

Računalni sustavi za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova na Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb

Golubić, Karlo

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:238231>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-16**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Karlo Golubić

**RAČUNALNI SUSTAVI ZA URAVNOTEŽENJE I
OPTEREĆENJE ZRAKOPLOVA NA MEĐUNARODNOJ
ZRAČNOJ LUCI ZAGREB**

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, 2017.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

**RAČUNALNI SUSTAVI ZA URAVNOTEŽENJE I
OPTEREĆENJE ZRAKOPLOVA NA MEĐUNARODNOJ
ZRAČNOJ LUCI ZAGREB**

**IT SYSTEMS FOR AIRCRAFT WEIGHT AND BALANCE AT
ZAGREB INTERNATIONAL AIRPORT**

Mentor: Mr.sc Igor Štimac

Student: Karlo Golubić, 0135226679

Zagreb, 2017.

SAŽETAK

U prvom djelu rada navedene su uvodne postavke te su definirani potrebni elementi za proces uravnoteženja i opterećenja zrakoplova. Slijedi opis procesa izrade instrukcije utovara i liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova. Opisan je način prikupljanja relevantne dokumentacije koja je temelj za izradu liste opterećenja i uravnoteženja zrakoplova i izrade instrukcije utovara. Rad se fokusira na opisu računalnih aplikacija za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova koje se koriste na Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb na način da se iste prebroje te navede njihov opis i specifičnosti. Na kraju rada iznijet je prijedlog poboljšanja postojećih operativnih aktivnosti u segmentu računalnog uravnoteženja i opterećenja zrakoplova.

KLJUČNE RIJEČI: računalne aplikacije za uravnoteženje i opterećenje; mase zrakoplova; izrada instrukcije utovara; lista opterećenja i uravnoteženja;

SUMMARY

In the first part of the work there are listed introductory settings and defined needed elements for process of weight and balance of the airplane. Ways of making *Loading Instruction Report* and *Load and Trim Sheet* of the airplane are described. There is described way of collecting relevant documentation which is base for making *Loading Instruction Report* and *load and trim sheet*. Work is focused on describing computer applications for weight and balance of the aircraft that are used in Zagreb International Airport, in a way that they are counted and their description and specification are listed. At the end of work there's a stated suggestion of improvements of existing operational activities in segment of computer balance and weight the airplane.

KEY WORDS: computer applications; aircraft weight; loading instruction report; load and trim sheet

SADRŽAJ

1. Uvod	1
2. Teorijska obrada parametara za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova.....	2
2.1 Mase zrakoplova	3
2.1.2 Konstrukcijske mase zrakoplova	3
2.1.3 Stvarne mase zrakoplova	4
2.1.3. Operativne mase zrakoplova	5
2.1.4 Zrakoplovni teret	5
2.1.5. Kategorizacija zrakoplovnog goriva.....	6
2.2. Težište zrakoplova.....	7
2.3. Vrste izračuna uravnoteženja i opterećenja zrakoplova.....	9
3. Izrada instrukcije utovara i liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova.....	11
3.1. Izrada instrukcije utovara zrakoplova	11
3.1.1 Ručna izrada instrukcije utovara zrakoplova.....	12
3.1.2 Računalna izrada instrukcije utovara zrakoplova.....	13
3.2. Izrada liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova	15
3.2.1 Ručna izrada liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova.....	15
3.2.2 Računalna izrada liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova	17
4. Distribucija prometnih podataka operativnih službi prema uredu za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova.....	18
4.1 Potrebna dokumentacija u procesu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova.....	18
4.2 Tijek kretanja informacija prema službi za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova	25
5. Računalne aplikacije za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova na Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb	27
6. Zaključak.....	40
Popis literature.....	41
Popis kratica	42
Popis slika	45
Popis tablica.....	46

1. Uvod

Uravnoteženje i opterećenje zrakoplova je postupak koji se uvijek mora izvršiti kada se zrakoplov priprema za let. Pravilno uravnoteženje i opterećenje zrakoplova utječe na performanse zrakoplova te na njegovu sigurnost u letu. Niti jedan zrakoplov ne smije poletjeti sa zračne luke ako se nije obavilo uravnoteženje i opterećenje zrakoplova.

Svaki balanser¹ koji izrađuje listu opterećenja i uravnoteženja zrakoplova mora se pridržavati propisa koji su na snazi i propisa koje mu nalaže država u kojoj se nalazi. Kapetan zrakoplova svojim potpisom potvrđuje da je lista pregledana, točna i izrađena po pravilima.

U ovome radu, prikazani su osnovni pojmovi vezani za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova, navedena je dokumentacija koja se koristi u procesima te način izrade uravnoteženja i opterećenja zrakoplova. Nadalje prikazano je da se sve manje koriste ručne metode pri izradi liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova isto tako i kod izrade instrukcija utovara zrakoplova.

U radu su opisani računalni sustavi koji se koriste na Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb. Nadalje, u radu je naveden opis načina rada programa za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova te je dat uvid u usporedbu tih sustava. Rad će ponuditi ideju s ciljem olakšavanja rada balansera na računalnim sustavima koje se koriste na Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb.

¹ Balanser – obučena osoba za obavljanje postupka pri uravnoteženju i opterećenju zrakoplova

2. Teorijska obrada parametara za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova

U horizontalnom letu na zrakoplov djeluju četiri aerodinamične sile. To su sila uzgona, sila otpora, sila potiska i sila teže. Te se sile međusobno poništavaju i to tako da sila uzgona poništava težinu zrakoplova, a potisna sila poništava silu otpora. Potisna sila nastaje radom motora zrakoplova. Sile koje djeluju na zrakoplov u letu prikazane su na slici 2.1.



Slika 2.1. Sile koje djeluju na zrakoplov u letu

Izvor: [5]

Uzgon se stvara na krilima zrakoplova te se s toga kaže da je krilo nosiva površina. Na krilu se stvara uzgon zbog razlike u tlakovima na gornjoj i donjoj strani krila. Na gornjoj strani krila je veća brzina strujanja zraka u odnosu na donju stranu krila stoga se stvara sila uzgona koja pomiče zrakoplov prema gore.

Moment sile također djeluje na zrakoplov u letu. Moment je umnožak sile i kraka na kojem djeluje. Kod uravnoteženja zrakoplova je bitno da zbroj tih momenata bude jednak nuli. Ti momenti se nalaze na osi y. To je zamišljena crta koja prolazi uzduž raspona krila zrakoplova.

Postoje dvije vrste momenta. Pozitivan moment se javlja u slučaju kada je nos zrakoplova u momentu podizanja. Negativan moment se javlja kada je nos zrakoplova u momentu poniranja. Na zrakoplov djeluje teret u ovisnosti kako je raspoređen po osi y. Može pomicati težište prema naprijed ili natrag. Moment mora biti jednak nuli stoga je potrebno

izračunati gdje se mora nalaziti težište koje se izražava u postotcima srednje aerodinamične tetive (engl. *Mean Aerodynamic Chord* - MAC). Izražava se s % MAC.²

2.1 Mase zrakoplova

U procesu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova koriste se različiti pojmovi za masu zrakoplova. Pojmovi su navedeni na slici 2.2.

2.1.2 Konstrukcijske mase zrakoplova

- Maksimalna konstruktivna masa zrakoplova bez goriva (engl. *Maximum zero fuel mass* - MZFM) – to je najveća masa koju zrakoplov može imati prije nošenja goriva. Uključuje težinu zrakoplova i težinu plaćenog tereta.
- Maksimalna konstruktivna masa zrakoplova za vožnju po tlu (engl. *Maximum Taxi Mass* - MTAM) – maksimalna dozvoljena masa zrakoplova za kretanje zrakoplova po zemlji.
- Maksimalna konstruktivna masa zrakoplova pri polijetanju (engl. *Maximum Take –Off Mass* - MTOM) - maksimalna dozvoljena masa za koju zrakoplov može imati pri polijetanju. Uključuje masu zrakoplova, masu plaćenog tereta te utočeno gorivo. Gorivo potrebno za pokretanje motora i za taksiranje se ne ubraja u tu masu.
- Maksimalna konstruktivna masa zrakoplova pri slijetanju (engl. *Maximum Landing Mass* - MLAM) – maksimalna dozvoljena masa koju zrakoplov smije imati pri slijetanju. Zrakoplov koji bi pri slijetanju prekoračio tu masu značajno bi smanjio sigurnost slijetanja i uvelike povećao mogućnost oštećenja pri samom slijetanju.

² Steiner, S., Vidović, A., Bajor, I., Pita, O., Štimac, I.: *Zrakoplovna prijevozna sredstva 1*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.

- Maksimalna konstrukcijska masa zrakoplova na stajanci (engl. *Maximum Ramp Mass* - MRAM) – To je maksimalna masa u potpunosti opterećenog zrakoplova. Kada je to opterećenje prisutno, zrakoplov se ne smije kretati niti pomoću snage vlastitih motora niti pomoću vučnih vozila.³

2.1.3 Stvarne mase zrakoplova

- Osnovna masa zrakoplova (engl. *Basic Mass* - BM) – osnovna masa zrakoplova podrazumijeva masu praznog zrakoplova (pod nju spada težina strukture, motora, opreme...) i standardnu opremu (sjedala, oprema za hitne slučajeve, neiskorišteno gorivo, ulja, voda za piće i toaletna voda).
- Osnovna masa praznog zrakoplova (engl. *Basic Empty Mass* - BEM) – je masa zrakoplova koju proizvođač predaje kupcu. Sadrži svu sigurnosnu opremu, svu ostalu opremu i sve tekućine i maziva. Pomoću osnovne mase praznog zrakoplova proizvođač određuje centar težišta zrakoplova.
- Proizvođačeva masa praznog zrakoplova (engl. *Manufacturer Empty Mass* - MEM) – ona se sastoji od mase samog zrakoplova sa svim dijelovima i opremom potrebnim za njegov siguran rad.
- Stvarna masa zrakoplova bez goriva (engl. *Actual Zero Fuel Weight* - AZFM) – je suha operativna masa kojoj se pridoda masa plaćenog tereta.
- Stvarna masa zrakoplova za taksiranje (engl. *Actual Taxi Mass* - ATAM) – uključuje suhu operativnu masu kojoj je pridodano ukupno potrebno gorivo i ukrcani teret.
- Stvarna masa zrakoplova kod polijetanja (engl. *Actual Take off Mass* - ATOM) – podrazumijeva sumu operativne mase (OM), ukupno ukrcanog tereta i goriva.

³ Steiner, S., Vidović, A., Bajor, I., Pita, O., Štimac, I.: *Zrakoplovna prijevozna sredstva I*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.

- Stvarna masa zrakoplova kod slijetanja (engl. *Actual Landing Mass* - ALDM) – je masa zrakoplova u uzlijetanju umanjena za gorivo za put.⁴

2.1.3. Operativne mase zrakoplova

- Suha operativna masa (engl. *Dry Operating Mass* - DOM) – suha operativna masa zrakoplova podrazumijeva osnovnu masu (BM), posadu, hranu i piće.
- Operativna masa (engl. *Operating Mass* – OM) – operativna masa zrakoplova podrazumijeva suhu operativnu masu (DOM) i gorivo koje je potrebno za polijetanje (engl. *Take-off Fuel*)⁵

2.1.4 Zrakoplovni teret

- Plaćeni teret (engl. *Payload* – P/L) – iz samog imena se može vidjeti da je to sav plaćeni teret.
- Dopušteni plaćeni teret (engl. *Allowed Traffic Load*) - je maksimalna dopuštena masa tereta koja može biti prihvaćena na let. Ovisi o strukturi zrakoplova i maksimalnoj masi zrakoplova te o količini goriva potrebnog za let.
- Ukupni teret (engl. *Total Traffic Load*) - sadrži masu putnika (engl. *passengers* – PAX) i robu (engl. *Cargo and Mail*)
- Raspoloživi prostor za teret (engl. *Underload*) – *Underload* je masa koja se još može utovariti na zrakoplov dok se ne dostigne jedna od maksimalno dopuštenih masa ovisno o izračunu.⁶

⁴ Bračić M., Pavlin. : *Tehnologija prihvata i otpreme zrakoplova*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014.

⁵ ibid

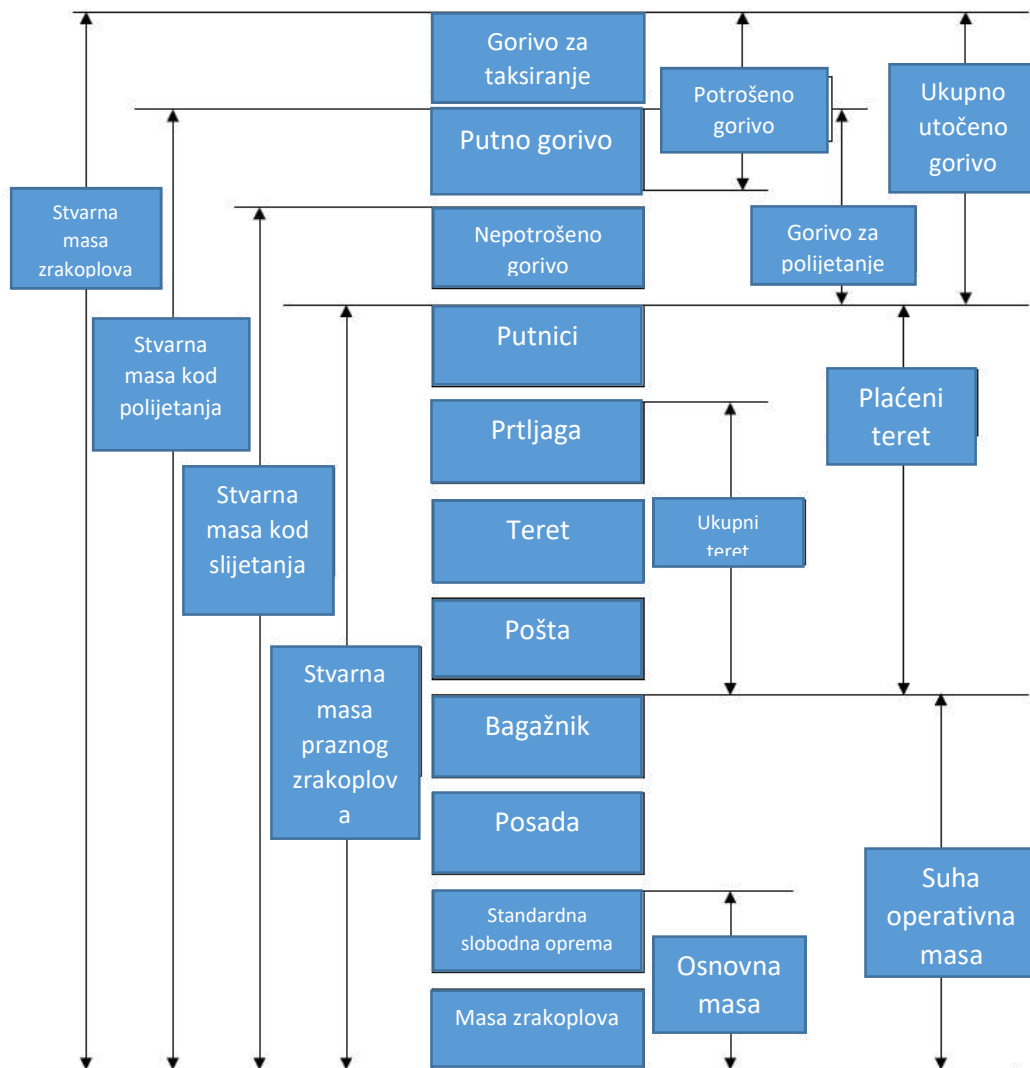
⁶ Swiss International Air Lines Ltd. Ground Services, Aircraft Handling Management / OGP, CH-8058 Zurich Airport, *Edition*: No. 05 / 14. March 2014.

