poznato je pod nazivom *CMMS (Computerized Maintenance Management System)*. Sastoji se od podataka, modula i različitih funkcija koji pomažu u planiranju, upravljanju i administrativnim funkcijama potrebnim za efikasno održavanje. U procesu održavanja zrakoplova, funkcije čine generiranje, planiranje, izrada radnih naloga i praćenje događaja. Svrha takvih računalnih sustava je da se aktivnostima preventivnog održavanja osigura plovidbenost zrakoplova i pružanje što kvalitetnije usluge. Iz *CMMS-a* razvio se *EAM (Enterprise Asset Management)*. Koristi se za planiranje preventivnog održavanja, a *Bentley University* ga koristi za upravljanje imovinom i nabavom. Prilikom implementacije sustava javljaju se neizostavni visoki troškovi u obliku novca te uloženog vremena, no s obzirom da takvi sustavi omogućuju optimizaciju procesa održavanja zrakoplova te simulaciju kvarova i aktivnosti održavanja, kasnije uštede u vremenu i novcu premašuju navedenu investiciju.

2.1. Općenito o održavanju zrakoplova

Analizirana su tri aspekta održavanja zrakoplova, a tema je sagledana iz pravne, tehničke i praktične perspektive. Prikazano je što održavanje zrakoplova znači u sustavu primjene Zračnog prava (*Air Law*) kojem održavanje zrakoplova treba biti prilagođeno, zatim što se uči na učilištima i školama na temu održavanja zrakoplova te konačno što u praksi podrazumijeva održavanje zrakoplova.

2.2. Pravni i administrativni aspekt programa održavanja zrakoplova

Program održavanja opisuje način na koji se pojedini zrakoplov održava da bi se osigurala njegova kontinuirana plovidbenost. Svaki zrakoplov mora se održavati u skladu s programom održavanja koji je odobrila nadležna zrakoplovna vlast, a on se u određenim vremenskim razmacima pregledava i prema potrebi na odgovarajući način izmjenjuje. Programom održavanja potrebno je osigurati usklađenost s:

1. Uputama za kontinuiranu plovidbenost koje su izdali nositelj certifikata, odnosno svaka druga organizacija koja objavljuje takve podatke.
2. Uputama koje je izdalo nadležno tijelo, u nedostatku uputa od nositelja certifikata ili ako su od njih različite.
3. Uputama koje su od njih različite, a koje je utvrdio vlasnik ili operator te odobrilo nadležno tijelo. Vlasnik zrakoplova je odgovoran za kontinuiranu plovidbenost te mora osigurati da se let ne provodi ako se održavanje zrakoplova ne obavlja u skladu s odobrenim programom održavanja.

2.3. Školski i teoretski aspekt održavanja zrakoplova i zrakoplovnih uređaja

Podjela programa održavanja:

I – Preventivno održavanje (Planned maintenance)

II - Izvanredno održavanje (Unscheduled maintenance)

III – Korektivno održavanje (Corrective maintenance)

I) Preventivno održavanje zrakoplova sadržava radne naloge s ciljem izvođenja aktivnosti da bi se održalo ispravno stanje zrakoplova. Radni zadaci zadani su u intervalima održavanja (sati leta, ciklusi leta, dnevni...). Programom održavanja, intervali su grupirani u provjere A, B, C, D, itd. Sadržaj planiranog održavanja sastoji se od zadataka koje je potrebno izvršiti prema specifičnom intervalu. Cilj tih zadataka je spriječiti kvar, odnosno smanjenje svojstva sigurnosti i pouzdanosti zrakoplova. Pritom se izvode aktivnosti podmazivanja, servisiranja, operativne ili vizualne provjere, funkcionalne provjere, opće vizualne provjere, detaljnog pregleda, specijalno detaljnog pregleda te obnove ili odbacivanja dijela.

II) Izvanredno održavanje zrakoplova podrazumjeva provjeru nakon tvrdog slijetanja ili slijetanja preopterećenog zrakoplova, provjeru integritetnog strujnog generatora nakon isključenja prilikom rada motora, provjeru nakon propadanja i ekstremne turbulencije tijekom leta, provjeru nakon brzine leta veće od preporučene ili nakon udara groma, provjeru nakon kontaminacije motora vulkanskim pepelom, provjeru nakon izboja pričuvnog generatora ili nakon izbacivanja generatora pogonjenog zrakom, provjeru nakon udara ptica ili neuspjelog polijetanja, provjeru nakon naglog pucanja gume, provjeru pumpe za hidrauliku nakon rada bez hidrauličkog ulja, provjeru nakon izbacivanja ili upotrebe sustava opskrbe putničke kabine kisikom u izvanrednim situacijama i provjeru nakon prevlačenja preopterećenog zrakoplova iznad stajanke.

III) Korektivno održavanje obuhvaća radove održavanja koji se obavljaju nakon što se oštećenje na komponentu ili sustavu dogodi. Podrazumijeva aktivnosti rastavljanja, uklanjanja dijelova, podmazivanje, popravak dijelova, preglede i provjere. Prema uvidu u podatke korektivnog održavanja zrakoplova, najviše kvarova nastaje na podvozju – glavnom i nosnom. Razlog tomu je trošenje guma uslijed trenja.

2.4. Tehnički i praktični aspekt održavanja zrakoplova

Tvrtke u RH koje se bave održavanjem zrakoplova mogu ispuniti zahtjeve za održavanje i popravak više tipova zrakoplova. Glavna podjela je na linijsko i bazno održavanje.

2.4.1. Linijsko održavanje

Linijsko održavanje definirano je prema *JAA TGL (Joint Aviation Authority Temporary Guidance Leaflet)*. Obuhvaća aktivnosti: detekcija i otklanjanje kvarova, zamjena komponenti, zamjena motora i propelera, redovni servisni pregledi, manji popravci i modifikacije. Pojedinačni slučajevi ograničenih radova baznog održavanja izvedivi su uz zadovoljenje uvjeta propisanih regulativom.

2.4.2. Bazno održavanje

Bazno održavanje obuhvaća aktivnosti opsežnih pregleda strukture i komponenti, a radovi se odvijaju u hangaru. Obuhvaća aktivnosti planiranog održavanja - A, B, C, L i D preglede te neplaniranog održavanja - manji popravci konstrukcije, otklanjanje kvarova, primjena i provedba modifikacija i zrakoplovnih naredbi, posebni pregledi, skladištenje, provjera nakon izbacivanja ili upotrebe sustava za opskrbu putničke kabine kisikom u izvanrednim situacijama, provjera nakon prevlačenja preopterećenog zrakoplova stajankom. [1]

2.5. Povezanost održavanja zrakoplova i informacijskih sustava

Pedesetih godina dvadesetog stoljeća u SAD-u je razvijen sustav *ATA 100* kao referentni standard za sve komercijalne zrakoplove i zrakoplovnu dokumentaciju. Na taj način je omogućena veća lakoća shvaćanja, komunikacije i razumijevanja između pilota, zrakoplovnih tehničara i inženjera. Sustav *ATA 100* objavljen je 1. lipnja 1956. godine te je bio zamijenjen modernijim sustavima *iSpec2200* 1999.g. i međunarodnim standardom *S1000D* u novom mileniju. Iako su ova dva zadnja sustava namijenjena elektronskoj razmjeni baza podataka, sustav *ATA 100* se još uvijek koristi u konvencionalnom tiskanom izdanju.

3. Informacijski sustavi

U cilju boljeg razumijevanja informacijskih sustava iz različitih perspektiva, objašnjeni su informacijski sustavi kroz strukturu, funkciju i interakciju s drugim sustavima. Informacijski sustav (IS) u strogoj definiciji je sustav koji prikuplja, pohranjuje, čuva, obrađuje, i isporučuje potrebne informacije na način da su dostupne svim članovima neke organizacije koji se njima žele koristiti te imaju odgovarajuću autorizaciju. Složenija definicija glasi da je informacijski sustav dio poslovnog sustava koji daje podatkovnu sliku procesa iz realnog sustava. To vrši modelom podataka, modelom procesa i modelom izvršitelja. Informacijski sustavi obrađuju podatke u informacije i prikazuju ih u nama prihvatljivom obliku za uporabu. Učinkovito funkcioniranje informacijskih sustava omogućuje praćenje informacija o poslovnom procesu dok traje pa je moguće intervenirati korekcijama prije dovršetka procesa.

U novije doba informatički sustav temeljem informatičkih obrada podataka izlučuje informacije korisne za donošenje odluka, stoga ne daje samo podatkovni prikaz realnog sustava nego i potporu u odlučivanju. Informacijski sustav sastoji se od: ljudstva, opreme, tehnologije i postupaka koji omogućuju prikupljanje, pohranu, analizu, obradu i distribuciju podataka korisnicima. U zrakoplovstvu, kad se govori o informatičkim sustavima, najčešće se podrazumijevaju oni utemeljeni na suvremenim računalima.

Informacijski sustavi nisu usmjereni na određeni problem nego stalno prate promjene u okruženju pa se poslovanje prilagođava i reagira u odnosu na promjene na tržištu. Primjer toga je proizvođač automobila *Toyota* koji svoju proizvodnju temelji na principu „*just in time*“. Bavi se proizvodnjom automobila održavajući vrlo male zalihe, tj. kupnja i isporuka materijala i dijelova od strane dobavljača obavlja se točno u onom trenutku kad su im potrebni za rad.

3.1. Informacija

Informacija donosi novu vrijednost koja se može materijalizirati. Neopipljiva je, ne može se potrošiti ili smanjiti, ali može zastarjeti i izgubiti na vrijednosti. Potiče komunikaciju i može se višekratno upotrijebiti. Stare informacije koriste se za analizu poslovanja, a nove informacije za donošenje budućih odluka. Na nižoj razini odlučivanja akumulirana je veća

količina informacija, dok se prelaskom na višu razinu informacije sintetiziraju. U tu svrhu koristi se informacijska tehnologija koja je neizbježno sredstvo u poslovanju i odlučivanju.

Organizacija koja poslovanje temelji na informacijskoj tehnologiji je informacijska organizacija. U njoj je tok informacija kružan i sastoji se od manje upravljačkih razina. To joj omogućuje veću djelotvornost poslovanja, čemu doprinosi smanjen broj djelatnika koji koordiniraju, a više je onih koji stvaraju nove vrijednosti. Organizacijska struktura takve organizacije je raznovrsnija u odnosu na druge. Bavi se optimizacijom proizvodnje i usmjerena je ka inovacijama. Ulaganja u *IT* su oko 5% od ukupnih prihoda kompanije i stalno rastu (3-9%). Učinkovito funkcioniranje informacijskih sustava omogućuje praćenje informacija o poslovnom procesu dok je još u tijeku. Također, moguće je izvesti korekcije dok proces još traje, a ne tek kad je već gotov. Time se omogućuje postizanje prednosti pred konkurencijom.

3.2. Informacijska tehnologija (*IT*) i poslovanje

Informacijska tehnologija daje doprinos reinženjeringu, globalizaciji i organizacijskim promjenama. Povezuje organizacijske resurse i smanjuje troškove poslovanja. Ukida nepotrebne razine menadžmenta, što dovodi do autonomije odlučivanja zaposlenih. *IT* skraćuje vrijeme razvoja proizvoda ili usluga, unapređuje njihovu kvalitetu te stvara konkurentnost na tržištu. Kao primjer uzima se *Otis Brothers & Co.*- svjetska kompanija za proizvodnju dizala i uslugu održavanja. Njihove usluge održavanja oslanjaju se na preventivnu kontrolu praćenjem rada uređaja pomoću senzora. Prikupljene informacije se putem mobilnog uređaja pohranjuju na centralno računalo kojim upravlja dijagnostički ekspertni sustav. Ono upozorava i signalizira mehaničarima potrebu za održavanjem. Primjenom informacijske tehnologije snizili su troškove održavanja i poboljšali kvalitetu usluga. [2]

3.3. Računalni sustav za obradu informacija

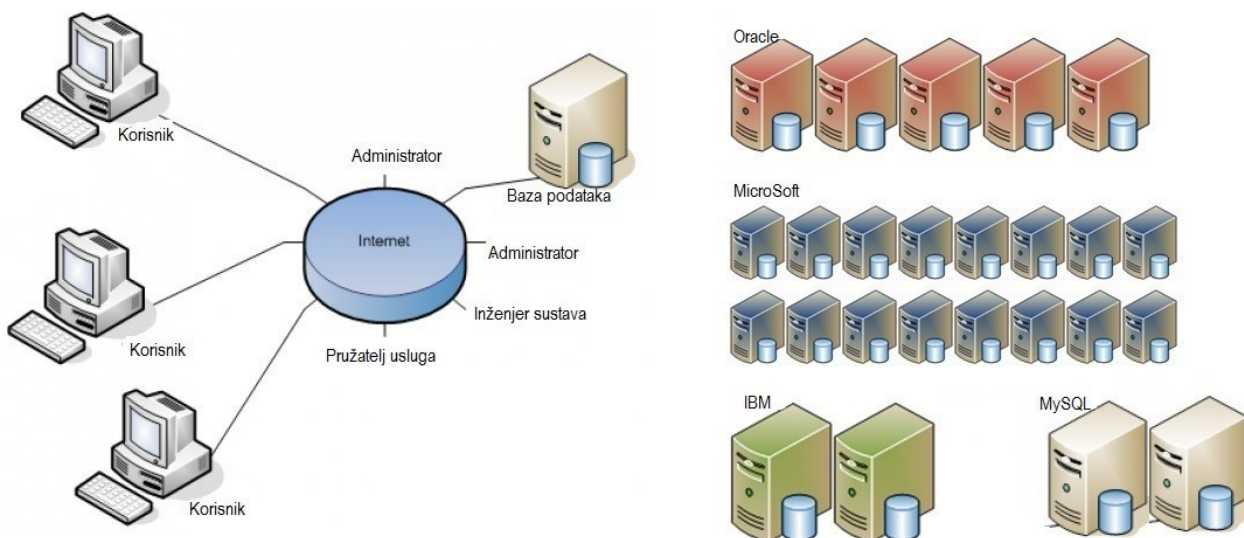
Računalni sustav je informatički sustav koji koristi računalnu tehnologiju (*Computer technology*) za provođenje određenih zadataka. Temeljni dijelovi takvog sustava su:

1. Oprema (*hardware*) – zaslon, kućište, matična ploča, procesor, integrirani sklopovi, radna memorija, disk pohrane podataka, radna stanica, tipkovnica, pisač, bežični ili žični uređaji spajanja, memorijske kartice, optički diskovi i uređaji, mobitel (pametni telefon), itd.
2. Programi (*software*) – informatički sustavi koji upravljaju opremom te joj omogućavaju obradu, čuvanje i prikaz podataka, a uglavnom su sačuvani na memorijskim medijima ili modulima; ima ih manjih poput aplikacija do složenih poput operativnih sustava.
3. Ljudstvo (*lifeware*) - ljudska komponenta koju čine kadrovi, odnosno ekipe stručnjaka, analitičara ili programera te svi ljudi koji u bilo kojoj funkciji i s bilo kakvom namjerom sudjeluju u radu sustava i koriste rezultate obrade podataka odnosno informacija.
4. Mreže (*netware*) – mješoviti spoj ljudstva i tehnike koji omogućuje komuniciranje unutar mreže te povezuje dijelove sustava u cjelinu; sastoji se od mrežnih uređaja, sredstva prijenosa podataka na daljinu i veze u sustavu koji nisu neposredni dijelovi računala.
5. Podaci (*dataware*) – uključuje širok pojam od velikih baza podataka složenih informatičkih sustava do najmanjih skupina podataka na osobnom računalu, a slažu se u spise (*files*), omote (*folders*), tablice (*tables*), baze (*databases*) i platforme (*embedded databases*). Budući da su baze podataka ključan element informatičkih sustava, pojasnit će se njihova uloga kroz nastanak i razvoj pa sve do današnjih dana.

3.4. Baze podataka (*databases*) i sustavi za upravljanje bazama podataka (*Relational Database Management Systems*)

Baze podataka su zbirke podataka organizirane u razumnoj cjelinu. Sustavi za upravljanje bazama podataka su programske računalne podrške u kojima se ugrađuju i obrađuju baze podataka. Baza podataka dakle može biti jednostavna poput jednog računala pa sve do velikih računalnih poslužiteljskih središta spojenih u mrežu kojima se može pristupiti putem mreže. Mrežu osigurava pružatelj mrežnih usluga (*Internet provider*) kojom upravljaju administratori te koju uređuje inženjer sustava. Veliki poslužitelji su više računala spojenih u jednu cjelinu, odnosno jedan veći sustav umreženih računala. [3]

Slika 1. prikazuje tipičan primjer baze podataka kojoj pristupaju korisnici putem mreže te računala spojena u cjelinu, odnosno sustav baza podataka.



Slika 1. Primjer povezivanja na sustav baze podataka [3]

Prema ispitivanju istraživačke kuće *Gartner* glede omjera tehnologija, *Oracle Database* je vodeći jer oko 70% baza podataka koristi dotičnu tehnologiju, zatim *MicroSoft SQL Server* s oko 65%, *MySQL* s oko 50% te *IBM DB2* s oko 40% njihovih tehnologija. Treba napomenuti da je *MySQL* vodeća baza otvorenog izvora (*open source*) pa se njime koriste mnoge znanstvene i državne institucije. Ukoliko bi se razmatralo prema operativnom sustavu, više od 90% super-računala i baza podataka upravlja se *Linuxom*, a to daje prednost *MySQL*.

3.5. Operacijski sustavi

Operacijski sustav (*Operating System*) ili skraćeno *OS*, je program koji upravlja računalnim komponentama i bazama podataka nekog informacijskog sustava. Na *Slici 2.* dan je pregled upravljanja operacijskog sustava svim komponentama i posredovanja među njima.



Slika 2. Upravljanje komponentama pomoću operacijskog sustava [4]

U području super-računala i upravljanju bazama podataka, *Linux* je najzastupljeniji operacijski sustav. Stvorio ga je finski znanstvenik Linus Torvalds 1991. godine objavivši izvorni kod (programske naredbe) jezgre operacijskog sustava te ga ponudio svima besplatno na korištenje i razvijanje. *Linux* je, dakle, počeo kao eksperimentalni sustav koji su koristili studenti, programeri te općenito ljudi koji su se bavili radom s računalima. U tim počecima nije se koristio za šire komercijalne upotrebe. To se mijenja s nastankom *Apache Web Servera*, koji je zajedno s *Linuxom* pružio pouzdano i besplatno rješenje za rad velikog broja web stranica i baza podataka. *Linux* je na taj način u par godina istisnuo mnoge druge sustave slične *Unixu* te u velikoj mjeri i *Windows NT* sa serverskog tržišta.

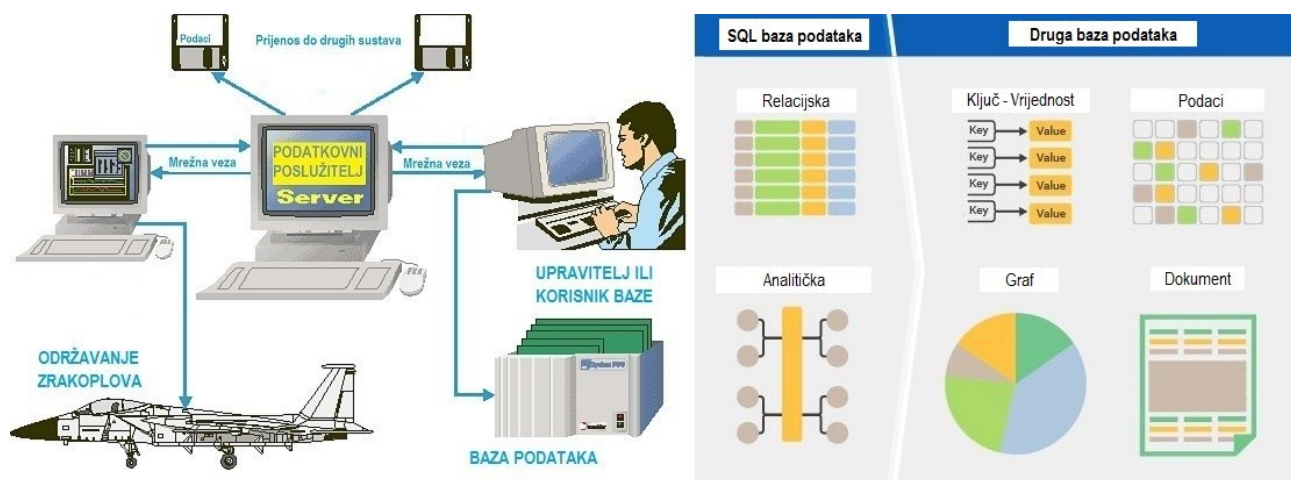
Velika prednost *Linux* operacijskih sustava je da su besplatni. To je pogotovo pogodovalo širenju sustava među znanstvenicima, državnim institucijama, vojsci, zrakoplovstvu, svemirskim organizacijama, institutima fizike te uglavnom među visokoobrazovanim ljudima. Glede sigurnosti, postoji samo neznatan broj virusa koji uopće mogu nešto raditi na *Linuxu*. Većina njih su rađeni od strane programera kao koncept samo da se vidi mogu li funkcionirati na *Linuxu*. Glede sigurnosnih propusta, više od 99% virusa, špijunskih programa ili nepoćudnih potprograma ne mogu uopće ništa raditi na *Linuxu* nego samo na *Microsoft Windows* sustavima.

3.6. Arhitektura baze podataka

Baza podataka je organizirana zbirka podataka u razumnoj cjelini. Ukoliko se radi o podatkovnom poslužitelju, onda postoji i program na tom poslužitelju koji upravlja dotičnom bazom podataka. Tad se takav informacijski sustav zove Sustav Upravljanja Bazama Podataka - *SUBP (Relational Database Management System - RDBM)* jer računalo pruža programsku podršku čuvanja, zaštite, obrade i prijenosa baza podataka. Za većinu takvih relacijskih baza podataka koristi se jezik *SQL* još od 1970. g. kad je Edgar F. Codd napisao "A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks". Kratica *SEQUEL* dolazi od *Structured English Query Language*, a skraćena je u *SQL* zato jer je riječ 'SEQUEL' bila zaštitni znak *Hawker Siddeley* zrakoplovne tvrtke. S vremenom je *SQL* postao jedan od najčešće korištenih jezika za relacijske baze podataka uz *Oracle* kojim se služe američka mornarica i *CIA*.

Relacijske baze podataka su različite od nerelacijskih baza podataka. Na primjer, u *SQL* (relacijskim) bazama su podaci posloženi po logičkim tablicama i pristup je kontroliran transakcijama, dok u nerelacijskim bazama podaci mogu biti posloženi na više načina, ali nema nikakvih transakcijskih jamstva. Drugim riječima, relacijske baze poput *MySQL* ili *Oracle* jamče konzistentnost i pouzdanost u 100% slučajeva dok kod nerelacijskih baza to ne mora biti tako. Najočiti je primjer kod financija banaka, ne smije se dogoditi da se neki novac ili podatak zagubi ili prenese na krivo mjesto. Za razliku od relacijskih baza, nerelacijske baze imaju svojstva ljepšeg dizajna ili jednostavnije uporabe, ali to si sustavi u kojima je potreba visoka konzistentnost ne mogu priuštiti. Mnogi tvrde da je vrhunska relacijska baza poput *Oracle* skupa, ali postoji i besplatna verzija relacijske baze podataka naziva *MySQL* koja ima apsolutno sve iste mogućnosti samo iziskuje znanje u upravljanju podacima.

Zrakoplovstvo iziskuje pouzdanost, točnost i preciznost kao bitne parametre sustava baza podataka, stoga je logično da su samo sustavi tipa *MySQL* i slične relacijske baze podataka jedina praktična rješenja. Na *Slici 3.* prikazan je način povezanosti informacijskog sustava u slučaju održavanja zrakoplova te razlike između relacijskih baza podataka i nerelacijskih. [4]



Slika 3. Informacijski sustav u održavanju zrakoplova te razlika između relacijskih i nerelacijskih baza podataka [4]

U nastavku diplomskog rada prikazano je dizajniranje baze podataka unutar *Infor EAM* sustava i kreiranje relacija između tablica baze, s ciljem stvaranja radnih naloga i analiziranja izvještaja te ključnih pokazatelja učinkovitosti održavanja.

4. CMMS sustavi u održavanju zrakoplova

Računalom podržani sustavi za upravljanje poslovima održavanja (*Computerized Maintenance Management System – CMMS*) u svijetu se koriste paralelno s razvojem informatike. Taj razvoj omogućio je nadogradnju, proširenje i razvoj CMMS-a pa je stvoren informacijski sustav za podršku upravljanju održavanjem fizičke imovine (*Enterprise Asset Management – EAM*). Koriste se u prehrambenoj, farmaceutskoj, automobilskoj i grafičkoj industriji, za proizvodnju, prijenos i distribuciju električne i toplinske energije te proizvodnju, preradu, transport i distribuciju nafte i plina. Primjenjuju se i u željezničkom, cestovnom, zračnom i pomorskom transportu te u komunalnim djelatnostima kao što su vodoopskrba i odvodnja, prikupljanje i odvoz otpada. [5]

4.1. Svrha korištenja CMMS-a

Informacijski sustavi koriste se radi ostvarivanja osnovnih potreba vezanih za održavanje:

- Podaci o objektima održavanja – informacije o opremi i sredstvima koje je potrebno održavati
- Podaci o skladištima i zalihama – informacije o dijelovima, zalihama i skladištima
- Podaci o zaposlenicima – informacije o zaposlenicima, njihovim vremenima rada i radnim zadacima
- Upravljanje radnim nalogima – kreiranje, praćenje, naplata i izvršavanje radnih naloga
- Preventivno održavanje – kreiranje planova vezanih za preventivno održavanje opreme i sredstava te povezivanje njihovih podataka s planiranjem preventivnog održavanja i kreiranje vremenskog rasporeda održavanja.
- Planiranje – planiranje rada kako bi se znalo tko će ga izvoditi, koji radovi će se izvoditi te koji su materijali potrebni (uputstva i ostale informacije)
- Obrada inventara – problemi, povratci, popunjenost i ostali ciklički procesi materijala i dijelova u inventaru.
- Procesiranje narudžbi – zahtjevi za narudžbe, redosljed narudžbi te primitak dijelova i materijala

Mnogi sustavi pružaju i napredne mogućnosti koje nisu nužne za osnovne potrebe održavanja, ali su itekako korisne :

- Troškovnik – omogućuje podjelu objekata i sredstava održavanja na dijelove kako bi se moglo precizno voditi troškovnik
- Kapacitet pomoću bar koda – očitavanje bar kodova omogućuje preciznije praćenje stanja objekata i sredstava te lakše identifikacije radnih naloga.
- Korištenje grafike – mogućnost unošenja radioničkih crteža, shema i drugih tipova dokumenata u *CMMS* iz nekog drugog sustava.
- Izrada izvještaja – program koji omogućava izradu različitih tipova izvještaja.
- Izmjenjivi zasloni i izvješća – mogućnost izmjene izgleda zaslona i sadržaja *CMMS* sustava i izvještaja.

U konačnici neki sustavi pružaju mogućnosti koje nisu potrebne i ne pridonose vrijednosti sustava u onolikom obujmu u kojem proizvođač sustava smatra, a uključuju :

- Ručna računala – mogućnosti pohranjivanja informacija direktno iz *CMMS* sustava u ručna računala i obrnuto
- Digitalne kamere – Kamere koje pružaju mogućnost trajne automatske pohrane slika u *CMMS* sustav i njihovog dohvaćanja u bilo kojem trenutku.

4.2. Prednosti i doprinosi *CMMS*-a

Prednosti *CMMS*-a očituju se u:

- Otkrivanju predstojećih problema prije nastanka greške koja bi mogla uzrokovati daljnje greške ili žalbe kupaca
- Postizanju višeg nivoa planiranja aktivnosti održavanja što rezultira efikasnijom upotrebom radne snage
- Upravljanju kontrolom zaliha na način da omogućava bolje predviđanje potreba za rezervnim dijelovima kako bi se eliminirali zastoji zbog nestašice i smanjile prekomjerne količine postojećih zaliha
- Održavanju optimalne izvedbe opreme koja smanjuje zastoje i produljuje životni vijek

Važno je napomenuti kako *CMMS* sustav ne donosi odluke umjesto odgovornih djelatnika, već ih opskrbljuje informacijama potrebnim za optimalno vođenje procesa.

Sustavi doprinose povećanju radne produktivnosti na 70 % do 80 % i boljoj kontroli inventara jer postoje točne i precizne informacije o dostupnosti i lokaciji inventara. Bolje je regulirana dostupnost opreme jer su aktivnosti radova unaprijed planirani pa se eliminira čekanje na dijelove, dobivanje krivih dijelova i traženje radnih procedura. Kvaliteta proizvoda je bolja, produljuje se životni vijek opreme, smanjeni su energetske troškovi, a poboljšana je kontrola okoline i praćenje podataka.

Ishod implementacije *CMMS* sustava ovisi o značajkama sustava koji se implementira, kvaliteti implementacije i o tome koliko se dobro sustav koristi.

4.3. Pregled stanja *CMMS* na tržištu

Implementacija *CMMS*-a pomaže optimiranju proizvodnih procesa tako da optimira inventar i praćenje korištenja imovine. Danas mnogi sustavi koriste jednostavne i pristupačne kontrolne ploče koje sadrže prediktivne alate za rad u stvarnom vremenu. Ti alati pružaju podatke koji omogućuju poboljšanje performansi od rutinskog održavanja i inspekcija radnih naloga pa sve do upravljanja inventarom.

Rastuća popularnost sustava baziranih na oblaku upućuje na novi trend razvijanja sustava koji je fleksibilniji i povoljniji za poduzeća svih veličina. Pohranjivanjem podataka na oblak, *CMMS* korisnici mogu biti sigurni da su im podaci zaštićeni te da će se njihov sustav moći nositi sa eksponencijalnim rastom potreba korisnika za većim kapacitetom.

Osim toga, poduzeća danas imaju smjer kretanja prema održivom poslovanju i to se primjećuje porastom „zelenih“ aplikacija i modula pružanih od strane vodećih *CMMS* pružatelja. Najnovije značajke *CMMS* sustava pružaju praćenje i analizu ključnih informacija o ispuštanju ugljičnih emisija i upravljanju imovinom kako bi se osiguralo da financijski i okolišni trag ostane malen. [6]

U *Tablici 1.* i *Tablici 2.* prikazana su i opisana *CMMS* rješenja na svjetskom tržištu.

