Unaprjeđenje procesa uravnoteženja i opterećenja zrakoplova na Zračnoj luci Zadar

Iličić, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:313981

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Ivan Iličić

UNAPRJEĐENJE PROCESA URAVNOTEŽENJA I OPTEREĆENJA ZRAKOPLOVA NA ZRAČNOJ LUCI ZADAR

Završni rad

Zagreb, 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ZAVRŠNI RAD

UNAPRJEĐENJE PROCESA URAVNOTEŽENJA I OPTEREĆENJA ZRAKOPLOVA NA ZRAČNOJ LUCI ZADAR

IMPROVEMENT OF THE AIRCRAFT WEIGHT AND BALANCE PROCESS AT ZADAR AIRPORT

Mentor: doc. dr. sc. Igor Štimac

Student: Ivan Iličić

JMBAG: 0125153452

Zagreb, rujan 2020.

SAŽETAK

U ovom završnom radu navedeni su i opisani ključni elementi vezani za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova. Na svaki zrakoplov u letu djeluju aerodinamičke sile uzgona, otpora, potisna ili vučna sila te sila otpora koje stvaraju međusobne odnose. Da bi zrakoplov u letu bio upravljiv, mora biti ponajprije stabilan, u suprotnom može doći do narušavanja sigurnosti leta. Na stabilnost zrakoplova utječu već navedene aerodinamičke sile koje su važne za kretanje svakog zrakoplova. Opisane su i navedene postojeće metode izrade liste uravnoteženja i opterećenja te pravilnikom propisana sva potrebna dokumentacija koja osigurava siguran let u vidu uravnoteženja i opterećenja. U nastavku rada je analizirano postojeće stanje procesa uravnoteženja i opterećenja zrakoplova na Zračnoj luci Zadar. Uvidom u problematiku te analizom procesa uravnoteženja i opterećenja zrakoplova ukoliko će biti potrebno, predložiti će se dodatne mjere za unaprjeđenje istih.

Ključne riječi: proces uravnoteženja i opterećenja, osnovni parametri, postojeće stanje, prijedlozi poboljšanja

SUMMARY

In this bachelor's dissertation key elements for aircraft loading and balancing are identified and described. Aerodynamical forces of thrust, drag, weight and lift affect each and every aircraft in flight by working opposite of one another. To make an aircraft manoeuvrable, firstly it has to be stable, otherwise flight safety could be compromised. The aforementioned aerodynamical forces will directly dictate aircraft stability, making them paramount for flying. Additionally, the dissertation focuses on the existing methods for creating load sheets, as well as legally required documents for creating a safe flight in terms of loading and balancing. Furthermore, the current state of Zadar Airport, and problems and challenges of loading and balancing processes at the airport are analysed. Lastly, based on the insight and analysis of advantages and disadvantages, suggestions and ideas for the improvement of loading and balancing processes at Zadar Airport are proposed.

Key words: Balancing and loading process, basic parameters, existing condition, suggestions for improvement

Sadržaj

1.Uvod ... 1

2. Definiranje osnovnih elemenata u procesu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova ... 3

2.1. Uravnoteženje i opterećenje zrakoplova ... 3

2.2. Aerodinamičke sile i momenti ... 4

2.3. Mase zrakoplova ... 6

2.3.1. Konstrukcijske mase zrakoplova ... 6

2.3.2. Stvarne mase zrakoplova ... 7

2.3.3. Operativne mase zrakoplova ... 8

2.4. Težište zrakoplova ... 9

2.5. Metode izradbe liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova ... 12

3. Pregled dokumentacije za izradu liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova ... 14

3.1. Popis putnika ili putnički manifest ... 14

3.2. Robni ili Cargo manifest ... 15

3.3. Teretni list ... 17

3.4. Podaci o gorivu ... 19

3.5. NOTOC ... 19

3.6. Plan utovara ... 19

3.7. Lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova ... 20

4. Analiza i unaprjeđenje postojećih procesa uravnoteženja i opterećenja zrakoplova na Zračnoj luci Zadar ... 22

4.1. Osnovna načela rada i obveza prema regulativi Zračne luke Zadar: ... 22

4.2. Prikaz trenutnog stanja ... 23

4.3. Priprema leta ... 26

4.4. Opis postupka izrade liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova na Zračnoj luci Zadar ... 27

4.5. Primjer izrade liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova zračnog prijevoznika Croatia Airlines 29

4.6. Unaprjeđenje procesa uravnoteženja i opterećenja zrakoplova na Zračnoj luci Zadar 44

5. Aktivnosti uravnoteženja i opterećenja zrakoplova u slučaju ne funkcionalnosti DCS „As“-Niko sustava na Zračnoj luci Zadar 46