2.1.5. Kategorizacija zrakoplovnog goriva

- Ukupno utočeno gorivo (engl. *Block Fuel*) - ukupno utočeno gorivo je ukupna količina goriva prije startanja motora zrakoplova.
- Gorivo za vožnju po zemlji (engl. *Taxi Fuel*) – gorivo za vožnju po zemlji je gorivo koje se koristilo od pozicije startanja motora zrakoplova do pozicije za polijetanje.
- Gorivo za polijetanje (engl. *Take off Fuel* - TOF) – masa goriva na zrakoplovu u vremenu otpuštanja kočnica za polijetanje. $Block\ Fuel - Taxi\ Fuel = TOF$
- Putno gorivo (engl. *Trip Fuel* – TIF) – putno gorivo je masa potrošenog goriva od puštanja kočnice za polijetanje pa sve do slijetanja na neku destinaciju.
- Nepotrošeno gorivo (engl. *Reserve / Reamaining Fuel*) – Nepotrošeno gorivo je količina goriva koja je ostala u tankovima nakon slijetanja. Služi za let zrakoplova u „holdingu”⁷, odlazak zrakoplova na alternativni aerodrom i kretanje po manevarskim površinama.⁸

⁷ Holding – zrakoplov u krugu čekanja. Zrakoplov leti u holdingu kada se iz bilo kojeg razloga ne može odmah započeti proceduru slijetanja.

⁸ Swiss International Air Lines Ltd. Ground Services, Aircraft Handling Management / OGP, CH-8058 Zurich Airport, *Edition*: No. 05 / 14. March 2014.

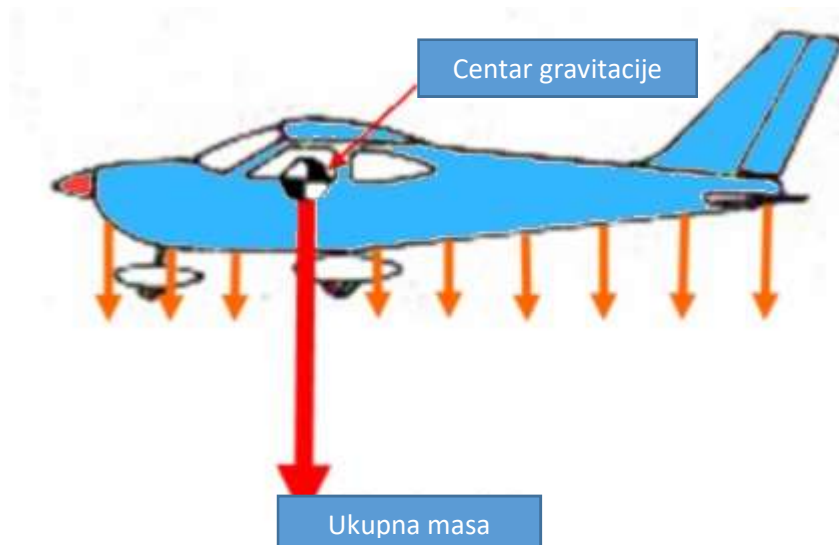


Slika 2.2. Mase zrakoplova

Izvor : [5]

2.2. Težište zrakoplova

Težište zrakoplova (engl. *Centre of Gravity* – CG) je točka u kojoj djeluje ukupna težina (G) zrakoplova. Kada bismo zrakoplov mogli osloniti na neki oslonac na zemlji i kada bi centar težišta bio u ravnoteži, može se reći da je zrakoplov u balansu. Primjer je vidljiv na slici 2.3.



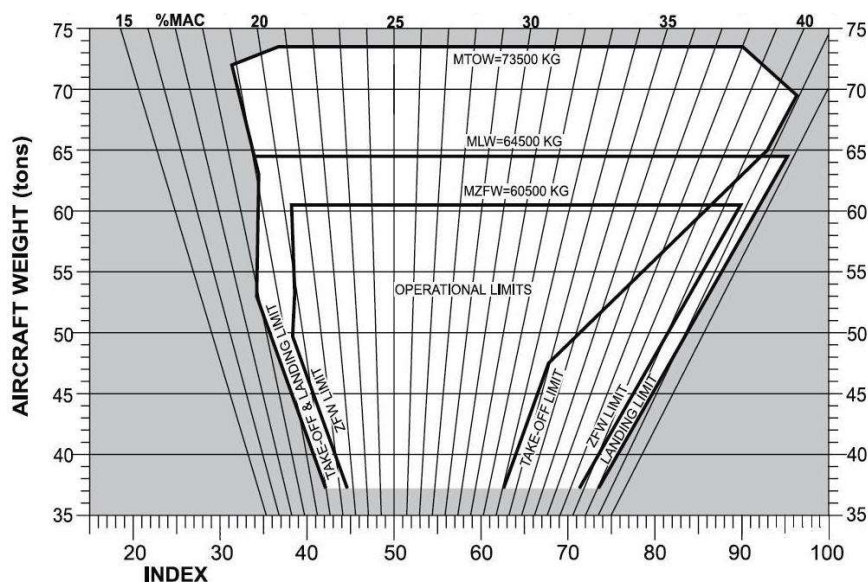
Slika 2.3. Težište zrakoplova (*Centre of Gravity*)

Izvor: <http://www.m0a.com/wordpress/wp-content/uploads/2009/09/cg11.jpg>

Proizvođač zrakoplova određuje granice i položaj centra težišta zrakoplova prema određenim karakteristikama zrakoplova. Centar težišta ovisi o tome kako su raspoređeni putnici, teret, prtljaga i ostala oprema u zrakoplovu.

Položaj centar težišta zrakoplova utječe na njegovu upravljivost i stabilnost. Centar težišta u svakom trenutku mora biti u određenim dopuštenim granicama, u suprotnome zrakoplov neće biti stabilan i upravljivost mu se može narušiti do te mjere da je nemoguće njime upravljati. Kako bi se takav događaj izbjegao potrebno je teret rasporediti i pričvrstiti na odgovarajući način u za to predviđenim utovarnim jedinicama zrakoplova. Strogo je zabranjeno prelaženje maksimalnim dozvoljenih masa zrakoplova. Na taj način će se osigurati da centar težišta uvijek bude u dozvoljenim granicama. Granice centra težišta vidljive su na slici 2.4.⁹

⁹ *Aircraft Weight and Balance Handbook*, U.S Department of transportation, 2007.



Slika 2.4. Dijagram dozvoljenog položaja težišta zrakoplova

Izvor: Zrakoplovna prijevozna sredstva 1

Tijekom leta može doći do neželjenog pomicanja centra težišta iz više razloga:

- Kretanjem putnika i posade unutar zrakoplova tijekom leta;
- Serviranjem hrane sa određenog mjesta u zrakoplovu pa do svakog putnika;
- Izvlačenjem i uvlačenjem stajnih trapova tijekom slijetanja i polijetanja;
- Prodajom robe bez carinskih naknada
- Potrošnjom goriva kod zrakoplova sa strelastim krilima (težište ostatka goriva će se pomicati i time remeti težište cijelog zrakoplova)

2.3. Vrste izračuna uravnoteženja i opterećenja zrakoplova

Izračunavanje težišta CG obavlja se prema sljedećim metodama:

- Analitičko-matematička metoda – taj se postupak temelji na koordinatnom sustavu. U koordinatnom sustavu računaju se momenti svih težinski mjerljivih sustava te se dijele s njihovom vlastitom težinom. Množenjem težina sustava i kraka na kojem djeluje dobiva se centar težišta (CG) tog sustava. Prvo je potrebno izračunati težinu za svaku pojedinu sastavnicu praznog zrakoplova, a kasnije i ukrcani teret.

- Indeksna metoda – uvođenjem indeksa uklanja se mogućnost pogrešaka u proračunavanju. Indeks je broj koji predstavlja moment, a u sprezi s težinom zrakoplova određuje položaj težišta. Indeksna metoda temelji se na indeksima koji se očitavaju iz tablica
- Grafička metoda – tim se postupkom otklanjaju moguće pogreške u izračunavanju, ali postupak nije toliko precizan kao kod indeks metode. Nedostatak je nepreciznost pri ucrtavanju koja nastaje zbog crtanja kemijskom po relativno malom dijagramu.¹⁰

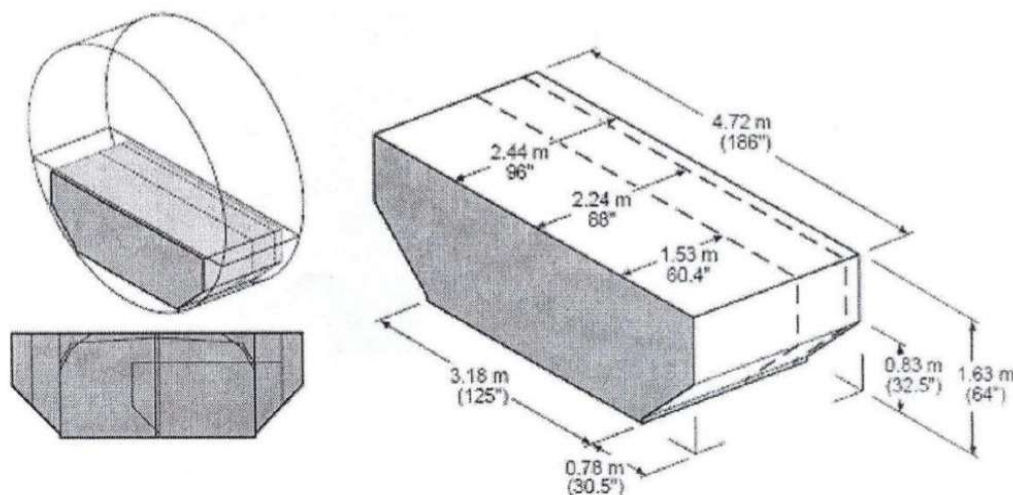
¹⁰ Steiner, S., Vidović, A., Bajor, I., Pita, O., Štimac, I.: *Zrakoplovna prijevozna sredstva 1*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.

3. Izrada instrukcije utovara i liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova

Utovar je potrebno isplanirati prije nego što krene izrada liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova. Kontrolor opsluživanja je zadužen da proces utovara bude pravilno izveden. Nakon procesa utovara kontrolor opsluživanja šalje podatke o eventualnim promjena u rasporedu tereta službi uravnoteženja i opterećenja zrakoplova.

3.1. Izrada instrukcije utovara zrakoplova

Kod izrade instrukcije utovara potrebno je poznavati načine manipulacije tereta i prtljage od skladišnih jedinica do zrakoplova. Potrebno je poznavati o kakvom se tipu zrakoplova radi i koje su mu karakteristike. To je potrebno poznavati zbog toga što oblik kontejnera određuje mogućnost utovara u pojedine zrakoplove. Nisu svi zrakoplovi kontejnerske konfiguracije. Za takve zrakoplove moramo poznavati oblik i veličinu bagažnika. Kada se omogući pravilni ukrcaj zrakoplova osigura se da je zrakoplov napunjen sukladno sa pravilima. Primjer oblika kontejnera za zrakoplov B747 vidljiv je na slici 3.1.



Slika 3.1. U kontura – maksimalna kontura za donju palubu B747

Izvor: Zrakoplovna prijevozna sredstva

Neki zračni prijevoznici imaju posebne zahtjeve vezane uz ovaj proces stoga se prema tim zračnim prijevoznicima treba odnositi prema njihovim zahtjevima. Utovar se može izrađivati ručno na papiru ili pomoću računala računalnom metodom.

3.1.1 Ručna izrada instrukcije utovara zrakoplova

Svaki zračni prijevoznik ima svoje obrasce po kojima se vrši ručna izrada instrukcije utvara (engl. *Loading Instruction Report - LIR*) zrakoplova. Kada kontrolor opsluživanja ima sve potrebne podatke koje je primio od službe uravnoteženja i opterećenja zrakoplova nadgleda proces utovara te nakon utovara šalje konačne podatke o rasporedu utovarenog tereta po bagažnicima u službu uravnoteženja i opterećenja. Ručna metoda je zastarjela metoda stoga se danas sve češće koriste računalne metode izrade instrukcija utovara zrakoplova. Na slici 3.2. se nalazi primjer ručne izrade instrukcije utovara zrakoplova za zrakoplov A300 – 600R.