Tablica 1: CMMS rješenja na tržištu - prvi dio [6]

AssetPoint TabWare Enterprise	Maintenance Connection CMMS Software	Infor EAM Enterprise	HippoFM Web Based CMMS Software	NetFacilities CMMS Online
				
\$\$	\$\$\$	\$\$\$\$	\$\$	\$\$\$\$
Poznatiji klijenti Universal Forest Products, ArcelorMittal, Xtreme Drilling and Coil Services, Imerys	Poznatiji klijenti AT&T, Bayer, Fastenal Company, Genentech, John Deere	Poznatiji klijenti Mohawk Fine Papers, Takeda, Bentley University, Heinz Frozen Foods	Poznatiji klijenti Blockbuster Video, Chase, Shaw Group, Starbucks, Subway	Poznatiji klijenti Westfield, L'Oreal, Union University, Best Western, Holiday Inn
Tehnoški model CMMS/EAM je dostupan kao rješenje na licu mjestu, online ili SaaS	Tehnoški model Dostupan na licu mjestu ili kao SaaS izvedba	Tehnoški model Dostupan u oblaku oblasti ili kao standardno software-sko izdanje	Tehnoški model Dostupan putem weba i ne zahtijeva nikakve hardware- ske nadogranje	Tehnoški model Dostupan putem weba i ne zahtijeva nikakve hardware- ske nadogranje
Ključne značajke -Iako upravljanje poslom uključujući korektivno i preventivno održavanje, rutinske poslove, projekte i EH&S -Lagan za naučiti i koristiti -Robustna korisniku prilagodljiva analitika za pomoć upravljanjem podacima -Mobilne mogućnosti -Neprijetna integracija u ERP, SCADA i ostala rješenja -Lako snima i sprema podatke -Pomaže u promjeni iz aktivnog u pasivno održavanje -Smanjuje troškove nabavke -Pomaže u osiguravanju skladno sa propisima	Ključne značajke -Praćenje imovine sa više mjesta -Održavanje radnih zadataka sa više mjesta -Planiranje rada sa više mjesta -Preventivno održavanje -Baza procedura Praćenje inventara -Generira narudžbe kupovine -Projektne menadžment -Upravljanje ugovorima -Računi i budžetiranje -Baza dokumenata -Editor dokumenata -Pristupne grupe -Izveštaji -Kalendar -Prilagodljiva kontrolna ploča -Dodatak za GIS integraciju -Mobilna mogućnost	Ključne značajke -Pred konfiguracija aplikacije omogućuje da se klijent logira i postane produktivan -Lagana izrada izveštaja sastavljenih od važnih podataka -KPU-i korištenjem jednostavnih kontrolnih ploča -Arhitektura bazirana na internetu omogućuje dvadeset i četverosatnu dostupnost podataka putem interneta -Mobilne aplikacije potiču radnike da rade u stvarnom vremenu -Upravljanje imovinom -Upravljanje radom -Upravljanje preventivnim održavanjem -Upravljanje materijalima -Upravljanje nabave -Upravljanje upozorenjima	Ključne značajke -CMMS baziran na web sustavu omogućuje dnevne operacije -Automatske obavjesti i upozorenja kod kvarova -Prati vremena rada zaposlenika -Pružna komunikacijsku platformu za poduzeće -Izrada planova preventivnog održavanja -Izrada radnih naloga za reaktivno održavanje -Priprema za integraciju proizvoda u poduzeće i priprema imovinskih listova -Dnevno backupiranje podataka	Ključne značajke -CMMS sustav za radne naloge, imovinu i održavanje -Praćenje radnih naloga i njihovih financijskih izdataka -Automatsko dodjeljivanje zadataka tehničarima -Pružna praćenje svih koraka u radu -Praćenje imovine i poptuni izvještaji o održavanju imovine -Može dodati dokumente imovini u bazi podataka -Generira više od 100 tipova izvještaja -Može izdati POs-ove dobavljačima Licenca daje pristup neograničenom broju korisnika

Tablica 2. CMMS rješenja na tržištu - drugi dio [6]

IFS Enterprise Asset Management	Real Asset Management CMMS	MicroMain CMMS Software	Sage Fixed Assets	eMaint X3 Maintenance Management System
				
\$\$\$\$	\$\$\$	\$\$\$	\$\$\$	\$\$
Poznatiji klijenti Colfax, Infratek, Maxwell Technologies, Nestle, NGK, SAAB	Poznatiji klijenti Commonwealth Credit Union, Tri-Con Inc., Sinclair Broadcast Group	Poznatiji klijenti Loreal, Best Buy, Hilton International, Sysco, Pitney Bowes, Inc.	Poznatiji klijenti Del Papa Distributing, Inc. Round Table Pizza, Keystone, Sunpower Inc.	Poznatiji klijenti Cintas, Johns Hopkins, Rutgers, XTO Energy, Champion Technologies
Tehnološki model Dostupan kao rješenje na licu mjesta	Tehnološki model Dostupan kao rješenje na licu mjesta, kao web rješenje ili SaaS rješenje	Tehnološki model Dostupan kao rješenje na licu mjesta ili SaaS rješenje	Tehnološki model Dostupan kao rješenje na licu mjesta	Tehnološki model Dostupan kao pretplatničko SaaS rješenje ili kao rješenje na licu mjesta
Ključne značajke -Dio Enterprise paketa koji uključuje financije, projektni menadžment, upravljanje radne snage itd. -Skladište materijala -Preventivno održavanje -Održavanje po stanju -Upravljanje mjerenjima -RCM -Upravljanje rezervnim dijelovima -Pripreme za izoliranje i prekid proizvodnje -Priprema i optimizacija postrojenja -Upravljanje dokumentacijom -Inventar i nabava -Upravljanje lancima nabave -Suradnja s dobavljačima -Upravljanje pod ugovorima	Ključne značajke -Potpuna povijest održavanja -Mobilno održavanje putem WiFi, 3g i GPRS mreža -Helpdesk i radni zahtjevi -Reaktivno održavanje -Registar imovine -Planiranje preventivnog održavanja -Integracija sa svim vodećim ERP sustavima -Standardne operacije -Redosljed radova -Dućani i kupovina -Ugovorno održavanja i SLAs -upravljanje zaposlenicima -Kontrolna ploča, izvještaji i KPI	Ključne značajke -Redosljed radova -Preventivno održavanje -Inventar dijelova -Upravljanje imovinom -Dostupni mobilni/prijenosni moduli -Izrada i praćenje naloga prev. održ. -SaaS mogućnost dostupna -Upravljanje voznim parkom -Upravljanje ugovorima -Napredni izvještaji -Zdravstvene funkcije -Upravljanje računima 1 na 1	Ključne značajke -Opsežne kalkulacije amortizacije za financijske i porezne izvještaje -Lagano upravljanje računovodstvom fiksne imovine i značajkama izvještaja -Upravljanje kapitalom i troškovnom imovinom za pogodno praćenje projekata -Više nivoa detaljnog praćenja te mnogi ugrađeni izvještaji -Upravljanje gradnjom u tijeku -Automatizirano upravljanje imovinom i ugrađene mogućnosti usklađivanja -Prilagodljivi izvještaji -Dijeljenje fiksnih podataka o imovini da drugim programima koristeći PDF, XLS, HTML, XML i drugim popuklarnim formatima -Praćenje svakog koraka životnog vijeka fiksne imovine	Ključne značajke -Preventivno održavanje -Redosljed radova i naloga -Povijest imovine i praćenje troškova -Upravljanje i kontrola inventara -Upravljanje nabavom -Izvještaji, kontrolna ploča i KPU-i -Mobilni pristup -Barkod značajke za imovinu i dijelove -Prediktivno održavanje -Upravljanje podacima diljem više lokacija -Višestruki jezici -Integracija s drugim aplikacijama -Usluga migracije podataka

Infor EAM sustav je računalni sustav za potporu procesima održavanja. Njega koristi i najveći klijent u Hrvatskoj – *Hrvatska Elektroprivreda* (HEP), za održavanje 26 hidroelektrana i 7 termoelektrana te upravljanje zaštitom na radu. Važan klijent je i *INAgip d.o.o.* koja sustav koristi za praćenje postupka vađenja nafte kod Pule.

U odnosu na druge sustave, daje mogućnost praćenja radova pomoću barkoda koji se očitava s radnog naloga u trenutku početka i nakon završetka radova. Također, pomoću *Infor EAM mobile* aplikacije šalje radniku na terenu radni nalog i upute o kvaru neovisno o dostupnosti mreže – moguć je rad u *offline* i *online* modu.

Sustav nudi i opciju "Condition Monitoring", tj. upravljanje stanjem, koju omogućuje integracija *Infor EAM* sustava i sustava za praćenje i nadzor rada opreme. Za primjer se uzima tvrtka koja se bavi održavanjem klima uređaja. Po dojavi od strane korisnika, djelatnik tvrtke u *Infor* sustav bilježi kvar i izdaje nalog za popravak. Neispravan uređaj zamjenjuje se ispravnim i odnosi se na popravak. Kad je popravljen, može se ugraditi negdje drugdje umjesto neispravnog prilikom sljedeće prijave kvara. Na taj način prate se neispravni, ali i uređaji koji su nakon popravka ponovno ispravni te ih se može ponovno koristiti.

4. 4. Kriteriji za izbor CMMS-a

Prije donošenja odluke o izboru odgovarajućeg sustava potrebno je postaviti kriterije prema kojima će se vršiti procjena sustava, a kao ključni mogu se izdvojiti:

- posjedovanje potrebne funkcionalnosti informacijskog sustava s obzirom na specifičnosti vlastite djelatnosti, odabranu strategiju održavanja te zahtjeve poslovnih procesa održavanja koje će se sustavom trebati podržati,
- mogućnost postupnog uvođenja pojedinih funkcionalnih cjelina (modula) informacijskog sustava, mogućnost njegove prilagodbe i konfiguracije te naknadne nadogradnje kroz isporuku novih verzija,
- kompatibilnost informacijskog sustava održavanja s poslovnim informacijskim sustavom i informacijsko – komunikacijskom infrastrukturom vlastite kompanije (tehnološka platforma, mogućnost međusobne integracije),
- stabilnost i pozicija proizvođača i samog proizvoda (informacijskog sustava održavanja) na tržištu,

- dostupnost lokalne korisničke podrške u primjeni sustava (kvaliteta, stručnost osoblja, garantirana vremenska raspoloživost i brzina odziva),
- iskustvo konzultanta koji će provesti implementaciju sustava, poznavanje strategija, tehnoloških procesa i problematike održavanja,
- lokalizacija sustava na vlastiti jezik (korisničko sučelje sustava, korisnička dokumentacija za rad sa sustavom) – ukoliko se radi o inozemnom rješenju,
- ugrađena funkcionalnost višejezičnosti i viševalutarnosti (ukoliko tvrtka posluje u internacionalnom okruženju),
- cijena nabave i cijena održavanja, cijena usluge implementacije.

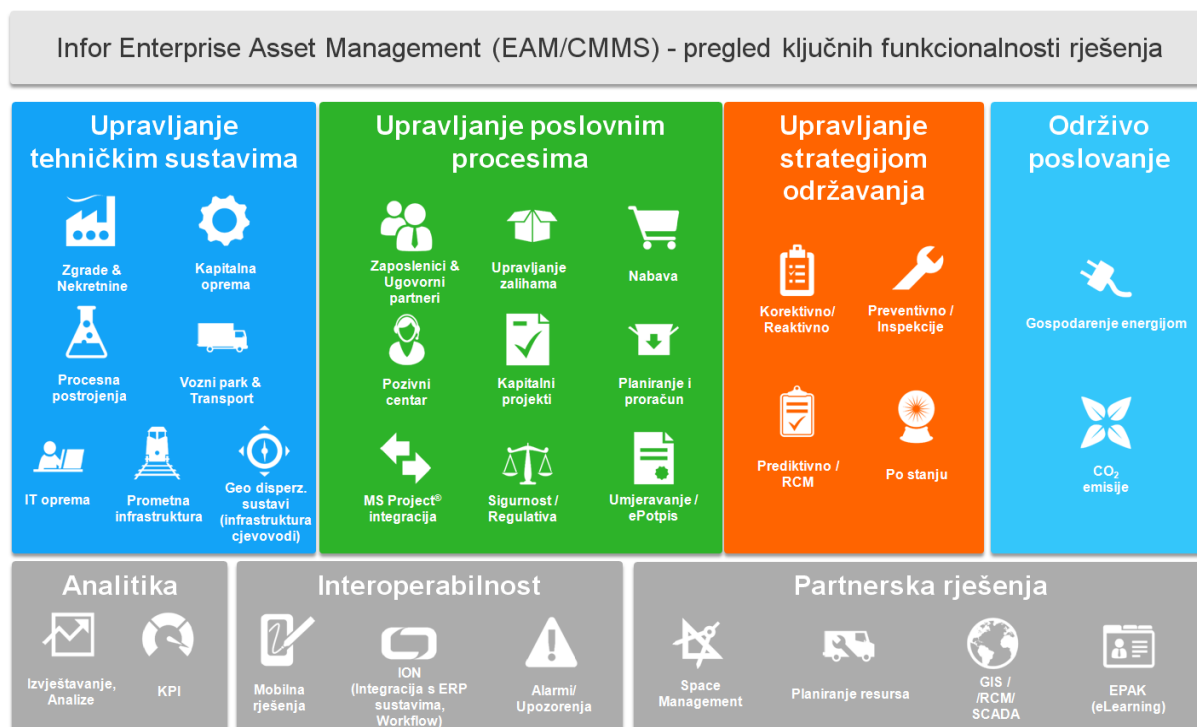
Često se dogodi da tvrtka zbog nedovoljne informiranosti, nakon što se odluči za određeni informacijski sustav upravljanja održavanjem, smatra da je samim odabirom sustava već napravila najveći dio posla, zanemarujući predstojeće aktivnosti implementacije. Implementacija informacijskog sustava je vrlo složen projekt kojem treba pristupiti temeljito kako bi se postigli očekivani rezultati i došla do izražaja puna funkcionalnost *softwarea*. Potrebno je svo osoblje iz održavanja, koje će biti krajnji korisnik sustava, uključiti u sve faze projekta, od pripreme podataka, definiranja poslovnih pravila i dijagrama tijekom poslovnih procesa, do testiranja i uvođenja informacijskog sustava u produkciju.

Uloga konzultanta angažiranog na uvođenju informacijskog sustava za održavanje je ovdje možda i presudna, jer iako se radi o uvođenju softvera, konzultant mora uz sami sustav poznavati i osnove organizacije održavanja, strategije održavanja, upravljanje zalihama i nabavu te također raspolagati dobrim komunikacijskim sposobnostima, kako bi mogao pomoći korisniku (npr. u uspostavi šifarskog sustava objekata održavanja, strukturiranju nazivlja objekata održavanja i stavki zaliha na skladištu, prijedlogu organizacije procesa održavanja i sl.). Konačno, kada se utvrde i usuglase svi navedeni elementi, konzultant treba sukladno tome prilagoditi i konfigurirati sustav tako da svaki korisnik od njega može izvući maksimum i ima pristup svim funkcijama i podacima koji su mu potrebni za svakodnevno korištenje. [7]

Za potrebe ovog diplomskog rada odabran je *Infor EAM* sustav tvrtke *Ekonerg*. To je sustav koji je nedavno implementiran na Fakultet strojarstva i brodogradnje u Zagrebu. Prilagođen je računalnoj platformi Fakulteta pa je ulazak u njega jednostavan preko fakultetske mreže, a svaka pomoć ili savjet dobiven je u vrlo kratkom vremenu.

5. Infor EAM sustav

Jedan od dostupnih informacijskih sustava održavanja na tržištu je i *Enterprise Asset Management – EAM*, američke tvrtke *Infor*. Na *Slici 4* su prikazane ključne funkcionalnosti i rješenja kojima sustav raspolaže.



Slika 4. Funkcionalnosti i rješenja Infor EAM sustava [7]

Osnovni moduli i funkcionalnosti *Infor EAM* informacijskog sustava su:

- *Asset Management* – upravljanje bazom podataka objekata održavanja, upravljanje jamstvima, mjerila parametara rada opreme, definiranje i izračun razine kritičnosti i pouzdanosti opreme,
- Upravljanje preventivnim i korektivnim održavanjem, upravljanje inspekcijama i istpitivanjima, pozivni centar, automatsko obavještanje e-mail i SMS porukama,
- Upravljanje radnim nalogima,
- Upravljanje radnom snagom (zaposlenicima),
- Upravljanje zalihama i skladišnim poslovanjem,
- Upravljanje nabavom roba, usluga i radova,

- Upravljanje proračunom (budžetom),
- Upravljanje projektima
- Izvještaji i analize, *KPI – Key Performance Indicators* [7]

Uz osnovne module i funkcionalnosti koje su integrirane u *Infor EAM*, moguće je dokupiti i koristiti sljedeće specifične module:

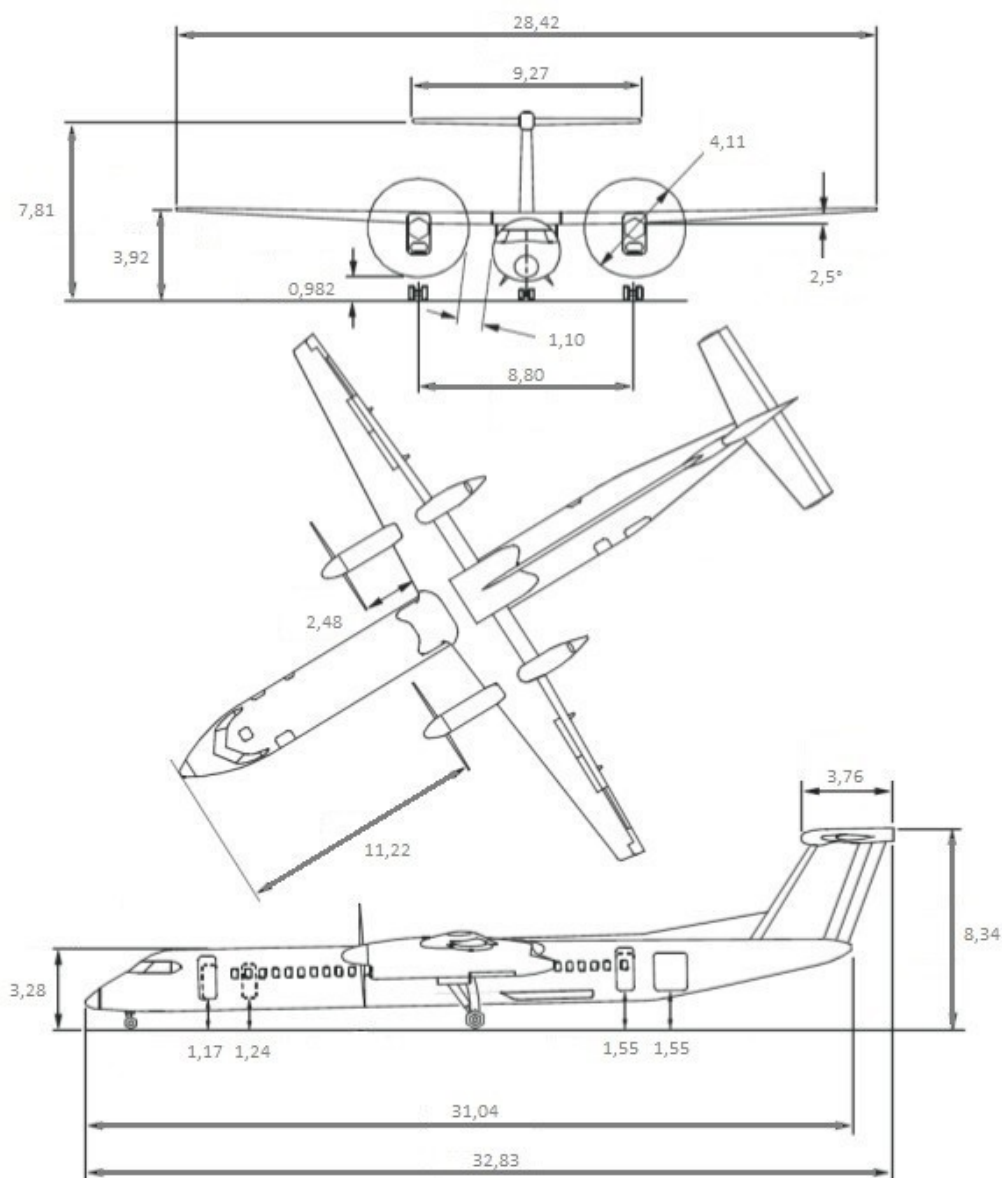
- Planiranje pouzdanosti i analize, *RCM modul Optimizer+*,
- *Energy Performance Management* – verzija s ugrađenim funkcionalnostima energetskog menadžmenta kao jedne od ključnih komponenata gospodarenja fizičkom imovinom,
- *Mobile* – Korištenje na mobilnim uređajima (pametni telefoni, tablet računala), barkod
- Kalibracija – modul za kompletnu podršku umjeravanju uređaja i mjerila,
- Integracija s *GIS* (geoinformacijskim) sustavima za geografski disperzirane objekte i opremu,
- Interaktivne sheme, interakcija s *CAD* rješenjima

Informacijskom sustavu se pristupa putem *WEB* preglednika (*IE, Firefox, Chrome*) čime se omogućava jednostavan pristup sa svih računala unutar domene tvrtke, potrebno je samo imati korisnički račun.

Rad u informacijskom sustavu prikazan je u nastavku diplomskog rada.

5.1. Opis objekta održavanja

Glavni objekt održavanja koji se prati u *Infor EAM* sustavu je zrakoplov iz flote *Dash 8 Q400* registarske oznake *9A-CQF*. To je zrakoplov proizvođača *de Havilland Canada Bombardier Aerospace*. Pogone ga dva turboprop motora. Ima trup duljine promjera 2,69 m i duljine 32,83 m u kojemu se nalazi kabina duljine 18,8 m. Raspon krila je 28,42 m, a površine 63,1 m².



Slika 5: Tehničke specifikacije zrakoplova iz flote Dash 8 Q400 [8]

Najveća dozvoljena masa pri polijetanju je 29260 kg, za koju je potrebno 1402 m poletne staze. Ima domet od 2522 km, a najveća visina pri kojoj leti je 8230 m. [9]

U nastavku su opisane podjele zrakoplova po ATA i zonama, u cilju razlaganja objekta na manje objekte - komponente i sustave.

Objekti održavanja zrakoplova su sustavi i komponente zrakoplova koje je potrebno unijeti u *InforEAM* sustav kako bi se za njih mogle izvršiti potrebne aktivnosti održavanja. Da bi se dobio popis tih komponenata i sustava, zrakoplov iz flote *Dash 8 Q400* registrarske oznake *9A-CQF* je podijeljen na *ATA100* (*Air Transport Association of America – ATA*) prema uputama u priručniku *MPD* (*Maintenance Planning Document – MPD*) [17]. *ATA100* označava podjelu sustava i komponenata zrakoplova na 100 cjelina [10]. Podjela pridonosi boljoj preglednosti dijelova zrakoplova, a služi i u informacijskim sustavima kao što je *Infor EAM* da bi se na temelju analiza moglo zaključiti koja cjelina zrakoplova ima povećanu učestalost pojavljivanja kvara te koliko se na mjesečnom ili godišnjoj razini novaca potroši na otklanjanje nastalih kvarova. *Slika 6.* predstavlja primjer podjele zrakoplova po *ATA100*.



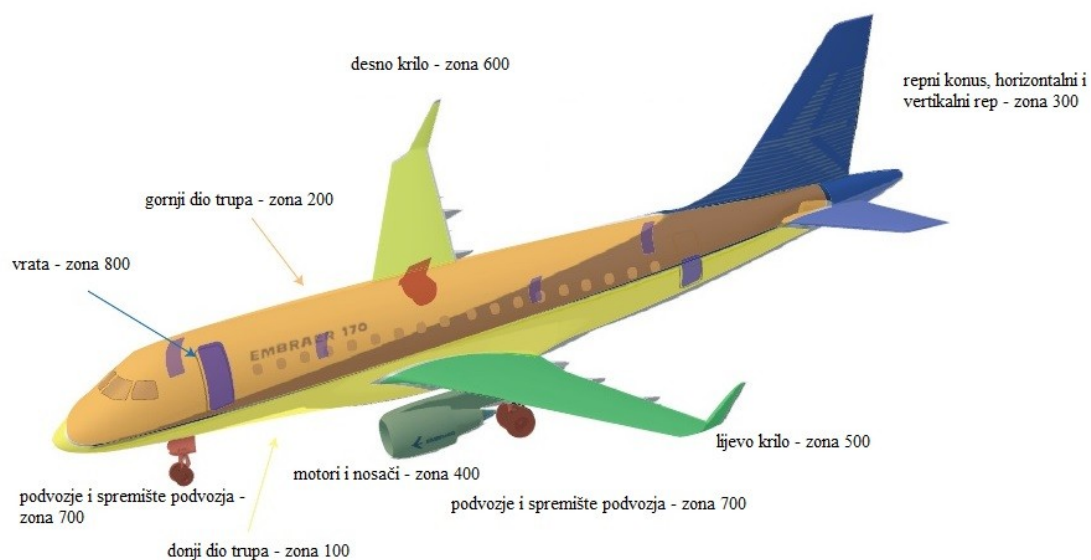
Slika 6. Podjela zrakoplova po ATA-ma [11]

Osim podjele zrakoplova po *ATA 100*, izvršena je i podjela zrakoplova po zonama. Zone predstavljaju brojni zapis lokacije na zrakoplovu radi specifikacije pristupa komponenti ili sustav

tijekom procesa održavanja. Npr., mlaznice goriva i cjevovod goriva nalaze se u lijevom i desnom

motoru. Prema tome, mlaznica i cjevovod goriva lijevog motora nalaze se u zoni 412, mlaznice i cjevovod goriva desnog motora nalaze se u zoni 422. [11]

Primjer podjele zrakoplova po zonama prikazan je na *Slici 7*.



Slika 7. Podjela zrakoplova po zonama [12]

Prema MPD-u je napravljena podjela zrakoplova po ATA 100. Djelomično je prikazana na Slici 8, a ostatak je u Prilogu I.

NADREDJENI	ŠIFRA	RAZINA	ASSET/SUSTA	RAZINA 1	RAZINA 2	RAZINA 3	RAZINA 4
	10004	1	A	Dash Q400 9A – CQB			
	10005	1	A	Dash Q400 9A – CQC			
	10006	1	A	Dash Q400 9A – CQD			
	10007	1	A	Dash Q400 9A – CQE			
	10008	1	A	Dash Q400 9A – CQF			
10008	10009	2	S	ATA05 - Time Limits/Maintenance Checks			
10009	10010	3	A	Electronic Flight Instrument System			
10010	10011	4	A				Control Panel Connector
10009	10012	3	A	Attitude Heading Reference System			
10012	10013	4	A				Connectors
10008	10014	2	S	ATA21 - Air Conditioning			
10014	10015	3	A	Air Conditioning Pack			
10015	10016	4	A				Vibration Isolators
10014	10017	3	S	Flow Control System			
10017	10018	4	A				Shut-off Valve

Slika 8. Podjela zrakoplova prema ATA100

Podjela je napravljena u programu *Microsoft Office Excel*. Na početku se nalazi popis registarskih oznaka svih zrakoplova flote Dash 8 Q400 (9A-CQA, 9A-CQB, 9A-CQC, 9A-CQD, 9A-CQE, 9A-CQF). Predstavljaju prvu razinu podjele flote zrakoplova. Iznad njih se nalazi popis drugih zrakoplova koji se koriste za usluge zračnog prijevoza u *Croatia Airlines*. Umjesto navedenih *Airbus A320-200* i *Airbus A319-100*, to mogu biti neki drugi zrakoplovi ili više njih. Važno je napomenuti da su navedeni zrakoplovi samo upisani u sustav kao pokretnine koje se koriste u zrakoplovnom prijevozu, ali samo je za zrakoplov s registarskom oznakom 9A-CQF detaljno raspisan u sustavu s ciljem izdavanja radnih naloga preventivnog i korektivnog održavanja te dobivanja detaljnih izvještaja i ključnih pokazatelja uspješnosti. Dakle, zrakoplov sa šifrom 10008 je detaljno raspisan po ATA 100, tj. prema drugoj razini podjele. Prva navedena je ATA05 zapisana pod šifrom 10009. Predstavlja provjere koje je potrebno napraviti na sustavu za instrumentalno letenje i referentni sustav stava letjelice. Navedeni sustavi pripadaju trećoj razini podjeli letjelice. Četvrtoj razini pripadaju priključak upravljačke ploče i drugi priključci. Kao što se vidi na Slici 8., ATA-ma je dodijeljeno „S“, što predstavlja sustav (*System – S*), a trećoj i četvrtoj razini podjele dodijeljeni su „A“ (*Asset – A*), što predstavlja opremu, odnosno stvaran objekt koji se održava.

Sljedeća je *ATA 21* koja čini podjelu druge razine te predstavlja sustav za klimatizaciju pa ima dodijeljeno „S“, a sastoji se od uređaja za klimatizaciju (podjela treće razine), kojemu je dodijeljen „A“ jer se zasebno kao cjelina može održavati, i sustava za kontrolu toka rashladne tekućine (podjela treće razine) kojemu je dodijeljen „S“. Treća razina je podijeljena na četvrtu razinu, tj. na izolatore vibracija i zatvorni ventil.

Slijedi *ATA22, ATA23, ATA24, ATA25, ATA26, ATA27, ATA28, ATA29, ATA30, ATA31, ATA32, ATA33, ATA34, ATA35, ATA36, ATA38, ATA49, ATA52, ATA61, ATA71, ATA72, ATA73, ATA74, ATA75, ATA77, ATA78* i *ATA79*.

Kompleksno je raspisana *ATA 27* koja predstavlja kontrole leta. S obzirom da oba krila (lijevo i desno) sadrže upravljačke površine za kontrolu leta, potrebne su im kontrole za upravljanje. Prema tome, kontrole leta lijevog krila čine sustav „S“ koji je upisan pod šifrom 10051, a pripada zrakoplovu *9A-CQF* koji je na njemu nadređenoj razini upisan pod šifrom 10008. Kontrole leta lijevog krila (treća razina podjele) sastoji se od krilca i njegovog trimera, kormila smjera i trimera, kormila dubine i trimera, zakrilaca te kočnica, uređaja za otpor i promjenjive aerodinamičke oplatae.