5.1. Plan u slučaju otkazivanja sustava DCS „As“-Niko 46

5.2. Kontrola uravnoteženja i opterećenja zrakoplova ručnim putem..... 46

5.3. Ručne aktivnosti nakon odlaska zrakoplova 48

6. ZAKLJUČAK..... 49

Literatura..... 50

Popis slika..... 51

Popis tablica..... 52

Popis grafikona..... 53

Popis kratica 54

1. Uvod

Uravnoteženje i opterećenje zrakoplova je sastavni dio tehnologije prihvata i otpreme zrakoplova koji predstavlja jedan od nužnih koraka prilikom pripreme zrakoplova za novi let, te je usko vezan za performanse zrakoplova u svim fazama leta. Mnogi faktori mogu utjecati na efikasnost i sigurnost zrakoplova kako prilikom polijetanja, samog leta tako i slijetanja, a jedan od njih je i pravilno uravnotežen i opterećen zrakoplov. Ni jedan zrakoplov ne smije poletjeti sa zračne luke ako nije obavljeno pravilnikom propisano uravnoteženje i opterećenje zrakoplova.

Kako bi se ispunili svi uvjeti za siguran let zrakoplova, jedan od glavnih preduvjeta je ispunjavanje uvjeta stabilnosti zrakoplova. Precizno izračunavanje mase i centra težišta zrakoplova prije leta bitno je za poštivanje ograničenja certifikata utvrđenih za svaki pojedini zrakoplov. Ta ograničenja uključuju maksimalnu masu samog zrakoplova prije polijetanja i ograničenja centra težišta zrakoplova koje mora biti unutar određenih granica koje je utvrdio proizvođač zrakoplova.

Predmet ovog završnog rada je analiza postojećih procesa uravnoteženja i opterećenja zrakoplova na Zračnoj luci Zadar. Svrha rada je prikaz i analiza trenutnog stanja na zračnoj luci, pregled sustava koji se koristi, proces izrade liste uravnoteženja i opterećenja, analiza raspodjele poslova, te tijek distribucije informacija. Uvidom u problematiku sustava te analizom procesa uravnoteženja i opterećenja zrakoplova, ukoliko će biti potrebno, u završnom dijelu rada predložit će se dodatne mjere u svrhu unaprjeđenja procesa uravnoteženja i opterećenja zrakoplova na Zračnoj luci Zadar.

Rad je podijeljen u šest cjelina:

1. Uvod
2. Definiranje osnovnih elemenata u procesu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova
3. Pregled dokumentacije za izradu liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova
4. Analiza i unaprjeđenje postojećih procesa uravnoteženja i opterećenja zrakoplova na Zračnoj luci Zadar
5. Aktivnosti uravnoteženja i opterećenja zrakoplova u slučaju ne funkcionalnosti DCS „As“-Niko sustava na Zračnoj luci Zadar
6. Zaključak

U drugom poglavlju su prikazani i objašnjeni osnovni elementi za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova. Drugo poglavlje također obuhvaća i objašnjava sile i momente koji djeluju na zrakoplov u letu, mase zrakoplova, težište zrakoplova i prikazuje metode izrade liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova.

Treće poglavlje prikazuje i objašnjava svu potrebnu dokumentaciju za izradu liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova. Nadalje su spomenute i opisane postojeće metode izrade liste uravnoteženja i opterećenja te pravilnikom propisana sva potreba dokumentacija koja osigurava siguran let u vidu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova.