LOADING INSTRUCTION/REPORT		CPM	FLT. NO.	A/C REG.	FROM	TO	DATE	PREPARED BY
								
Special Handling Instructions: HFD = 153507		This aircraft has been offloaded/loaded in accordance with instructions, including the deviations shown, on the REPORT. All containers/pallets and bulk load have been secured in accordance with Emirates' regulations specified in Weight and Balance Manual.						
Sig. Trim Officer LIC. No.:		Signature / Staff No. Loading Suprv. / Ramp Agent Staff						
AFT HOLD		MID HOLD			FWD HOLD			
								

LOADING INSTRUCTION/REPORT		PREPARED BY	EDNO
ALL WEIGHTS IN KILOS			3
FROM/TO FLIGHT	A/C REG VERSION	GAT TAR STD	DATE TIME
ZAG BEG JU 0231	YUALV 1205	015 1005	26JUL16 0857
PLANNED LOAD			
BEG F O J O Y 60 C	O M 153 B	684	
JOINING SPECS			
LOADING INSTRUCTION			
CPT 1 FLF MAX 928		ACTUAL WEIGHT IN KGS	
:ONLOAD BEG C/OR BY/376R/20 M/153R/8			
:REPORT			
CPT 2 ALA MAX 500		:: CPT 1 TOTAL :	
:ONLOAD BEG BT/308R/18			
:REPORT			
		:: CPT 2 TOTAL :	
SI.			
THIS AIRCRAFT HAS BEEN LOADED IN ACCORDANCE WITH THESE INSTRUCTIONS AND THE DEVIATIONS SHOWN ON THIS REPORT. BULK LOAD HAS BEEN SECURED.			
PRINT NAME:	SIGNATURE:		
THE CONTAINER / PALLETS HAVE BEEN SECURED IN ACCORDANCE WITH COMPANY INSTRUCTIONS.			
PRINT NAME:	SIGNATURE:		
LOADING REPORT DATA TRANSMITTED TO THE LOADSHEET AGENT BY			
PRINT NAME:	SIGNATURE:		

Slika 3.3. Računalna instrukcija utovara za zrakoplov ATR – 72

Izvor: Međunarodna zračna luka Zagreb

Danas se ručne metode koriste samo kod pada računalnog sustava. Računalne metode su ih praktički skroz zamijenile.

3.2. Izrada liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova

Lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova (engl. *Load and Trim sheet* - LS) mora biti izdana za svaki let. Ona pruža informacije o stvarnim masama zrakoplova, gdje se nalazi centar težišta i stvaran broj putnika.

Osoba koja izdaje listu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova mora usporediti podatke ukupnih masa sa masama proračunatim u instrukciji utovara zrakoplova. Mora se provjeriti dali broj putnika odgovara broju putnika ustanovljenih na izlazima za ukrcaj. Lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova mora biti potpisana od osobe koja ima valjanu *loadcontrol* kvalifikaciju i od strane kapetana zrakoplova.¹¹

Danas neki zračni prijevoznici poput *DHL*-a same rade liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova za svoje zrakoplove. Tako štede vlastita financijska sredstva jer nisu ovisni o najmu drugih računalnih sustava.

Postoje ručne i računalne metode izrade liste opterećenja i uravnoteženja zrakoplova.

3.2.1 Ručna izrada liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova

Ručna lista opterećenja i uravnoteženja zrakoplova prvenstveno se ispunjava od strane balansera no može biti ispunjena i od strane kontrolora opsluživanja ili rjeđe od strane kapetana zrakoplova ili prvog časnika. Ručna izrada liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova danas se koristi toliko rijetko da predstavljaju problem zaposlenicima zračne luke i članovima posade. Mnogo mladih pilota je rijetko pripremalo ručnu verziju liste opterećenja i uravnoteženja zrakoplova.¹²

Dobra je praksa da se ručna lista opterećenja i uravnoteženja zrakoplova radi svakog mjeseca barem jednom za vježbu. Tu praksu primjenjuju na Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb.

Njegova pozitivna strana je što se može koristiti u područjima gdje je postojana slaba ili gotovo nikakva informatizacija. Na modernim zračnim lukama se koristi kada dođe do pada

¹¹ Swiss International Air Lines Ltd. Ground Services, Aircraft Handling Management / OGP, CH-8058 Zurich Airport, *Edition*: No. 05 / 14. March 2014.

¹² http://www.skybrary.aero/index.php/Aircraft_Load_and_Trim#Load_and_Trim_Sheets

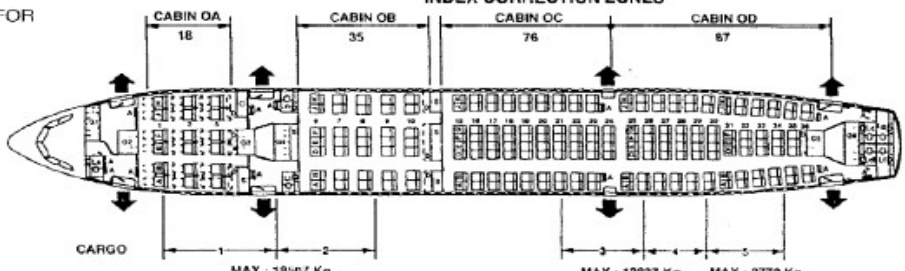
računalnih sustava.¹³ Na slici 3.4. je primjer ručno izrađene liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova za zrakoplov A300 – 600R.

Emirates  **TRIM SHEET** **A300-600R**
18F/C 35B/C 163Y/C

AIRCRAFT REGISTRATION: **A6EKO** FLIGHT NUMBER: **EKO24** FROM: **DOG** TO: **DOB** CREW: **2/12** DATE: **300797**

VALID ONLY FOR:
A6 - EKD
A6 - EKF
A6 - EKM
A6 - EKO

INDEX CORRECTION ZONES



DOI **527**

Zone	Max Weight	Max Pax
CABIN OA	18 MAX	5 PAX
CABIN OB	35 MAX	20 PAX
CABIN OC	76 MAX	20 PAX
CABIN OD	57 MAX	5 PAX
CARGO 1	SEE CARGO 2	500 kg
CARGO 2	MAX 1+2 = 18507	1000 kg
CARGO 3	SEE CARGO 4	1000 kg
CARGO 4	MAX 3+4 = 12837	500 kg
CARGO 5	MAX 2770	500 kg

FUEL INDEX CORRECTION: **04.4**

INDEX AT ZFW

GROUND FUEL TRANSFER INTO TRIM TANK FOR BALANCE PURPOSES ONLY: **200 Kg**

RAMP FUEL INDEX TABLE

Weight (kg)	Index	Weight (kg)	Index
1000	+1.5	25000	+3.6
2000	+3.1	26000	+3.4
3000	+4.7	27000	+3.2
4000	+6.5	28000	+3.2
5000	+8.4	29000	+3.2
6000	+10.6	30000	+3.4
7000	+12.8	31000	+3.6
8000	+13.0	32000	+4.0
9000	+12.2	33000	+4.5
10000	+11.6	34000	+5.0
11000	+11.0	34721	+5.4
12000	+10.3	35000	+5.2
13000	+9.7	35000	+4.6
14000	+9.1	37000	+3.7
15000	+8.4	38000	+2.7
16000	+7.8	39000	+1.7
17000	+7.2	40000	+0.7
18000	+6.7	41000	-0.4
19000	+6.1	42000	-1.4
20000	+5.6	43000	-2.4
21000	+5.1	44000	-3.4
22000	+4.7	45000	-4.4
23000	+4.2	46000	-5.4
24000	+3.9	47000	-6.5

NOTE: FOR FUEL WEIGHT GREATER THAN 47000 Kg (See Table overleaf) 99

ZFW CDU INPUT

WEIGHT kg/1000: **125.7** CG % MAC: **24.0**

Redim

Slika 3.4. Ručna lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova za zrakoplov A300 – 600R
Izvor: <https://www.bea.aero/docspa/1997/a6-o970730a/pdf/a6-o970730a.pdf>

¹³ http://www.skybrary.aero/index.php/Aircraft_Load_and_Trim#Load_and_Trim_Sheets

3.2.2 Računalna izrada liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova

Računalna lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova se temelji na različitim aplikacijama određenih zračnih prijevoznika. Prednost nad ručnom izradom liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova je u tome što omogućuje preciznije određivanje centra težišta pošto je omogućeno izračunati utjecaj za svaki red sjedišta i za svaku poziciju tereta. Negativna strana mu je što posada obično dobije samo brojeve bez vizualnih prikaza informacija koji su uspoređeni sa operativnim limitima.¹⁴ Na slici 3.5. se vidi primjer liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova za zrakoplov A320.

LOADSHEET		CHECKED		APPROVED		EDNO	
ALL WEIGHTS IN KILOS		JOSKIC. IGOR. WB				02	
FROM/TO FLIGHT	A/C-REG	VERSION	CREW	DATE	TIME		
ZAG FRA 000416	9ACTK	0/12/156	2/4	26JUL16	0857		
LOAD IN COMPARTMENTS	WEIGHT	DISTRIBUTION					
	2708	1/1175 3/1353 4/180					
PASSENGER/CABIN BAG	12086	92/ 53/ 8/ 2	TTL 155 CAB				
		PAX 0/ 2/151	SOC				
			BLKD				

TOTAL TRAFFIC LOAD	14794						
DRY OPERATING WEIGHT	43658						
ZERO FUEL WEIGHT ACTUAL	58452	MAX	61000	ADJ			
TAKE OFF FUEL	7300						
TAKE OFF WEIGHT ACTUAL	65752	MAX	73500	ADJ			
TRIP FUEL	3120						
LANDING WEIGHT ACTUAL	62632	MAX	64500	L	ADJ		
BALANCE AND SEATING CONDITIONS				LAST MINUTE CHANGES			
DOI 45.1	LIZFW 66.0	DEST	SPEC	CL/CPT	WEIGHT/IND		
LITOW 63.9	LILAW 66.5						
MACZFW 31.5	MACTOW 30.0						
MACLAW 31.2							
STAB TO 0.3 NOSE DOWN							
A36.B58.C59.							
CABIN AREA TRIM							
UNDERLOAD BEFORE LMC	1868	LMC TOTAL					

LOADMESSAGE AND CAPTAINS INFORMATION BEFORE LMC							
-FRA. 92/53/8/2. T2708. 1/1175. 3/1353. 4/180. PAX/0/2/151. PAD/0/0/0							
SI							
PAX WEIGHTS USED	M 88	F 70	C 35	I 0			
TTL BAGG 140 PCS							
DOW ADJ WGT/IND							
ADDITIONS							
NIL							
DEDUCTIONS							
NIL							
PANTRY CODE 0							
NOTOC NO							
FRA C	O M	181 B	0/ 2527	O	O	T	O
END LOADSHEET EDNO 02 000416 26JUL16 085740							

Slika 3.5. Računalna lista uravnoteženja i opterećenja za zrakoplova A320

Izvor: Zračna luka Zagreb

¹⁴ <http://www.slideshare.net/jasminejacob3/aircraft-weight-and-balance-basic-for-load-control>

4. Distribucija prometnih podataka operativnih službi prema uredu za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova

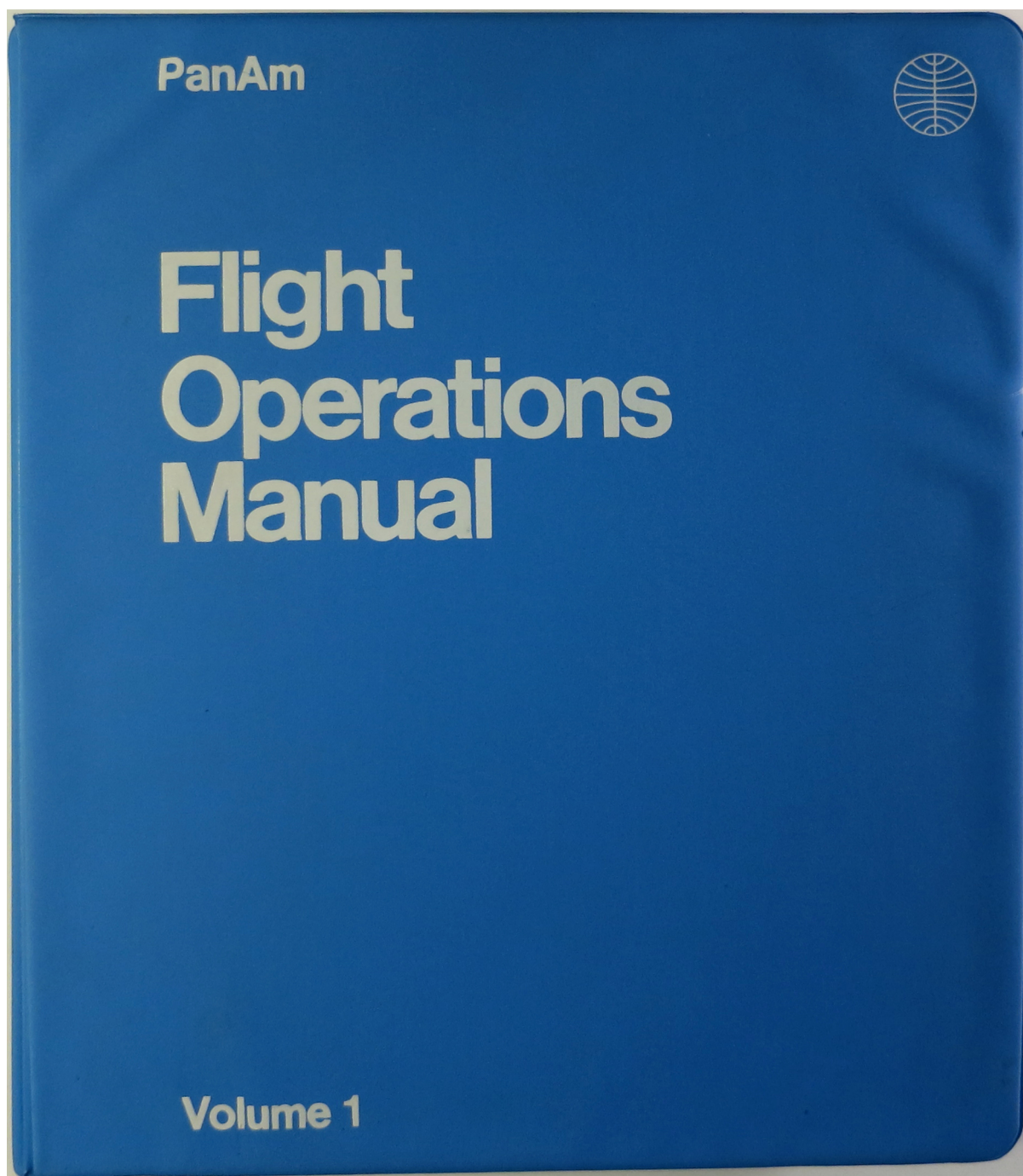
4.1 Potrebna dokumentacija u procesu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova

Dokumenti koji su potrebni u procesu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova su sljedeći:

- **Zrakoplovni priručnici** (Operativni priručnici) – to su priručnici zračnih prijevoznika pomoću koji one određuje na koji način će se izvršiti postupak proračunavanja uravnoteženja i opterećenja vlastitih zrakoplova. U njemu su prikazani raspored unutrašnjosti putničke kabine i utovarnih prostora. Za određene tipove zrakoplova su prikazane težine i indeksi. Postoje nekoliko priručnika od kojih se mogu izdvojiti *Station Operation Manual* (SOM), *Ground Operation Manual* (GOM) i *Flight Operation Manual* (FOM). Na slici 4.1. vidljiv je primjer za FOM od *Pan America World Airways*.
- **Robni Manifest** (engl. *Cargo Manifest*) - Njega ispisiše služba za prihvati i otpremu robe. Na njemu se prikazuje koliko se robe prevozi na letu, koja je vrsta robe na letu i bruto težina robe. Pokazuje da li se na letu prevozi posebna roba. Također pokazuje i poštu. Kad se predaje pošiljka mora se obaviti njen pregled. Svaka se pošiljka se mora izvagati i za svaku takvu primljenu pošiljku se mora izdati *Air Waybill* (AWB). Na slici 4.2. vidljiv je primjer AWB. Podaci o količini i težini pošte se moraju upisati u *Cargo Manifest*. Na slici 4.3. vidljiv je primjer *Cargo Manifesta*.
- **Popis putnika** (engl. *Pax Manifest*) – Izdaje ga služba za registraciju putnika. On sadrži ime i prezime svakoga putnika na letu. Ured uravnoteženja i opterećenja zrakoplova sa njega uzima strukturu po dobi (odrasli, dijete, bebe), spol (muškarci žene) i u kojoj klasi (ekonomska, poslovna) sjedi pojedini putnik. To je bitno zbog toga što tako balanser i mogu izračunati masu putnika. Primjer liste putnika je vidljiv na slici 4.4.

- **Podaci o gorivu** – ured za uravnoteženje i opterećenje te podatke prima od posade zrakoplova ili operativnog centra zračnog prijevoznika. Posada mora poslati sljedeće podatke:
 - Podatke o količini goriva koja se nalazi u spremnicima zrakoplova (engl. *Block fuel*)
 - Podatke o količini goriva potrebnog za taksiranje (engl. *Taxi Fuel*)
 - Podatke o količini goriva za polijetanje (engl. *Take Off Fuel*)
 - Podatke o količini goriva koje će prema procijeni potrošiti do slijetanja (engl. *Trip fuel*)
- **NOTOC** (engl. *Notification to captain*) – on služi da bi se obavijestio kapetan zrakoplova o mogućnosti postojanja opasne robe i njene težine na zrakoplovu. Zrakoplov ne može poletjeti dok kapetan zrakoplova ne potpiše **NOTOC**. Ispunjava se u tri primjerka. Primjer NOTOC - a je vidljiv na slici broj 4.5.
- **Specijalna dokumentacija** - ona se koristi u posebnim slučajevima kada se zrakoplovom prevozi bolesna osoba ili invalidna osoba. Svi ti putnici moraju potpisati dokument od kojih zračnog prijevoznika oslobađaju odgovornosti u slučaju pogoršanja njihovog stanja.¹⁵

¹⁵ Steiner, S., Vidović, A., Bajor, I., Pita, O., Štimac, I.: *Zrakoplovna prijevozna sredstva 1*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.



Slika 4.1. Primjer FOM - a od *Pan America World Airways*

Izvor: <http://www.flysfo.com/museum/aviation-museum-library/collection/5672>

**Example 5: International Air waybill, Loose Shipment, Shipper Plus
IATA Agent Account with Contract Rate**

Shipper's name and address Nom et adresse du Expéditeur INTERNATIONAL FOODS LTD. 1000 FRANK STREET VANCOUVER, BC		Shipper's Account Number N° de compte de l'expéditeur 123456		NOT NEGOTIABLE AIR WAYBILL (AIR CONSIGNMENT NOTE)		NON NÉGOCIABLE LETTRE DE TRANSPORT AÉRIEN	
Consignee's name and address Nom et adresse du destinataire SHANK YUAN YU LTD. ROOM 100 QIAOHENT CENTRE 1000 CAOBAO ROAD, SHANGHAI, CHINA		Consignee's Account Number N° de compte du destinataire 654321		AIR CANADA Cargo MEMBER-OF IATA MEMBRE DE L'IATA		Copies 1, 2 and 3 of this Air Waybill are original and have the same validity Les exemplaires 1, 2 et 3 de cette lettre de transport sont originaux et ont la même validité	
Issuing carrier's agent, name and city Nom et ville de l'agent du transporteur émetteur EXPRESS (CANADA) INC., VANCOUVER		Agent's IATA code Code IATA de l'agent 60-1 0005/0005		Account no. N° de compte 123456		Contract #: PERYVRPVG123456AC037	
Point of departure (address of first carrier) and requested routing Point de départ (adresse du 1 ^{er} transporteur) et itinéraire demandé VANCOUVER		Routing and destination - Itinéraire et destination By first carrier - Par 1 ^{er} transporteur PVG		By second carrier - Par 2^e transporteur AC		Declared value for carriage Valeur déclarée au départ NVD	
Point of destination Point de destination PU DONG		Flight/Date Vol/Date AC037/16		Amount of insurance Montant de l'assurance NIL		Declared value for cargo Valeur déclarée pour le chargement 10.00	
Manding information Prévisions sur le traitement de l'expédition HIGHLY PERISHABLE, PLEASE KEEP IN COOLER, HEALTH CERTIFICATE ATTACHED PLEASE NOTIFY CONSIGNEE TO PICK UP IMMEDIATELY ON ARRIVAL							
No. of pieces Nombre de colis 6		Gross weight Poids brut 117		Net weight Poids net K		Chargeable weight Poids de location 0300	
Rate Class - Classif. du tarif K C		Rate / Charge Tarif / Montant 0300		Total		Nature and quantity of goods (incl. dimensions or volume) Nature et quantité des marchandises (avec dimensions ou volume) LIVE GEODUCK CLAMS DIMS: 6 @ 69 X 34 X 34 CM	
Prepaid - Port payé PREPAID		Other Charges - Autres frais		Valuation charges - Taxation intermédiaire		Shipper certifies that the particulars on the face hereof are correct and that insofar as any part of the consignment contains dangerous goods, such part is properly described by name and is in proper condition for carriage by air according to the applicable Dangerous Goods Regulations. L'expéditeur certifie que les indications portées sur le présent document sont exactes et que, dans la mesure où une partie quelconque de l'expédition contient des marchandises dangereuses, cette partie d'expédition est correctement désignée et bien préparée pour le transport aérien, conformément à la réglementation pour le transport des marchandises dangereuses applicable.	
Total other Charges Due Carrier - Total des autres frais dus au transporteur		Total collect - Total port dû		Signature of Shipper or its Agent DAVE BLACK		Signature of Issuing Carrier or its Agent	
Currency Conversion Rates Taux de conversion monétaire		CC charges in local currency Port dû en monnaie du pays de destination		Executed on - Exécuté le		Place	
For Carrier Use only - Réserve au transporteur à destination		Charges at Destination - Frais à destination		Total collect charges - Total dû		ORIGINAL 3 (FOR SHIPPER - EXPÉDITEUR)	

AIR CANADA
CARGO

Slika 4.2. Primjer AWB – a

Izvor : <http://www.baliintercontcargo.com/wp-content/uploads/2015/07/19813259.png>

Aviapartner 10:16 07/17/14

CARGO MANIFEST Type 4
I.C.A.O. annex 9, appendix 3

Owner or Operator: Malaysian Airlines

Marks of Nationality/Registration Number: 9MMRD

Flight No: MH 017 Date: 17Jul14

Point of loading: Amsterdam, Schiphol

Point of unloading: Kuala Lumpur, KUALA LUMPUR

Pallet/ULD No: LOCO/Transit:				For use by owner/operator			
No	Air Waybill and Part No	No Of Pieces	Nature of goods	Gross Weight	ORI/DES	Remarks	Official use

ULD: BULK KUL

COMMERCIAL CARGO / LOCAL CARGO

1	232-12809591	1	LIVE DOG	30.0	AMS/KUL	AVI	X
---	--------------	---	----------	------	---------	-----	---

COMMERCIAL CARGO / TRANSIT

2	232-11342295	5	LIVE BIRDS .28	70.0	AMS/DAC	AVI	X
3	232-12793922	1	FREQUENCY RESPO	1.3	AMS/DEL	SPX	X
4	232-12793933	1	SHIPMENT OF POT	9.4	AMS/DEL	SPX	X
5	232-12792850	1	CONSOL	6.4	AMS/MNL	SPX	X
6	232-12800351	1	CONSOL	0.3	AMS/MNL	SPX DGVS80012035	T1
7	232-12801213	1	CONSOL	1.0	AMS/MNL		X *
8	232-12809635	1	LIVE DOG	20.0	AMS/MNL	AVI	X
9	232-12797002	6	CONSOL	18.0	AMS/PEN		X
10	232-12792846	1	CONSOL	0.3	AMS/PER	SPX	X
11	232-12793690	2	OILWELL EQ	19.0	AMS/PER	geen Issue in cargonaut,	T1
12	232-12803361	2	CONSOL	5.0	AMS/PNH		X
13	232-12774134	4	LIVE PIGEONS	82.0	AMS/SGN	AVI	X *
Total		27		262.7			

ULD: AKE 3664 MH KUL

COMMERCIAL CARGO / LOCAL CARGO

14	232-12778264	5/7	COURRIE GOODS	252.0	AMS/KUL	COU	T1
----	--------------	-----	---------------	-------	---------	-----	----

COMMERCIAL CARGO / TRANSIT

15	232-14005110	10/20	TEXTILES	72.6	AMS/MEL	SPX	X *
----	--------------	-------	----------	------	---------	-----	-----

All Shipments on this cargo manifest have been handled in accordance with the dutch NCASP.

Consignor is registered under identification code NL/RA00105-00/0112

Prepared By: Mr. Arnold Betcke

Page 1 of 4 Pages

Slika 4.3. Primjer Cargo Manifesta

Izvor: <http://s1.ibtimes.com/sites/www.ibtimes.com/files/styles/embed/public/2014/07/18/cargo-manifest-pl.PNG>

Passenger List

Parameters: Report Mode: Passengers only
 Transportation
 Template: TpxLFLIGHT PASSENGER LIST SHORT VERSION.REP

From: TLV To: JFK Departure On: 29-Jan-00 12:00 AirLine:LY Flight Num.:0001

No.	Passenger 's Name	Date of Birth	P.File #	Ticket No.	Destination
1.	Mrs. BARUCH/JENNY		100622	1144427201277	NEW YORK-JFK
2.	Mrs. BOROCHOV/DALIT		100626	1144427290872	NEW YORK-JFK
3.	Mr. DOR/DANNY	26-Jun-62	100622	1144427201275	NEW YORK-JFK
4.	Miss. DORON/DALIT		100622	1144427201279	NEW YORK-JFK
5.	Mr. GAL/YOAV	14-Nov-71	100625	1144427171083	NEW YORK-JFK
6.	Mr. GIL/GILA	15-Aug-69	100621	1144427201274	NEW YORK-JFK
7.	Mr. GIL/GOLAN	21-Mar-65	100621	1144427201273	NEW YORK-JFK
8.	Mrs. KOREN/DAPHNA		100622	1144427201278	NEW YORK-JFK
9.	Miss. MAROM/CHEN	17-Oct-85	100623	1144427171080	NEW YORK-JFK
10.	Mrs. NURI/MAGGIE		100626	1144427290871	NEW YORK-JFK
11.	Mr. PELEG/IRON	21-May-54	100627	1144427290878	NEW YORK-JFK
12.	Mr. RAVIV/SHAUL	12-Dec-56	100628	1144427290879	NEW YORK-JFK
13.	Mr. RONEN/YAAKOV	08-Aug-60	100625	1144427171085	NEW YORK-JFK
14.	Mrs. SADE/MORAN	08-Apr-46	100624	1144427171081	NEW YORK-JFK
15.	Mr. SADE/NATAN	20-Dec-45	100624	1144427171082	NEW YORK-JFK
16.	Mrs. SEADIA/RONIT		100626	1144427290869	NEW YORK-JFK
17.	Mrs. SHPIRA/ADVA		100626	1144427290870	NEW YORK-JFK
18.	Mr. SMITH/KE		100622	1144427201276	NEW YORK-JFK
19.	Mr. ZEHAVI/YARON	11-Jul-69	100625	1144427171084	NEW YORK-JFK
20.	Mr. ZIMMERMAN/LEON	11-Sep-38	100629	1144427080464	NEW YORK-JFK
Total Of	20	Passengers in list +			