10008	10050	2	S	ATA27 - Flight Controls		
10008	10051	3	S	Left Wing Flight Controls		
10050; 10051	10052	4	A		Aileron & Tab	
10052	10053	5	A			Aileron Control
10050; 10051	10054	4	A		Rudder & Tab	
10054	10055	5	A			Rudder Control
10050; 10051	10056	4	A		Elevator & Tab	
10056	10057	5	A			Elevator Control
10050; 10051	10058	4	A		Flaps	
10058	10059	5	A			Flap Actuator Ballscrews
10050; 10051	10060	4	A		Spoiler, Drag Devices and Variable Aerodynamic Fairings	
10060	10061	5	A			Spoiler Cable Disconnect Sensor
10008	10062	3	S	Right Wing Flight Controls		
10050; 10062	10063	4	A		Aileron & Tab	
10063	10064	5	A			Aileron Control
10050; 10062	10065	4	A		Rudder & Tab	
10065	10066	5	A			Rudder Control
10050; 10062	10067	4	A		Elevator & Tab	
10067	10068	5	A			Elevator Control
10050; 10062	10069	4	A		Flaps	
10069	10070	5	A			Flap Actuator Ballscrews
10050; 10062	10071	4	A		Spoiler, Drag Devices and Variable Aerodynamic Fairings	
10071	10072	5	A			Spoiler Cable Disconnect Sensor

Slika 9. Pregled ATA 27

Na *Slici 9.* prikazana je i peta razina podjele koja je dodijeljena kontroli krilaca, kontroli kormila pravca, kontroli kormila visine, kugličnom vretenu aktuatora zakrilca i senzoru za isključivanje kočnica. S obzirom da je svaka od ovih komponenata pete razine dio zrakoplova koji se zasebno održava, dodijeljeno im je „A“.

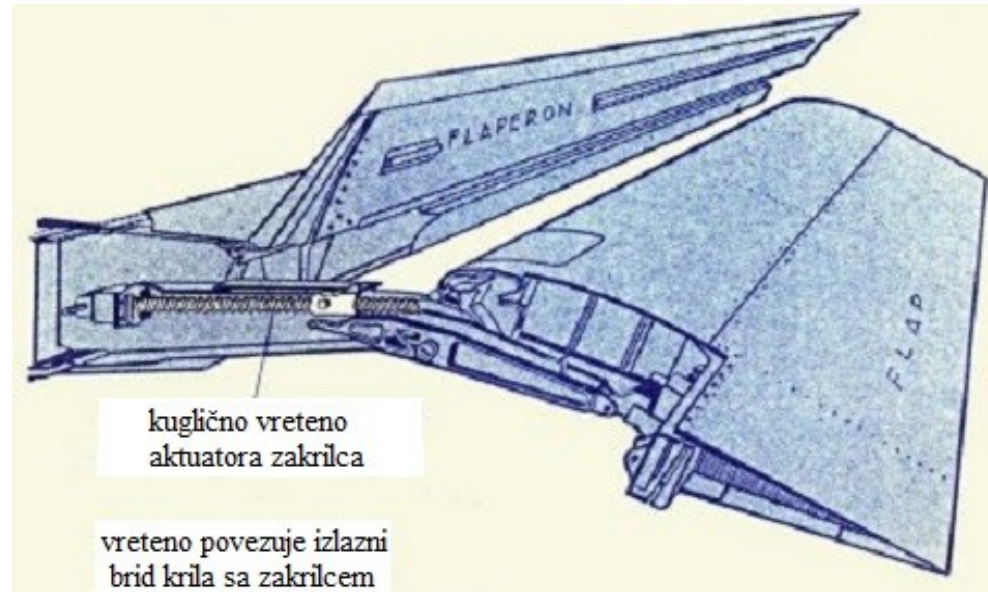
Logično je da radi upravljivog i stabilnog leta zrakoplov na desnom krilu mora imati sustave i komponente koje ima na lijevom krilu pa su zbog toga sustavu kontrole leta desnog krila dodijeljene jednake komponente četvrte i pete razine, ali su im šifre drugačije. Kuglično vreteno aktuatora zakrilca prikazano je na *Slici 10.*



Slika 10. Vreteno aktuatora zakrilaca s kugličnim ležajevima[13]

Koriste se za potrebe preciznog upravljanja zakrilcima, kao što je prikazano *Slikom 11.*

To je mehanički linearni aktuator koji rotacijsko gibanje pretvara u linearno. Navoj omogućuje kugličnim ležajevima da se gibaju helikoidnom putanjom te na taj način omogućuju podnošenje visokog opterećenja uz minimalnu disipaciju energije (trenje).



Slika 11. Položaj kugličnog vretena aktuatora zakrilca na krilu [13]

Najkompleksnije je raspisana ATA32 koja predstavlja podvozje. Prikazana je na *Slici 12*.

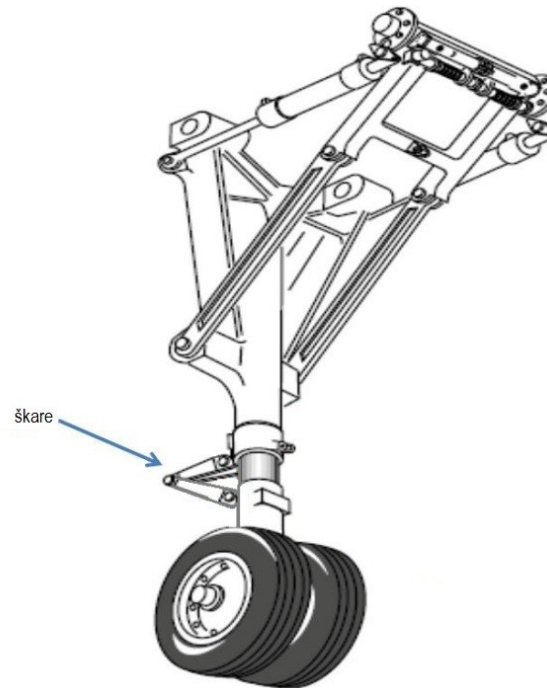
NADREDJE	ŠIFRA	RAZI	ASSET/SUST	RAZINA 1	RAZINA 2	RAZINA 3	RAZINA 4	RAZINA 5
10008	10097	2	S		ATA32 - Landing Gear			
10097	10098	3	S			Main Landing Gear (Left)		
10098	10099	4	A				Main Landing Gear Torque Link (Left)	
10098	10100	4	A				Main Landing Gear Door Hinges and Linkages (Left)	
10098	10205	4	A				Main Landing Gear Wheel No1	
10098	10101	4	A				Main Landing Gear Tire No1	
10098	10206	4	A				Main Landing Gear Wheel No2	
10098	10102	4	A				Main Landing Gear Tire No2	
10097	10103	3	S			Main Landing Gear (Right)		
10103	10104	4	A				Main Landing Gear Torque Link (Right)	
10103	10105	4	A				Main Landing Gear Door Hinges and Linkages (Right)	
10103	10106	4	A				Main Landing Gear Wheel No3	
10103	10107	4	A				Main Landing Gear Tire No3	
10103	10207	4	A				Main Landing Gear Wheel No4	
10103	10208	4	A				Main Landing Gear Tire No4	
10097	10108	3	S			Nose Landing Gear		
10108	10109	4	A				Nose Landing Gear Shock Strut	
10108	10110	4	A				Nose Landing Gear Door Hinges and Linkages	
10108	10111	4	A				Nose Landing Gear Wheel Assembly No1 (Left)	
10111	10112	5	A					Nose Landing Gear Wheel No1
10111	10113	5	A					Nose Landing Gear Tire No1
10108	10114	4	A					Nose Landing Gear Wheel Assembly No2 (Right)
10114	10115	5	A					Nose Landing Gear Wheel No2
10114	10116	5	A					Nose Landing Gear Tire No2
10097	10117	3	S			Landing Gear Alternate Extension System		
10117	10118	4	A					Alternate Extension Door Lock Release Cable
10097	10119	3	A			Brakes		
10119	10120	4	A					Normal Brake Cables
10097	10121	3	A			Nosewheel Steering Gearbox		
10097	10122	3	A			Proximity Sensor System		

Slika 12. Objekti i sustavi održavanja za ATA32

Dodijeljena joj je šifra 10097, a podređena je objektu održavanja zrakoplovu 9A-CQF koji je upisan pod šifrom 10008. Predstavlja podjelu zrakoplova na drugoj razini te čini sustav koji se sastoji od lijevog i desnog glavnog podvozja, nosnog podvozja, sustava za izvlačenje podvozja, kočnica, mjenjačke kutije za upravljanje nosnim podvozjem i sustava za procjenu blizine zemlje.

Lijevo glavno podvozje je sustav („S“) upisan pod šifrom 10098 kojemu je nadređena ATA32 pod šifrom 10097. Sastoji se od škara, okova vrata od spremišta glavnog lijevog podvozja, lijevog kotača i gume te desnog kotača i gume.

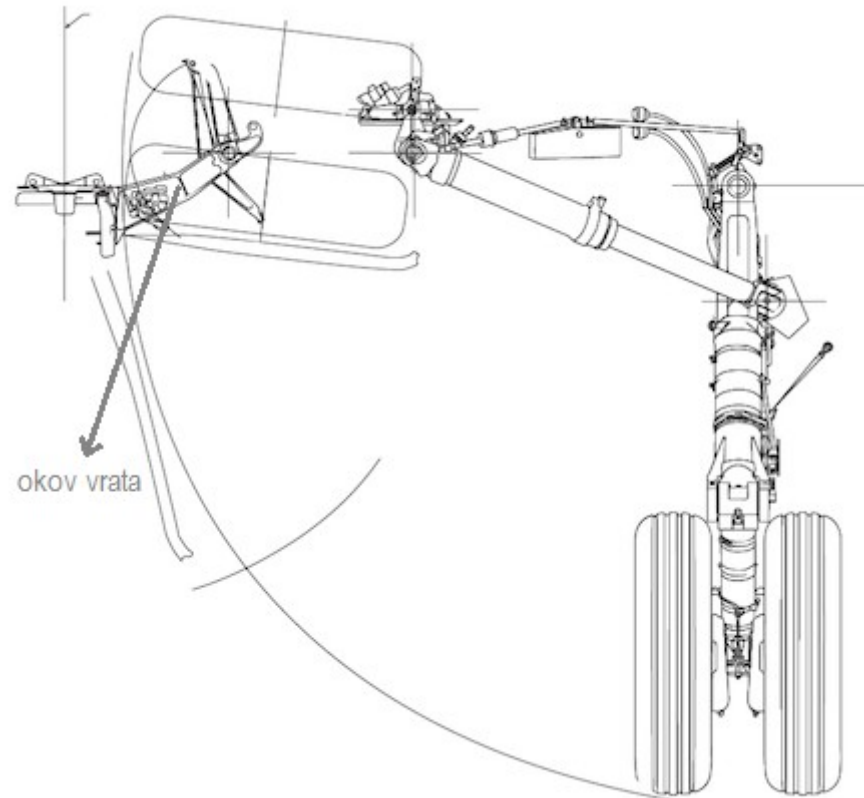
Škare su prikazane na *Slici 13.*, a okov vrata na *Slici 14.*



Slika 13. Škare podvozja [13]

Škare imaju značajnu ulogu u povezivanju gornje upornice podvozja s donjim cilindrom. S obzirom da cilindar može slobodno rotirati u upornici, a za zrakoplov je važno da se kreće ravnom linijom, škare su element koji čvrsto drži kotač da ne rotira nekontrolirano.

Spremište podvozja zatvoreno je vratima dok je zrakoplov u letu, a otvoreno dok je zrakoplov na tlu. Vrata su spojena okovima za trup zrakoplova.



Slika 14. Okov vrata zrakoplova

Navedeni dijelovi su komponente koje se zasebno održavaju pa im je dodijeljena oznaka „A“. Na isti način raspisani su dijelovi desnog glavnog podvozja, ali su im dodijeljene druge šifre. Ovdje zasigurno nisu raspisani svi dijelovi koji na zrakoplovu postoje, nego su raspisane do razine koja je potrebna za generiranje radnih naloga i izvještaja.

Nosno podvozje sastoji se od upornice, okova vrata od spremišta nosnog podvozja i sklopa kotača nosnog podvozja. S obzirom da nosno podvozje ima dva kotača, postoje i dva sklopa – za lijevi i desni kotač.

Prema tome, sklop se može održavati kao jedna cjelina pa mu je dodijeljen „A“, a mogu se održavati i njegove komponente (lijevi kotač i guma lijevog kotača te desni kotač i guma desnog kotača). Oni čine petu razinu podjele objekata održavanja.

Zatim, sustav za izvlačenje podvozja na trećoj razini predstavlja sustav koji se, međuostalim, sastoji od kabela za otvaranje zaključanih vrata spremišta podvozja. Zadnja navedena tri sustava su kočnice koje se sastoje od kablova, mjenjačka kutija za upravljanje nosnim kotačem i sustav za procjenu blizine zemlje. Prikazuje ih *Slika 12*.

Aktivnosti održavanja mogu biti korektivne i preventivne. Korektivne se izvode nakon što se kvar dogodi, a preventivne se planiraju i izvode se s ciljem sprečavanja nastanka kvara ili havarije. U skladu s time, aktivnosti održavanja mogu biti opća vizualna inspekcija (*General Visual Inspection – GVI*), detaljna inspekcija (*Detailed Inspection – DET*), detaljna vizualna inspekcija (*Special Visual Inspection – SDI*), vizualna provjera (*Visual Check – VCK*), funkcionalna provjera (*Functional Check – FNC*), operacijska provjera (*Operational Check – OPC*), podmazivanje (*Lubrication – LUB*), servisiranje (*Servicing – SVC*), restauracija (*Restoration – RST*) i otpis (*Discard – DIS*).

Tablica 3. Aktivnosti održavanja zrakoplova

AKTIVNOSTI ODRŽAVANJA
GVI – General Visual Inspection
DET – Detailed Inspection
DVI – Detailed Visual Inspection
SDI – Special Detailed Inspection
VCK – Visual Check
FNC – Functional Check
OPC – Operational Check
LUB – Lubrication
SVC – Servicing
RST – Restoration
DIS – Discard

Opća vizualna inspekcija predstavlja vizualnu provjeru interijera i eksterijera zrakoplova, instalacija ili sklopova u cilju detekcije oštećenja, grešaka ili nepravilnosti. Nekad je potrebno koristiti ogledalo da bi se moglo dobiti uvid u sve površine koje treba pregledati. Za taj pregled nužno je osvjetljenje (dnevno svjetlo ili osvjetljenje u hangaru) i ljestve ili platforma za pristup vratima, panelima, motorima, upravljačkim površinama ili unutrašnjosti zrakoplova [14].

Detaljna inspekcija je detaljnija provjera stanja komponente, sklopa ili sustava u svrhu detektiranja oštećenja, grešaka ili nepravilnosti. Potrebno je osvjetljenje i usmjeren izvor svjetla propisanog intenziteta. Dodatnu opremu čine ogledala, povećala, fibroskopi i boroskopi. Prije pregleda potrebno je očistiti površine i omogućiti im pristup. Provodi se za provjeru stanja ožičenja i sličnih instalacija.

Detaljna vizualna inspekcija podrazumijeva intenzivniji i detaljniji pregled komponenti, instalacija, sklopova ili sustava sustava u svrhu detektiranja oštećenja, grešaka ili nepravilnosti. Potrebno je više izvora svjetlosti, a također je jako važno očistiti površine i precizno procedure za pripremu ispitivanja [14].

Specijalna detaljna inspekcija podrazumijeva uporabu specijalnih tehnika ili uređaja za pregled. Uključuje aktivnosti detaljnog čišćenja i procedure rastavljanja objekta koji se pregledava.

Vizualna provjera je postupak opažanja na temelju kojeg se zaključuje o stanju komponente ili sustava. Nije potrebno pokrenuti rad komponente ili sustava nego se stanje zaključuje samo vizualnim pregledom [15].

Funkcionalna provjera je aktivnost kojom se određuje izvršava li ispitivani objekt svoju funkciju. Cilj povjere je smanjiti rizik od pogreške da se osigura sigurnost eksploatacije.

Operativna provjera podrazumijeva pokretanje sustava ili komponenti da se vidi ispunjava li objekt ispitivanja svoju svrhu.

Podmazivanje je aktivnost ili tehnika smanjivanja trenja i trošenja između površina u kontaktu koje se međusobno relativno gibaju. Pritom se koriste propisana maziva.

Servisiranje podrazumijeva aktivnosti koje vraćaju komponentu ili sustav u predviđeno stanje [16].

Restauracija je aktivnost vraćanja objekta u standardom propisano stanje. Podrazumijeva postupke čišćenja, zamjene ili potpunog remonta [16].

Otpis je aktivnost uklanjanja dijela prije nego nadmaši svoje dozvoljeno ograničenje u radu, npr. dio motora mora se ukloniti nakon svakih 1000 sati leta.

Nakon aktivnosti održavanja, napravljen je popis intervala održavanja koji su prikazani na *Tablici 4*. Preventivno održavanje planira se prema satima leta (*Flight Hours – FH*), ciklusima leta (*Flight Cycles – FC*), satima rada motora (*Engine Hours – EH*) ili satima rada pomoćne jedinice (*Auxiliary Power Unit – APU*).

Tablica 4. Intervali održavanja zrakoplova

	INTERVALI			
FC	5000	19200	25000	30000
FH	50	500	2000	8000
EH	1500	4000	5000	6000
APU Hours	300	3000		

Jedan ciklus leta predstavlja polijetanje i slijetanje zrakoplova, a pomoćna jedinica je uređaj koji stvara energiju za pokretanje glavnih motora.

Radove održavanja obavlja osoblje koje treba biti kvalificirano za obavljanje radova. Vještine su prikazane *Tablicom 5*.

Tablica 5. Potrebne vještine osoblja

VJEŠTINE
MECH
MECH-AVI
AVIONICS
MECH-NDT

MECH (*Mechanic*) predstavlja vještinu održavanja konstrukcije zrakoplova ili motora (i pomoćne jedinice APU).

AVIONICS (*Avionics*) predstavlja vještinu održavanja zrakoplovnih instrumenata.

MECH - AVI (*Mechanic – Avionics*) predstavlja kombinaciju vještine održavanja konstrukcije ili motora i zrakoplovnih instrumenata. S obzirom da je „MECH“ na prvom mjestu istaknut, za zaključiti je da je potrebna primarna vještina održavanje zrakoplova ili motora, a zbog složenosti radnog zadatka potrebno je poznavanje i zrakoplovnih instrumenata.

MECH – NDT (*Mechanic – Non-destructive testing*) predstavlja kombinaciju vještine održavanja konstrukcije ili motora zrakoplova i radova koji zahtijevaju detaljnu ili specijalnu vizualnu inspekciju.

Radi definiranja mjesta na zrakoplovu gdje se izvode radovi, potrebno je znati zone. One su raspisane u *Tablici 6*.

Tablica 6. Popis zona

ZONA	NAZIV
120	Sustav odvodnje
148	Hidraulički spremnik
200	Kabinska rasvjeta
210	Kontrola kormila pravca
211	DC i AC sustav
412	Motori
415	Jedinica za mjerenje goriva
425	Ulje motora
711	Nosno podvozje
721	Prednji dio zrakoplova
731	Glavno podvozje

Osoblje se školuje prema *Part-66* kojeg propisuje EASA (*European Aviation Safety Agency – EASA*) kao Europska zrakoplovna agencija za sigurnost utemeljena 15.7.2003. u Kölnu (Njemačka). Njime se propisuje školovanje za četiri kategorije: A, B1, B2 i C. Kategorije su prikazane u *Tablici 7*. [18]

Tablica 7. Kategorije školovanja prema Part-66

KATEGORIJA	NAZIV
A	Mehaničar linijskog održavanja
B1	Mehaničar konstrukcije i motora zrakoplova
B2	Mehaničar zrakoplovnih instrumenata
C	Zrakoplovni inženjer

Mehaničar linijskog održavanja (kategorija A) posjeduje certifikat kojim mu se daje pravo otpuštanja zrakoplova u let nakon jednostavnijih radova linijskog održavanja i popravak jednostavnih defekata.

Mehaničar konstrukcije i motora zrakoplova (kategorija B1) posjeduje certifikat kojim mu se daje pravo izvođenja radova održavanja na konstrukciji zrakoplova i pogonskoj grupi. Smije izdavati potvrde o vraćanju zrakoplova u let nakon izvršenih radova održavanja.

Mehaničar zrakoplovnih instrumenata (kategorija B2) posjeduje certifikat kojim mu se daje pravo izvođenja radova održavanja na zrakoplovnim instrumentima, izvođenje jednostavnih testova kojima se ispituje funkcionalnost uređaja te smije izdavati potvrde o vraćanju zrakoplova u let nakon izvršenih radova održavanja na zrakoplovnim instrumentima.

Zrakoplovni inženjer (kategorija C) posjeduje certifikat kojim mu se daje pravo izdavanja potvrde o vraćanju zrakoplova u let nakon izvedenih radova baznog održavanja. [18]

Objekti održavanja dijele se na dvije vrste – komponente (*Asset* – A) i sustavi (*System* – S). Oni se u sustavu posebno definiraju. Prema konceptu na *Slici 8.*, *Slici 9.* i *Slici 12.* unose se komponente i sustavi. Postupak je prikazan i označen brojevima na *Slici 15.*

Slika 15. Postupak unošenja objekata održavanja u Infor EAM sustav

U alatnoj traci odabere se „Equipment“ – „Assets“. Klikom na ikonu sa znakom „+“ otvori se novi obrazac za unos objekta. U prvo polje se upisuje šifra komponente, a u drugo polje se upisuje naziv komponente kakav ima u raspisanoj podjeli u *Excel* tablici. U treće polje se upisuje kojoj floti zrakoplova pripada. U ovom slučaju to je „FLEET AIRCRAFT FLEET CA“. Unos u četvrto polje je isto za sve komponente i sustave jer svi oni pripadaju *Croatia Airlines*. Peto polje se također ne mijenja, a datum u šestom polju se automatski generira čim se otvori obrazac za upis objekta. U sedmo polje se upisuje „ATA“, „PLANE“, „EQELEC“ ili „EQMECH“. Kada se u sustav unosi cijeli zrakoplov, onda se u to polje upisuje „PLANE“, a ukoliko se unose komponente ili sustavi koji pripadaju električnoj opremi, upisuje se „EQELEC“. Za mehaničke sustave ili komponente upisuje se „EQMECH“.

U osmo polje upisuj se „Airbus“ ili „Bombardier“ ovisno o tome tko je proizvođač objekta koji se unosi. U deveto polje upisuje se model zrakoplova, npr. *A320-200* ili *A319-100*, a u deseto polje unosi se šifra nadređenog objekta. Npr. kontrola krilaca desnog krila (peta razina podjele) kao objekt sa šifrom 40064 pripada krilcu i trimeru desnog krila (četvrta razina podjele) upisanog sa šifrom 40008. Može se reći da su krilca i trimer desnog krila „roditelji“ kontroli krilaca desnog krila, tj. nadređeni su mu.

U polje 11 se stavljaju slike ili dokumenti koji opisuju objekt koji se unosi. Unos se sprema odabirom ikone „Save Record“ ili kombinacijom „Ctrl+S“.

Prema *Slici 16.* polja bi, za prvi zrakoplov na listi – *Airbus A320-200*, bila ispunjena podacima:

The screenshot shows the Infor EAM software interface. At the top, there is a navigation bar with the Infor logo and 'EAM' text. Below it, there are dropdown menus for 'Work', 'Materials', 'Equipment', and 'Administration'. The main header displays 'Asset 40001 Airbus A320-200'. A toolbar with various icons is visible below the header. The main content area features a table with columns for Asset, Description, Organization, Status, Department, Class, Commission Date, Production, and Out of Service. The first row of the table is highlighted in blue and contains the following data:

Asset	Description	Organization	Status	Department	Class	Commission Date	Production	Out of Service
40001	Airbus A320-200	CA	Instalirano	FLEET	PLANE	02-JUN-2016	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Slika 16. Unos prvog objekta održavanja

Objekti koji su zapravo sustavi unose se odabirom u alatnoj traci „Equipment“ – „Systems“. Klikom na ikonu sa znakom „+“ otvori se novi obrazac za unos objekta. Za prvi sustav *ATA05* prikazan je unos podataka na *Slici 17.*

The screenshot displays the Infor EAM system interface for entering a new system. The top navigation bar includes 'infor EAM' and menu items like 'Work', 'Materials', 'Equipment', and 'Administration'. The main title is 'System 40009 ATA05 - Time Limits/Maintenance Checks'. Below this is a toolbar with various icons. The form is divided into several sections:

- Record View** (selected): Includes tabs for 'Comments', 'Events', 'PM Schedules', 'Structure', and 'Documents'.
- System Information:**
 - System: 40009 (1.) * ATA05 - Time Limits/Maintenance Checks (2.)
 - Department: * FLEET (4.)
 - Organization: CA (3.)
 - Status: * Instalirano (5.)
- Equipment Details:**
 - Class: ATA (6.)
 - Category: [Empty]
 - Cost Code: [Empty]
 - Production:
 - Safety:
 - Out of Service:
 - Prevent non-PM WO Completion:
- Facility Details:**
 - Commission Date: * 02-JUN-2016 (7.)
 - Assigned To: [Empty]
 - Meter Unit: [Empty]
 - Criticality: [Dropdown]
 - cGMP:
 - Dormant Start: [Empty]
 - Dormant End: [Empty]
 - Reuse Dormant Period:
- Documents:** (8.)

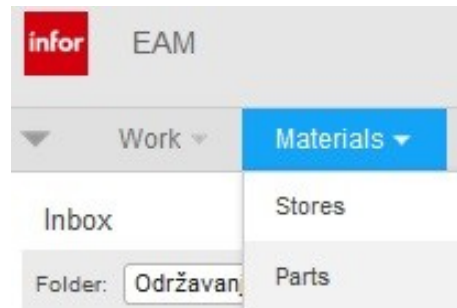
Slika 17. Unos sustava u Infor EAM

Unos sustav je sličan unosu komponente. U prvo polje upiše se šifra sustava koja mu je dodijeljena u *Excel* tablici. U drugo polje se upisuje njegov naziv. U treće polje se upisuje ime organizacije kojoj zrakoplov pripada. U četvrto polje se upisuje „FLEET AIRCRAFT FLEET CA“ jer svi zrakoplov pripadaju floti zrakoplova zrakoplovne kompanije *Croatia Airlines*. U peto polje pri upisu se unosi „Instalirano“, a kasnije ako je neka komponenta/sustav/zrakoplov izvan radne sposobnosti, upisuje se „Van upotrebe“. U šesto polje se upisuje „ATA“ ili „SYSTEM“.

Ako se u sustav upisuje *ATA05* kao što je prikazano na prethodnoj slici, unos će biti „ATA“. Ako se u sustav upisuje sustav za distribuciju ulja, onda će unos biti „SYSTEM“. U sedmo polje se automatski generira datum čim se otvori obrazac za upis novog sustava. U osmo polje se mogu umetnuti dokumenti ili slike koje opisuju dotični sustav.

Unos sustava se sprema odabirom ikone „Save Record“ ili kombinacijom „Ctrl+S“. Opisanim postupkom u sustav su uneseni svi objekti održavanja. Ukupno ih ima 209.

Materijali koji se koriste u održavanju zrakoplova su različiti – ulje za podmazivanje, sintetička mast za opću upotrebu, sintetička mast za podmazivanje ležaja podvozja, otapalo, lak, pamučna tkanina za brisanje, žice, oznaka za prekidač strujnog kruga, sredstvo za brtvljenje, itd. Unose se u sustav na način da se u alatnoj traci odabere „Materials“ – „Parts“.



Slika 18. Unos materijala u Infor EAM

Potom se u obrazac „Record View“ unose potrebni podaci.

Record View | Comments | Stores | Stock | Stock Value | Transactions | More

Part: 03-04 1. * Lubricating oil - Mineral oil, general purpose, low temperature 2. Organization: CA 3.

Class: * UOM: * PCE 4.

Category: Commodity:

Track by Asset:
Track Cores:
Out of Service:

Part Summary ^

Price Type: Average Price: HRK
Base Price: HRK Standard Price: HRK
Last Price: HRK

Order Details

Buyer: Preferred Supplier:
Supplier Price: Supplier UOM:
Qty. per UOP:

Slika 19. Obrazac za upis materijala

U prvo polje se upisuje jedinstvena šifra materijala, a u drugo se upisuje naziv materijala. Treće polje sadrži ime tvrtke ili organizacije koja upravlja materijalima. Mjerna jedinica je definirana kao komad (*Piece* – PCE) na Slici 19., a može biti i decilitar (*Decilitre* – DLT), galon (*Gallon* – GLI), itd. U dijelu „Part Summary“ upisuje se podatak o cijeni materijala. Iz razloga jer nije bilo moguće dobiti podatke o troškovima od *Croatia Airlines*, navedena polja ostavljena s prazna.

U obrascu „Stores“ (Skladišta) upisuju se o podaci o skladištu u kojem se nalazi upisan materijal.

Store	Description	Store Org.	Stock Method	Class	Minimum Qty.	Maximum Qty.	Order Qty.	Reorder Level	Stock Date
STORE-1	Central Store	CA	Na zahtjev					-0,0001	30-MAY-2016

Records: 1 of 1 [123] Show Filter Row:

Store: **STORE-1** 1. Central Store

Preferred Supplier:

Preferred Store:

ABC Class:

Reorder Level: -0,0001

Order Qty.:

Core Value: HRK 2.

Default Bin:

Default Bin Qty.:

Price Type:

Base Price: HRK 3.

Average Price: HRK 4.

Standard Price:

Last Price: HRK 5.

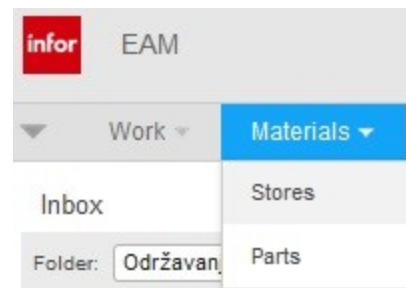
Slika 20. Obrazac za upis skladišta

U prvo polje se upisuje šifrirano ime skladišta, a u polje desno se upisuje puno ime skladišta – Središnje skladište (*Central Store*).

Kada je materijal zaprimljen u skladište, unosi se „Zaprimljena roba“ te šifrirano ime skladišta. U opisu („Description“) je napisano njegovo puno ime. U stupcu „Issued By“ nalazi se ime osobe koja je zatražila uzimanje materijala sa skladišta ili je upisala primanje u skladište. Lijevo od toga je trošak materijala, a u stupcu „Transaction Qty.“ se nalazi broj zaprimljenih ili izdanih jedinica. U središtu tablice je podatak o datumu zaprimanja ili izdavanja materijala. Skroz desno je stupac „Work Order“ (Radni nalog) koji sadrži šifre radnih naloga za koje su izdani materijali za skladišta.