Četvrto poglavlje obuhvaća osnovna načela rada i obveze prema regulativi Zračne luke Zadar, te prikazuje pripremu za let. Opisuje postupke izrade liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova na Zračnoj luci Zadar.

Peto poglavlje prikazuje aktivnosti uravnoteženja i opterećenja zrakoplova u slučaju ne funkcionalnosti sustava za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova na Zračnoj luci Zadar. Naveden je plan i opisane su ručne aktivnosti u slučaju otkazivanja sustava za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova.

2. Definiranje osnovnih elemenata u procesu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova

Uravnoteženje i opterećenje zrakoplova se obavlja prije svakog leta bez obzira na karakter leta. Podaci dobiveni mjerenjem zrakoplova predstavljaju polaznu točku za rad službi osposobljenih za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova.

2.1. Uravnoteženje i opterećenje zrakoplova

Zadaća službama zaduženim za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova uglavnom se svodi na dva važna elementa:

- provjeru da će prilikom polijetanja, krstarenja, poniranja i slijetanja težište zrakoplova biti unutar propisanih operativnih granica. Ispunjenjem tih zahtjeva postiže se potrebna razina sigurnosti prilikom eksploatacije zrakoplova;
- raspoređivanje tereta u zrakoplovu na način da se uravnoteži zrakoplov koji nije pretjerano stabilan ni pretjerano upravljiv. Kvalitetnim rasporedom tereta smanjuje se potreba za korištenjem „trima“ (korigiranjem) tijekom leta, što rezultira smanjenom potrošnjom goriva.[1]

Elementi koji se koriste pri uravnoteženju i opterećenju zrakoplova su:

- registarska oznaka zrakoplova,
- verzija zrakoplova (poslovna, ekonomska klasa), sastav posade i letačkog osoblja (u pilotskoj i putničkoj kabini),
- vrsta putničkog servisa,
- prisutnost specijalne opreme,
- količina goriva koju zrakoplov nosi na taj let (ukupna količina goriva i putno gorivo)
- broj putnika na tom letu, i to zasebno za svaki usputni aerodrom slijetanja po specifikaciji:
    - odrasli putnici
    - djeca (2-12 godina)
    - bebe (do 2 godine starosti)[1]

Kod većine zračnih prijevoznika, u zrakoplovima postoje tri klase na koje je podijeljena kabina zrakoplova. Dijele se na prvu, poslovnu i ekonomsku klasu. Svaki zrakoplov nema identična sjedala i potpuno iste usluge u pojedinoj klasi. Sjedala i udobnost koja idu uz pojedina mjesta razlikuju se od zrakoplova do zrakoplova, odnosno ovisi o tome s kojim se zračnim prijevoznikom putuje i koji zračni prijevoznik poslovni model koristi. Klase u zrakoplovu se razlikuju po broju putnika, vrsti usluge, količini prtljage, obrocima te udobnosti sjedala.

2.2. Aerodinamičke sile i momenti

Prilikom ustaljenog horizontalnog leta na zrakoplov djeluju četiri osnovne sile prikazane na slici 1., kod kojih se stvaraju međusobni odnosi.

- Sila mase zrakoplova
- Sila uzgona
- Sila otpora
- Sila potiska (ili vučna sila)

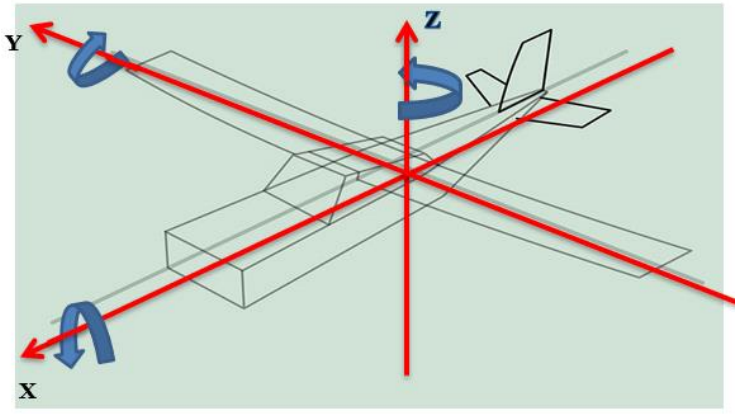


Slika 1. Sile koje djeluju na zrakoplov u letu

Izvor: [2]