Slika 4.4. Primjer liste putnika

Izvor: http://www.galor.com/gilboa/samples/wholesale_reports/png/d089.png

Page 1 of 2

SPECIAL LOAD - NOTIFICATION TO CAPTAIN

Station of Loading		Flight Number	Date	Aircraft Registration	Prepared by								
LHR				HSSLR	AGATA DEREN-PAWSKA								
DANGEROUS GOODS													
Station of Unloading	Air Waybill Number	Proper Shipping Name	Class or Division For Class 1 compat. grp.	UN or ID Number	Sub Risk	Number of Packages	Net quantity or Transp. Ind. per package	Radio-active Mat. Categ.	IMP Code	ERG Code	C A	Loaded ULD ID	POS
ZRH	724-97923976	LIFE-SAVING APPLIANCES, SELF-INFLATING	9	UN2990		1	96.0 kg G		RMD	9L		AKH61428LX	31
ZRH	724-96554065	OVERPACK (01)										AKH61484LX	42
ZRH	724-96554065	DRY ICE	9	UN1845		1	8.0 kg		ICE	9L		AKH61484LX	42
ZRH	724-97884673	END OVERPACK (01)										AKH61484LX	
ZRH	724-97884673	SULPHURIC ACID	8	UN2796		3	0.994 L		RCM	8L		DKH80041LX	13
There is no evidence that any damaged or leaking packages containing dangerous goods have been loaded on the aircraft. (see mass and balance documentation)													
OTHER SPECIAL LOAD													
Station of Unloading	Air Waybill Number	Contents and Description	Number of Packages	Quantity	Supplementary Information		Code	Loaded ULD ID	POS				
ZRH	724-97920771	BANKNOTES	2	6.2 kg			VAL	DKH80041LX	13				
ZRH	724-97920782	BANKNOTES	4	14.7 kg			VAL	DKH80041LX	13				
ZRH	724-97884673	CHEMS	2	35.099998 kg			VAL	DKH80041LX	13				
ZRH	724-96549983	BANKNOTES	6	23.700001 kg			VAL	DKH80041LX	13				
ZRH	724-97907784	DIAMONDS	3	50.700001 kg			VAL	DKH80041LX	13				
ZRH	724-96573234	AC PTS	4	14.0 kg			AOG	AKH61484LX	42				
ZRH	724-97907810	JEWELLERY	1	7.2 kg			VAL	DKH80041LX	13				
ZRH	724-97911181	BANKNOTES	2	36.5 kg			VAL	DKH80041LX	13				
ZRH	724-95567006	WATCHES	1	10.4 kg			VAL	DKH80041LX	13				
ZRH	724-97911192	PREC METAL	25	492.0 kg			VAL	DKH80041LX	13				
ZRH	724-97911214	BANKNOTES	4	44.299999 kg			VAL	DKH80041LX	13				
ZRH	724-97884673	CHEMS	3	0.994 L			VAL	DKH80041LX	13				

Slika 4.5. Primjer NOTOC – a

Izvor: <https://flyingwisssmade.files.wordpress.com/2012/02/skanowanie30001.jpg>

4.2 Tijek kretanja informacija prema službi za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova

Kada zrakoplov sleti preuzimaju se svi dolazni dokumenti od strane kontrolora opsluživanja (engl. *Ramp Agent*). Kada je kontrolor opsluživanja preuzeo putničke dokumente donosi ih balanseru na arhiviranje.

U zrakoplov se ubrizgava ona količina goriva koju je zatražio kapetan od tvrtke koja pruža uslugu opskrbe gorivom preko kontrolora opsluživanja ili prometnog centra. Proces ubrizgavanja goriva u većini slučajeva može početi tek nakon što su iskrcani svi putnici, prtljaga i teret.

Pomoću dlanovnika (engl. *Personal Digital Assistant* - PDA) ili radio vezom kontrolor opsluživanja javlja uredu za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova potrebne podatke o gorivu i težini zrakoplova potrebnih za izradu liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova. Na temelju dokumenta *Fueling order* u skladu s propisima prijevoznika ukoliko je potrebno treba poslati poruku o ulivenom gorivu (engl. *Fuel Monitoring Message*) od strane djelatnika ureda za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova. To se šalje preko SITA komunikacijskog sustava.

Potrebno je poznavati stanje ukupnog broja putnika po sjedištima u zrakoplovu te ukupnoj količini i težini prtljage (engl. *Final data*). Koordinator prihvata i otpreme putnika i prtljage dužan je poslati te podatke u ured za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova računalnim ili telefonskim putem. Isto tako odgovorna osoba odnosno koordinator prihvata i otpreme tereta i pošte treba dostaviti sve potrebne podatke o teretu i pošti uredu za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova.¹⁶

Sve promjene težina tereta u zrakoplovu i težina goriva zrakoplova koje se javljaju nakon izdavanja liste opterećenja, smatraju se promjenama u posljednjim trenucima (engl. *Last minute changes* - LMC). Kada se izdaju promjene u posljednjim trenucima treba se paziti da se ne prijeđu dopuštene težine koje se koriste za određeni zrakoplov. Ako se značajnije pomakne centar težišta zrakoplov se može izbaciti iz balansa i više neće biti siguran za let. Njega mora ispuniti određeni kontrolor opsluživanja. Tablica 1. prikazuje korekciju balansa zrakoplova kod zračnog prijevoznika Croatia Airlines.¹⁷

¹⁶ J. Agić : *Računalni sustavi za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2014.

¹⁷ Steiner, S., Vidović, A., Bajor, I., Pita, O., Štimac, I.: *Zrakoplovna prijevozna sredstva 1*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008

Tablica 1. Korekcija balansa zrakoplova kod zračnog prijevoznika Croatia Airlines

LMC (kg)	Korekcija balansa zrakoplova
<300	Nije potrebna korekcija
300 - 900	Težina i položaj težišta korigirati na postojećem dokumentu (LS)
>900	Potrebno izraditi novi dokument (LS)

Izvor: Zrakoplovna prijevozna sredstva 1

Kontrolor opsluživanja uspoređuje nalog za utovar s listom uravnoteženja i opterećenja zrakoplova. Listu uravnoteženje i opterećenja potpisuje i u cijelosti izrađuje odgovorna osoba ureda za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova. Kontrolor opsluživanja stavlja potpis ako je lista opterećenja i uravnoteženja napravljena u skladu sa stvarnim utovarom tereta, prtljage i pošte. Na kraju kapetan zrakoplova dobiva listu opterećenja i uravnoteženja i on svojim potpisom potvrđuje da je lista opterećenja i uravnoteženja točna i spremna za uporabu.¹⁸

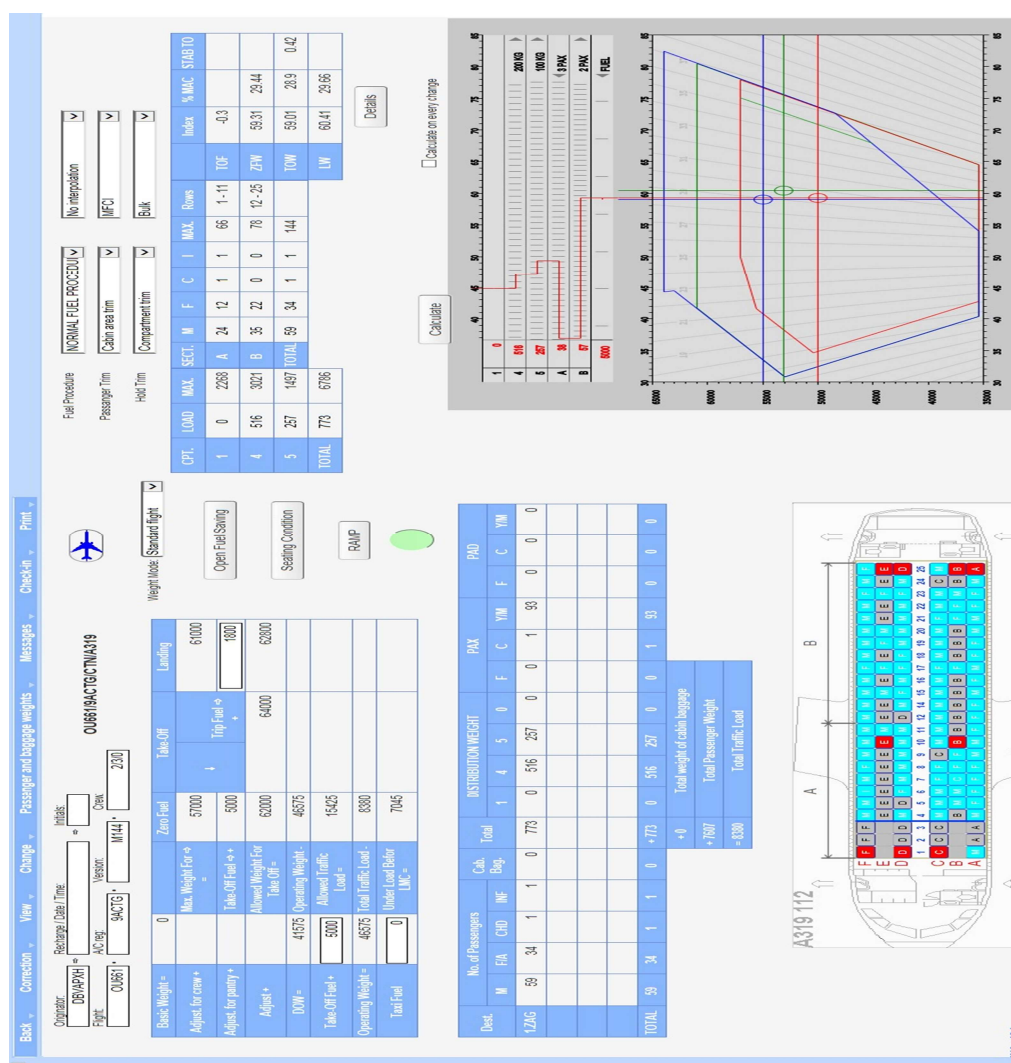
¹⁸ J. Agić : *Računalni sustavi za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2014.

5. Računalne aplikacije za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova na Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb

U Hrvatskoj imamo tri velike zračne luke.

- Međunarodna zračna luka Zagreb
- Zračna luka Split
- Zračna luka Dubrovnik

Zračna luka Split i Dubrovnik koriste samo jedan računalni sustav za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova koji se zove Niko. Primjer Niko sustava prikazan je slikom 5.1.



Slika 5.1. Niko računalni sustav
Izvor: <http://niko.hr/wp-content/uploads/2015/03/WB.jpg>

To nije slučaj sa Međunarodnom zračnom lukom Zagreb koja radi sa 10 sustava. Toliki broj sustava se koristi na Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb od kada se otvorilo tržište. Tržište se otvorilo ulaskom drugog sustava *Lufthanse*. Kada ne bi bilo dopušteno korištenje vlastitih sustava drugih zračnih prijevoznika, a dozvolilo se samo *Lufthansi* to bi se smatralo diskriminacijom.

Sustavi rade na CUTE (engl. *Common Use Terminal Systems*)¹⁹ platformi. Međunarodna zračna luka Zagreb je povezana sa CLC (engl. *Centralised Load Control*). CLC povećava produktivnost rada balansera povećava sigurnost smanjivanjem broja ljudi koji su uključeni u proces uravnoteženja i opterećenja zrakoplova, smanjuje troškove treninga, maksimalno se iskorištava gorivo i povećava se ukupni prihod. Operativni centri su smješteni u Pragu, Varšavi, Londonu, Edinburgu, Johannesburgu i u Istanbulu.²⁰

Svi sustavi rade u *Altea* sustavu osim *Turkish Airlines* -a i *Fly Dubai* – a. *Altea* je sustav od *Amadeusa*. *Altea* je sustav koji se koristi za check – in. *Amadeus* je informacijski sustav za rezervaciju i prodaju putovanja. Osnovan je od strane *Air France*, *Iberia*, *Lufthansa* i *SAS* – a 1987 godine.²¹

Mora se koristiti stalna komunikacija putem poruka unutar sustava. U vremenu kada je razina posla na vrhuncu može djelovati zbunjujuće na balansera i mogu se desiti pogreške. Samim time i povećavaju stres.

Balanseri su svakoga dana primorani koristiti više računalnih aplikacija što im podiže razinu stresa zbog prevelike količine primljenih informacija i promjeni radnog okruženja u vrlo malim vremenskim razmacima. Prije su balanseri morali stalno izlaziti iz jednog sustava pa ulaziti u drugi no danas im je to olakšano jer ulaze sa jedne maske. Na slici 5.2. je slika koja prikazuje sve sustave na jednoj maski.

¹⁹ <http://www.gsys-intl.com/index.php?name=cute#prd>

²⁰ <http://www.air-dispatch.com/centralised-load-control>

²¹ Markežić, I.: *Komunikacijski, navigacijski i nadzorni sustavi*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2013.



Slika 5.2. Prikaz sustava na jednoj maski
 Izvor: Međunarodna zračna luka Zagreb

Sustavi koji se koriste na Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb su sljedeći:

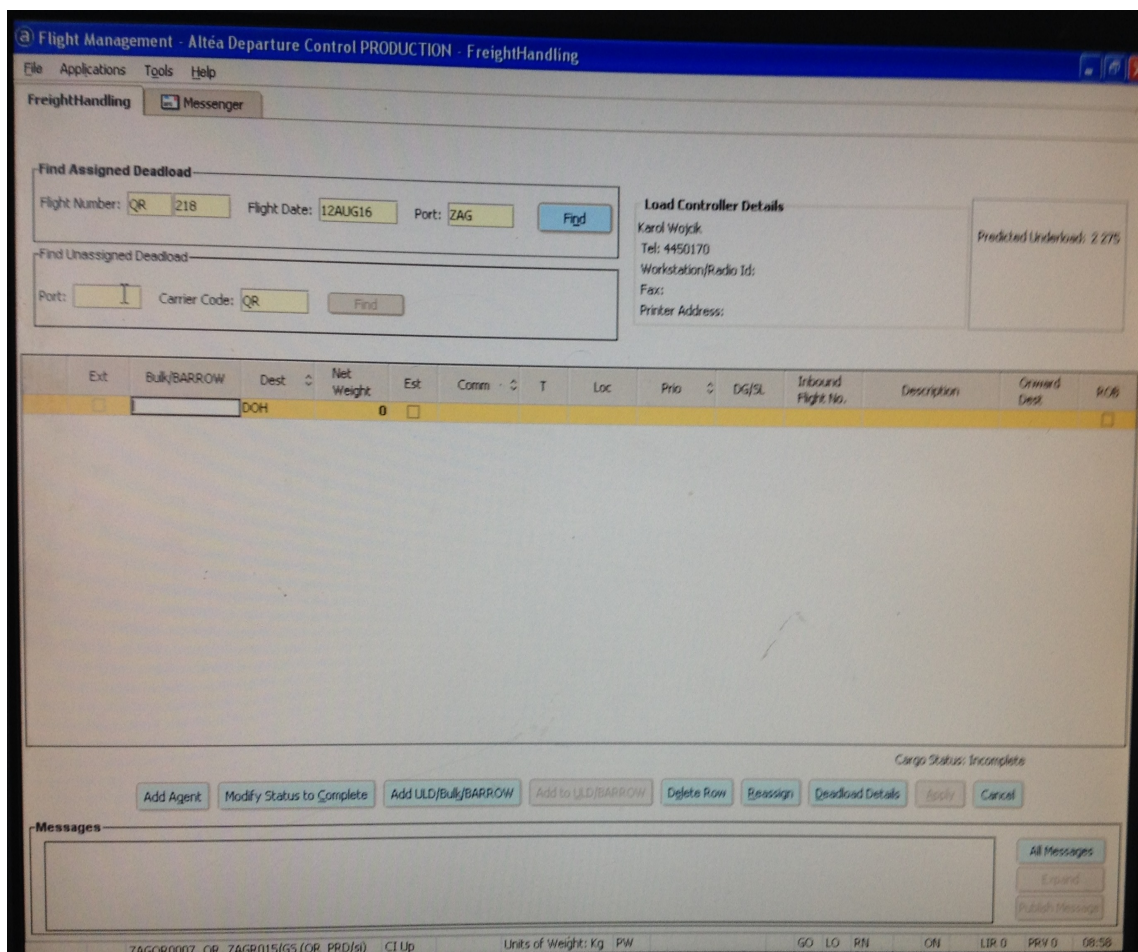
- **HP DCS** – Balanser na Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb samostalno pomoću tog programa bez CLC radi instrukcije utovara zrakoplova i listu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova.
- **QR ALTEA RAMP FM** – To je aplikacija koju koristi *Qatar Airways* (QR). Balanser preko CLC radi listu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova i instrukcije utovara zrakoplova. Balanser sam unosi potrebne podatke za teret (engl. *Cargo*), poštu (engl. *Mail*), opasnu robu (engl. *Dangerous Goods* - DGR), opremi po odjeljcima (engl. *Equipment In Compartment* - EIC), (engl. *Container Security Units* - CSU) specijalni teret (engl. *Special Load*) i sve ostale potrebne podatke. Zatim šalje podatke o gorivu putem sustava za poruke unutar same aplikacije. Korigira završno stanje ukupnog tereta putem aplikacije i prijavljuje je u CLC. Na slikama 5.3., 5.4. i 5.5. prikazani su dijelovi toga sustava

- **TURKISH TROYA** – Balanser na Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb samostalno radi listu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova i instrukcije utovara za *Turkish Airlines* pomoću tog programa bez CLC. Na slikama 5.6. i 5.7. su prikazani dijelovi toga sustava.
- **KL RAMP FM** – To je aplikacija koju koristi KLM (*Koninklijke Luchtvaart Maatschappij*). KLM je Nizozemski zračni prijevoznik. Balanser preko CLC radi listu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova i instrukcije utovara zrakoplova. Podatke o teretu i pošti upisuje *Cargo* služba Međunarodne zračne luke Zagreb. Opremu po odjeljcima (engl. *Equipment In Compartment* - EIC) upisuje balanser. Podatke o gorivu putem ACARS -a (engl. *Aircraft Communications Addressing and Reporting System*) posada zrakoplova šalje direktno u samu aplikaciju. Balanser korigira završno stanje ukupnog tereta i prijavljuje u CLC. Na slici 5.8. prikazan je dio toga sustava.
- **AF RAMP FM** – To je aplikacija koju koristi *Air France* (AF). CLC radi listu opterećenja i uravnoteženja zrakoplova i instrukcije utovara zrakoplova. Podatke o teretu i pošti upisuje *Cargo* služba Međunarodne zračne luke Zagreb. Opremu po odjeljcima (engl. *Equipment In Compartment* - EIC) upisuje balanser. Podatke o gorivu putem ACARS -a (engl. *Aircraft Communications Addressing and Reporting System*) posada zrakoplova šalje direktno u samu aplikaciju. Balanser korigira završno stanje ukupnog tereta (DL) i prijavljuje u CLC.
- **SN ALTEA RAMP FM** – To je aplikacija koju koristi *Brussels Airlines* (SN). Balanser preko CLC radi listu opterećenja i uravnoteženja zrakoplova i instrukcije utovara zrakoplova. Balanser sam unosi potrebne podatke za teret (engl. *Cargo*), poštu (engl. *Mail*), opasnu robu (engl. *Dangerous Goods* - DGR), opremu po odjeljcima (engl. *Equipment In Cpts* - EIC), *Container Security Units* (CSU), specijalni teret (*Special Load*) i sve ostale potrebne podatke. Zatim šalje podatke o gorivu putem sustava za poruke unutar same aplikacije. Korigira završno stanje ukupnog tereta putem aplikacije i prijavljuje je u CLC.
- **CSA ALTEA RAMP FM** – To je aplikacija koju koristi *Czech Airlines* (CSA). Balanser preko CLC radi listu opterećenja i uravnoteženja zrakoplova i instrukcije

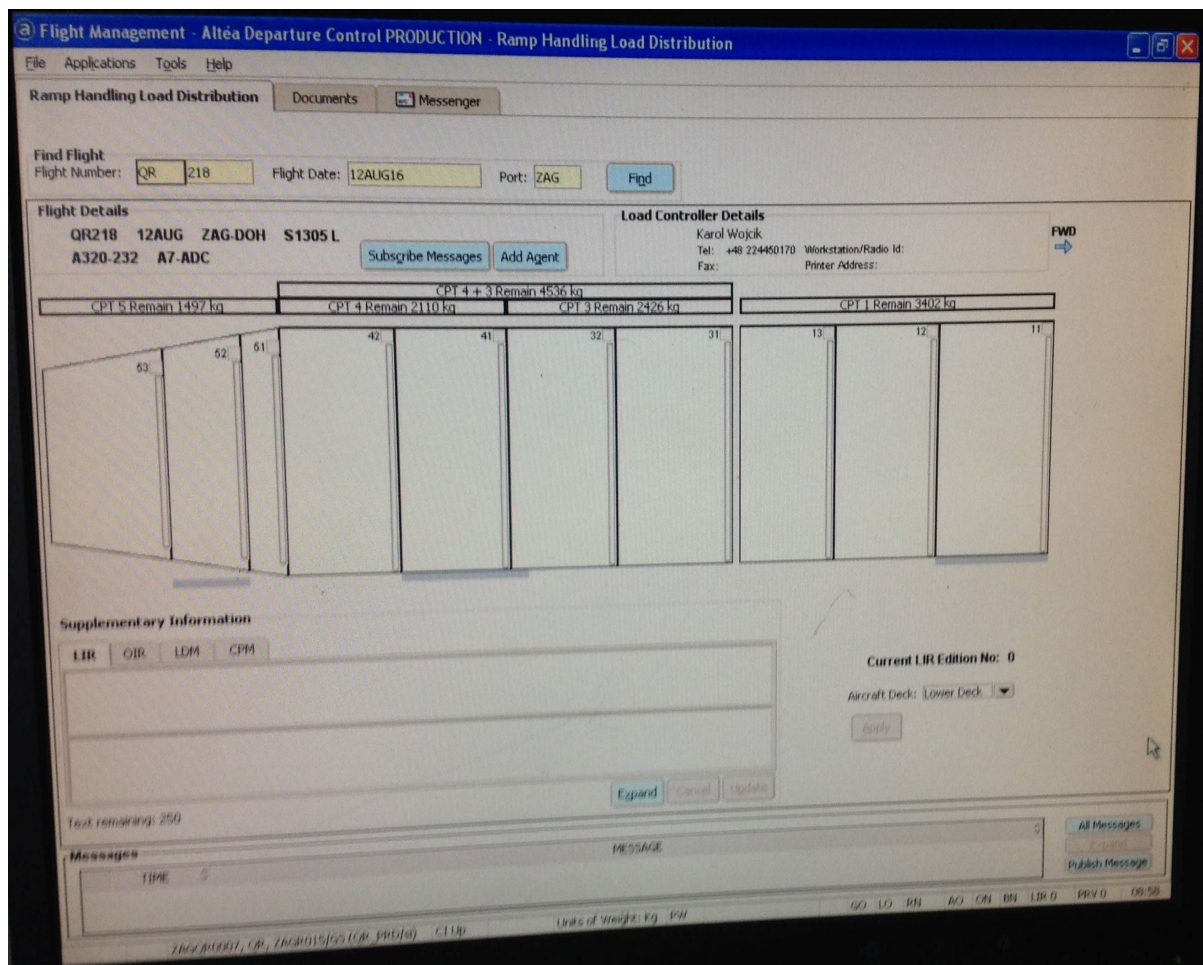
utovara zrakoplova. Balanser sam unosi potrebne podatke za teret (engl. *Cargo*), poštu (engl. *Mail*), opasnu robu (engl. *Dangerous Goods* - DGR), opremi po odjeljcima (engl. *Equipment In Cpts* - EIC), *Container Security Units* (CSU), specijalni teret (engl. *Special Load*) i sve ostale potrebne podatke. Zatim šalje podatke o gorivu putem sustava za poruke unutar same aplikacije. Korigira završno stanje ukupnog tereta putem aplikacije i prijavljuje je u CLC.

- **BRITISH AIRWAYS RAMP FM** – To je aplikacija koju koristi *British Airways* (BA). Balanser preko CLC radi listu opterećenja i uravnoteženja zrakoplova i instrukcije utovara zrakoplova. *British Airways* ne prevozi teret (engl. *Cargo*) i poštu (*Mail*) sa Međunarodne zračne luke Zagreb. Kontrolor opsluživanja prijavljuje podatke o gorivu u CLC. Balanser korigira završno stanje ukupnog tereta i podatke prijavljuje u CLC.
- **FLY DUBAI MACAS** – To je aplikacija koju koristi *Fly Dubai*. Balanser CLC radi listu opterećenja i uravnoteženja zrakoplova i instrukcije utovara zrakoplova. Balanser putem sustava za poruke unutar same aplikacije prijavljuje podatke o teretu (engl. *Cargo*), pošti (engl. *Mail*), opasnu robu (DGR), opremi po odjeljcima (engl. *Equipment In Compartment* - EIC), *Container Security Units* (CSU), specijalni teret i sve ostale potrebne podatke. Šalje podatke o gorivu putem sustava za poruke unutar same aplikacije isto tako se putem tog sustava šalju podaci o bilo kakvim korekcijama. Što znači da balanser ne korigira ukupan teret (Dead load) putem aplikacije već da samo šalje podatke porukom u CLC koji ih dalje korigira.
- **OS MACH WB** – Balanser preko CLC radi listu opterećenja i uravnoteženja zrakoplova i instrukcije utovara zrakoplova. Balanser putem sustava za slanje poruka unutar same aplikacije prijavljuje teret (engl. *Cargo*), poštu (engl. *mail*), opasnu robu (DGR), specijalni teret i sve ostale potrebne podatke. Balanser korigira završno stanje ukupnog tereta i podatke prijavljuje u CLC.
- **EDS** – to je sustav kojega koriste svi niskotarifni zračni prijevoznici, svi *charter* letovi i *Aeroflot*. *Aeroflot* je ruski zračni prijevoznik. Na slikama 5.9. i 5.10. je prikazan dio tog sustava.

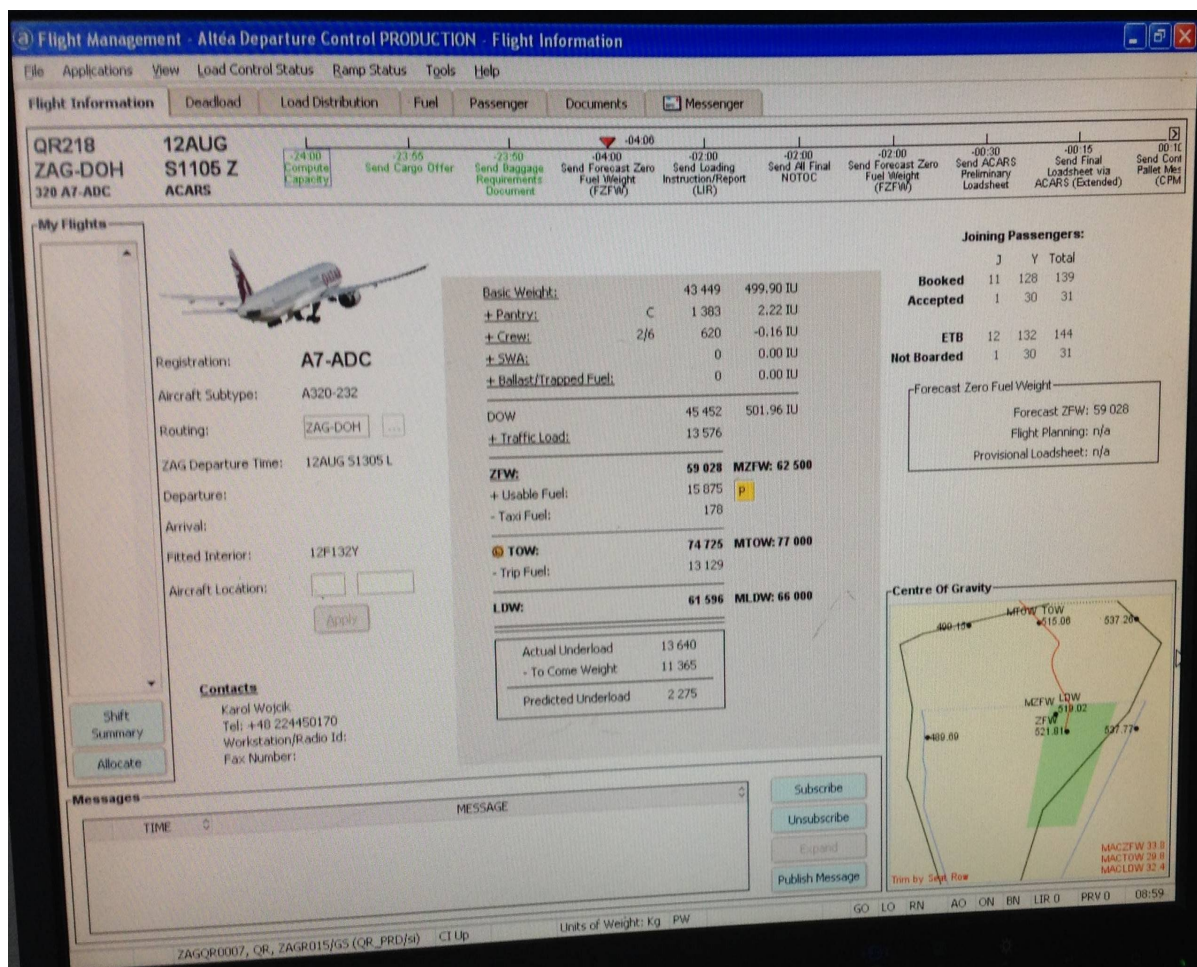
Da se primijetiti da te sve aplikacije rada na vrlo sličan način sa vrlo malim odstupanjima jedna od drugih.