Podaci se odnose na ulje za podmazivanje (*Slika 22*). Iz tablice se iščitava da je osoba *IGRDIC* dana 30.10.2015. dala nalog za izdavanje iz centralnog skladišta jedne jedinice ulja za podmazivanje u vrijednosti od 30,56 kn koje je korišteno za izvođenje radova održavanja propisanih radnim nalogom RN40506.

Popis svih zaliha u skladištu dobiva se odabirom „Material“ – „Stores“ u alatnoj traci.



Slika 23. Odabir liste zaliha u skladištu

Popis materijala u skladištu sadrži šifru materijala (03-04, 03-06, 04-03, itd.) i njegovo ime (Lubricating oil, Synthetic grease, itd.), ime organizacije koja njima raspolaže (u ovom slučaju je *CA*) i broj stanja na zalihi.

Prema tome, iščitava se da u sustavu trenutno na zalihima ima 48 jedinica sintetičkog maziva koji se zove „Synthetic grease“, a njegova šifra je „04-06A“. Koristi se za podmazivanje ležaja koji je dio kotača podvozja.

Otapala sveukupno ima 97 jedinica. Od ukupnog broja, njih 50 čini naftno otapalo „Petroleum solvent“, a 47 je otapalo masti „Degreasing solvent“.

Part	Description	Organization	Bin	Lot	Quantity	Qty. for Repair
(A) ↓	(A) ↓	(A) ↓	(A) ↓	(A) ↓	= ↓	= ↓
03-04	Lubricating oil - Mineral oil, general purpose, low temperature	CA	*	*		47
03-06	Lubricating oil - Turbine engine, synthetic	CA	*	*		46
04-03	Synthetic grease, general purpose	CA	*	*		42
04-06	Grease, Aircraft, General Purpose, Wide Temperature Range	CA	*	*		50
04-06A	Synthetic grease - Landing Gear Wheel Bearing	CA	*	*		48
04-16	Lubricant, Molythium	CA	*	*		49
05-16	Putty, General Purpose, Non-Hardening	CA	*	*		50
08-10	Petroleum solvent	CA	*	*		50
08-12	Degreasing solvent	CA	*	*		47
10-07	Lacquer, Skydrol-Resistant, Yellow Torque-Seal	CA	*	*		41
14-02	Wiper cloth - white cotton	CA	*	*		41

Slika 24. Lista materijala u skladištu

Evidencija zaprimljenog i izdanog materijala je važna za izvođenje radova održavanja i za uvid u troškove održavanja. Važno je imati uvid u stanje na zalihi u skladištu da se zna što je potrebno zaprimiti ukoliko nedostaje, a čega ima dovoljno ili čak i više nego što je potrebno.

Iz priloženog se vidi da je 5.6.2016. osoba *IGRDIC* zabilježila zaprimanje 50 jedinica oznaka za prekidač strujnog kruga, a sljedeći dan ih je izdala 2 jedinice. Iz tih podataka je logično da se već 6.6.2016. neće ponovno zaprimati istih 50 jedinica jer ih je još preostalo 48, nego kada stanje na zalihi postane puno manje.

All Recent Transactions		Edit		Type				
Type	Part	Description	Part Org.	Transaction Qty.	Scrapped Qty.	Date	Price	Originator
Izdavanje ili povrat	CBT	Circuit Breaker Tag	CA	-1		06-JUN-2016 16:09	0,00	IGRDIC
Izdavanje ili povrat	CBT	Circuit Breaker Tag	CA	-1		06-JUN-2016 16:09	0,00	IGRDIC
Zaprimljena roba	03-06	Lubricating oil - Turbine engine, synthetic	CA	50		05-JUN-2016 20:07	0,00	IGRDIC
Zaprimljena roba	CBT	Circuit Breaker Tag	CA	50		05-JUN-2016 20:06	0,00	IGRDIC
Zaprimljena roba	10-07	Lacquer, Skydrol-Resistant, Yellow Torque-Seal	CA	50		05-JUN-2016 20:05	0,00	IGRDIC
Zaprimljena roba	MIL-PRF-8116	Mastinox 6856K	CA	50		05-JUN-2016 20:04	0,00	IGRDIC
Zaprimljena roba	14-06	Lockwire - 0,0032 inch	CA	50		05-JUN-2016 20:03	0,00	IGRDIC
Zaprimljena roba	05-16	Putty, General Purpose, Non-Hardening	CA	50		05-JUN-2016 20:02	0,00	IGRDIC

Slika 25. Lista izdanih i zaprimljenih materijala iz skladišta

5.2. Unos zadatka održavanja u Infor EAM sustav

Tablica 8. sadrži sve podatke za definiranje proizvoljnih radnih naloga preventivnog održavanja u periodu od 27.6. - 4.7.2016. nalazi se u nastavku. Prikazuje popis svih referenci iz AMM za radove preventivnog održavanja koji se proizvoljno žele zadati za zrakoplov iz flote Dash 8 Q400 registrarske oznake 9A-CQF.

Tablica 8. Pregled podataka potrebnih za definiranje radnih naloga preventivnog održavanja

RAZINA	TASK	SKILL	LEVEL	WORK HOURS	OBJEKT ODRŽAVANJA	ZONA	SIFRA	PERIOD	AKTIVNOSTI	REF
1	AMM36-11-00-160-801	MECH	B1	0.42 / 1.24	Bleed Air High Pressure Shut-Off Valve Filter	412, 422	10136, 10138	2000 FH	SVC	AMM 36-11-00-160-801 MPD 361100-201 IIC 000-36-410-700 IIC 000-36-420-700
2	AMM36-11-09-000-802	MECH	B1	0.21 / 0.42	Bleed Air High Pressure Shut-Off Valve Filter	412, 422	10136, 10138	2000 FH	SVC	
2	AMM36-11-09-400-802	MECH	B1	0.21 / 0.42	Bleed Air High Pressure Shut-Off Valve Filter	412, 422	10136, 10148	2000 FH	SVC	
2	AMM12-20-01-640-801	MECH	B1	0.50 / 1.40	Flap Actuator Ballscrews	541, 542, 641, 642	10058, 10069	2000FH	LUB	
1	AMM27-52-00-640-801	MECH	B1	0.50 / 1.40	Flap Actuator Ballscrews	541, 542, 641, 642	10058, 10069	2000FH	LUB	AMM27-52-00-640-801 MPD 275000-201 IIC 000-27-540-700 IIC 000-27-640-700
2	AMM12-20-01-640-802	MECH	B1	0.25	Nose Landing Gear	711	10106	500 FH	LUB	
2	AMM12-20-01-640-803	MECH	B1	0.50	Main Landing Gear	721, 731	10097, 10102	500 FH	LUB	
2	AMM12-20-01-640-804	MECH	B1	0.25	Landing Gear Door Hinges and Linkages	721, 731	10099, 10104, 10108	500 FH	LUB	
1	AMM32-00-01-640-801	MECH	B1	1.40	Nose and Main Landing Gear	711, 721, 731	10106, 10097, 10102	500 FH	LUB	AMM 32-00-01-640-801 MPD 320001-201 IIC 000-32-710-705 IIC 000-32-720-707 IIC 000-32-730-707
2	AMM73-11-06-350-801	MECH	B1	2.5 / 5.00	Fuel Nozzles and Fuel Manifolds	412, 422	10177, 10178, 10180, 10181	5000 EH	RST	
1	AMM73-11-06-840-801	MECH	B1	2.5 / 5.00	Fuel Nozzles	412, 422	10177, 10180	5000 EH	RST	AMM 73-11-06-840-801 MPD 731100-201 IIC 000-73-410-700 IIC 000-73-420-700

Cilj je u sustavu generirati 10 zadataka preventivnog održavanja. U planu je stvoriti radne naloge za čišćenje filtera zraka, podmazivanje vretena aktuatora zakrilca, nosnog i glavnog podvozja te šarki od vrata na spremištu podvozja i restauraciju mlaznica i cjevovoda goriva motora.

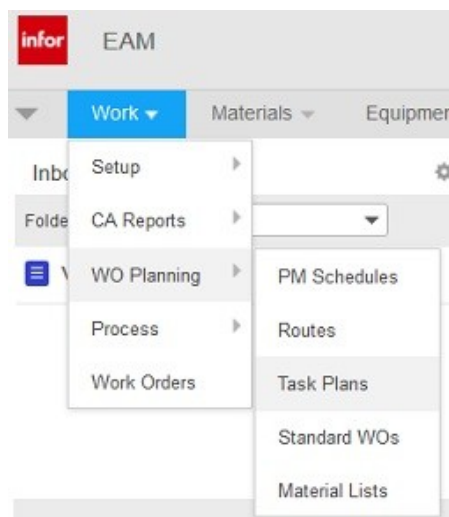
Za održavanje visokotlačnog filtera za upuhivanje zraka potreban je mehaničar s licencom B1. Ukupno potrebno vrijeme za održavanje jednog filtera je 42 min, a za oba 1 h 24 min. Pristupa zoni 412 da bi došao do filtera na lijevoj strani zrakoplova, a u zoni 422 nalazi se desni filter. Podaci u stupcu „Šifre“ predstavljaju šifru lijevog i desnog filtera. Aktivnost servisiranja filtera izvodi se nakon svakih 2000 sati leta, a reference za izvedbu radova nalaze se u *MPD* [17], *AMM* [19] i *JIC (Job Instruction Card – JIC)* [20]. Glavna referenca za radni nalog je označena zelenom bojom i zapisana pod šifrom 36-11-00-160-801, a šifre označene narančastom bojom 36-11-09-000-802 i 36-11-09-400-802 su smjernice za skidanje filtera i instalaciju.

Za podmazivanje vretena aktuatora zakrilca na lijevom i desnom krilu zrakoplova potrebno je sveukupno 1 h 40 min. Radove izvršava mehaničar s licencom B1. Potrebno je pristupiti zoni 541, 542, 641 i 642. Navedeni radovi podmazivanja izvode se nakon svakih 2000 sati leta. Sve reference navedene su u koloni „REF“. Glavna referenca za radni nalog označena je šifrom 27-52-00-640-801, a smjernica je zapisana pod šifrom 12-20-01-640-801.

Za podmazivanje nosnog i glavnog podvozja potrebno je ukupno 1 h 40 min. Podmazivanje nosnog podvozja traje 25 min. Potrebno je pristupiti zoni 711. Podmazivanje glavnog podvozja zrakoplova traje 50 min. Potrebno je pristupiti zoni 721 i 731 da bi se došlo do lijevog i desnog glavnog podvozja. Podmazivanje šarki na vratima od spremišta podvozja traje otprilike 25 min. Potrebno je pristupiti zoni 721 i 731 da bi se podmazale šarke na spremištu lijevog i desnog glavnog podvozja te nosnog podvozja. Predviđeno je da navedene radove obavlja mehaničar s licencom B1 te ih je potrebno izvesti nakon svakih 500 sati leta. Glavni dokument za izvedbu radova nalazi se u *AMM* pod šifrom 32-00-01-640-801. Dodatne smjernice za radove na nosnom podvozju su u *AMM* pod šifrom 12-20-01-640-802, za glavno podvozje – 12-20-01-640-803 te za šarke spremišta – 12-20-01-640-804.

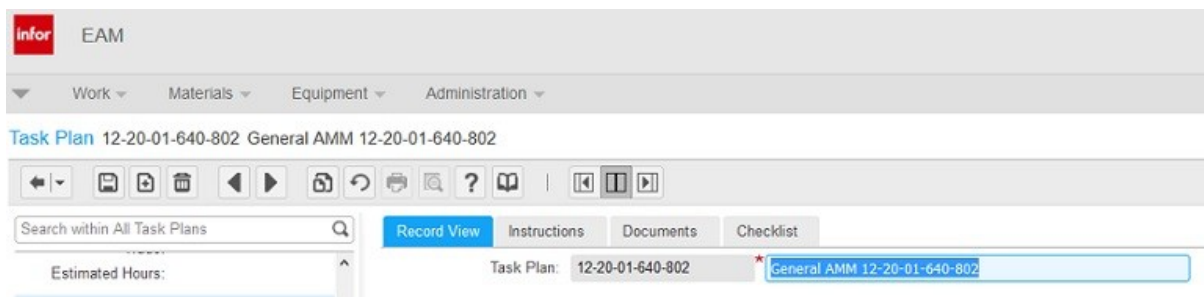
Restauracija mlaznica i cjevovoda goriva treba se izvoditi nakon svakih 5000 sati rada motora. Za restauraciju na lijevoj strani zrakoplova potrebno je pristupiti zoni 412, a desnoj – 422. Pojedinačno svaki rad traje otprilike 2 h 30 min. Radove izvodi mehaničar s licencom B1. Glavni dokument za izvedbu radova nalazi se u *AMM* pod šifrom 73-11-06-840-801, a detaljniji opis je u dokumentu sa šifrom 73-11-06-350-801.

Zadaci održavanja unose se u *Infor EAM* sustav na način da se u alatnoj traci odabere „Work“ – „WO Planning“ – „Task Plans“, kao što je prikazano *Slikom 26*.



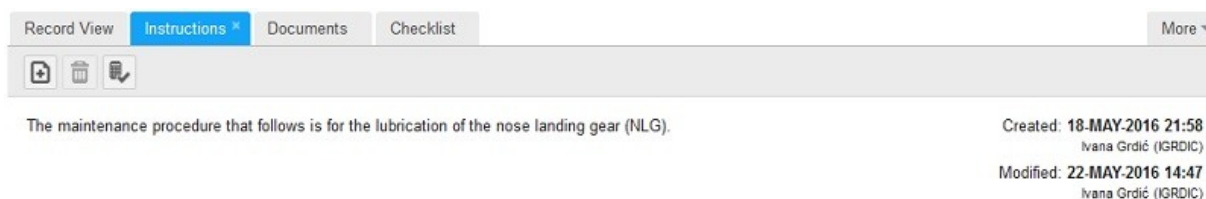
Slika 26. Unos zadatka održavanja

U kartici „Record View“ upisuje se šifra dokumenta iz *AMM* koja propisuje izvedbu zadatka, a desno se upisuje „General AMM“ pa prethodno napisanu šifru ili „Subtask“ pa šifru. „General“ predstavlja glavnu proceduru iz priručnika, „Subtask“ predstavlja jedan od zadataka u glavnom zadatku.



Slika 27. Unos podataka tijekom generiranja zadatka održavanja

U rubrici „Instructions“ (Upute) upišu se osnovni opis koji se nalazi u *AMM* pod navedenom šifrom. Primjer je na *Slici 28*.

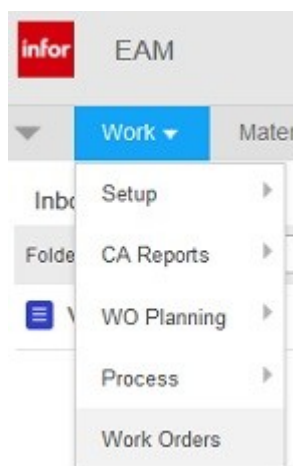


Slika 28. Kartica „Instructions“ (Upute)

U rubrici „Documents“ (Dokumenti) prilažu se dokumenti održavanja koji su povezani s generiranim zadatkom.

5.3. Unos radnih naloga korektivnog održavanja zrakoplova

U *Infor EAM* sustavu se u alatnoj traci odabere „Work“ – „Work Orders“.



Slika 29. Postupak generiranja radnih naloga

U karticu „Record View“ potrebno je upisati određene podatke. U prvo polje upiše se ime radnog naloga. Lijevo od tog polja se šifra automatski generira nakon spremanja („CTRL + S“). U drugo polje se upisuje šifra objekta održavanja. U treće polje se upisuje „KVAR“. U četvrtom polju se definira flota zrakoplova „FLEET“ iako u drugim slučajevima može biti definiran „ZAVOD“ ili „PROIZVODNI POGON“. U petom polju upisuje se skraćeno ime *Croatia Airlines*, a u šesto polje upisuje se „IZDANO“. U sedmom polju odabire se „A“, „B1“ ili „B2“ – licenca koju mora imati djelatnik za izvođenje radova radnog naloga. U osmo polje upisuje se broj zone u kojoj se nalazi objekt održavanja. U deveto polje se upisuje vrsta

aktivnosti (servisiranje, podmazivanje, vizualni pregled, itd.). Deseto polje sadrži datum kreiranja radnog naloga. U sljedeće polje upisuje se ime i prezime osobe za koju se unaprijed zna da će izvesti potrebne radove održavanja. Ukoliko to nije poznato, ostavlja se prazno. U dvanaesto polje upisuje se definirani početak izvođenja radova, a u polje ispod određuje se datum završetka radova održavanja. U predzadnje polje upisuje se datum kada su se stvarno počeli izvršavati radovi, a u zadnje polje se unosi datum stvarnog završetka radova. Za spremanje upisa potrebno je odabrati ikonu za spremanje u alatnoj traci.

Ovo je primjer radne forme za unos radnih naloga korektivnog održavanja.

Record View	Comments	Activities	Book Labor	Equipment	Parts	Documents	
Work Order:	40551	Cockpit voice recorder check	1.			Organization: CA	5.
Equipment:	40024	2.	Cockpit Voice Recorder			Created By: IGRDIC	
Type:	Kvar	3.	Status: *	Završeno	6.	Date Created: 20-JUN-2016	
Department:	FLEET	4.	Safety:	<input type="checkbox"/>			
			Warranty:	<input type="checkbox"/>			
Work Order Details						Scheduling	
Trade:	AVIO		PM Code:			10. Date Reported:	03-JUL-2015 00:00
Skill Category:	B2	7.	Original PM Due Date:			Assigned By:	
Zone/Access:	721	8.				11. Assigned To:	
Activity Class:	FNC	9.				12. Sched. Start Date:	03-JUL-2015
						13. Sched. End Date:	03-JUL-2015
						14. Start Date:	03-JUL-2015 00:00
						15. Date Completed:	03-JUL-2015 00:00
Documents							

Slika 30. Primjer unosa podataka u karticu „Record View“ (Pregled zapisa)

U rubrici „Activities“ se nalaze podaci o aktivnostima održavanja za koje se propisuje radni nalog.

Activity	Note	Trade	Task Plan	Material List	Estimated Hours	Hours Remaining	People Required	Hired Labor
1	Cockpit voice recorder check	AVIO			0,5	0	1	<input type="checkbox"/>

Activity Details

Note: 1.

Activity: 2

Trade: 2.

People Required: 3.

Estimated Hours: 4.

Start Date: 03-JUL-2015 5.

End Date: 03-JUL-2015 6.

Scheduled Hours:

Hours Remaining: 7.

Task Plan:

Material List:

Warranty:

Slika 31. Unos podataka u karticu „Activities“ (Aktivnosti)

U prvo polje upisuje se ime aktivnosti, npr. „Cockpit voice recorder check“ (Provjera snimača glasa u kabini). U drugom polju se definira vještina osobe koja izvodi aktivnosti ovog radnog naloga – „MECH“, „MECH-AVI“, „AVIONICS“ ili „MECH-NDT“. Sljedeće polje sadrži broj osoba potrebnih za radove. U četvrto polje upisuje se pretpostavljen broj sati trajanja radova iz *MPD*. U peto i šesto polje unosi se datum početka i kraja izvođenja radova, a u sedmo polje se upisuje iznos vremena za koji je rad obavljen ranije od predviđenog (ako je obavljen ranije). Ispod dijela s detaljima o aktivnosti („Activity Details“) nalazi se dio za komentare o aktivnosti („Activity Comments“) u koje se upisuju dodatne upute ako je potrebno. Za spremanje zapisa je potrebno odabrati ikonu za spremanje označenu crvenim krugom.

U knjigu rada („Book Labor“) unose se podaci o osobama koje izvode radove –identifikacijski broj (šifra), ime i prezime, dan rada, vrsta sati rada - normalni / tijekom radnog vremena (*Normal Hours – N*) ili prekovremeni (*Overtime Hours – O*) i broj sati rada. Unos je prikazan na *Slici 32*.

Record View Comments Activities **Book Labor *** Equipment Parts Documents Mor

WO Est. Hours: 0,5 WO Regular Hours: 0,5 WO OT Hours: 0

All Booked Labor Edit Activity =

Activity	Date Worked	Employee	Name	Trade	Type of Hours	Hours Worked	Start Time	End Time
1	03-JUL-2015	102010	Marija Babić	AVIO	N	0,5		

Records: 1 of 1 123 Show Filter Row:

Actions

Labor Details

Employee: 1. 2.

Crew: Activity: 1 - Avionics 6.

Department: FLEET Act. Est. Hours: 0,5 7.

Date Worked: 3. Act. Regular Hours Worked: 0,5 8.

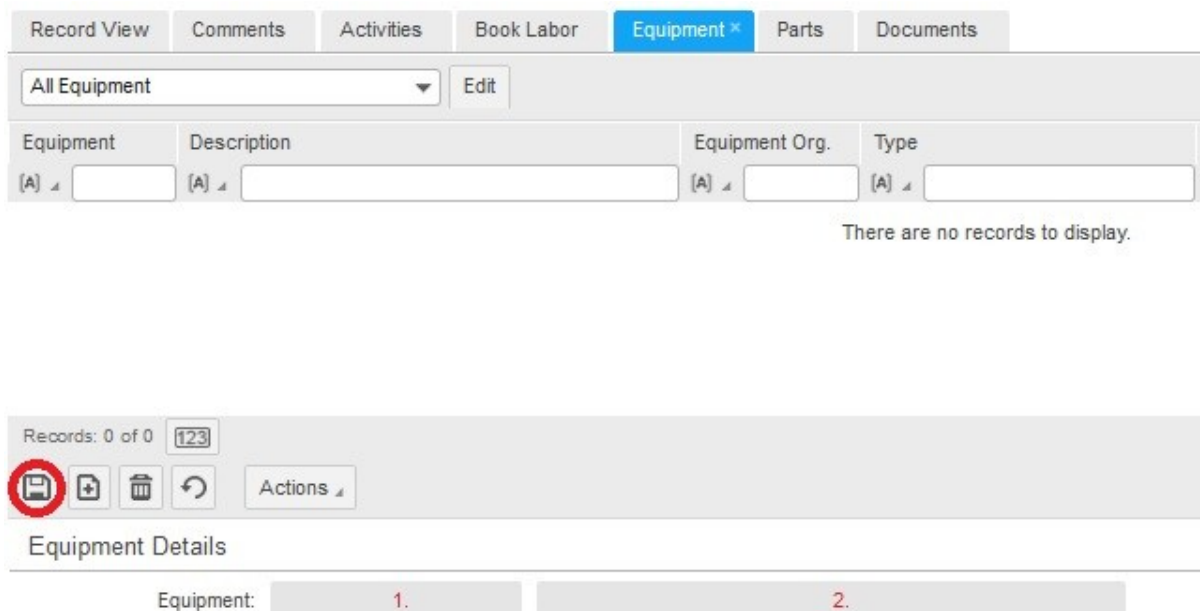
Type of Hours: N 4. Act. OT Hours Worked: 0 9.

Hours Worked: 5.

Slika 32. Obrazac za unos podataka u knjigu rada

U polja 6, 7, 8 i 9 se automatski generiraju podaci jer su zapisani već na obrascu „Record View“ i „Activities“. Nakon unosa zapis je potrebno spremi pritiskom na zaokruženu ikonu.

U obrascu „Equipment“ upisuju se podaci o komponentama ili sustavima koji će se održavati zapisanim radnim nalogom. To su zapravo komponente ili sustavi koju su prikazani u poglavlju 5.1., a sadržani u *Prilogu I*.



Record View Comments Activities Book Labor **Equipment *** Parts Documents

All Equipment Edit

Equipment	Description	Equipment Org.	Type
(A) ▾	(A) ▾	(A) ▾	(A) ▾

There are no records to display.

Records: 0 of 0 123

Save Add Delete Refresh Actions ▾

Equipment Details

Equipment: 1. 2.

Slika 33. Obrazac za unos komponente ili sustava održavanja

U prvo polje upisuje se šifra komponente ili sustava za koju se izdaje radni nalog održavanja, a zatim se njeno ime prikaže u drugom polju. Odabirom zaokružene ikone, sprema se zapis.

U obrazac „Parts“ izabere se dio odabirom ikone s "+". Prvo i drugo polje se automatski generiraju, a u treće polje "Reserved Quantity" se upisuje količina koju je na skladištu potrebno rezevirati.

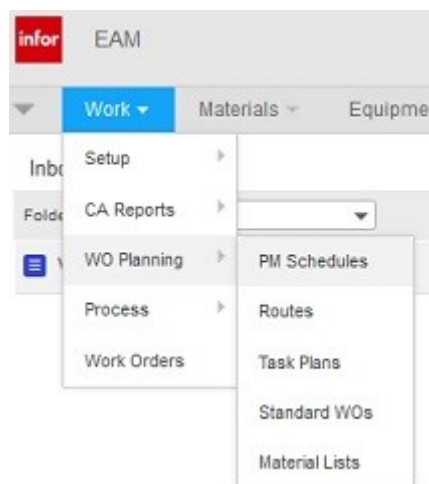
Slika 34. Obrazac za unos materijala potrebnih za održavanje

U obrazac „Documents“ stavljaju se dokumenti ili priručnici u kojima se nalaze upute za izvođenje radova održavanja.

Slika 35. Unos dokumenata ili priručnika održavanja

5.4. Unos radnih naloga preventivnog održavanja zrakoplova

Radni nalozi preventivnog održavanja generiraju se na način da se u alatnoj traci izabere „Work“ – „WO Planning“ – „PM Schedules“, kao što je prikazano *Slikom 36*.



Slika 36. Generiranje radnog naloga preventivnog održavanja

U sljedećem obrascu „Record View“ potrebno je definirati šifru prema kojoj će se voditi radni nalog (RN) u sustavu. Tako se u prvo polje unosi šifra dokumenta iz *AMM* kojim se propisuje procedura za izvođenje radova radnog naloga. U drugo polje se upisuje ime RN, npr. „Installation of the Fuel Metering Unit“ (Postavljanje jedinice za mjerenje protoka goriva). U treće polje se upisuje ime tvrtke koja izdaje RN, u ovom slučaju je to *Croatia Airlines* pa se skraćeno upisuje „CA“. U sljedeće polje se uvijek unosi „Fiksno“ zbog određenih postavki sustava. U peto polje upisuje se tip radnog naloga. S obzirom da se definira radni nalog preventivnog održavanja, upisuje se „Preventivno održavanje“.

U polje ispod toga unosi se vrijeme u danima koje je potrebno za izvođenje predviđenih radova. Primjer obrasca prikazuje *Slika 37*.

U dijelu „Scheduling“ (Planiranje) upisuju se podaci prema kojima će sustav pravovremeno upozoravati na potrebu za izdavanjem radnog naloga kada prema svim parametrima bude to potrebno. Konkretno, ako je neku komponentu ili sustav potrebno održavati nakon svakih 24 mjeseca ili 4000 sati leta (ovisi što se prije dogodi), onda se u polje 7, 8, 9 i 10 upisuju vrijednosti „24“, „Months“, „4000“, „HUR“ (u sustavu definirana oznaka za *Flight Hours* – FH; ne može se mijenjati na razini studentske verzije).

Ostala polja ostaju popunjena kao što je prikazano u nastavku. Nakon unosa potrebno je spremi zapis.

The screenshot shows a software interface for recording maintenance data. At the top, there are tabs for 'Record View', 'Comments', 'Activities', 'Equipment', 'Work Orders', and 'Documents'. The 'Record View' tab is active. Below the tabs, there are several input fields and dropdown menus. The 'PM Schedule' section has two input fields labeled 1 and 2. The 'Organization' field is a dropdown menu labeled 3 with 'CA' selected. The 'PM Details' section has a 'Type' dropdown labeled 4 set to 'Fiksno', a 'Class' input field, and an 'Out of Service' checkbox. The 'Scheduling' section has a 'Perform Every' field with an input labeled 7 and a dropdown labeled 8, a 'Meter Interval' field with an input labeled 9 and a dropdown labeled 10, an 'Ok Window' input field with the value 0, a 'Near Window' input field with the value 100, a 'Release Window' input field with the value 100, and a 'Complete Status' dropdown menu. The 'Work Order Details' section has a 'WO Type' dropdown labeled 5 set to 'Preventivno održavanj', a 'Duration' input field labeled 6 with the value 1, a 'WO Class' input field, a 'Supervisor' input field, and a 'Priority' dropdown menu.

Slika 37. Unos podataka u obrazac „Record View“ (Pregled zapisa)

U rubrici „Activities“ unose se podaci o aktivnostima (restauracija, servisiranje, podmazivanje, itd.) koje je potrebno napraviti u postupku održavanja zrakoplova. Svaka je detaljno opisana u priručnicima za održavanje zrakoplova. Tako je za svaki dokument iz *AMM* (šifra 36-11-00-160-801, 36-11-09-000-802, 36-11-09-400-802, 27-52-00-640-80, 12-20-01-640-801, 32-00-01-640-801, 12-20-01-640-802, 12-20-01-640-803, 12-20-01-640-804, 73-11-06-840-801 i 73-11-06-350-801) napravljena tablica s bilješkama i procijenjenim satima (decimalni zapis) potrebnim za izvršavanje svakog zadatka.

Aktivnost iz AMM pod šifrom 12-20-01-640-801 – podmazivanje sustava zakrilaca, sastoji se od 15 referenci kojima su propisani potrebni alati i materijali (*Job Set-Up Information – A*), upozorenja pri određivanju zadataka (*Job Set-Up – A*), upute za izvođenje zadataka (*Procedure – A*) i upute za završavanje radova (*Close Out – A*). Svi podaci sadržani su u *Tablici 9*.