U nastavku su opisane prethodno navedene sile:

- Sila uzgona je suprotna masi zrakoplova, jedna drugu poništavaju, dok sila potiska (vučna sila) poništava silu otpora.
- Sila uzgona nastaje na krilima zrakoplova pa se može reći da su krila nosiva površina. Svojim oblikom i većom zaobljenošću gornje površine, krilo stvara razliku u tlakovima. Povećanjem brzine strujanja zraka preko gornje površine krila, stvara se sila uzgona koja nastoji krilo pomaknuti prema gore. Ako je potrebno, sila uzgona može se povećati na način da se na zrakoplov ugrade pretkrilca i zakrilca, kao i povećanjem napadnog kuta krila.[3]
- Sila mase zrakoplova je suprotna od sile uzgona, a predstavlja ukupnu masu zrakoplova te odgovara vrijednosti gravitacijske sile zemljine teže.
- Za kretanje zrakom potrebna je i sila potiska koja se definira kao sila koju stvaraju pogonske skupine zrakoplova. Pojavom sile potiska dolazi i do pojave sile otpora. Uz sve navedene sile, na zrakoplov u letu djeluje i moment sile.
- Moment je sprega sile i kraka na kojem djeluje. Kada masu pomnožimo krakom na kojem djeluje ta sila, rezultat je neki moment. Razlikuju se momenti oko osi X, osi Y i osi Z.
- Os X zamišljamo kao ravnu crtu koja se prostire cijelom dužinom zrakoplova, od nosa do repa, i svrha joj je omogućavanje zrakoplovu moment naginjanja na lijevo ili desno.
- Os Y također zamišljamo kao ravnu crtu koja prolazi uzduž raspona krila i svrha joj je omogućavanje poniranja ili uspinjanja zrakoplova.
- Os Z je ravna crta koja prolazi vertikalno kroz trup zrakoplova, te zrakoplovu omogućuje pomicanje nosa u lijevo ili desno.[3]



Slika 2. Momenti oko osi zrakoplova
Izvor: [4]

Ako nos zrakoplova ima moment poniranja, taj moment se naziva negativnim, a ako ima moment podizanja, navodi se pozitivnim momentom. Po osi y na zrakoplov djeluje raspored tereta koji je u njega ukrcan i pomiče težište prema naprijed ili natrag. Da bi moment bio jednak nuli, potrebno je izračunati položaj težišta koji se izražava u postocima srednje aerodinamičke tetive (engl. *Mean Aerodynamic Chord*), a izražava se s %MAC.[1]

Kako bi zrakoplov bio pravilno uravnotežen, pozitivni i negativni momenti moraju biti isključivo jednaki nuli.

2.3. Mase zrakoplova

U zračnom su prometu radi jedinstvenog razumijevanja uvedene standardne definicije različitih pojmova vezanih uz zrakoplovstvo koji se koriste u praksi. Sukladno tom pravilu, definirane su i mase koje se koriste pri uravnoteženju i opterećenju zrakoplova. Razvoj zrakoplovne tehnike uzrokuje postojanje velikog broja raznih masa s kojima se osoblje koristi pri uravnoteženju i opterećenju zrakoplova.[1]

Mase zrakoplova iznimno su važne jer se koriste kod izračuna uravnoteženja i opterećenja zrakoplova. Mase zrakoplova dijele se na:

- Konstrukcijske mase zrakoplova
- Stvarne mase zrakoplova
- Operativne mase zrakoplova

Prilikom opterećenja zrakoplova teretom, važno je poznavati maksimalne vrijednosti masa zrakoplova koje ne smiju biti prekoračene. Najveće dopuštene mase zrakoplova uvijek su niže od najvećih konstrukcijskih masa koje se uvode zbog uvjeta na uzletno sletnoj stazi, stajanci te meteoroloških uvjeta koji vladaju na zračnoj luci i oko nje.[5]