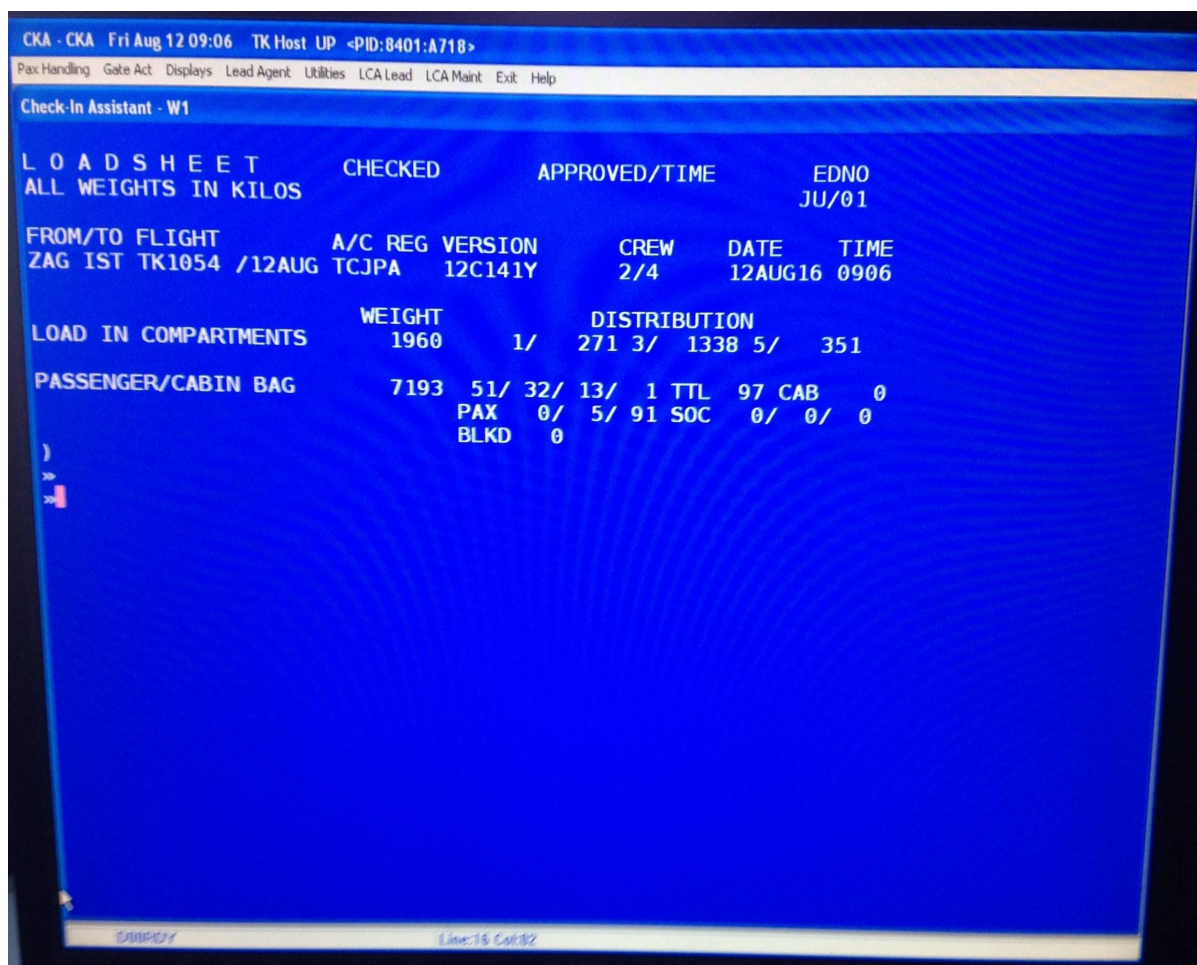
Slika 5.3. Dio sustava QR ALTEA RAMP FM
Izvor: Međunarodna zračna luka Zagreb



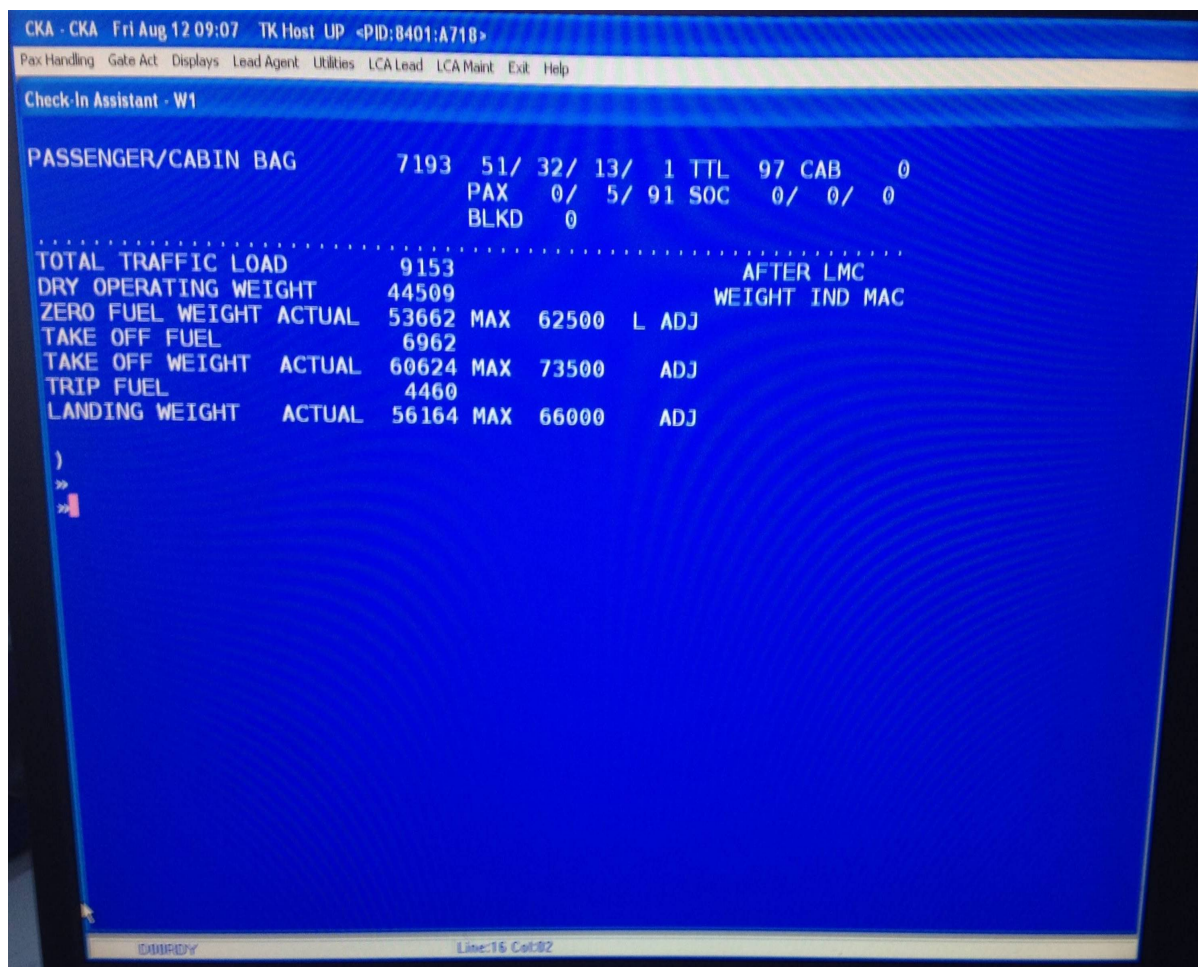
Slika 5.4. Dio sustava QR ALTEA RAMP FM
Izvor: Međunarodna zračna luka Zagreb



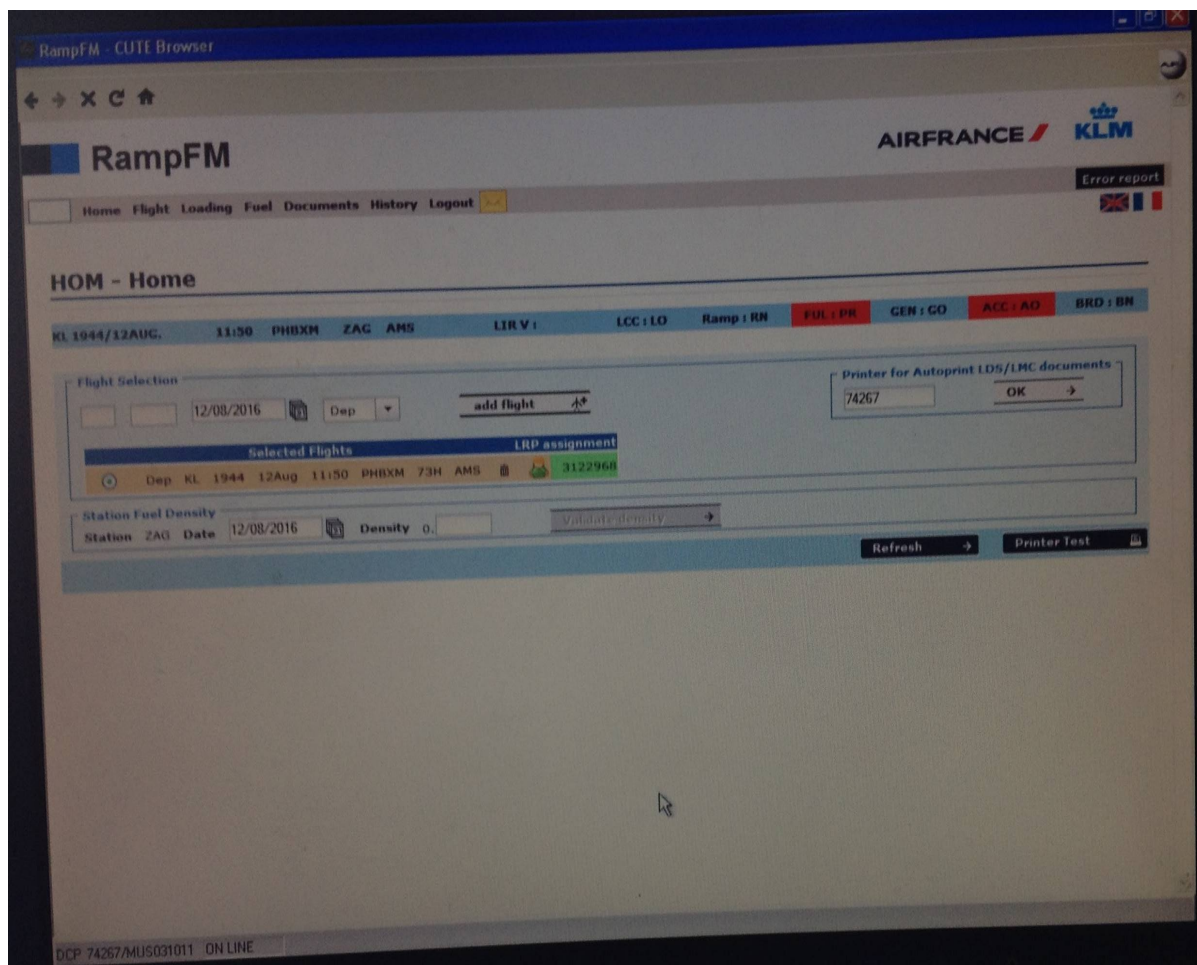
Slika 5.5. Dio sustava QR ALTEA RAMP FM
Izvor: Međunarodna zračna luka Zagreb



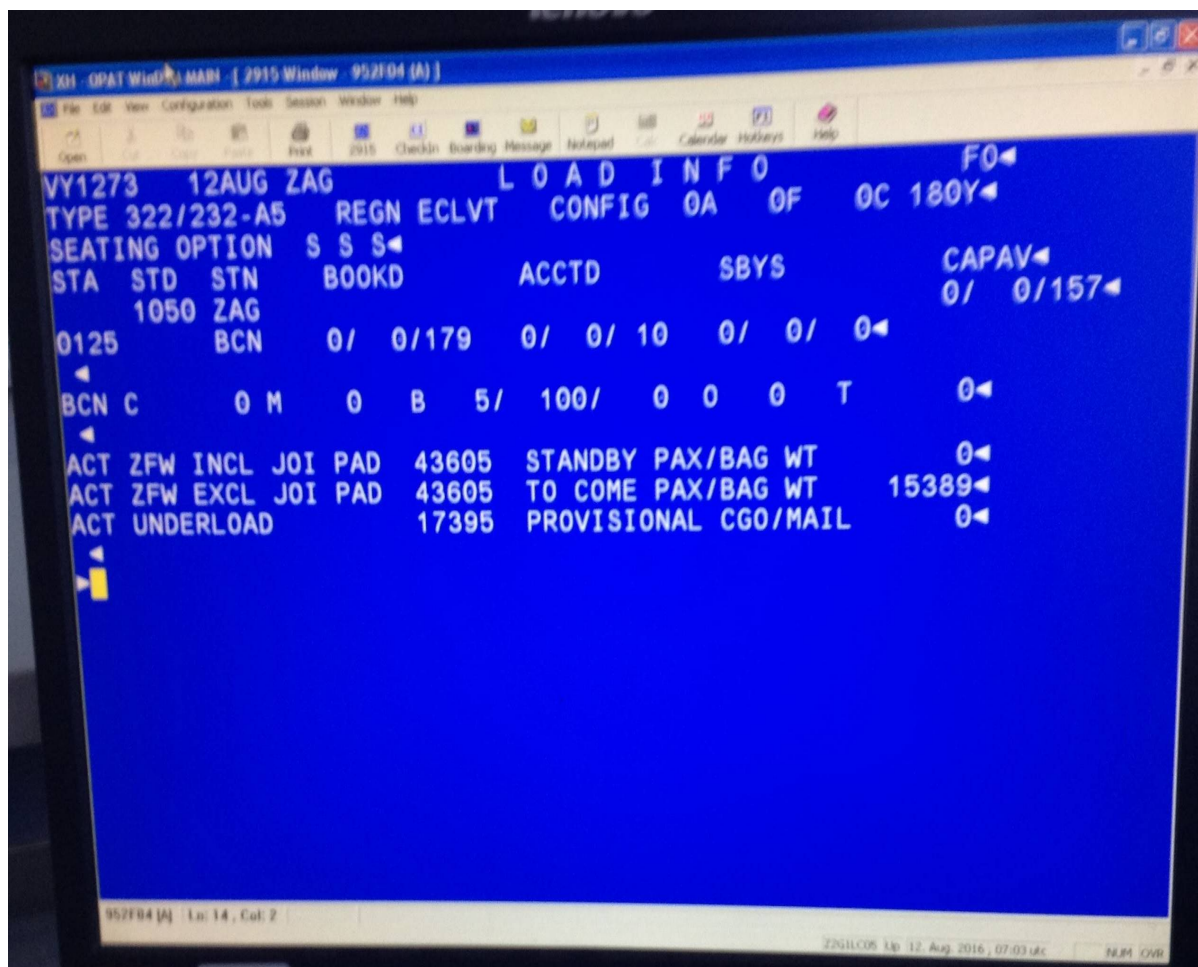
Slika 5.6. Dio sustava TURKISH TROYA
Izvor: Međunarodna zračna luka Zagreb