Tablica 9. Popis aktivnosti koje se nalaze u AMM pod šifrom 12-20-01-640-801

Aktivnost	Bilješka	Struka	Zadatak	zadatka	JM	Popis materijala	Procijenjeni sati	Potrebno ljudi	Početak	Trajanje	dobavljača	
1	General	MECH	12-20-01-640-801		1		0,01	1	1	1	NE	
2	Job Set-Up Infomation - A	MECH	12-20-01-943-005		1		0,02	1	1	1	NE	
3	Job Set-Up Infomation - B	MECH	12-20-01-943-036		1		0,02	1	1	1	NE	
4	Job Set-Up Infomation - C	MECH	12-20-01-944-007		1		0,02	1	1	1	NE	
5	Job Set-Up Infomation - D	MECH	12-20-01-944-035		1		0,02	1	1	1	NE	
6	Job Set-Up Infomation - E	MECH	12-20-01-944-036		1		0,02	1	1	1	NE	
7	Job Set-Up Infomation - F	MECH	12-20-01-946-006		1		0,02	1	1	1	NE	
8	Job Set-Up - A	MECH	12-20-01-863-001		1		0,02	1	1	1	NE	
9	Job Set-Up - B	MECH	12-20-01-860-005		1		0,02	1	1	1	NE	
10	Job Set-Up - C	MECH	12-20-01-863-003		1		0,02	1	1	1	NE	
11	Procedure - A	MECH	12-20-01-640-006		1		0,12	1	1	1	NE	
12	Procedure - B	MECH	12-20-01-640-017		1		0,11	1	1	1	NE	
13	Close Out - A	MECH	12-20-01-863-004		1		0,02	1	1	1	NE	
14	Close Out - B	MECH	12-20-01-860-004		1		0,02	1	1	1	NE	
15	Close Out - C	MECH	12-20-01-863-002		1		0,02	1	1	1	NE	
16	Close Out - D, E	MECH	12-20-01-941-011		1		0,02	1	1	1	NE	
							0,5					

▶	▶▶	+	12-20-01-640-801	12-20-01-640-802	12-20-01-640-803	12-20-01-640-804	27-52-00-640-801	32-00-01-640-801	36-11-00-160-801	36-11-09-000-802	36-11-09-400-802
---	----	---	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

Broj 0.5 iz tablice predstavlja decimalni zapis polovine jednog sata (30 min). To vrijeme je propisano priručnikom *MPD*, a predstavlja ukupno pretpostavljeno vrijeme potrebno za podmazivanje zakrilaca.

Aktivnosti se unose redom iz *Tablice 9*. U prvo polje upisuje se ime aktivnosti, tj. naziv iz stupca „Bilješka“. U drugo polje upisuje se potrebna vještina radnika, odnosno zapis koji se nalazi u stupcu „Struka“. U sljedeće polje upisuje se šifra zadatka pod kojom se nalazi u priručniku *AMM*, tj. šifra u stupcu „Zadatak“. Četvrto polje definira predviđeno trajanje izvršavanja zadatka u decimalnom zapisu, tj. u njega se upisuje vrijednost iz stupca „Procijenjeni sati“. U sljedeće polje se upisuje vrijednost iz stupca „Potrebno ljudi“. Dakle, „1“ označava da je za izvedbu aktivnosti potreban jedan mehaničar. U sedmo polje upisuje se „1“ za svaku aktivnost iz tablice s prethodne strane jer je aktivnost izvediva u jednom danu.

Activity	Note	Trade	Task Plan	Task Plan Qty.	UOM	Material List	Estimated Hours	People Required
1	General	MECH	12-20-01...	1			0,01	1
2	Job Set-Up Information - A	MECH	12-20-01...	1			0,02	1
3	Job Set-Up Information - B	MECH	12-20-01...	1			0,02	1
4	Job Set-Up Information - C	MECH	12-20-01...	1			0,02	1

Records: 16 of 16

Activity Details

Note: General **1.**

Activity: 1

Trade: MECH **2.**

Multiple Trades:

Task Plan: 12-20-01-640-801 **3.**

Material List:

Estimated Hours: 0,01 **4.**

People Required: 1 **5.**

Start: 1 **6.**

Duration: 1 **7.**

Average Booked Hours (Last 25 Work Orders):

Slika 38. Unos aktivnosti održavanja

Komponenti i sustavi koje je potrebno održavati upisuju se u radni nalog u obrascu „Equipment“.

U prvo polje se upisuje šifra objekta ili sustava na koji se odnosi ovaj radni nalog. Na *Slici 39.* prikazan je unos podataka o aktuatoru zakrilca lijevog i desnog krila (neparna šifra – lijevo krilo, parna šifra – desno krilo). Na isti način, ako se generira radni nalog u automobilskoj industriji za zamjenu guma automobila, potrebno je unijeti sve četiri gume (prednju lijevu i desnu te zadnju lijevu i desnu). Nakon upisa šifre, automatski će se popuniti desno polje s imenom odabrane komponente ili sustava.

The screenshot displays a software interface for equipment management. At the top, there are tabs for 'Record View', 'Comments', 'Activities', 'Equipment', 'Work Orders', and 'Documents'. Below the tabs is a search bar with 'All Equipment' selected and an 'Edit' button. A table lists equipment records with columns for Equipment, Description, Perform Every, Period UOM, Due Date, Department, Location, Route, Work Order, Updated, and PM Type. Two records are visible: 40059 and 40070, both for 'Flap Actuator Ballscrews' with a due date of 29-JUN-2016. Below the table is a navigation bar showing 'Records: 2 of 2' and various filter icons. The 'Equipment Details' section for record 40059 is expanded, showing fields for Equipment (40059), Description (Flap Actuator Ballscrews), Work Order Org. (CA), Department, Location, Route, Perform Every (1 Years), Due Date (29-JUN-2016), WO Class, Cost Code, Assigned To, Supervisor, Meter Interval (2.000 HUR), and Meter Due.

Equipment	Description	Perform Every	Period UOM	Due Date	Department	Location	Route	Work Order	Updated	PM Type
40059	Flap Actuator Ballscrews	1	Godina(e)	29-JUN-2016				40404	<input type="checkbox"/>	Fiksno
40070	Flap Actuator Ballscrews	1	Godina(e)	29-JUN-2016				40405	<input type="checkbox"/>	Fiksno

Equipment Details

Equipment: 40059 1. Flap Actuator Ballscrews

Work Order Org.: CA

Department: []

Location: []

Route: []

2. Perform Every: 1 Years

3. Due Date: 29-JUN-2016

4. Meter Interval: 2.000 HUR

Meter Due: []

Slika 39. Unos komponenata i sustava koje je potrebno održavati

U drugo polje se upisuje vremenski period nakon kojeg će sustav prikazati potrebu za izdavanjem radnog naloga jer je priručnikom propisano nakon koliko vremena (dani, tjedni, mjeseci ili godine) ili sati leta / ciklusa leta/ sati rada motora je potrebno održavati pojedini sustav ili komponentu. U sljedeće polje se upisuje datum krajnjeg roka za izvedbu radova, a u četvrto polje se upisuje interval prema kojemu se prati održavanje – sati leta, ciklusi leta ili sati rada motora.

Work Order	Organization	PM Revision	WO Status	WO Class	WO Class Org.	Equip. Type	Equipment	Equip. Org.
40405	CA	0	Očekuje izdavanje			Komponenta	40070	CA
40404	CA	0	Očekuje izdavanje			Komponenta	40059	CA

Slika 40. Prikaz stanja generiranih radnih naloga

Generirani nalozi preventivnog održavanja upisani su u sustav koji prati unesene podatke o vremenu ili intervalu održavanja. Kada dođe potreba za njihovim izdavanjem radi održavanja, pokazatelj „Awaiting PM“ (Očekivanje preventivnog održavanja) na samom ulazu u *Infor EAM* sustav (Slika 41.) prikazuje broj radnih naloga koje je potrebno izdati. Taj broj je označen crvenom bojom da njegov prikaz bude uočljiviji.



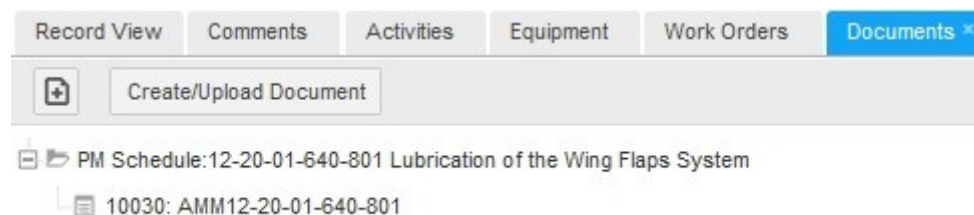
Slika 41. Prikaz pokazatelja učinkovitosti održavanja na ulaznoj formi *Infor EAM* sustava

Dvostrukim klikom na taj broj pojavljuju se generirani radni nalozi koje je potrebno izdati. To se radi na način da se u obrascu „Work Orders“ odabere „Open PM WOs“ (Otvori radne naloge preventivnog održavanja). S obzirom da je cilj diplomskog rada generirati nekoliko radnih naloga preventivnog održavanja, generirano ih je ukupno 15 (19 sa *Slike 41.* sadržava i probne naloge). Oni su već otvoreni pa pokazatelj uspješnosti održavanja za radne naloge preventivnog održavanja u sljedećih 7 dana pokazuje broj 15 označen crvenom bojom. To znači da je u sljedećih tjedan dana potrebno odraditi postupke održavanja propisane s 15 radnih naloga. Prikazuju se klikom na broj 15.

The screenshot displays the Infor EAM software interface. At the top, the 'infor EAM' logo is visible. Below it, a navigation bar includes 'Work', 'Materials', 'Equipment', and 'Administration'. The main header shows 'PM Schedule 36-11-09-400-802 Installation of the High Pressure Shutoff Valve Filter'. A search bar is present with the text 'Search within All PMs'. The interface is divided into two main sections: a list of PMs on the left and a detailed view of a selected PM on the right. The list on the left includes items like '12-20-01-640-801 - Lubrication of the ...' and '12-20-01-640-802 - Lubrication of the N...'. The detailed view on the right shows 'PM Details' with fields for 'Type' (Fiksno), 'Class', and 'Out of Service'. It also includes a 'Scheduling' section with fields for 'Perform Every', 'Meter Interval' (2,000 HUR), 'Nesting Reference', 'Complete Status', 'Ok Window' (0), 'Near Window' (100), and 'Release Window' (100). The 'Work Order Details' section on the right shows 'WO Type' (Preventivno održavanj), 'Duration' (1), 'WO Class', 'Supervisor', and 'Priority'.

Slika 42. Lista radnih naloga preventivnog održavanja

U obrascu „Documents“ (Dokumenti) unose se dokumenti iz priručnika prema kojemu je generiran cijeli radni nalog.



Slika 43. Unos dokumentacije potrebne za održavanje

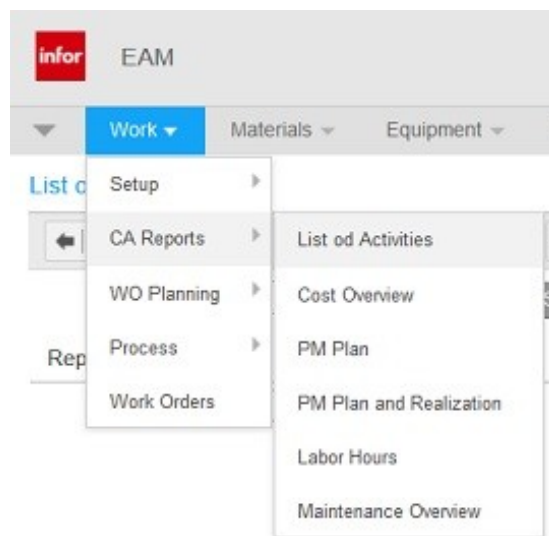
Generirani radni nalozi preventivnog održavanja filtera za upuhivanje zraka, vretena aktuatora zakrilaca, nosnog i glavnog podvozja te mlaznica i cjevovoda goriva nalaze se u *Prilogu II. - XVI.*

6. Izvještaji

U *Infor EAM* sustavu napravljeni su izvještaji na temelju unesenih radnih naloga preventivnog i korektivnog održavanja te podataka o objektima održavanja, osoblju, kvalifikacijama, utrošenim radnim satima i pritom korištenim materijalima. U nastavku se nalazi prikaz generiranja izvještaja u sustavu te analiza pojedine stavka izvještaja.

6.1. Izvještaj o aktivnostima održavanja

U *Infor EAM* sustavu generirano je šest izvještaja – izvještaj o aktivnostima održavanja, troškovima, preventivnom održavanju, planu i realizaciji preventivnog održavanja, satima rada te opći pregled održavanja. Njima se pristupa na način da se u alatnoj traci odabere „Work“ pa „CA reports“. Na *Slici 44.* prikazan je popis svih izvještaja o aktivnostima održavanja koji se mogu odabrati.



Slika 44. Pristup izvještajima o aktivnostima održavanja

Za prikaz je odabran prvi izvještaj „List of activities“ koji predstavlja izvještaj o aktivnostima održavanja. Potrebno je odabrati početak i kraj perioda za koji se želi dobiti izvještaj. Za prikaz je odabran period od 1.1.2012. do 20.6.2016.g.

Odabirom na ikonu „Print preview“ dobiva se uvid u izvještaj prikazan na *Slici 45*. Cijeli izvještaj nalazi se u *Prilogu XVII*.



LIST OF ACTIVITIES

01.01.2012. - 20.06.2016.

Start Date	Date Completed	Work Order	Description	Type	Status
Item 40001 Airbus A320-200					
04.09.2015.	04.09.2015.	40542	Opt of non-return vlv (Avionics water / moisture separator)	Kvar	Završeno
04.09.2015.	04.09.2015.	40544	Operational check of cabin bulb signs via MCDU	Kvar	Završeno
04.09.2015.	04.09.2015.	40546	Opt of rudder mechanical control reset function	Kvar	Završeno
04.09.2015.	04.09.2015.	40548	Main hydraulic power - drain recovery tank	Kvar	Završeno
Item 40002 Airbus A319-100					
07.09.2015.	07.09.2015.	40543	Opt of non-return vlv (Avionics water / moisture separator)	Kvar	Završeno
07.09.2015.	07.09.2015.	40545	Operational check of cabin bulb signs via MCDU	Kvar	Završeno
07.09.2015.	07.09.2015.	40547	Opt of rudder mechanical control reset function	Kvar	Završeno
07.09.2015.	07.09.2015.	40549	Main hydraulic power - drain recovery tank	Kvar	Završeno
Item 40003 Dash Q400 9A – CQA					
30.10.2015.	30.10.2015.	40518	Engine Leak Check	Preventivno održavanje	Završeno
06.11.2015.	06.11.2015.	40500	Restoration of the Nose Landing Gear Wheel Assembly	Kvar	Završeno
18.11.2015.	18.11.2015.	40501	Restoration of the Engine Adaptor Heater	Kvar	Završeno
23.11.2015.	23.11.2015.	40514	Installation of the Fuel Metering Unit	Preventivno održavanje	Završeno
23.11.2015.	23.11.2015.	40516	Removal of the Fuel Metering Unit	Preventivno održavanje	Završeno

Slika 45. Primjer generiranog izvještaja o aktivnostima održavanja

Izvještaj se sastoji od tablice koja u svojim stupcima ima „Datum početka“, „Datum završetka“, „Broj radnog naloga“, „Opis“, „Tip“, „Status“ i „Objekt“.

Slika 45. prikazuje da je objekt održavanja *Airbus A320-200*, koji u sustavu ima šifru 40001, 4.9.2015. imao kvarove za koji su izdani radni nalozi pod brojem 40542, 40544, 40546 i 40548 te su sve potrebne aktivnosti istog dana i izvršene. Radni nalog pod brojem 40542 zahtijevao je operativnu provjeru nepovratnog filtera, a radni nalog pod brojem 40546 zahtijevao je operativnu provjeru funkcije za resetiranje mehaničke kontrole kormila pravca. Osim toga, radnim nalogom RN40544 propisana je provjera svjetala u kabini pomoću jedinice za kontrolu prikaza te RN40548 dreniranje pomoćnog tanka glavnog hidrauličkog sustava.

Sljedeći objekt održavanja poznat sustavu iz 2015. godine je *Airbus A319-100* na kojemu su 7.9.2015. uklonjena četiri kvara – ista kao na zrakoplovu *Airbus A320-200*. Navedeni zrakoplovi ne pripadaju floti zrakoplova *Dash 8 Q400* koja je predmet ovog diplomskog rada. Iz tog razloga u imenu objekta održavanja ne piše ime komponente zrakoplova nego općenito ime zrakoplova.

U nastavku su prikazane aktivnosti preventivnog i korektivnog održavanja zrakoplova registarske oznake *9A-CQA*. To je zrakoplov iz flote *Dash 8 Q400* za kojeg nisu raspisani i u sustav pojedinačno uneseni objekti održavanja, nego je to napravljeno za zrakoplov registarske oznake *9A-CQF* koji služi kao primjer da se na isti način za bilo koji zrakoplov ili neki drugi kompleksan sustav može obaviti analiza. Dakle, razlika između detaljno analizirnog zrakoplova i onih koji to nisu je naziv u polju „Item“.

Zrakoplov reg. oznake *9A-CQA* u periodu od 30.10.2015. do 25.11.2015. ima zabilježeno ukupno 12 aktivnosti održavanja od kojih su tri odrađene zbog kvara, a preostale očekuju izdavanje radnih naloga preventivnog održavanja koje je propisano satima ili ciklusima leta te satima rada motora. Naime, aktivnosti korektivnog održavanja izvršene su istog dana kada je kvar i nastao, a aktivnosti preventivnog održavanja nisu izvršene, tj. imaju status „Očekuje izdavanje“ jer kao što je objašnjeno ranije, za ovaj zrakoplov nije predviđeno detaljno definiranje sustava pa shodno tome nije moguće ni pratiti cikluse ili sate leta, odnosno sate rada motora da bi se dobili drugačiji podaci.

Za odabrani zrakoplov s registarskom oznakom 9A-CQF koji je detaljno unesen u *Infor EAM* sustav, proizvoljno je upisano da je 3.7.2015. na snimaču zvuka u kabini zrakoplova došlo do kvara zbog čega je isti dan izvršena provjera kojom je kvar uklonjen (Slika 46.).

Item 40024 Cockpit Voice Recorder						
03.07.2015.	03.07.2015.	40551	Cocplt voice recorder check	Kvar	Završeno	
Item 40029 AC Generation System						
31.07.2012.	31.07.2012.	40442	Operational Check of the AC Contactors K2Y, K3 and K4	Preventivno održavanje	Završeno	
31.07.2012.	31.07.2012.	40459	Start Engine - AC Generation System	Preventivno održavanje	Završeno	
31.07.2012.	31.07.2012.	40469	Shutdown Engine - AC Generation System	Preventivno održavanje	Završeno	
Item 40031 AC Generator Bearings						
20.07.2015.	21.07.2015.	40550	Replacement of AC generator bearings	Kvar	Završeno	
Item 40032 DC Generation System						
31.07.2012.	31.07.2012.	40441	Operational Check of the DC Contactors	Preventivno održavanje	Završeno	
Item 40093 Adaptor Heater						

Printdate 20.06.2016. 21:42

Page 2 of 4

 CROATIA AIRLINES

LIST OF ACTIVITIES

01.01.2012. - 20.06.2016.

Start Date	Date Completed	Work Order	Description	Type	Status
Item 40093 Adaptor Heater					
28.02.2016.	09.03.2016.	40423	Restoration of the Left Engine Adaptor Heater	Kvar	Završeno
Item 40104 Main Landing Gear Tire No1					
21.02.2016.	22.02.2016.	40425	Restoration of the Main Landing Gear Tire No1	Kvar	Završeno
Item 40106 Main Landing Gear Tire No2					
15.01.2016.	15.01.2016.	40431	Restoration of the Main Landing Gear Tire No2	Kvar	Završeno
16.03.2016.	16.03.2016.	40421	Restoration of the Main Landing Gear Tire No2	Kvar	Završeno

Slika 46. Izvještaj aktivnosti održavanja zrakoplova oznake 9A-CQF

Također je proizvoljno uneseno da je 31.7.2012. na generatoru izmjenične struje izvedeno preventivno održavanje temeljem izdanog naloga RN 40442 kojim je propisana provjera priključaka izmjenične struje K2Y, K3 i K4. Istog dana u sklopu navedenog održavanje izvršena je aktivnost uključivanja i gašenja motora.

U nastavku su prikazani stvarni podaci o kvarovima na gumi lijevog i desnog kotača glavnog podvozja. Bez obzira radi li se o glavnom ili nosnom podvozju, ti kvarovi su najučestaliji i najzanimljiviji za analizu broja izdanih radnih naloga, osoblja, novca i utrošenog vremena za uklanjanje kvara. Primjer je *Slika 47*.

Start Date	Date Completed	Work Order	Description	Type	Status
Item 40093 Adaptor Heater					
28.02.2016.	09.03.2016.	40423	Restoration of the Left Engine Adaptor Heater	Kvar	Završeno
Item 40104 Main Landing Gear Tire No1					
21.02.2016.	22.02.2016.	40425	Restoration of the Main Landing Gear Tire No1	Kvar	Završeno
Item 40106 Main Landing Gear Tire No2					
15.01.2016.	15.01.2016.	40431	Restoration of the Main Landing Gear Tire No2	Kvar	Završeno
16.03.2016.	16.03.2016.	40421	Restoration of the Main Landing Gear Tire No2	Kvar	Završeno
Item 40111 Main Landing Gear Tire No3					
16.03.2016.	16.03.2016.	40417	Restoration of the Main Landing Gear Tire No3	Kvar	Završeno
Item 40119 Nose Landing Gear Tire No1					
09.02.2016.	09.02.2016.	40429	Restoration of the Nose Landing Gear Tire No1	Kvar	Završeno
16.03.2016.	16.03.2016.	40415	Restoration of the Nose Landing Gear Tire No1	Kvar	Završeno
Item 40120 Nose Landing Gear Wheel Assembly No2 (Right)					
09.02.2016.	09.02.2016.	40427	Restoration of the Nose Landing Gear Wheel Assembly No2	Kvar	Završeno
Item 40122 Nose Landing Gear Tire No2					
17.03.2016.	17.03.2016.	40416	Restoration of the Nose Landing Gear Tire No2	Kvar	Završeno

Slika 47. Izvještaj o kvarovima na podvozju

Za skidanje i zamjenu lijeve gume lijevog glavnog podvozja (*Main Landing Gear Tire No1*) zbog nastalog kvara, izdan je radni nalog pod brojem 40425 kojim je zadan datum 22.2.2016. kao rok do kojeg se aktivnost treba izvršiti. Radnom nalogu dodijeljen je status „Završeno“ kada je tijekom inspekcije ustanovljeno da su svi potrebni radovi propisno napravljeni.

Vidljivo je da su iste godine, u razmaku od dva mjeseca bile potrebne dvije zamjene gume desnog kotača lijevog glavnog podvozja. Učestalost kvarova gume lijevog kotača nosnog podvozja je još veća jer se ista aktivnost korektivnog održavanja dvaput morala provoditi u dvostruko manjem periodu. Na mjestima gdje postoje učestala ponavljanja kvarova potrebno je provesti analize i ustvrditi potencijalne uzroke koji stvaraju učestale troškove održavanja te provesti mjere za otklanjanje istih.

Konačno, na listi aktivnosti održavanja nalaze se i aktivnosti preventivnog održavanja koje pripadaju *C provjeri* zrakoplova *9A-CQF* koja je obavljena u hangaru *Croatia Airlines*. Ta provjera propisana je priručnikom za planiranje održavanja (*Maintenance Planning Document – MPD*) nakon svakih 4000 sati leta. Preventivno održavanje cijevi izmjenjivača topline ulja i goriva te jedinice za mjerenje goriva izvedeno je 19.8.2012. i 23.9.2012. U prvom slučaju, na lijevom motoru (*Item 40183*), izvršene su aktivnosti pražnjenja električnog sustava, uklanjanje jedinice za mjerenje goriva, provedene su mjere električne i elektroničke predostrožnosti te instalacija jedinice za mjerenje goriva. U drugom slučaju (*Item 40190*) su isti radovi izvršeni na desnom motoru. Zatim je na svjećicama i *Fuel Metering Unit Locking Features* (šifra tog objekta u sustavu je 40184) lijevog motora izvršeno preventivno održavanje 23.9.2012. g. Ono uključuje aktivnosti uklanjanja i instalacije jedinice za mjerenje goriva, pražnjenja električnog sustava, provođenja mjera električne i elektroničke predostrožnosti te provjeru curenja ulja motora. Sve navedene aktivnosti izvršene su u određenom vremenu, tj. istog dana. Prethodno navedene aktivnosti održavanja izvedene su i na svjećicama i *Fuel Metering Unit Locking Features* desnog motora (šifra objekta 40191) dana 19.8.2012.

Item 40183 FOHE/FMU Transfer Tube						
23.09.2012.	23.09.2012.	40433	De-energize the Electrical System	Preventivno održavanje	Završeno	
23.09.2012.	23.09.2012.	40435	Removal of the Fuel Metering Unit	Preventivno održavanje	Završeno	
23.09.2012.	23.09.2012.	40437	Electrical/Electronic Safety Precautions	Preventivno održavanje	Završeno	
23.09.2012.	23.09.2012.	40461	Installation of the Fuel Metering Unit	Preventivno održavanje	Završeno	
Item 40184 Fuel Metering Unit Locking Features and Plugs						
23.09.2012.	23.09.2012.	40439	Installation of the Fuel Metering Unit	Preventivno održavanje	Završeno	
23.09.2012.	23.09.2012.	40463	Removal of the Fuel Metering Unit	Preventivno održavanje	Završeno	
23.09.2012.	23.09.2012.	40465	De-energize the Electrical System	Preventivno održavanje	Završeno	
23.09.2012.	23.09.2012.	40467	Electrical/Electronic Safety Precautions	Preventivno održavanje	Završeno	
23.09.2012.	23.09.2012.	40470	Engine Leak Check	Preventivno održavanje	Završeno	
Item 40190 FOHE/FMU Transfer Tube						
19.08.2012.	19.08.2012.	40434	De-energize the Electrical System	Preventivno održavanje	Završeno	
19.08.2012.	19.08.2012.	40436	Removal of the Fuel Metering Unit	Preventivno održavanje	Završeno	
19.08.2012.	19.08.2012.	40438	Electrical/Electronic Safety Precautions	Preventivno održavanje	Završeno	
19.08.2012.	19.08.2012.	40462	Installation of the Fuel Metering Unit	Preventivno održavanje	Završeno	
Item 40191 Fuel Metering Unit Locking Features and Plugs						
19.08.2012.	19.08.2012.	40440	Installation of the Fuel Metering Unit	Preventivno održavanje	Završeno	
19.08.2012.	19.08.2012.	40464	Removal of the Fuel Metering Unit	Preventivno održavanje	Završeno	

Slika 48. Izvještaj preventivnog održavanja zrakoplova oznake 9A-CQF

6.2. Pregled troškova održavanja

Izveštaj koji nudi pregled troškova u *Infor EAM* sustavu se odabire u alatnoj traci kod „Work“ – „CA reports“ – „Cost overview“. Postupak je prikazan na *Slici 50*. Pritom je potrebno s desne strane odabrati početak i kraj intervala vremena u kojemu je potrebno dobiti izvještaj o troškovima. Cijeli izvještaj nalazi se u *Prilogu XVIII*.



Slika 49. Generiranje izvještaja o troškovima održavanja

Za pregled troškova odabran je vremenski interval od 1.1.2012. do 20.6.2016. Izvještaj čini tablica koja se sastoji od kolona s podacima o:

- datumu aktivnosti preventivnog ili korektivnog održavanja,
- broju radnog naloga kojim je aktivnost propisana,
- izvedbi aktivnosti,
- šifri objekta koji je održavan,

- tipu održavanja (korektivno ili preventivno),
- statusu održavanja (završeno ili izdano),
- troškovima radnika i materijala te ukupnim troškovima

Na *Slici 50.* su prikazani troškovi održavanja zrakoplova *Airbus A319-100* i *Airbus A320-200*. *Airbus A319-100* je uslijed kvara imao troškove održavanja u ukupnom iznosu od 1480,00 kn. Radovi su izvedeni 7.9.2015. godine. Navedeni podaci su proizvoljno uneseni u sustav jer nije bilo moguće od *Croatia Airlines* dobiti ni približne podatke o troškovima pa ovi podaci služe samo kao primjer da se i za zrakoplove iz drugih flota također mogu generirati izvještaji, ovisno o tome jesu li uneseni u sustav i koliko detaljno su raspisani.



COST OVERVIEW

01.01.2012. - 20.06.2016.

Start Date	Work Order	Description	Item	Type	Status	Labor Cost [kn]	Material Cost [kn]	Total Cost [kn]
Plane Airbus A319-100						1.480,00		1.480,00
ATA						1.480,00		1.480,00
07.09.2015.	40543	Opt of non-return vlv (Avionics water / moisture separator)	40002 - Airbus A319-100	Kvar	Završeno	500,00		500,00
07.09.2015.	40545	Operational check of cabin bulb signs via MCDU	40002 - Airbus A319-100	Kvar	Završeno	100,00		100,00
07.09.2015.	40547	Opt of rudder mechanical control reset function	40002 - Airbus A319-100	Kvar	Završeno	130,00		130,00
07.09.2015.	40549	Main hydraulic power - drain recovery tank	40002 - Airbus A319-100	Kvar	Završeno	750,00		750,00
Plane Airbus A320-200						1.340,00		1.340,00
ATA						1.340,00		1.340,00
04.09.2015.	40542	Opt of non-return vlv (Avionics water / moisture separator)	40001 - Airbus A320-200	Kvar	Završeno	200,00		200,00
04.09.2015.	40544	Operational check of cabin bulb signs via MCDU	40001 - Airbus A320-200	Kvar	Završeno	40,00		40,00
04.09.2015.	40546	Opt of rudder mechanical control reset function	40001 - Airbus A320-200	Kvar	Završeno	300,00		300,00
04.09.2015.	40548	Main hydraulic power - drain recovery tank	40001 - Airbus A320-200	Kvar	Završeno	800,00		800,00

Slika 50. Prikaz izvještaja o troškovima održavanja

Radi dobivanja tog ispisa, u sustavu su improvizirani radovi provjere nepovratnog filtera, operativna provjera funkcije resetiranja mehaničke kontrole kormila pravca, provjera svjetala u kabini pomoću jedinice za kontrolu prikaza te dreniranje pomoćnog tanka glavnog hidrauličkog sustava. Isti radovi izvedeni su 4.9.2015. na zrakoplovu *Airbus A320-200*. Troškovi radne snage, koji su ujedno i jedini te ukupni troškovi, iznose 1340,00 kn.