2.3.1. Konstrukcijske mase zrakoplova

Konstrukcijsku masu zrakoplova određuje proizvođač prilikom projektiranja zrakoplova, a uvjetovane su aerodinamičkim karakteristikama i strukturalnom čvrstoćom u pojedinim fazama leta, te ih osoba nadležna za te radnje može promijeniti ili povećati uz odobrenje nadležne službe, pridržavajući se pritom propisanih granica.[6] Dijele se na:

- Najveća konstrukcijska masa zrakoplova na stajanci (engl. *Maximum Design Ramp Mass* - MDRM) najveća je moguća masa potpuno opterećenog zrakoplova. Ta masa se ne smije prekoračiti zbog strukturalnih ograničenja čvrstoće zrakoplova. Kod tog se opterećenja zrakoplov ne smije kretati, kako snagom vlastitih motora tako ni zemaljskim sredstvima.
- Najveća konstrukcijska masa za vožnju po zemlji (engl. *Maximum Design Taxi Mass* - MDTM) predstavlja najveću masu koju zrakoplov može imati tijekom eksploatacije.
- Najveća konstruktivna masa zrakoplova pri polijetanju (engl. *Maximum Design Take-Off Mass* - MTOM) predstavlja najveću masu koju zrakoplov smije imati u trenutku polijetanja. Ta masa se ponekad naziva i maksimalna masa u momentu puštanja kočnica, kada se zrakoplov nalazi na uzletno-sletnoj stazi s koje treba poletjeti poravnan s osi uzletno-sletne staze (engl. *Maximum Brake Release Mass* -MBRM). U tu se masu ne ubraja masa goriva utrošena za pokretanje motora i vožnju po voznim stazama.[1]
- Najveća konstruktivna masa zrakoplova bez goriva (engl. *Maximum Zero Fuel Mass* - MZFM). Maksimalna konstruktivna masa zrakoplova bez goriva je strukturalna masa zrakoplova, a to znači da se zrakoplov statički proračunava na tu masu.
- Najveća konstruktivna masa zrakoplova prilikom slijetanja (engl. *Maximum Design Landing Mass* -MDLM) predstavlja najveću masu zrakoplova pri kojoj on može sigurno poletjeti. Prekoračenje te mase izaziva strukturalna opterećenja stajnog trapa, spoje krila i trupa zrakoplova. Razlika u masi između te konstrukcijske mase zrakoplova pri uzlijetanju čini potrošeno putno gorivo.[1]

2.3.2. Stvarne mase zrakoplova

Stvarne mase zrakoplova su one koje se izračunavaju na listi uravnoteženja i opterećenja, a odnose se na mase zrakoplova pri kretanju po zemlji, bez goriva, pri uzlijetanju i slijetanju. Vrijednosti tih masa smiju biti do najvećih dopuštenih masa, a nikako iznad njih.[1] Stvarne mase dijele se na:

- Tvornička masa praznog zrakoplova (engl. *Manufacturer Empty Mass* - MEM) je ukupna masa zrakoplova koje isporučuje korisniku. Pod tvorničkom masom praznog zrakoplova razumijeva se masa strukture zrakoplova, njegovih pogonskih grupa, opreme, sustava te drugih dijelova opreme zrakoplova koji se smatraju sastavnim