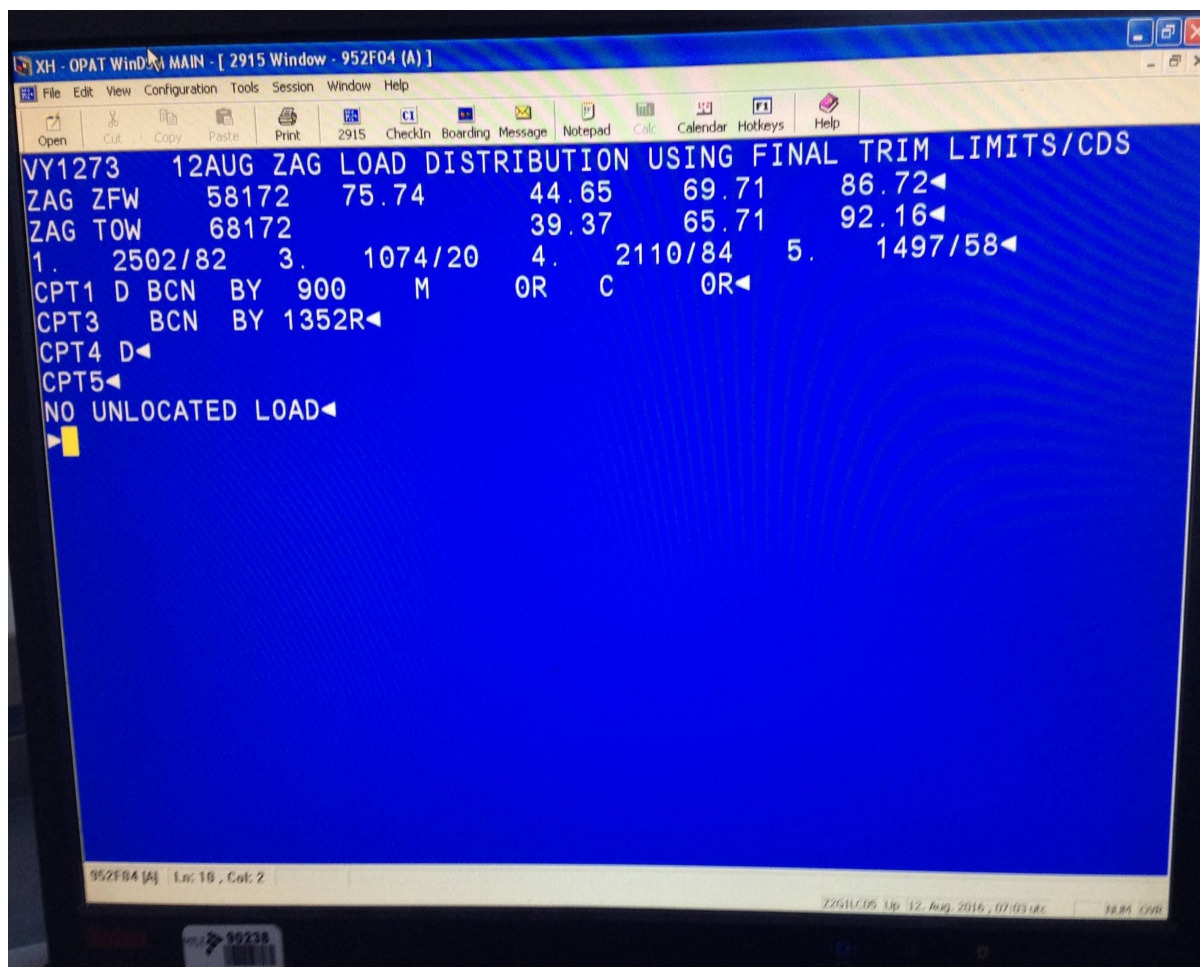
Slika 5.7. Dio sustava TURKISH TROYA
Izvor: Međunarodna zračna luka Zagreb



Slika 5.8. Dio sustava KLM
Izvor: Međunarodna zračna luka Zagreb



Slika 5.9. Dio sustava EDS
Izvor: Međunarodna zračna luka Zagreb



Slika 5.10. Dio sustava EDS
Izvor: Međunarodna zračna luka Zagreb

6. Zaključak

Rad će se ponuditi ideja s ciljem olakšavanja rada balansera na računalnim sustavima koje se koriste na Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb. Pokazalo se da ured mora komunicirati sa nekoliko službi i da mora koristiti veliki broj dokumentacije u samom procesu. Potrebno je poznavanje svih masa vezanih uz zrakoplov, gorivo, putnike, teret i prtljagu. Ured za uravnoteženje i opterećenja zrakoplova igra ključnu ulogu u podizanju razine sigurnosti samoga leta.

U radu je prikazano kako su djelatnici ureda uravnoteženja i opterećenja prije radili ručne liste uravnoteženja i opterećenja i instrukcije utovara. To ih je činilo sporijima ali ne i manje točnima. Zbog toga su se danas zračni prijevoznici okrenuli računalnoj izradi liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova i instrukcijama utovara. Što ne znači da se ručna metoda više uopće ne koriste. Ručna metoda se koristi kod pada računalnih sustava. Svaki balanser zrakoplova jednom mjesečno mora napraviti ručnu listu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova i instrukciju utovara. Ta se metoda mora vježbati kako ne bi došlo do njenog zaborava jer se koristi u slučaju pada računalnog sustava. Njenu točnost ocjenjuje voditelj odijela za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova.

Tijekom pisanja završnog rada te obilaska ureda za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova dalo se je primijetiti kako u tom uredu vlada užurban tempo zbog velikog broja zrakoplova koji dolaze na zračnu luku. Na taj velik broj zrakoplova koji prihvaćaju, dodatne komplikacije im stvaraju količina sustava koji koriste. Svaki zračni prijevoznik nameće svoj sustav. Takva radna okolina stvara stres na samoga balansira i povećava se mogućnost pogreške.

Rad balansera bi se mogao olakšati na način da se zaposli više balansera na Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb. Veći broj ljudi smanjuje broj zrakoplova koje jedan balanser treba obraditi u svojoj smjeni. Samim time balanseri bi bili pod manjim stresom i duže bi mogli držati razinu koncentracije na visokom nivou. Povećanjem broja balansera bilo bi potrebno povećati i broj opreme koji se koristi u uredu za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova. Ta dva faktora bi uvelike pomogla balanserima u obavljanju njihove zadaće i podizanju razine usluge .

Popis literature

- [1.] *Aircraft Weight and Balance Handbook*, U.S Department of transportation, 2007.
- [2.] Bračić M., Pavlin. : *Tehnologija prihvata i otpreme zrakoplova*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014
- [3.] <http://www.air-dispatch.com/centralised-load-control>
- [4.] <http://www.gsys-intl.com/index.php?name=cute#prd>
- [5.] http://www.skybrary.aero/index.php/Aircraft_Load_and_Trim#Load_and_Trim_Sheets
- [6.] <http://www.slideshare.net/jasminejacob3/aircraft-weight-and-balance-basic-for-load-control>
- [7.] J. Agić : *Računalni sustavi za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2014.
- [8.] Markežić, I.: *Komunikacijski, navigacijski i nadzorni sustavi*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2013.
- [9.] Steiner, S., Vidović, A., Bajor, I., Pita, O., Štimac, I.: *Zrakoplovna prijevozna sredstva I*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.
- [10.] Swiss International Air Lines Ltd. Ground Services, Aircraft Handling Management / OGP, CH-8058 Zurich Airport, *Edition*: No. 05 / 14. March 2014.

Popis kratica

ACARS	(Aircraft Communications Addressing and Reporting System)
AF	(Air France)
ALAM	(Actual Landing Mass) stvarna masa zrakoplova kod slijetanja
ALAM	(Actual Landing Mass) stvarna masa zrakoplova kod slijetanja
ATAM	(Actual Taxi Mass) stvarna masa zrakoplova za taksiranje
ATAM	(Actual Taxi Mass) stvarna masa zrakoplova za taksiranje
ATOM	(Actual Take off Mass) stvarna masa zrakoplova kod polijetanja
ATOM	(Actual Take off Mass) stvarna masa zrakoplova kod polijetanja
AWB	(Air Waybill) zračni tovarni list
AZFM	(Actual Zero Fuel Mass) stvarna masa zrakoplova bez goriva
AZFM	(Actual Zero Fuel Weght) stvarna masa zrakoplova bez goriva
BA	(British Airways)
BEM	(Basic Empty Mass) osnovna masa praznog zrakoplova
BEM	(Basic Empty Mass) osnovna masa praznog zrakoplova
BM	(Basic Mass) osnovna masa zrakoplova
BM	(Basic Mass) osnovna masa zrakoplova
CG	(Centre of Gravity) centar gravitacije
CLC	(Centralised Load Contorl)
CSA	(Czech Airlines)
CSU	(Container Security Units)

CUTE	(Common Use Terminal Systems)
DGR	(Dangerous Goods) – opasi teret
DL	(Dead load) ukupni teret
DOM	(Dry Operating Mass) suha operativna masa
EIC	(Equipment In Cpts) oprema po odjeljcima
FOM	(Flight Operation Manual)
GOM	(Ground Operation Manual)
KLM	(Koninklijke Luchtvaart Maatschappij)
LIR	(Loading Instruction Report) instrukcija utovara zrakoplova
LMC	(Last minute changes) promjenama u posljednjim trenucima
LS	(Load and Trim Sheet) lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova
MAC	(Mean Aerodynamic Chord) srednja aerodinamična tetiva
MEM	(Manufacturer Empty Mass) proizvođačeva masa praznog zrakoplova
MEM	(Manufacturer Empty Mass) proizvođačeva masa praznog zrakoplova
MLAM	(Maximum landing mass) maksimalna masa zrakoplova pri slijetanju
MRAM	(Maximum Ramp Mass) maksimalna masa zrakoplova na stajanci
MTAM	(Maximum Taxi Mass) maksimalna masa zrakoplova za taksiranje
MTOM	(Maximum take – off mass) maksimalna masa zrakoplova pri polijetanju
MZFM	(Maximum zero fuel mass) maksimalna masa zrakoplova bez goriva
NOTOC	(Notification to captain) – obavijest za kapetana
OM	(Operating Mass) operativna masa
P/L	(Payload) plaćeni teret
PAX	(Passengers) putnici
PDA	(Personal Digital Assistant) dlanovnik
QR	(Qatar Airways)

SITA	(Société Internationale de Télécommunications Aéronautiques) Međunarodna udruga za telekomunikacije u zračnom prometu
SN	(Brussels Airlines)
SOM	(Station Operation Manual)
TIF	(Trip Fuel) putno gorivo
TOF	(Take off Fule) gorivo za polijetanje

Popis slika

Slika 2.1. Sile koje djeluju na zrakoplov u letu	2
Slika 2.2. Mase zrakoplova.....	7
Slika 2.3. Težište zrakoplova (Centre of Gravity)	8
Slika 2.4. Dijagram dozvoljenog položaja težišta zrakoplova.....	9
Slika 3.1. U kontura – maksimalna kontura za donju palubu B747	11
Slika 3.2. Ručna instrukcija utovara za zrakoplov A300 – 600R	13
Slika 3.3. Računalna instrukcija utovara za zrakoplov ATR – 72	14
Slika 3.4. Ručna lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova za zrakoplov A300 – 600R....	16
Slika 3.5. Računalna lista uravnoteženja i opterećenja za zrakoplova A320.....	17
Slika 4.1. Primjer FOM - a od Pan America World Airways	20
Slika 4.2. Primjer AWB – a	21
Slika 4.3. Primjer Cargo Manifesta.....	22
Slika 4.4. Primjer liste putnika.....	23
Slika 4.5. Primjer NOTOC – a.....	24
Slika 5.1. Niko računalni sustav	27
Slika 5.2. Prikaz sustava na jednoj maski	29
Slika 5.3. Dio sustava QR ALTEA RAMP FM.....	32
Slika 5.4. Dio sustava QR ALTEA RAMP FM.....	33
Slika 5.5. Dio sustava QR ALTEA RAMP FM.....	34
Slika 5.6. Dio sustava TURKISH TROYA	35
Slika 5.7. Dio sustava TURKISH TROYA	36
Slika 5.8. Dio sustava KLM.....	37
Slika 5.9. Dio sustava EDS	38
Slika 5.10. Dio sustava EDS	39

Popis tablica

Tablica 1. Korekcija balansa zrakoplova kod zrakoplova Airbus 320	26
--	----