Plane Dash Q400 9A – CQA						2.645,00	526,01	3.171,01
ATA						2.645,00	526,01	3.171,01
30.10.2015.	40518	Engine Leak Check	40003 - Dash Q400 9A – CQA	Preventivno održavanje	Završeno	102,00	12,84	114,84
06.11.2015.	40500	Restoration of the Nose Landing Gear Wheel Assembly	40003 - Dash Q400 9A – CQA	Kvar	Završeno	150,00	191,68	341,68
18.11.2015.	40501	Restoration of the Engine Adaptor Heater	40003 - Dash Q400 9A – CQA	Kvar	Završeno	500,00	114,12	614,12
23.11.2015.	40514	Installation of the Fuel Metering Unit	40003 - Dash Q400 9A – CQA	Preventivno održavanje	Završeno	100,00		100,00
23.11.2015.	40516	Removal of the Fuel Metering Unit	40003 - Dash Q400 9A – CQA	Preventivno održavanje	Završeno	125,00	46,25	171,25
23.11.2015.	40520	Electrical/Electronic Safety Precautions	40003 - Dash Q400 9A – CQA	Preventivno održavanje	Završeno	16,00		16,00
23.11.2015.	40522	De-energize the Electrical System	40003 - Dash Q400 9A – CQA	Preventivno održavanje	Završeno	826,00		826,00
23.11.2015.	40529	Operational Check of the AC Contactors K2Y, K3 and K4	40003 - Dash Q400 9A – CQA	Preventivno održavanje	Završeno	225,00		225,00
23.11.2015.	40532	Start Engine - AC Generation System	40003 - Dash Q400 9A – CQA	Preventivno održavanje	Završeno	5,00		5,00
23.11.2015.	40535	Shutdown Engine - AC Generation System	40003 - Dash Q400 9A – CQA	Preventivno održavanje	Završeno	6,00		6,00
23.11.2015.	40538	Operational Check of the DC Contactors	40003 - Dash Q400 9A – CQA	Preventivno održavanje	Završeno	200,00		200,00

Printdate 29.06.2016. 00:16

Page 1 of 4



COST OVERVIEW

01.01.2012. - 20.06.2016.

Start Date	Work Order	Description	Item	Type	Status	Labor Cost [kn]	Material Cost [kn]	Total Cost [kn]
25.11.2015.	40502	Restoration of the Main Landing Gear Tire No2	40003 - Dash Q400 9A – CQA	Kvar	Završeno	390,00	161,12	551,12

Slika 51. Izvještaj troškova održavanja zrakoplova *Dash Q400 9A-CQA*

Za zrakoplov iz flote *Dash Q400* s registracijskom oznakom *9A-CQA* u sustav su uneseni radovi preventivnog i korektivnog održavanja u vremenu od 30.10.2015. do 25.11.2015. Na *Slici 51.* prikazane su tri izvedene aktivnosti održavanja uslijed kvara i devet planiranih aktivnosti uslijed planiranog preventivnog održavanja. Zbog kvarova je zamijenjen sklop nosnog podvozja, grijač u motoru zrakoplova i guma desnog glavnog podvozja. Ukupni trošak osoblja pritom iznosi 1040,00 kn. Ukupni trošak materijala iznosi 466,92 kn. Dakle, zbroj troška osoblja i materijala je u iznosu od 1506,92 kn. Zbog razloga navedenog iznad *Slike 51.*, podaci su proizvoljno uneseni.

Od radova preventivnog održavanja izvedena je provjera curenja ulja na motoru 30.10.2015. godine. Zatim, 23.11.2015. izvode se radovi uklanjanja i instalacije jedinice za mjerenje goriva, sigurnosne elektroničke provjere, pražnjenje električnog sustava, provjera priključaka izmjenične struje *K2Y*, *K3* i *K4*, uključivanje i gašenje motora radi provjere sustava izmjenične struje te provjera rada priključaka istosmjerne struje. Ukupni trošak osoblja iznosi 1605,00 kn, a ukupni trošak pritom korištenog materijala je 59,09 kn. Zbroj troška osoblja i materijala je u iznosu od 1664,09 kn.

Prema tome, trošak korektivnog i preventivnog održavanja zrakoplova registarske oznake *9A-CQA* iznosi 3171,01 kn, što je i prikazano desno na početku *Slike 51.*

Zrakoplov *9A-CQB* bio je održavan 29.10.2015. i 5.11.2015. (svi podaci su proizvoljno uneseni) zbog kvarova nastalih na gumi desnog i lijevog nosnog podvozja.

Zamjena gume desne noge nosnog podvozja je zahtijevala dulje vrijeme u odnosu na isti popravak na lijevoj nozi nosnog podvozja. Shodno tome, trošak osoblja u prvom slučaju su za 90,00 kn veći u odnosu na trošak u drugom slučaju te iznosi 630,00 kn. Trošak materijala je u oba slučaja 161,12 kn. Dakle, zbroj svih troškova je 1492,24 kn.

COST OVERVIEW

01.01.2012. - 20.06.2016.

Start Date	Work Order	Description	Item	Type	Status	Labor Cost [kn]	Material Cost [kn]	Total Cost [kn]
25.11.2015.	40502	Restoration of the Main Landing Gear Tire No2	40003 - Dash Q400 9A – CQA	Kvar	Završeno	390,00	161,12	551,12
Plane Dash Q400 9A – CQB						1.170,00	322,24	1.492,24
ATA						1.170,00	322,24	1.492,24
29.10.2015.	40504	Restoration of the Nose Landing Gear Tire No2	40004 - Dash Q400 9A – CQB	Kvar	Završeno	630,00	161,12	791,12
05.11.2015.	40503	Restoration of the Nose Landing Gear Tire No1	40004 - Dash Q400 9A – CQB	Kvar	Završeno	540,00	161,12	701,12
Plane Dash Q400 9A – CQC						3.650,00	510,41	4.160,41
ATA						3.650,00	510,41	4.160,41
29.10.2015.	40507	Restoration of the Main Landing Gear Tire No3	40005 - Dash Q400 9A – CQC	Kvar	Završeno	200,00	30,56	230,56
30.10.2015.	40506	Restoration of the Main Landing Gear Tire No3	40005 - Dash Q400 9A – CQC	Kvar	Završeno	360,00	161,12	521,12
30.10.2015.	40508	Restoration of the Nose Landing Gear Wheel Assembly	40005 - Dash Q400 9A – CQC	Kvar	Završeno	570,00	158,36	728,36
30.10.2015.	40515	Installation of the Fuel Metering Unit	40005 - Dash Q400 9A – CQC	Preventivno održavanje	Završeno	200,00		200,00
30.10.2015.	40517	Removal of the Fuel Metering Unit	40005 - Dash Q400 9A – CQC	Preventivno održavanje	Završeno	250,00	46,25	296,25
30.10.2015.	40519	Engine Leak Check	40005 - Dash Q400 9A – CQC	Preventivno održavanje	Završeno	45,00	12,84	57,84
30.10.2015.	40521	Electrical/Electronic Safety Precautions	40005 - Dash Q400 9A – CQC	Preventivno održavanje	Završeno	50,00		50,00
30.10.2015.	40523	De-energize the Electrical System	40005 - Dash Q400 9A – CQC	Preventivno održavanje	Završeno	584,00		584,00
30.10.2015.	40530	Operational Check of the AC Contactors K2Y, K3 and K4	40005 - Dash Q400 9A – CQC	Preventivno održavanje	Završeno	75,00		75,00
30.10.2015.	40533	Start Engine - AC Generation System	40005 - Dash Q400 9A – CQC	Preventivno održavanje	Završeno	10,00		10,00
30.10.2015.	40536	Shutdown Engine - AC Generation System	40005 - Dash Q400 9A – CQC	Preventivno održavanje	Završeno	6,00		6,00
30.10.2015.	40539	Operational Check of the DC Contactors	40005 - Dash Q400 9A – CQC	Preventivno održavanje	Završeno	400,00		400,00
18.11.2015.	40505	Restoration of the Engine Adaptor Heater	40005 - Dash Q400 9A – CQC	Kvar	Završeno	900,00	101,28	1.001,28

Slika 52. Izvještaj troškova održavanja zrakoplova 9A-CQB i 9A-CQC

Zrakoplov 9A-CQC je u razdoblju od 29.10.2015. do 18.11.2015. (svi podaci su proizvoljno uneseni) imao radove održavanja uslijed četiri kvara i devet planiranih preventivnih održavanja.

Od svih kvarova, dva su bila na glavnom podvozju, jedan na nosnom podvozju, a jedan na grijaču motora.

Izvedene aktivnosti preventivnog održavanja su iste kao i za zrakoplov 9A-CQA, međutim trošak osoblja nije isti. U ovom slučaju, taj trošak iznosi 1620,00 kn. Trošak materijala koji je pritom korišten iznosi 59,09 kn. Kada se tome svemu pribroje troškovi osoblja koje je uklonilo kvarove (2030,00 kn) i trošak pritom korištenih materijala (451,32 kn), dobije se ukupan iznos troškova održavanja ovog zrakoplova – 4160,41 kn. To je ujedno i iznos koji je prikazan na *Slici 53.* gore desno.

U periodu od 2.11. do 25.11.2015. na zrakoplovu 9A-CQD proizvoljno je prikazano da su se dogodila tri kvara zbog kojih su izdana tri radna naloga u cilju otklanjanja kvara i osposobljavanja zrakoplova za let. Dvaput je zamijenjena guma lijevog kotača nosnog podvozja u vremenskom intervalu od otprilike tri tjedna. Ukupni trošak radnika pritom iznosi 1740,00 kn, a trošak materijala je 236,72 kn. Osim toga, skinuta je i provjerena guma desnog kotača nosnog podvozja. Na njoj su uočeni dozvoljeni tragovi trošenja pa nije bilo potrebe za uzimanjem nove gume iz zaliha. Iz navedenog proizlazi da su troškovi radnih sati 1000,00 kn, a troškova materijala nema. Ukupni troškovi održavanja na ovom zrakoplovu iznose 2976,72 kn.

Plane Dash Q400 9A – CQE						3.506,50	396,45	3.902,95
ATA						3.506,50	396,45	3.902,95
07.10.2015.	40524	De-energize the Electrical System	40007 - Dash Q400 9A – CQE	Preventivno održavanje	Završeno	1.050,00		1.050,00
07.10.2015.	40525	Electrical/Electronic Safety Precautions	40007 - Dash Q400 9A – CQE	Preventivno održavanje	Završeno	8,00		8,00
07.10.2015.	40526	Removal of the Fuel Metering Unit	40007 - Dash Q400 9A – CQE	Preventivno održavanje	Završeno	260,00	59,09	319,09
07.10.2015.	40527	Installation of the Fuel Metering Unit	40007 - Dash Q400 9A – CQE	Preventivno održavanje	Završeno	400,00		400,00
07.10.2015.	40528	Engine Leak Check	40007 - Dash Q400 9A – CQE	Preventivno održavanje	Završeno	17,00	12,84	29,84
07.10.2015.	40531	Operational Check of the AC Contactors K2Y, K3 and K4	40007 - Dash Q400 9A – CQE	Preventivno održavanje	Završeno	150,00		150,00
07.10.2015.	40534	Start Engine - AC Generation System	40007 - Dash Q400 9A – CQE	Preventivno održavanje	Završeno	37,50		37,50
07.10.2015.	40537	Shutdown Engine - AC Generation System	40007 - Dash Q400 9A – CQE	Preventivno održavanje	Završeno	9,00		9,00
07.10.2015.	40540	Operational Check of the DC Contactors	40007 - Dash Q400 9A – CQE	Preventivno održavanje	Završeno	575,00		575,00
12.11.2015.	40513	Restoration of the Main Landing Gear Tire No1	40007 - Dash Q400 9A – CQE	Kvar	Završeno	800,00	166,16	966,16
16.11.2015.	40512	Restoration of the Nose Landing Gear Wheel Assembly	40007 - Dash Q400 9A – CQE	Kvar	Završeno	200,00	158,36	358,36

Slika 53. Izvještaj troškova održavanja zrakoplova 9A-CQE

Na *Slici 53.* prikazani su proizvoljno uneseni troškovi održavanja zrakoplova 9A-CQE. Na njemu su u razdoblju od 7.10.-16.11.2015. izvedena dva rada korektivnog održavanja i devet radova preventivnog održavanja. Izdan je radni nalog za zamjenu lijeve gume glavnog podvozja i sklopa nosnog podvozja.

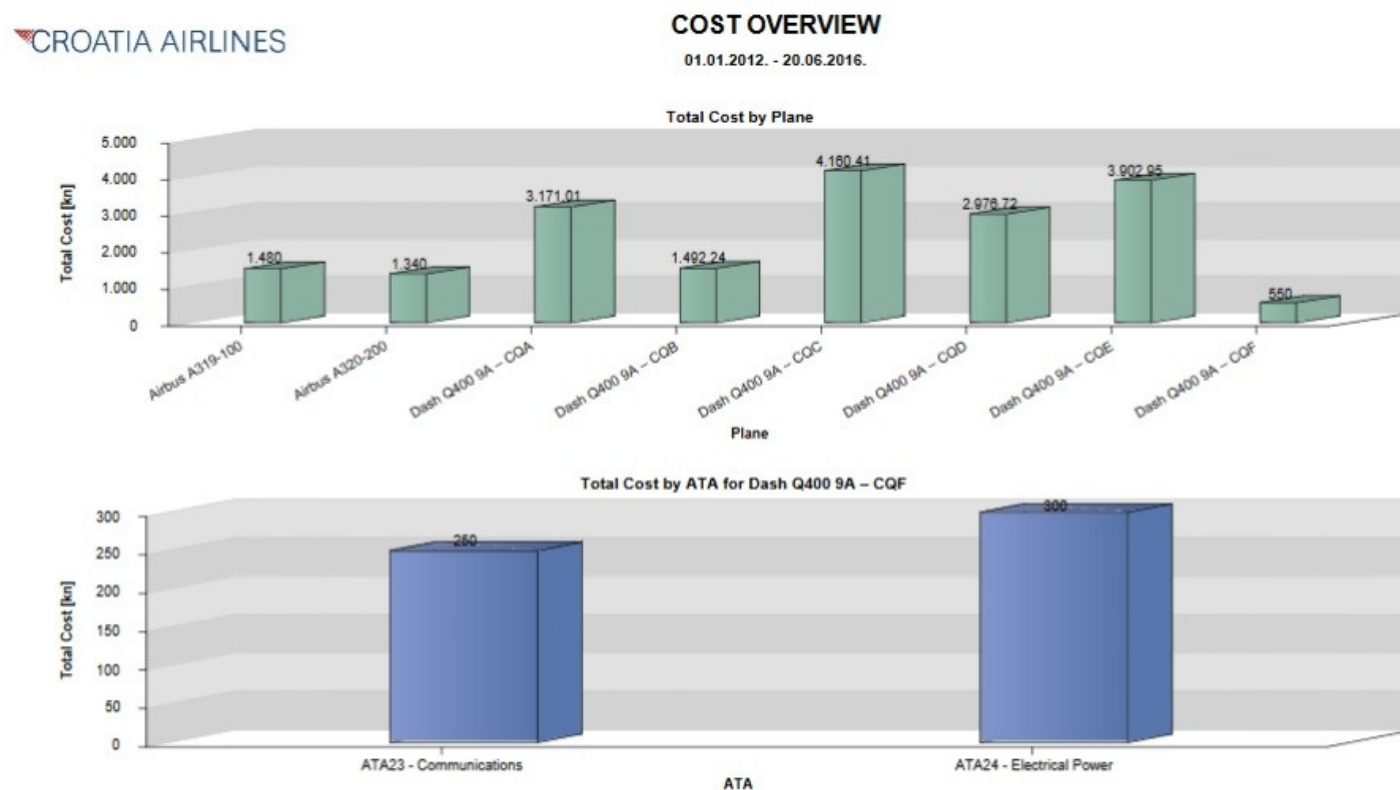
Ukupni trošak osoblja i materijala za uklanjanje kvara iznosi 1324,52 kn. Uneseni zapisi preventivnog održavanja su također proizvoljni. Isti su kao i za zrakoplov 9A-CQC. Ukupni trošak preventivnog održavanja iznosi 2578,43 kn. Zbroj tih dvaju troškova je 3902,95 kn i predstavlja ukupni trošak održavanja ovog zrakoplova.

Slikom 46. - 48. prikazane su aktivnosti preventivnog i korektivnog održavanja za zrakoplov 9A-CQF, od kojih su dvije proizvoljno unesene RN40550 i RN40551, a ostale su stvarno izvršene.

Ovime su završeni pojedinačni prikazi troškova radova održavanja svakog zrakoplova. Slijede dijagrami koji prikazuju ukupne troškove po zrakoplovu i troškove po podjeli ATA za zrakoplov 9A-CQF (*Slika 54.*).

Dijagram prikazuje najveći trošak održavanja zrakoplova 9A-CQC u iznosu od 4160,41 kn, a najmanji za zrakoplov 9A-CQF u iznosu od 550,00 kn. Zna se da u stvarnosti nije tako jer za zrakoplov 9A-CQF postoji niz aktivnosti održavanja koji su obavljeni, ali za njih se iz navedenog razloga nisu unosili troškovi. Kada bi svi podaci bili stvarni i uneseni, u ovom slučaju bi zrakoplov 9A-CQF imao najveće troškove održavanja.

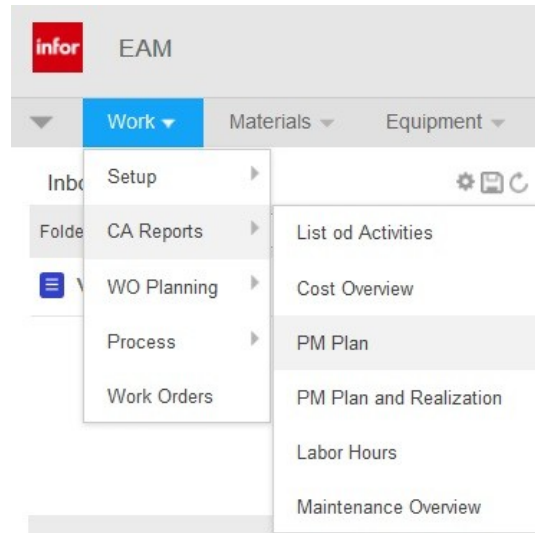
S obzirom da je jedino zrakoplov 9A-CQF detaljno raspisan u sustavu, samo se za njega mogao dobiti prikaz troškova prema ATA. U ATA23 koja obuhvaća uređaje za komunikaciju sadržani su troškovi u iznosu od 250,00 kn, a u ATA24 ima troškove u iznosu od 300 kn. Prema prikazu, za zaključiti je da najviše novaca za navedeni zrakoplov se potroši za aktivnosti održavanja električnih instalacija. Međutim, jasno je da navedeni troškovi nisu stvarni.



Slika 54. Grafički prikaz troškova po zrakoplovu i troškova prema ATA zrakoplova 9A-CQF

6.3. Pregled planova preventivnog održavanja

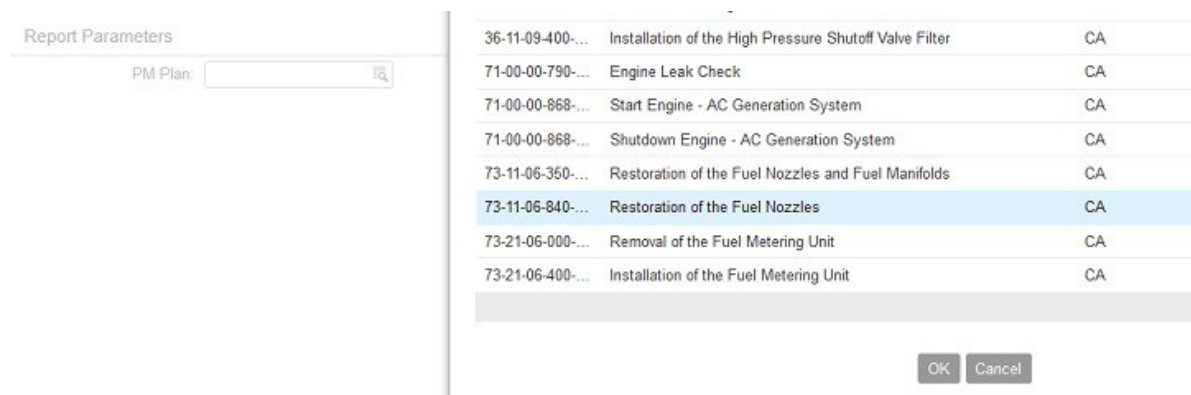
Za izbor pregleda planova preventivnog održavanja, potrebno je u izborniku izabrati „Work“ – „CA reports“ – „PM Plan“, kao što je prikazano na Slici 55.



Slika 55. Pristup planovima preventivnog održavanja

U rubrici za izbor parametra po kojemu se želi dobiti izvještaj, može se izabrati bilo koja aktivnost održavanja (uklanjanje, instalacija, podmazivanje, provjera, itd.) koja je u sustavu zapisana prema šifri iz *MPD* za pojedinu komponentu ili sustav.

Slikom 56. prikazan je trenutni mogući izbor aktivnosti održavanja za koju se želi dobiti izvještaj.



Slika 56. Odabir aktivnosti održavanja

Odabrana je aktivnost pod šifrom *73-11-06-840-801* koja predstavlja popravak mlaznica goriva. Oznaka *PM Plan (Preventive Maintenance Plan)* označava plan preventivnog održavanja. Šifra *73-11-06-840-801* je uzeta iz *AMM (Aircraft Maintenance Manual)*, a ujedno se nalazi u i *MPD (Maintenance Planning Document)*. Pod tom šifrom je u oba priručnika opisana aktivnost popravka mlaznice goriva. Dakle, potrebno ju je izvršiti svakih 2000 sati leta (*HUR*).

Obično se sati leta (*Flight Hours – FH*) označavaju kao *2000 FH*, međutim studentska verzija *Infor EAM* sustava u kojemu je napravljen diplomski rad ima unaprijed definirane stavke kao što su *HUR – Hours*.

Aktivnost se izvrši u jednom danu, a ukoliko je dodijeljena određenom zaposleniku, njegovo se ime označava pokraj "Assigned To".

Dobiven izvještaj prikazan je na *Slici 57*. Preostali planovi su sadržani u *Prilogu XIX*.

CROATIA AIRLINES **PM PLAN**
73-11-06-840-801

PM Plan 73-11-06-840-801 - Restoration of the Fuel Nozzles

Meter Interval	2.000 HUR	Duration	1 day(s)	Assigned To	-
----------------	-----------	----------	----------	-------------	---

Task Plan 73-11-06-840-001 - Subtask 73-11-06-840-001

Instructions Created - IGRDIC [May 11, 2016 9:43:35 PM]
73-11-06-840-001#0 Edited - IGRDIC [May 22, 2016 3:00:25 PM]

Do the restoration of the fuel nozzles (Refer to TASK 73-11-06-350-801).

Task Plan 73-11-06-840-801 - General AMM 73-11-06-840-801

Instructions Created - IGRDIC [May 11, 2016 5:29:50 PM]
73-11-06-840-801#0 Edited - IGRDIC [May 22, 2016 3:00:31 PM]

The maintenance procedure that follows is for the restoration of the fuel nozzles.

Task Plan 73-11-06-946-004 - Subtask 73-11-06-946-004

Instructions Created - IGRDIC [May 11, 2016 5:30:38 PM]
73-11-06-946-004#0 Edited - IGRDIC [May 22, 2016 3:01:14 PM]

Reference Information
TASK 73-11-06-350-801 - Restoration of the Fuel Nozzles

Items

07/02/16	10136	Fuel Nozzles
----------	-------	--------------

Slika 57. Primjer plana preventivnog održavanja za slučaj restauracije mlaznice goriva

Potrebno je izvršiti restauraciju mlaznica goriva za koju je u *AMM* [19] propisana aktivnost (zadatak) izvođenja radova u dokumentu pod šifrom *TASK 73-11-06-840-001*. Da bi se moglo izvesti zadatak, potrebno je slijediti upute u dokumentu s nazivom *TASK 73-11-06-840-801*.

Kada se otvori *AMM* i pronađe šifra zadatka *73-11-06-840-801*, dobiju se informacije prikazane u nastavku:



AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL

TASK 73-11-06-840-801
Restoration of the Fuel Nozzles (MRB#731100-201)

1. General

A. The maintenance procedure that follows is for the restoration of the fuel nozzles.

2. Job Set-Up Information

Subtask 73-11-06-946-004

A. Reference Information

REFERENCE	DESIGNATION
TASK 73-11-06-350-801	Restoration of the Fuel Nozzles

3. Procedure

Subtask 73-11-06-840-001

A. Do the restoration of the fuel nozzles (Refer to [TASK 73-11-06-350-801](#)).

Slika 58. Aktivnost održavanja prema AMM specifikacije TASK 73-11-06-840-801 [19]

U njemu su sadržane instrukcije za obavljanje aktivnosti pod šifrom *73-11-06-946-004* i referenca na aktivnost pod šifrom *73-11-06-350-801* koja je detaljnije opisana *Slikom 59*.

Potrebno je ukloniti mlaznice i cjevovod goriva (zadatak pod šifrom *TASK 73-11-06-000-801*), postaviti ispravne (zadatak pod šifrom *TASK 73-11-06-400-801*) i staviti ventil za razvod goriva koji se u priručniku dijelova zrakoplova (*Component Maintenance Manual – CMM*) nalazi pod šifrom *CMM 73-11-08*.

AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL

**ON A/C ALL

NOZZLES AND MANIFOLDS, FUEL – SERVICING

TASK 73-11-06-350-801

Restoration of the Fuel Nozzles

1. General

- A. The maintenance procedure that follows is for the restoration of the fuel nozzles. This procedure is applicable to the left engine and the right engine. The procedure for the left engine is given. Differences for the right engine are identified.

Do this task if it is necessary to restore the fuel nozzles because of an incorrect spray pattern.

2. Job Set-Up Information

Subtask 73-11-06-946-003

A. Reference Information

REFERENCE	DESIGNATION
TASK 73-11-06-000-801	Removal of the Fuel Nozzles and Fuel Manifolds
TASK 73-11-06-400-801	Installation of the Fuel Nozzles and Fuel Manifolds
Pratt & Whitney CMM 73-11-08	Fuel Distribution Valve

Slika 59. Aktivnosti održavanja mlaznica i cjevovoda goriva [19]

U nastavku je djelomični prikaz procedure za uklanjanje mlaznice i cjevovoda goriva, a u prilogima se nalazi cijeli dokument. Također, propisani su i potrebni materijali – oznake, poklopci i izvor.

Procedure za lijevi i desni motor se razlikuju, a dodatno su objašnjene u nastavku dokumenta.

BOMBARDIER



AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL

**ON A/C ALL

NOZZLES AND MANIFOLDS, FUEL – REMOVAL AND INSTALLATION

TASK 73-11-06-000-801

Removal of the Fuel Nozzles and Fuel Manifolds

1. General

- A. The maintenance procedure that follows is for the removal of the fuel nozzles and fuel manifolds. The fuel nozzles and fuel manifolds are installed on the turbine support case. These procedures are applicable to the left and right engine. The procedures for the left engine are given. Differences for the right engine are identified.

2. Job Set-Up Information

Subtask 73-11-06-943-004

A. Tools and Equipment

- (1) Tag, T-handle (FUEL/HYD shut-off).
- (2) Fuel resistant container, commercially available.
- (3) Fuel resistant covered containers, commercially available.

Subtask 73-11-06-944-002

B. Consumable Materials

- (1) 14-53 Circuit breaker tags.
- (2) 14-81 Protective covers, caps and plugs.

3. Job Set-Up

Subtask 73-11-06-040-001

- A. Pull out the T-handle (FUEL/HYD shut-off).


NOTE: Pull and tag the following circuit breakers immediately after pulling the T-Handle.

CB PANEL AND CB NO	NAME
LEFT DC (ESSENTIAL), J7	FIRE DET/CONT AMP – ENG 1 VLV IND
LEFT DC (ESSENTIAL), K7	FIRE DET/CONT AMP – ENG 1 IND

Slika 60. Izvod iz dijela dokumenta o aktivnosti uklanjanja mlaznica i cjevovoda goriva [19]

Slijedi prikaz dokumenta za instalaciju mlaznica i cjevovoda goriva. Razlike u instalaciji lijevog i desnog motora su posebno navedene u nastavku dokumenta. Propisan je alat – *francuski ključ* s momentom od 0-11.3 Nm, te pribor – ulje za podmazivanje i set za brzo ljepljenje.

BOMBARDIER



AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL

TASK 73-11-06-400-801
Installation of the Fuel Nozzles and Fuel Manifolds

1. General

A. The maintenance procedure that follows is for the installation of the fuel nozzles and fuel manifolds. The fuel nozzles and fuel manifolds are installed on the turbine support case. These procedures are applicable to the left and right engine. The procedures for the left engine are given. Differences for the right engine are identified.

2. Job Set-Up Information

Subtask 73-11-06-943-002

A. Tools and Equipment

(1)	Commercially Available	Wrench, Torque 0 to 100 lbf in (0.0-11.3 Nm)
-----	------------------------	--

Subtask 73-11-06-944-001

B. Consumable Materials

(1)	03-06	Lubricating oil, Turbine engine, synthetic
	06-11A	Adhesive, loctite quick-set

Subtask 73-11-06-946-002

C. Reference Information

REFERENCE	DESIGNATION
TASK 24-00-00-861-801	Energize the Electrical System
TASK 71-00-00-868-805	Engine Operational Test

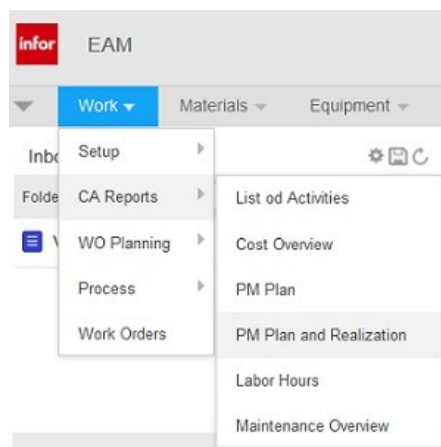
3. Job Set-Up

Slika 61. Izvod iz dijela dokumenta za instalaciju mlaznica i cjevovoda goriva [19]

U rubrici *Items* nalazi se datum (7.2.2016.) i ime objekta održavanja kojemu je namijenjena opisana aktivnost održavanja – mlaznice goriva. Objekt održavanja u sustav je upisan pod šifrom 10136.

6.4. Izvještaj planova preventivnog održavanja i realizacije

Za generiranje izvještaja koji prikazuju status planova preventivnog održavanja potrebno je na glavnoj strani *Infor EAM* sustava odabrati „Work“ – „CA reports“ – „PM Plan and Realization“ kao što je prikazano *Slikom 62*.