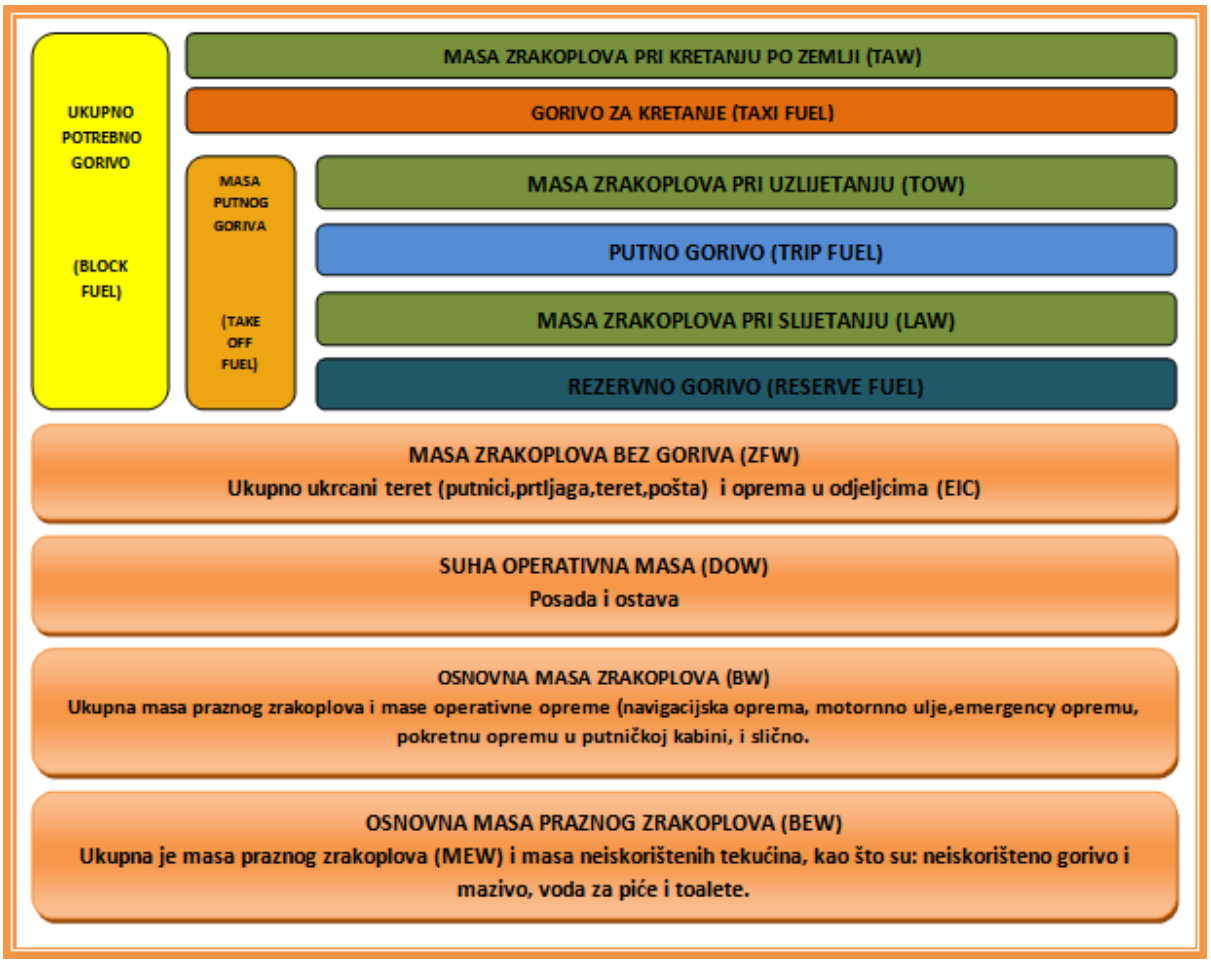
dijelom zrakoplova u izvjesnoj konfiguraciji zrakoplova. U stvarnosti, ta je masa „suha“ jer ne sadrži fluide osim onih koji su sadržani u zatvorenim sustavima zrakoplova (ulje u hidrauličnom sustavu).

- Osnovna masa praznog zrakoplova (engl. *Basic Empty Mass* - BEM) je ukupna tvornička masa zrakoplova (MEM) i masa neiskorištenih tekućina kao što su neiskorišteno gorivo i mazivo, voda za piće i toalete.
- Osnovna masa zrakoplova (engl. *Basic Mass* - BM) je ukupna osnovna masa praznog zrakoplova (BEM) i masa operativne opreme koja nije obuhvaćena u (BEM). Osnovna masa zrakoplova obuhvaća motorno ulje, tekućine za odleđivanje, priručnike, navigacijsku opremu, opremu za slučaj prisile i pokretnu opremu u putničkoj kabini.
- Stvarna masa zrakoplova bez goriva (engl. *Actual Zero Fuel Mass* - AZFM) čini zbroj suhe operativne mase (engl. *Dry Operating Mass* - DOM) i ukupno ukrcanog tereta.
- Stvarna masa zrakoplova pri uzlijetanju (engl. *Actual Take-Off Mass* - ATOM) čini zbroj operativne mase zrakoplova (engl. *Operating Mass* - OM) i ukupno ukrcanog tereta.
- Stvarna masa zrakoplova pri slijetanju (engl. *Actual Landing Mass* - ALM) sastoji se od mase zrakoplova pri uzlijetanju umanjene za potrošeno gorivo.[1]

2.3.3. Operativne mase zrakoplova

Operativne mase zrakoplova koriste se u svrhu proračunavanja uravnoteženja te kao provjeru prekoračenja najvećih dopuštenih masa. Operativne mase dijele se na:

- Suha operativna masa (engl. *Dry Operating Mass* - DOM) koja je sastavljena od osnovne mase zrakoplova, na koju se dodaje težina posade i njihove prtljage, masa hrane i pića. Suha operativna masa mijenja se u odnosu na karakter leta i broja članova posade. Uz „suhu operativnu masu“ određen je i „operativni indeks“ (engl. *Dry Operating Indeks* - DOI) koji služi kao ishodište za dobivanje proračuna težišta zrakoplova. DOM i DOI nalaze se u zrakoplovnom priručniku aviokompanije.
- Operativna masa (engl. *Operating Mass* - OM) koju čine „suha operativna masa“ i dodana količina goriva potrebnog za let.[1]



Slika 3. Mase zrakoplova i njihov međusobni odnos, [7]

2.4. Težište zrakoplova

Položaj težišta zrakoplova uvjetuje njegove letačke sposobnosti odnosno njegovu uzdužnu stabilnost i upravljivost. Ako se težište zrakoplova nalazi sprijeda, isti će se tijekom leta ponašati drugačije nego kada se težište nalazi na stražnjem dijelu. Iz tih razloga proizvođači zrakoplova dostavljaju kupcima granične vrijednosti položaja težišta i to krajnji prednji dozvoljen položaj težišta i krajnji zadnji dozvoljen položaj težišta.[7]

Zrakoplov kod kojeg je težište sprijeda imat će sljedeće osobine:

Promjenu napadnog kuta krila, bilo da ga treba povećati ili smanjiti, potrebno je djelovati velikom silom na upravljačku palicu zrakoplova. To je znak velike uzdužne stabilnosti zrakoplova, ali je takav zrakoplov vrlo teško upravljiv.[1]

- Ako težište prijeđe određenu granicu, onda pilot i pri maksimalnom otklonu kormila dubine neće moći dovesti zrakoplov u takav položaj da krilo postigne najveći koeficijent uzgona potreban za slijetanje, pa će zrakoplov zbog toga, prilikom slijetanja imati veću brzinu od one koju bi po svojim ostalim karakteristikama mogao ostvariti. Ta situacija nije pogodna zbog toga što povećanje brzine slijetanja na izvjestan način ugrožava sigurnost slijetanja. Slično će biti i pri polijetanju, zrakoplov će se teže odvojiti od tla, zahtijevat će veću brzinu polijetanja, a time i veću raspoloživu duljinu uzletno-sletne staze. Za vrijeme leta tako uravnotežen zrakoplov zahtijevat će korištenje „trima“ (korigiranje) kako bi mogao ostvariti horizontalan let i pri tome rasteretiti upravljačku palicu. Pri takvom letu se stvara dodatni otpor zrakoplova zbog čega se povećava potrošnja goriva.