Slika 62. Generiranje izvještaja planova preventivnog održavanja i realizacije

Izabran je interval za prikaz izvještaja: 1.1.2012. – 20.6.2016. Cijeli izvještaj nalazi se u *Prilogu XX*, a u nastavku je prikazan plan i realizacija preventivnog održavanja motora – povjera curenja ulja i goriva u motoru.

Na *Slici 63*. prikazan je izvještaj iz kojeg se saznaje da se ta aktivnost preventivnog održavanja mora izvršiti nakon svakih 6000 sati leta (*Hours – HUR*). Predviđeno je da se aktivnost izvrši u jednom danu, a ukoliko je unaprije određena osoba koja će izvesti radove, njeno ime će biti upisano pokraj „Assigned To“.

Objekti nad kojima je napravljena navedena aktivnost održavanja su zrakoplovi registarske oznake 9A-CQA, 9A-CQ i 9A-CQE iz flote zrakoplova Dash 8 Q400. Njihove šifre u sustavu su 40003, 40005 i 40007. Ti podaci su proizvoljno uneseni kako bi usporedba imala više parametara. Međutim, za zrakoplov registarske oznake 9A-CQF, podaci su točni i odnose se na aktivnosti C-provjere koja je obavljena nakon 4000 sati leta od zadnje provjere. Radovi su izvršeni 19.8.2012. i 23.9.2012. godine. Sve navedene aktivnosti izvršene su na vrijeme, i njihov status je „Završeno“.

CROATIA AIRLINES		PM PLAN AND REALIZATION			
		Scheduled Start Date 01.01.2012. - 20.06.2016.			
PM Plan 71-00-00-790-801 Engine Leak Check					
Meter Interval 6.000 HUR		Duration 1 day(s)		Assigned To -	
Item		Start Date	End Date	Work Order	Status
40003	Dash Q400 9A – CQA	30.10.2015.	30.10.2015.	40518	Završeno
40005	Dash Q400 9A – CQC	30.10.2015.	30.10.2015.	40519	Završeno
40007	Dash Q400 9A – CQE	07.10.2015.	07.10.2015.	40528	Završeno
40184	Fuel Metering Unit Locking Features and Plugs	23.09.2012.	23.09.2012.	40470	Završeno
40191	Fuel Metering Unit Locking Features and Plugs	19.08.2012.	19.08.2012.	40471	Završeno

PM Plan Realization Index: 71-00-00-790-801		
Status	Number of WO	Percentage
Završeno	5	100%
Total	5	100%

Timetable	19.08.2012.	23.09.2012.	07.10.2015.	30.10.2015.
40003				40518
40005				40519
40007			40528	
40184		40470		
40191	40471			

Slika 63. Izvještaj preventivnog plana i realizacije provjere curenja ulja i goriva u motoru

Indeks realizacije predstavlja omjer između broja izvršenih aktivnosti propisanih radnim nalogima (RN40518, RN40519, RN40528, RN40470 i RN40471) i ukupnog broja radnih naloga. S obzirom da su svi radni nalozi izvršeni na vrijeme, indeks realizacije plana preventivnog održavanja ima vrijednost 1 (100%).

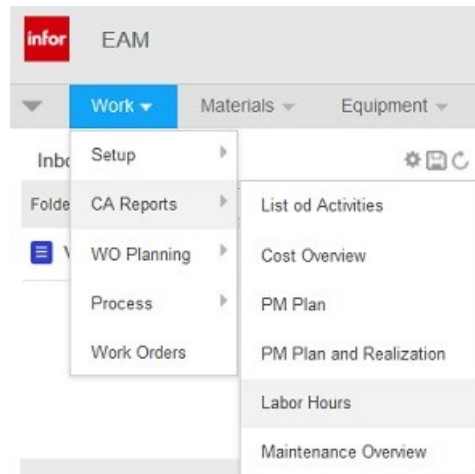
Na dnu *Slike 63.* je kalendarski prikaz navedenih aktivnosti preventivnog održavanja. U tablici *Timetable* u prvom stupcu su šifre objekata zrakoplova koji su održavani, a u prvom redu su datumi početka i kraja izvođenja pojedinog rada. Dakle, svakoj šifri objekta pridodijeljen je broj radnog naloga RN na mjesto koje odgovara datumu izvođenja rada. Ta je tablica napravljena na temelju podataka koji se nalaze u prvoj tablici na istoj slici. Sve oznake radnih naloga su zelene boje jer su radovi izvršeni na vrijeme i radni nalozi su zatvoreni.

U slučaju da su radni nalozi izdani i radovi su u tijeku, bio bi im dodijeljen status „Izdano“ i pokazatelji bi bili narančaste boje. U slučaju da su radni nalozi prvotno bili izdani, a potom otkazani, pokazatelj bi bio crvene boje, a status bi bio „Otkazano“.

Ovaj izvještaj daje uvid u status radnih naloga – jesu li izdani pa se čeka završetak radova koje propisuju, jesu li završeni ili su otkazani. Sukladno tome mijenja se i indeks realizacije plana preventivnog održavanja. Da je od pet navedenih radnih naloga bio jedan koji nema status „Završeno“, indeks bi imao vrijednost 0,8 (80%).

6.5. Izvještaj radnih sati

Izvještaj o radnim satima osoblja važan su pokazatelj pojedinačne djelatnosti radnika, a daju u vid u broj sati odrađenih tijekom i izvan radnog vremena.

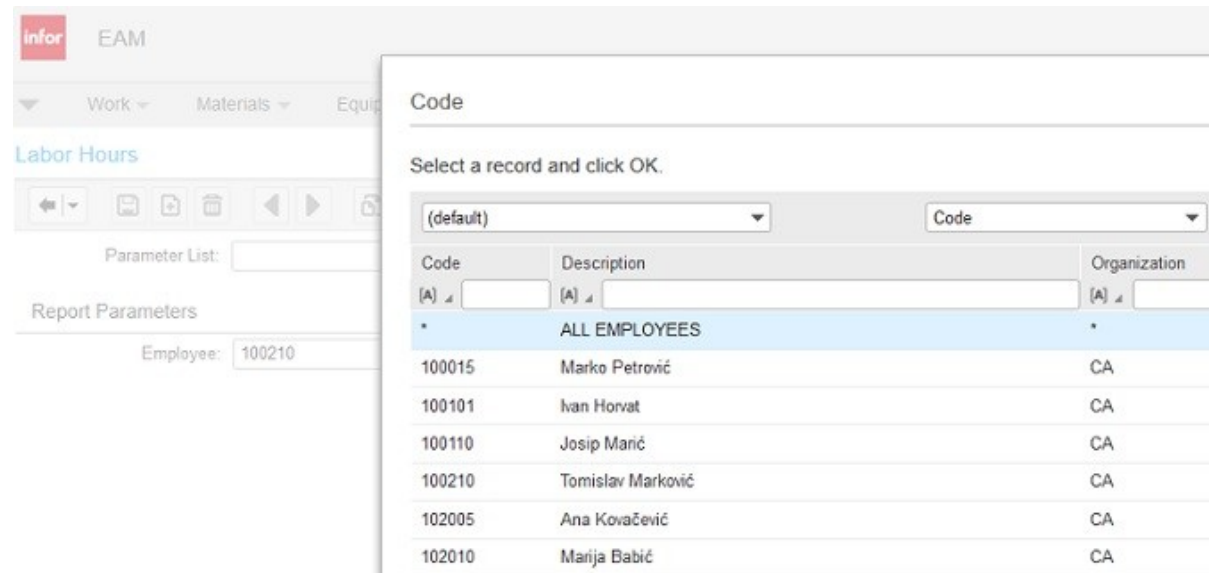


Slika 64. Generiranje izvještaja radnih sati

Generiranje izvještaja prikazano je Slikom 64. U glavnom izborniku odabere se „Work“ – „CA Reports“ – „Labor Hours“. Zatim se u izborniku „Employee“ (djelatnik) odabere ime djelatnika za kojeg se želi dobiti izvještaj radnih sati ili se samo odabere vremenski interval za koji se želi dobiti izvještaj. U ovom slučaju odabran je Ivan Horvat.

Da je rubrika ostala nepopunjena, izvještaj bi bio generiran za sve djelatnike koji su upisani u sustav.

Imena djelatnika su proizvoljno upisana i nemaju veze sa stvarnim imenima djelatnika *Croatia Airlines*.



Slika 65. Izbor djelatnika održavanja

Generiran je izvještaj za razdoblje 1.1.2012. – 20.6.2016. godine. Dio izvještaja prikazan je na slikama u nastavku, a cijeli izvještaj je u *Prilogu XXI*.

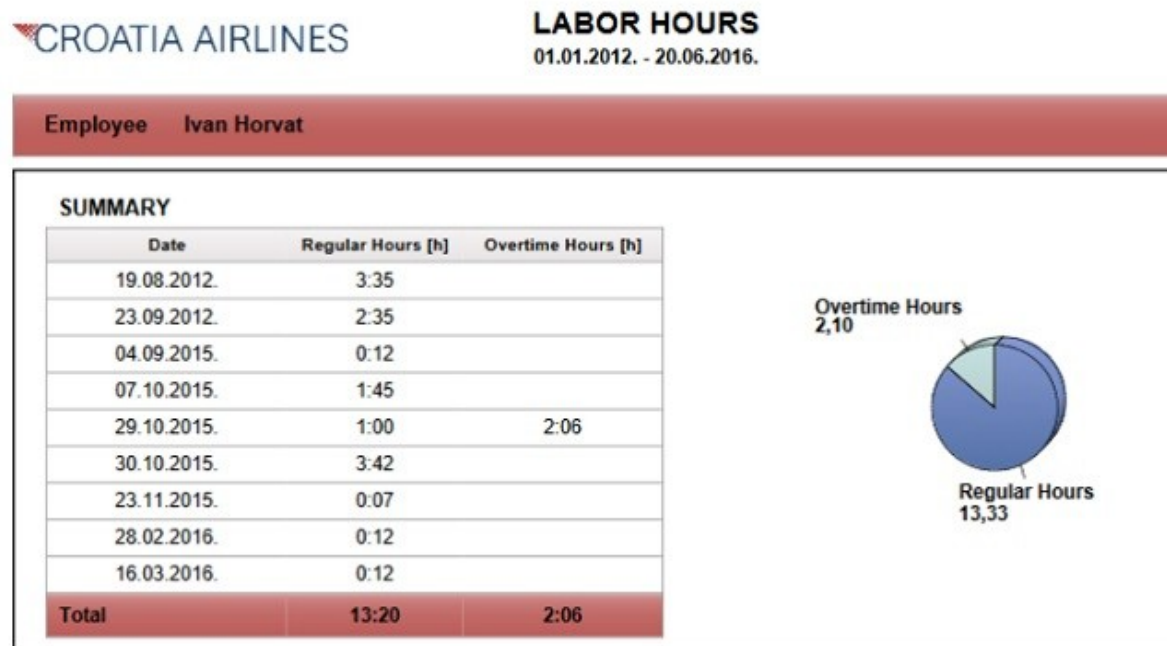


Employee	Regular Hours [h]	Overtime Hours [h]
Ivan Horvat	13:20	2:06
Total	13:20	2:06

Slika 66. Evidencija radnih sati djelatnika

Ivan Horvat je djelatnik koji je u navedenom periodu u *Infor EAM* sustavu zabilježen da je odradio 13 h i 20 min tijekom radnog vremena te 2 h i 6 min nakon radnog vremena (prekovremeno).

Zapisi svih radnih sati nalaze se na *Slici 67*. Dobiva se uvid u datume obavljanja radova na zrakoplovu i vrijeme koje mu je za to bilo potrebno.



Slika 67. Prikaz radnih sati djelatnika održavanja po danima

U tablici koju prikazuje slika, sadržani su sati i minute u svom standardnom zapisu [h:min]. Međutim, radi izračuna troškova radnih sati, standardni zapis vremena bilo je potrebno pretvoriti u decimalni zapis. Prema tome, ukupan zbroj redovnih sati u standardnom zapisu je 13:20 (13 h i 20 min), a kraj dijagrama ima decimalnu vrijednost $13,33 = 13 + 20/60$. Sveukupno ima 2:06 (2 h i 6 min) prekovremenih radnih sati. Od ukupnog broja radnih sati (15:26) u četiri godine, 14% je prekovremenih.

Za slučaj stvarnih podataka o radnim satima djelatnika, vrijednosti bi bile znatno drugačije.

U nastavku slijedi popis svih aktivnosti koje je izvršio Ivan Horvat.

DETAILS			
Date	Work Order Item	Regular Hours [h]	Overtime Hours [h]
19.08.2012.	40434 - De-energize the Electrical System 40190 - FOHE/FMU Transfer Tube	3:25	
19.08.2012.	40471 - Engine Leak Check 40191 - Fuel Metering Unit Locking Features and Plugs	0:10	
23.09.2012.	40439 - Installation of the Fuel Metering Unit 40184 - Fuel Metering Unit Locking Features and Plugs	1:00	
23.09.2012.	40463 - Removal of the Fuel Metering Unit 40184 - Fuel Metering Unit Locking Features and Plugs	1:15	
23.09.2012.	40465 - De-energize the Electrical System 40184 - Fuel Metering Unit Locking Features and Plugs	0:20	
04.09.2015.	40544 - Operational check of cabin bulb signs via MCDU 40001 - Airbus A320-200	0:12	
07.10.2015.	40526 - Removal of the Fuel Metering Unit 40007 - Dash Q400 9A – CQE	1:00	
07.10.2015.	40531 - Operational Check of the AC Contactors K2Y, K3 and K4 40007 - Dash Q400 9A – CQE	0:45	
29.10.2015.	40504 - Restoration of the Nose Landing Gear Tire No2 40004 - Dash Q400 9A – CQB		2:06
29.10.2015.	40507 - Restoration of the Main Landing Gear Tire No3 40005 - Dash Q400 9A – CQC	1:00	
30.10.2015.	40517 - Removal of the Fuel Metering Unit 40005 - Dash Q400 9A – CQC	1:15	
30.10.2015.	40523 - De-energize the Electrical System 40005 - Dash Q400 9A – CQC	2:25	
30.10.2015.	40536 - Shutdown Engine - AC Generation System 40005 - Dash Q400 9A – CQC	0:02	
23.11.2015.	40520 - Electrical/Electronic Safety Precautions 40003 - Dash Q400 9A – CQA	0:05	
23.11.2015.	40535 - Shutdown Engine - AC Generation System 40003 - Dash Q400 9A – CQA	0:02	

Slika 68. Izvještaj aktivnosti održavanja pojedinog djelatnika

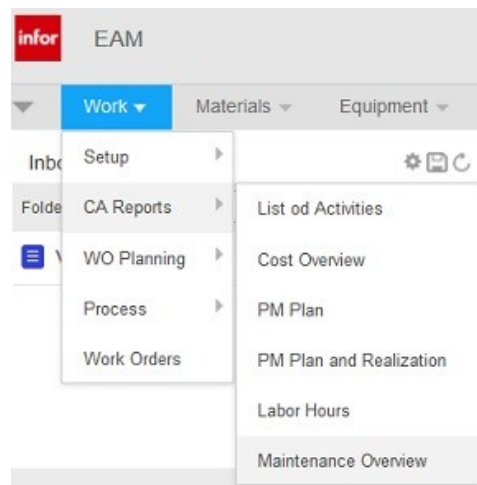
Najviše je vremena (3 h 18 min) utrošeno u održavanje guma glavnog i nosnog podvozja. To čini oko 21,4% ukupno utrošenog vremena u održavanju.

Zatim, 3 h 15 min je utrošeno za skidanje jedinice za mjerenje protoka goriva, što čini oko 21% ukupno utrošenog vremena u održavanje.

Prema prikazanim podacima, zaključilo bi se da najviše radnog vremena djelatnici provedu obavljajući radove na održavanju podvozja (glavnog i nosnog), međutim stvarni pokazatelji bi mogli biti drugačiji.

6.6. Pregled održavanja zrakoplova

Popis svih podataka vezanih za aktivnosti preventivnog i korektivnog održavanja nalaze se izvještaju koji je opisan u nastavku. Za generiranje izvještaja potrebno je u alatnoj traci odabrati „Work“ – „CA Reports“ – „Maintenance Overview“.



Slika 69. Generiranje izvještaja o održavanju zrakoplova

Nakon odabira vremenskog intervala od 1.1.2012. do 20.6.2016. godine dobije se izvještaj koji sadrži pregled održavanja za to razdoblje.

Plane Dash Q400 9A – CQF										24:17	34
ATA ATA23 - Communications										0:30	1
Type Kvar										0:30	1
03.07.2015.	40551	Cockpit voice recorder check	40024	Cockpit Voice Recorder	Završeno	721	FNC	B2	0:30		

Printdate 29.06.2016. 00:21

Page 3 of 6



MAINTENANCE OVERVIEW

01.01.2012. - 20.06.2016.

Start Date	Work Order	Item	Status	Zone	Activity	Skill	Labor Hours [h]	Number of WO
ATA ATA24 - Electrical Power							4:50	6
Type Kvar							3:00	2
20.07.2015.	40550	Replacement of AC generator bearings	Završeno	412	SVC	B1	3:00	
Type Preventivno održavanje							1:50	4
31.07.2012.	40441	Operational Check of the DC Contactors	Završeno	211	OPC	B2	1:00	
31.07.2012.	40442	Operational Check of the AC Contactors K2Y, K3 and K4	Završeno	211	OPC	B2	0:45	
31.07.2012.	40459	Start Engine - AC Generation System	Završeno	211	SVC	B1	0:03	
31.07.2012.	40469	Shutdown Engine - AC Generation System	Završeno	211	SVC	B1	0:02	
ATA ATA30 - Ice/Rain Protection							0:12	1
Type Kvar							0:12	1
28.02.2016.	40423	Restoration of the Left Engine Adaptor Heater	Završeno	415	RST	B1	0:12	

Slika 70. Opći izvještaj o održavanju zrakoplova 9A-CQF

U *Infor EAM* sustav uneseni su radni nalozi preventivnog i korektivnog održavanja zrakoplova 9A-CQF. Njegovi objekti održavanja su pojedinačno uneseni u sustav stoga je njegov pregled održavanja najdetaljniji. Za ostale zrakoplove pregled se nalazi u *Prilogu XX*.

Na *Slici 70*. prikazan je dio svih radova održavanja na tom zrakoplovu. Završeni radovi podijeljeni su prema *ATA* kako bi ih se moglo lakše pratiti, a i radi dobivanja dijagrama koji slijede na kraju izvještaja.

Na snimaču glasa u kabini zrakoplova nastao je kvar 3.7.2015. godine te je RN40551 propisana njegoova funkcionalna provjera (*Functional Check – FNC*). Djelatnik koji je izveo provjeru ima B2 licencu. Ukupno utrošeno vrijeme za provjeru je bilo 30 min.

U crvenom polju je vrijeme 24:17 koje predstavlja ukupan broj sati i minuta (24 h 17 min) za koje su u sustavu definirani radni nalozi održavanja zrakoplova, a ima ih 34.

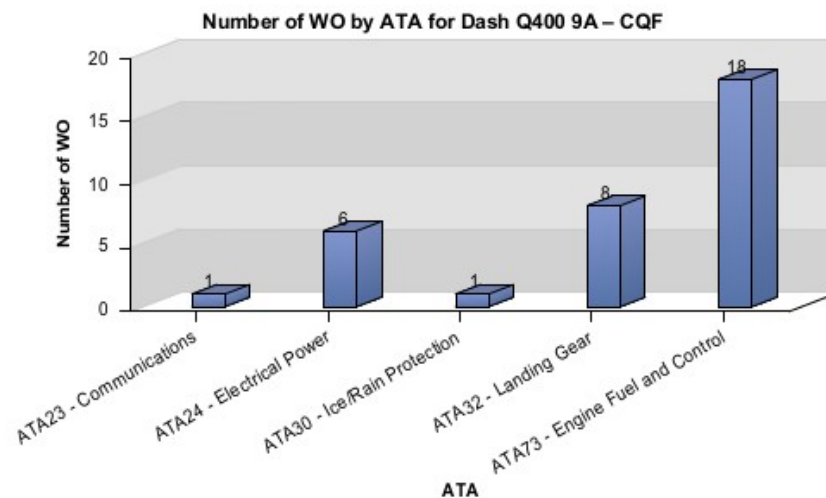
Krajem srpnja 2012. (31.7.), izvedeni su stvarni radovi preventivnog održavanja u sklopu *C-provjere* u trajanju od 1 h i 50 min koje propisuju četiri izdana radna naloga. Pritom su izvedene operativne provjere priključaka istosmjerne struje u zoni 211. Osoba koja je obavljala pregled u trajanju od 1 h ima B2 licencu za održavanje. Zatim, izvršena je operativna provjera priključaka *K2Y*, *K3* i *K4* sustava izmjenične energije u zoni 211 koja je trajala 45 min. Nakon toga je osoba s licencom B1 pokrenula i ugasila motor u ukupnom trajanju od 5 min.

U nastavku izvještaja koji je u *Prilogu XXII*. popisan je niz radova preventivnog i korektivnog održavanja za zrakoplov 9A-CQF. Na temelju tih podataka napravljeni su dijagrami na *Slici 71. - 74*.

Ukupno su u *Infor EAM* sustavu, za period od 1.1.2012. do 20.6.2016. generirana 83 radna naloga koja obuhvaćaju radove na svim zrakoplovima koji su uneseni u sustav – *Airbus A319-100*, *Airbus A320-200*, *Q400 9A-CQA*, *Q400 9A-CQB*, *Q400 9A-CQC*, *Q400 9A-CQD*, *Q400 9A-CQE* i *Q400 9A-CQF*. Pritom su im dodijeljena vremena u ukupnom trajanju od 80 h 58 min.

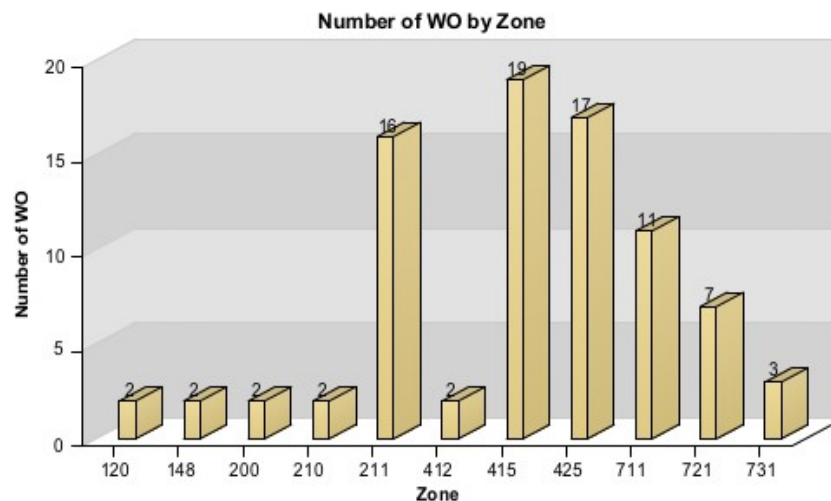
U stvarnosti su te vrijednosti puno veće, ali princip njihovog praćenja se ne mijenja te ovako koncipiran sustav dobiva još više na vrijednosti kada je namijenjen većem broju zapisa.

Od svih generiranih radnih naloga (34) za zrakoplov iz flote *Dash 8 Q400* registarskih oznaka *9A-CQF*, najviše ih je (18) definirano za radove u *ATA73*, tj. odnose se na kontrolu motora i gorivo. Skoro upola manje (8) ih je definirano za podvozje (*ATA32*), a najmanje (1) ih ima za sustav komunikacija (*ATA23*) te sustav za zaštitu od kiše i leda (*ATA30*).



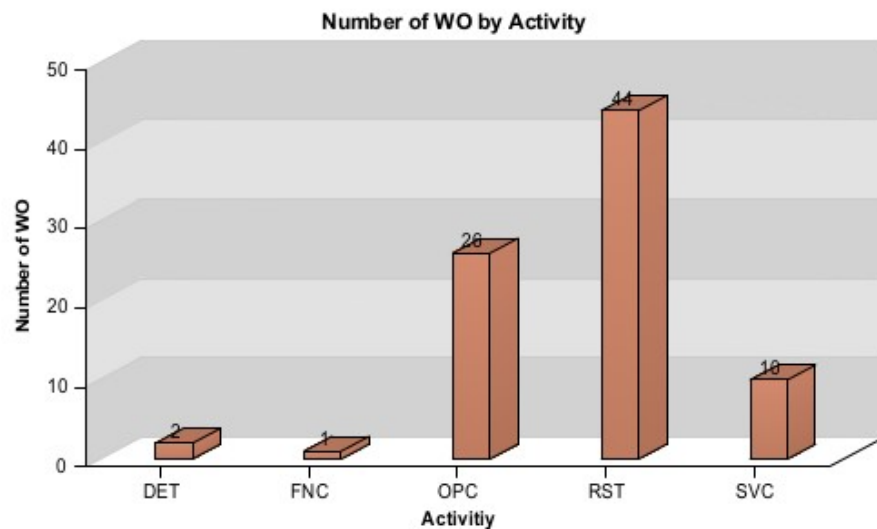
Slika 71. Grafički prikaz radnih naloga na zrakoplovu *9A-CQF* prema pojedinim ATA

Od ukupnog broja radnih naloga na svim zrakoplovima (83), najviše (19) ih je definiranih za zonu 415 (jedinica za mjerenje goriva), a slijede ih RN (17) za zonu 425 (ulje motora) i 16 RN za zonu 211 (sustav izmjenične i istosmjerne struje). Jednak i najmanji broj RN je definirano za zone 120 (sustav odvodnje), 148 (hidraulički spremnik), 200 (kabinska rasvjeta), 210 (kontrola kormila pravca) i 412 (motori).



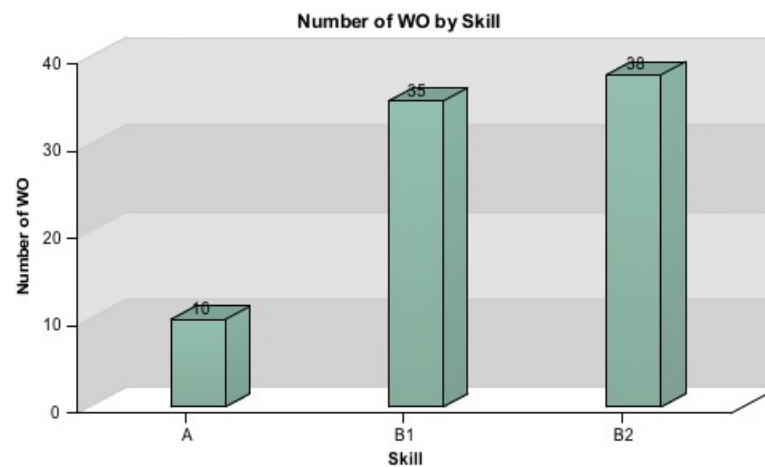
Slika 72. Grafički prikaz broja radnih naloga svih zrakoplova prema zonama

Od ukupnog broja RN (83) za sve zrakoplove, više od 50% ih je definirano za aktivnosti restauracije (*Restoration* – RST), oko 30% ih je definirano aktivnostima operativne provjere (*Operational Check* – OPC), a 12% za servisiranje (*Serveicing* – SVC). Najmanji broj (1) ih je definirano za funkcionalnu provjeru (*Functional Check* – FNC), što predstavlja samo 1,2% od ukupno zadanih radnih naloga.



Slika 73. Grafički prikaz broja radnih naloga svih zrakoplova prema aktivnostima održavanja

Analizom podataka utvrđeno je da je najveći broj radnih naloga (38) od svih zrakoplova definiran potrebnom B2 kvalifikacijom za izvođenje radova. Dakle, najpotrebnije je osoblje koje poznaje zrakoplovne instrumente te radio i elektro opremu. Za njih je definirano gotovo 46% od svih naloga. Nešto manje (42%) ih je definirano za osoblje s B1 kvalifikacijom, a najmanje (12%) za osoblje s A kvalifikacijom.

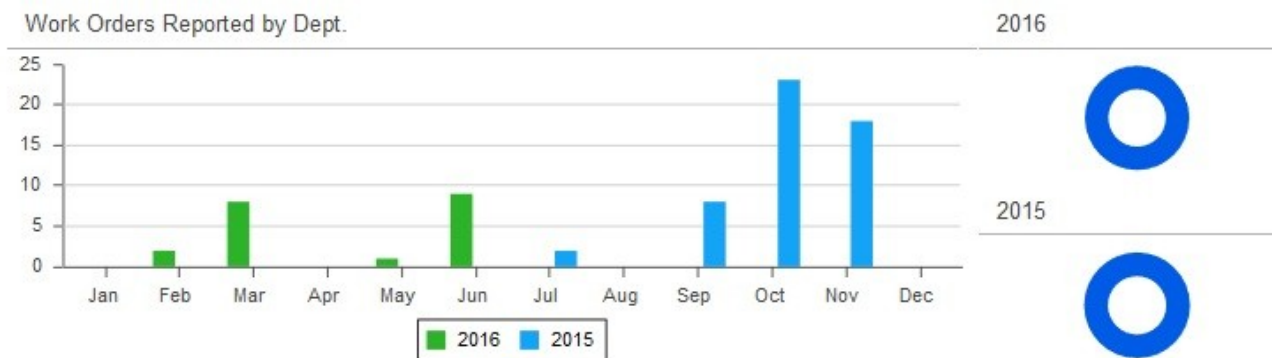


Slika 74. Grafički prikaz broja radnih naloga svih zrakoplova prema struci (licenci) djelatnika

6.7. Dijagrami stanja troškova i radnih naloga

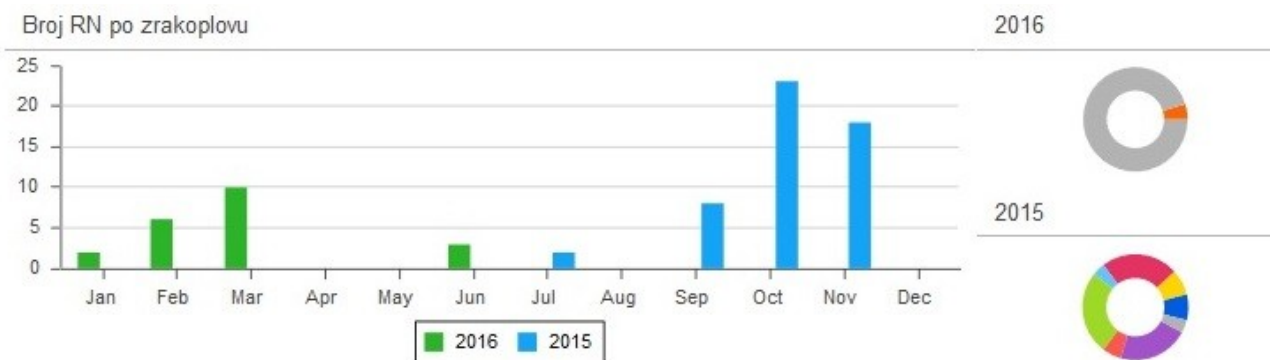
Na početnom prikazu u *Infor EAM* sustavu moguće je odabrati četiri dijagrama koji su prikazani u nastavku. Oni prikazuju odabrane vrijednosti na mjesečnoj razini za 2015. i 2016. godinu (do 20.6.).

Prvi dijagram prikazuje broj radnih naloga izdanih za sve flote zrakoplova u navedenom periodu. U 2016. godini ih je izdano ukupno 20, a u godini ranije 51. Vrijednosti se pojedinačno za svaki mjesec mogu očitati iz stupičastog dijagrama.



Slika 75. Grafički prikaz broja izdanih radnih naloga za sve flote zrakoplova

Dijagram koji prikazuje koliko je po zrakoplovu izdano radnih naloga prikazan je *Slikom 78*. Od 21 radnih naloga izdanih u 2016. godini do 20.6., 20 ih je definirano za zrakoplov 9A-CQF, a samo 1 za drugi zrakoplov iz iste flote Dash 8 Q400.



Slika 76. Grafički prikaz broja radnih naloga po zrakoplovu

U 2015. godini, od svih radnih naloga, najviše (13) ih je definirano za zrakoplov registrarske oznake 9A-CQC, a najmanje (2) za zrakoplove s oznakom 9A-CQB i 9A-CQF.

Sljedeći dijagram daje prikaz troškova radnih naloga po zrakoplovu. U 2016. (do 20.6.) godini definiran je trošak održavanja zrakoplova oznake 9A-CQF u iznosu od 200,00 kn, dok su u godini ranije troškovi puno veći te iznose 19073,33 kn. Najviše ih je bilo u studenom – približno 8800 kn. Najviše je novaca utrošeno u održavanje zrakoplova oznake 9A-CQC, u iznosu od 4160,41 kn. Potom ga slijedi zrakoplov 9A-CQE s troškom od 3902,95 kn te 9A-CQA s troškom od 3171,01 kn.

Cilj svake organizacije koja se bavi održavanjem zrakoplova je postići da se što više radova održavanja riješi preventivnim održavanjem kako bi se raspolaganje novcem i vremenom moglo isplanirati te smanjiti neplanirani troškovi uzrokovani kvarovima. Upravo taj pregled troškova prema tipu održavanja – korektivnom i preventivnom, prikazan je na *Slici 77*.



Slika 77. Grafički prikaz roškova održavanja prema vrsti održavanja

Iz dijagrama proizlazi da u 2016. godini (do 20.6.) trošak uklanjanja kvara iznosi 200,00 kn, dok je u prethodnoj 2015. izračunato da je na uklanjanje kvarova, tj. korektivno održavanje, potrošeno 13151,72 kn, a na preventivno 5921,61 kn.

Navedeni podatak, da je trošak korektivnog održavanja više nego dva puta veći u odnosu na trošak preventivnog održavanja, ne zadovoljava prethodno navedeni cilj aktivnosti održavanja. Poželjno je da troškovi preventivnog održavanja nadmaše u puno većoj mjeri troškove korektivnog održavanja.

Dobiveni rezultati još jedanput potvrđuju da vrijednosti u sustavu nisu stvarne, ali da ih je lako prepoznati uz pomoć prikazanih dijagrama. Ukoliko je stanje dijagrama ovakvo, a temelji se na stvarnim podacima, za zaključiti je da u procesu održavanja nešto generalno nije u redu. Problem može biti u neadekvatnom praćenju održavanja, u osoblju koje izvodi radove, kvaliteti održavanja, prioritetima – što više sati u letu, više novaca, itd. U tom slučaju potrebna je detaljnija analiza kojom bi se ustvrdio uzrok dobivenog stanja podataka.

7. Ključni pokazatelji učinkovitosti održavanja

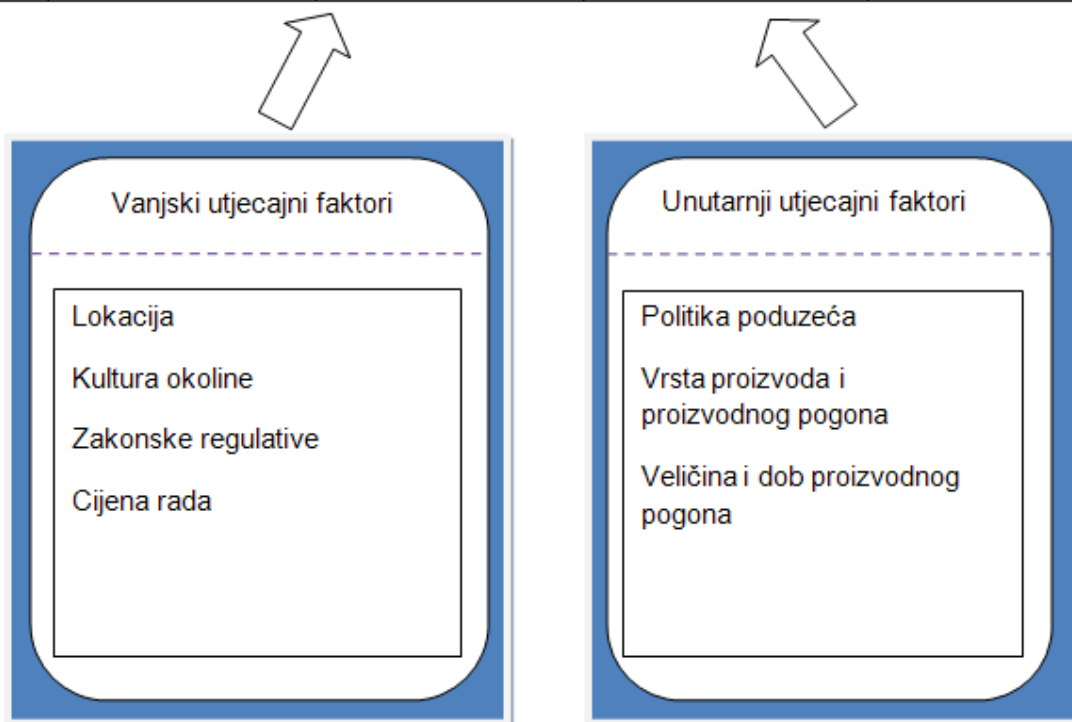
Europsko udruženje nacionalnih društava za održavanje (*European Federation of National Maintenance Societies – EFNMS*) okuplja nacionalna društva za održavanje u Europi. Kao neprofitna organizacija, osnovano je 1971. g. Zadatak udruženja je predstaviti nacionalna društva za održavanje, stvoriti mrežu znanja, osigurati sredstva za unapređenje i poboljšanje održavanja, podići učinkovitost i konkurentnost europske industrije te osigurati ekonomski rast svih članica. [21]

Radna grupa broj 7 je 1995. godine definirala pokazatelje za mjerenje učinkovitosti održavanja. Sedam godina kasnije definirano ih je 13, a 2007. g. - 71. Pokazatelji se koriste za mjerenje stanja, usporedbu (unutarnja i vanjska mjerila), analizu snage te planiranje aktivnosti za poboljšanje i kontinuirano praćenje promjena kroz vrijeme. Njihova svrha je mjerenje učinkovitosti održavanja u okviru utjecajnih faktora kao što su ekonomski, tehnički i organizacijski aspekti, kako bi se ocijenila i poboljšala učinkovitost u održavanju tehničke imovine. Pokazatelji su podijeljeni u tri skupine - ekonomski, tehnički i organizacijski, da pokriju sve aspekte održavanja. Svaki pokazatelj može se ocijeniti kao omjer vrijednosti (brojnik i nazivnik) mjerenja aktivnosti, sredstava i/ili događaja prema unaprijed utvrđenom izrazu. Kad god je faktor definiran pomoću riječi „unutarnji“ ili „vanjski“, dobiveni pokazatelj također se koristi samo za procjenu „unutarnjih“ ili „vanjskih“ utjecaja. Pri izračunu pokazatelja, nazivnik i brojnik moraju se odnositi na istu aktivnost i/ili stavku i na isto vremensko razdoblje (godina, mjesec, tjedan).

U slučaju kada stvarna ili očekivana performansa nije zadovoljavajuća, potiče menadžment da definira ciljeve i strategije za poboljšanje ekonomskih, tehničkih ili organizacijskih aspekata u održavanju koristeći ključne pokazatelje učinkovitosti. Vremenski razmaci i razdoblje mjerenja koje se uzima u obzir ovisi o odlukama i planovima menadžmenta poduzeća.

Slika 78. sadrži prikaz pokazatelja učinkovitosti. Dakle, postoje tri grupe – ekonomska, tehnička i organizacijska, i tri razine. Na prvu razinu se odnose vanjski utjecajni faktori, npr. lokacija, cijena rada i zakonske regulative, a na drugu razinu se odnose unutarnji utjecajni faktori – način poslovanja poduzeća, vrsta proizvoda (usluga), itd.

		Razina pokazatelja		
		Razina I.	Razina II.	Razina III.
Grupa pokazatelja	Ekonomski pokazatelji	E1 E2 E3 E4 E5 E6	E7 E8 E9 E10 E11 E12 E13 E14	E15 E16 E17 E18 E19 E20 E21 E22 E23 E24
	Tehnički pokazatelji	T1 T2 T3 T4	T5 T6	T7 T8 T9 T10 T11 T12 T13 T14 T15 T16 T17 T18 T19 T20 T21
	Organizacijski pokazatelji	O1 O2 O3 O4 O5 O6 O7 O8	O9 O10	O11 O12 O13 O14 O15 O16 O17 O18 O19 O20 O21 O22 O23 O24 O25 O26



Slika 78. Grupe i razine pokazatelja učinkovitosti održavanja [21]

7.1. Metodologija za izbor i korištenje ključnih pokazatelja učinkovitosti u održavanju

U cilju odabira relevantnih pokazatelja, prvi korak je definiranje ciljeva koji se žele ostvariti na svakoj razini poduzeća, tj. pronaći načine kako organizirati održavanje da bi se poboljšale globalne performanse poduzeća (profit, tržišni udjeli, konkurentnost). Na razini materijala, dijelova ili vrste strojeva poželjna je bolja kontrola troškova, pouzdanosti ili trajanja opreme.

Kada su ciljevi definirani, a parametri koje treba mjeriti identificirani, sljedeći korak je pronaći pokazatelje koji omogućuju mjerenje tih parametara. Prilikom odabira pokazatelja za održavanje, uzima se u obzir kapacitet održavanja opreme, logistička podrška (rezervni dijelovi, alati, dokumentacija), organizacija rada, pouzdanost opreme i sigurnost. Relevantan pokazatelj je jedan od elemenata odlučivanja, što znači da podaci koji čine taj pokazatelj su u vezi s definiranim ciljem. Učestalost izračuna može se unaprijed odrediti, npr. moguće je ocijeniti tromjesečni pokazatelj s podacima prikupljenim u jednom mjesecu, no onda se vodi računa da je to pokazatelj samo za taj mjesec.

7.2. Predloženi pokazatelji učinkovitosti održavanja prema EFNMS

Postoje ekonomski (*E*) tehnički (*T*) i organizacijski (*O*) pokazatelji učinkovitosti.

7.2.1 Ekonomski pokazatelji

Ekonomski pokazatelj *E1*

Ekonomski pokazatelj *E1*, naziva se još i trošak održavanja. Prikazuje količinu novca utrošenu za održavanje imovine podijeljenu s vrijednosti te iste imovine ako bi bila zamijenjena. Izražava se u postotcima.

Pokazatelj služi za usporedbu troškova održavanja između tvornica odnosno proizvodnih sustava različitih veličina i vrijednosti.

$$E1 = \frac{\text{ukupni troškovi održavanja}}{\text{vrijednost zamjene imovine}} \times 100 \text{ , \%} \quad (1)$$

Ekonomski pokazatelj E2

Uzima u obzir ukupne troškove održavanja podijeljene dodanom vrijednošću i vanjskim troškovima održavanja. Pod dodanom vrijednosti smatra se vrijednost proizvodnje umanjena za vrijednost sirovina/usluga. Izražava se u postocima.

$$E2 = \frac{\text{ukupni troškovi održavanja}}{\text{dodana vrijednost} + \text{vanjski troškovi održavanja}} \times 100 \text{ , \%} \quad (2)$$

S obzirom da stvarni troškovi održavanja te vrijednosti materijala i komponenata nisu poznati, nisu izračunati ekonomski pokazatelji učinkovitosti održavanja.

7.2.2. Tehnički pokazatelji

Tehnički pokazatelj T1

Tehnički pokazatelj T1 prikazuje postotak vremena u radu u odnosu na ukupno radno vrijeme kojem je nadodano i vrijeme zastoja zbog održavanja.

$$T1 = \frac{\text{ukupno vrijeme u radu}}{\text{ukupno vrijeme u radu} + \text{vrijeme zastoja zbog održavanja}} \times 100 \text{ , \%} \quad (3)$$

Ukupno vrijeme u radu je vremenski interval tijekom kojeg element obavlja svoju zadanu funkciju. Vrijeme zastoja zbog održavanja je vremenski interval tijekom kojeg element ne može obavljati svoju zadanu funkciju zbog održavanja.

Tehnički pokazatelj T2

Tehnički pokazatelj T2 prikazuje postotak postignutog vremena tijekom zahtjevanog vremena u zahtjevanom vremenu.

$$T2 = \frac{\text{postignuto vrijeme tijekom zahtjevanog vremena}}{\text{zahtjevano vrijeme}} \times 100 \text{ , \%} \quad (4)$$

Zahtjevano vrijeme je vremenski interval tijekom kojeg korisnik zahtjeva da element bude u stanju obavljati zadanu funkciju.

Postignuto vrijeme tijekom zahtjevanog vremena je vremenski interval tijekom kojeg je element u stanju izvesti zahtjevane funkcije, s pretpostavkom da su mu ostali vanjski izvori dostupni, ako su potrebni.

S obzirom da na razini ovog diplomskog rada nije praćeno vrijeme u kojem komponenta ili sustav zrakoplova obavlja zadanu funkciju, tehnički pokazatelji $T1$ i $T2$ nisu izračunati.

7.2.3. Organizacijski pokazatelji

Organizacijski pokazatelj O1

Organizacijski pokazatelj $O1$ prikazuje udio broja djelatnika održavanja u ukupnom broju djelatnika u poduzeću, izražava se u postotcima.

$$O1 = \frac{\text{broj djelatnika održavanja}}{\text{ukupni broj djelatnika u poduzeću}} \times 100 \quad , \% \quad (5)$$

Broj djelatnika održavanja je ukupan broj unutarnjeg (direktnog i indirektnog osoblja održavanja). Ukupni broj djelatnika u poduzeću čine svi zaposlenici tog poduzeća.

U *Infor EAM* sustav su proizvoljno uneseni djelatnici – njih 6. Svima su dodijeljene neke aktivnosti održavanja. Prema tome, broj djelatnika održavanja je 6. Ako se pretpostavi da još ima tri rukovodeća djelatnika, ukupni broj djelatnika u poduzeću je 9. Dakle, organizacijski pokazatelj $O1$ je u tom slučaju 66,67%.

Organizacijski pokazatelj O16

Organizacijski pokazatelj $O16$, naziva se još sati korektivnog održavanja, prikazuje koliki postotak od ukupnog broja sati održavanja je utrošen na popravak opreme nakon kvara.

Cilj pokazatelja je prikazati koliko radnih sati osoblja je potrebno da bi se izvršilo korektivno održavanje. Praćenje sati utrošenih na korektivno održavanje daje povratne informacije za ocjenu učinkovitosti proaktivnog održavanja.

$$O16 = \frac{\text{broj sati korektivnog održavanja}}{\text{ukupan broj sati održavanja}} \times 100 \quad , \% \quad (6)$$

Predviđeno je računanje pokazatelja na mjesečnoj bazi. Pretežno ga koristi menadžment održavanja kako bi ocijenio učinkovitost preventivnog održavanja. Kako bi se prikupili podaci potrebni za izračun organizacijskog pokazatelja O16 poslovni sustav mora biti napravljen da se radni nalozi za korektivno održavanje razlikuju od ostalih radnih naloga održavanja. Radni nalozi održavanja nastali zbog otkrivanja pogreške prije kvara i popravka te pogreške smatraju se korektivnim radnim naložima. Visok postotak radnih sati korektivnog održavanja može biti pokazatelj loše pouzdanosti opreme i/ili lošeg planiranja preventivnog održavanja.

Izvještaj koji je opisan u poglavlju 6.6. *Pregled održavanja zrakoplova*, sadrži podatak da je za održavanje zrakoplova 9A-CQF utrošeno ukupno 24 h 17 min. Od toga, 5 h 18 min je utrošeno na otklanjanje kvarova. Prema tome, pokazatelj O16 ima vrijednost 0.22, tj. 22%. To znači da od ukupnog broja sati održavanja, 22% je utrošeno na otklanjanje kvarova. Ta bi vrijednost za sustav uspješnog održavanja trebala biti upola manja.

Organizacijski pokazatelj O20

Organizacijski pokazatelj O20 prikazuje postotak radnih sati preventivnog održavanja, radni sati utrošeni na izvršenje planiranih aktivnosti održavanja nakon određenog vremenskog perioda nevezano za stanje opreme, u ukupnom broju sati održavanja.

Cilj pokazatelja je izmjeriti utjecaj radnih sati preventivnog održavanja. Mjerenje i praćenje postotka radnih sati preventivnog održavanja daje povratne informacije koje pomažu pri ocjeni količine proaktivnog održavanja u usporedbi s postotkom radnih sati ostalih strategija održavanja.

$$O20 = \frac{\text{broj sati preventivnog održavanja}}{\text{ukupan broj sati održavanja}} \times 100 \quad , \% \quad (7)$$

Sati preventivnog održavanja su ukupni sati osoblja održavanja utrošeni na izvršenje aktivnosti održavanja u određenim vremenskim intervalima, nevezano u kakvom je stanju oprema. Preventivno održavanje je strategija održavanja opreme temeljena na pregledu, zamjeni i/ili popravku opreme nakon određenog vremenskog intervala, nevezano uz stanje opreme u tom trenutku.

Izvještaj koji je opisan u poglavlju 6.6. *Pregled održavanja zrakoplova*, sadrži podatak da je za održavanje zrakoplova 9A-CQF utrošeno ukupno 24 h 17 min. Od toga, 18 h 59 min

utrošeno je u preventivno održavanje zrakoplova. Prema jednadžbi (7), dobiva se vrijednost organizacijskog pokazatelja $O20 = 0.78$, tj. 78%. Dakle, od ukupnog vremena održavanja zrakoplova, 78% utrošeno je u preventivno održavanje.

7.3. Značajke ključnih pokazatelja uspješnosti

Djelatnost održavanja ima veliku ulogu i značaj u zrakoplovnom prijevozu. O njenoj učinkovitosti i dobroj organiziranosti neposredno ovise svi segmenti poslovanja. Zbog toga je iznimno bitno ispravno organizirati i obavljati djelatnost održavanja. Za postizanje toga postoje mnoge metode i tehnike, od kojih su u ovom diplomskom radu obrađeni ključni pokazatelji učinkovitosti (*KPI*). Spomenuta metoda daje uvid u trenutno stanje održavanja te predstavlja podlogu za donošenje odluka i uvođenje poboljšanja u održavanju.

Koristi od uvođenja i primjene ključnih pokazatelja uspješnosti predstavljenih u normi *EFNMS* su sljedeće:

- Menadžeri održavanja mogu se osloniti na jedinstveni set unaprijed definiranih standardnih pokazatelja koji su podržani svojevrsnim rječnikom osnovnih termina i definicija
- Izračunati pokazatelji učinkovitosti održavanja omogućavaju usporedbu s pokazateljima održavanja iz drugih sličnih organizacija
- Izračun *KPI*-a jednostavno se provodi i integrira unutar informacijskih sustava održavanja (*CMMS / EAM*) tako da ih je moguće grafički pratiti i analizirati u realnom vremenu
- Norma *EFNMS* pored standardnih *KPI*-a, dozvoljava uvođenje vlastitih ili modificiranih standardnih pokazatelja

Vrijednost ključnih pokazatelja učinkovitosti je da organizacija postaje svjesna svog sadašnjeg stanja, razumije svoj položaj, nastavlja sa svojim razvojem, mijenja neprihvatljiva ponašanja i obrasce ponašanja, omogućuje izbjegavanje neugodnih iznenađenja te na taj način postaje konkurentna.

Neke od loših značajki implementacije *KPI*:

- strah djelatnika od razotkrivanja slabosti sustava održavanja
- dodatni posao, a održavatelji su preopterećeni

-
- nije bilo sustava motiviranja koji bi pokretao aktivnosti oko ključnih pokazatelja učinkovitosti [22].

8. ZAKLJUČAK

U diplomskom radu prikazan je način rada i mogućnosti *Infor EAM CMMS* sustava namijenjenog za potporu procesima održavanja zrakoplova. Unosom realnih podataka o održavanju, simulirani su pojedini procesi održavanja zrakoplova iz flote *Dash 8 Q400* i *Airbus*.

Kreirani radni nalozi preventivnog održavanja visokotlačnog filtera za upuhivanje zraka, zakrilaca, cjevovoda i mlaznica goriva, glavnog i nosnog podvozja te njihovog spremišta, sadrže detaljne upute za izvođenje aktivnosti održavanja zrakoplova. Relacijom podataka koji sadrže informacije o djelatnicima, materijalima, alatima, komponentama ili sustavima održavanja te radnim satima, dobiveni su prikazani izvještaji. Na temelju dobivenih rezultata na izvještajima, zaključuje se da *CMMS Infor EAM* omogućuje dobru preglednost i lako upravljanje podacima, nadogradnju modula za praćenje radova održavanja, analizu podataka, izvještaje, kao i metriku procesa održavanja primjenom *KPI* - pokazatelja. U realnom vremenu prikazuje stanje pojedinih parametara koji npr. ukazuju na nadolazeće aktivnosti održavanja ili pak na stanje rezervacija potrebnog materijala na skladištu. Dostupnost najvažnijih pokazatelja učinkovitosti poslovanja, kao što su radni nalozi koje je potrebno otvoriti u sljedećih 7 dana, radni nalozi koji kasne s otvaranjem ili koji su u tijeku izvršavanja te informacija o materijalima rezerviranim za održavanje, uvelike olakšava praćenje procesa održavanja iz različitih aspekata. Prikazani način prikupljanja podataka o održavanju zrakoplova unutar *Infor EAM CMMS* sustava omogućava visoku razinu upravljanja plovidbenom sigurnošću flote zrakoplova svake aviokompanije, pa tako i *Croatia Airlines*.

Cilj ovog rada je prikazati neke od primjenjivih ključnih pokazatelja učinkovitosti održavanja zrakoplova koje predlaže Europsko udruženje nacionalnih društava za održavanje. U skladu s time, izračunat je organizacijski pokazatelj *O16* koji ima vrijednost 0.22, tj. 22%. To znači da od ukupnog broja sati održavanja koje je zabilježeno u *Infor EAM* sustavu, 22% je utrošeno na otklanjanje kvarova. Ta bi vrijednost za sustav uspješnog održavanja trebala biti upola manja jer se smatra da je uspješno održavanje ono koje u 90% slučajeva spriječi nastanak kvarova preventivnim djelovanjem, a ostatak nepredviđenih kvarova je znatno manji. Dakle, ovaj pokazatelj, kao i pokazatelji *O1* i *O20*, predstavlja broj koji pravilnom interpretacijom i razumijevanjem ukazuje na potrebne promjene u poslovanju ili potvrđuje napredak i konkurentnost.

S obzirom da na razini ovog diplomskog rada nije praćeno vrijeme u kojem komponenta ili sustav zrakoplova obavlja zadanu funkciju, tehnički pokazatelji $T1$ i $T2$ nisu izračunati. No, u stvarnosti se pomno prate sati i ciklusi leta, sati rada motora te kalendarsko vrijeme tijekom kojeg su zrakoplov i njegove pripadajuće komponente i sustavi u eksploataciji.

Dostupnost podataka u realnom vremenu te raznolik prikaz krucijalnih parametara održavanja na jednom mjestu čine *Infor* sustav poželjnijim za korištenje u *Croatia Airlines*, u odnosu na sustav koji se trenutno koristi – *Amicos*. Grafički prikazi u poglavlju 6.7. predstavljaju komparativni prikaz učestalosti izvedbe aktivnosti održavanja te iznos troškova pojedinog zrakoplova u određenom periodu. Međusobnom usporedbom dobiva se uvid u učestalost kvarova i periode tijekom kojih pojedini zrakoplov nije bio plovidben, zbog čega je smanjena zarada prijevozom putnika. Takvi podaci važni su osobito tijekom ljeta, u vrijeme češćih letova i prijevoza putnika, kada postoji povećana potražnja za uslugama zračnog prijevoza. Svaki, pa i najmanji kvar, tada je višestruko nepoželjan.

Koliko je poznato, *Amicos* sustav se ne koristi u obliku mobilne aplikacije, niti je kao takav zamišljen. Sam koncept sustava je podosta ograničen da bi omogućio širu uporabu. Uz brojne navedene prednosti, *Infor* sustav zahtjeva proporcionalnu odgovornost tijekom korištenja. To je posebno izraženo prilikom otvaranja i zatvaranja radnih naloga. Naime, ukoliko je radni nalog zabunom otvoren prerano i potrebno ga je odgoditi, ne smije mu se dodijeliti status "Završeno" nego "Otkazano". Naizgled je to logično, međutim greške se događaju, a čak i one najmanje mogu uzrokovati ozbiljne neželjene posljedice. To je razlog širenju tržišta specijaliziranih informacijskih sustava, od kojih svaki ima svoje prednosti i nedostatke. Uspješnost poslovanja pritom ovisi o mnoštvu čimbenika, a ponajviše o edukaciji zaposlenika koja je skupa. Međutim, kasnije uštede u vremenu i novcu premašuju navedenu investiciju. Iz tog razloga, svaki korak ka napredovanju na kraju se isplati.

LITERATURA

- [1] www.ccaa.hr/hrvatski/program-odrzavanja-zrakoplova_282/ (pregled veljača 2016.)
- [2] Srića, V.; Spremić, M.: Informacijskom tehnologijom do poslovnog uspjeha, Zagreb, 2000.
- [3] [http://www.encyclopedia.com/topic/Operating_systems_\(Software\).aspx](http://www.encyclopedia.com/topic/Operating_systems_(Software).aspx) (pregled: veljača 2016.)
- [4] Meloni, J. C.: Teach Yourself, PHP, MySQL and Apache All In One, Indianapolis, 2004.
- [5] Režek, M.: Seminarski rad, Zagreb, 2016.
- [6] Hadžović, E.: Optimizacija procesa održavanja, Diplomski rad, Zagreb, 2014.
- [7] Brckan, K.; Ivanček, T.: Upravljanje održavanja uz podršku suvremenog Asset Management informacijskog sustava
- [8] Dash 8 Q400 Manual, pdf, 2011.
- [9] https://en.wikipedia.org/wiki/Bombardier_Dash_8#cite_note-70 (pregled: 28.06.2016.)
- [10] https://en.wikipedia.org/wiki/ATA_100 (pregled 22.06.2016.)
- [11] <http://www.bsaeronautics.com/2015/05/11/history-of-ata-100-chapter/> (pregled 22.06.2016.)
- [12] <http://www.slideshare.net/hifon/d-06-aircraft-areas-and-dimensions> (pregled 22.06.2016.)
- [13] https://en.wikipedia.org/wiki/Ball_screw (pregled 22.06.2016.)
- [14] <http://aviationglossary.com/general-visual-surveillance-inspection-gvi/> (pregled 22.06.2016.)
- [15] <https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/IP%20143R1-%20Definition%20of%20Visual%20Check%2015%20June%2015-R1%20v2.pdf> (pregled 22.6.2016.)
- [16] http://www.ibm.com/support/knowledgecenter/SSLK5J_7.5.1/com.ibm.acm.doc/plusacm/c_msg3_terms.html (pregled 22.6.2016.)
- [17] Maintenance Planning Document Dash 8 Q400, Revision 26, pdf.
- [18] https://en.wikipedia.org/wiki/European_Aviation_Safety_Agency#Certifying_staff (pregled 22.06.2016.)
- [19] Bombardier Dash 8 Q400 Aircraft Maintenance Manual, pdf
- [20] JIC – Job Instruction Card, pdf
- [21] <http://www.efnms.org/> (pregled 25.6.2016.)

[22] Radoš, M.: Mjerenje učinkovitosti procesa održavanja, Diplomski rad, Zagreb, 2013.

PRILOZI

Napomena: Zbog velikog broja stranica, navedeni prilozi nalaze se na CD-u.

- I. Podjela zrakoplova prema ATA100
- II. Radni nalog preventivnog održavanja filtera lijevog ventila za upuhivanje zraka
- III. Radni nalog preventivnog održavanja filtera desnog ventila za upuhivanje zraka
- IV. Radni nalog preventivnog održavanja za podmazivanje aktuatora zakrilca - pregled
- V. Radni nalog preventivnog održavanja lijevog aktuatora zakrilca
- VI. Radni nalog preventivnog održavanja desnog aktuatora zakrilca
- VII. Radni nalog preventivnog održavanja lijevog cjevovoda goriva
- VIII. Radni nalog preventivnog održavanja desnog cjevovoda goriva
- IX. Radni nalog preventivnog održavanja mlaznice goriva lijevog motora
- X. Radni nalog preventivnog održavanja mlaznice goriva desnog motora
- XI. Radni nalog preventivnog održavanja spremišta i sprega lijevog glavnog podvozja
- XII. Radni nalog preventivnog održavanja spremišta i sprega desnog glavnog podvozja
- XIII. Radni nalog preventivnog održavanja lijevog glavnog podvozja
- XIV. Radni nalog preventivnog održavanja desnog glavnog podvozja
- XV. Radni nalog preventivnog održavanja nosnog podvozja
- XVI. Radni nalog preventivnog održavanja spremišta i sprega nosnog podvozja
- XVII. Izvještaj o aktivnostima održavanja
- XVIII. Pregled troškova održavanja zrakoplova
- XIX. Pregled planova preventivnog održavanja
- XX. Izvještaj planova preventivnog održavanja i realizacije
- XXI. Izvještaj radnih sati
- XXII. Pregled održavanja zrakoplova