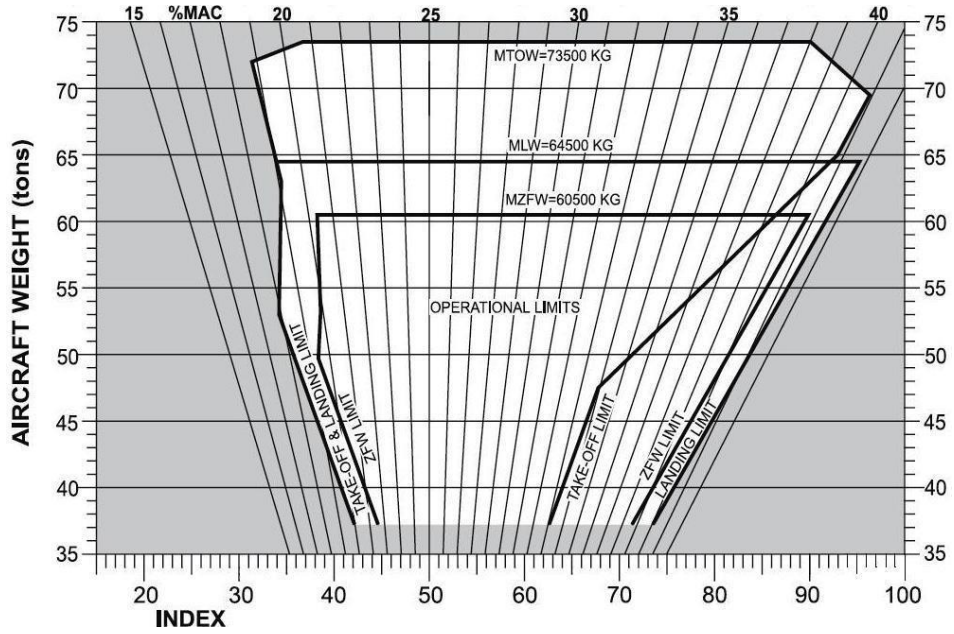
Zrakoplov kod kojeg je težište na stražnjem dijelu imat će sljedeće osobine;

- s malim pokretima upravljačkom palicom zrakoplov će znatno promijeniti napadni kut krila, a to se postiže djelovanjem vrlo malom silom na palici. To je znak da zrakoplov ima malu uzdužnu stabilnost, ali je zato njime vrlo lako upravljati. Rukovanje upravljačkom palicom u ovakvom slučaju mora biti vrlo nježno, jer nagli pomak palice može dovesti do preopterećenja strukture zrakoplova. Suvremeni zrakoplovi koji za pokretanje komandnih površina koriste servo uređaje imaju ugrađen poseban sustav tzv. „umjetni osjećaj“ koji stvara silu na palici, tako da je grubo rukovanje upravljačkom palicom ovim sustavom onemogućeno;
- ako se težište nalazi i dalje na stražnjem dijelu te padne na određenu točku (poznatu kao „neutralna točka“), tada takav zrakoplov ne može letjeti već se ponaša poput lista papira pri slobodnom padu;[1]
- težište pomaknuto više unatrag predstavlja pogodniju konfiguraciju jer je korištenje „trima“ (korigiranje) jako malo ili posve nepotrebno, a samim time je i potrošnja goriva smanjenja. Suvremeni zrakoplovi se projektiraju tako da imaju manju uzdužnu stabilnost, a time se smanjuju repne površine i postiže se manja potrošnja goriva tijekom leta.[1]

Svaka od navedenih graničnih vrijednosti položaja težišta ima dvije vrijednosti. Zrakoplov se ispituje za određene vrijednosti da bi u letu zadovoljavao sve potrebne kriterije. Te se vrijednosti dijele na:

- Certificirane granične vrijednosti (engl. *Certified limits*) – to su vrijednosti koje zahtijevaju širi opseg mogućih položaja težišta;
- Operativne granične vrijednosti (engl. *Operational limits*) – te operativne granične vrijednosti dopuštenog opsega položaja težišta zrakoplova pokrivaju uži opseg u usporedbi s certificiranim graničnim vrijednostima.

Razlog za sužavanje operativnih granica u odnosu na certificirane je u tome da se izvjesne pogreške, koje se mogu pojaviti prilikom određivanja položaja težišta, na taj način uzmu u obzir te se tako poveća sigurnost letenja.[1] Na slici 4 prikazan je dijagram dopuštenog položaja težišta zrakoplova.



Slika 4. Dijagram dopuštenog položaja težišta zrakoplova, [7]

Težište se tijekom leta pomiče iz više razloga:

- kod zrakoplova sa strelastim krilima, uslijed potrošnje goriva, težište ostatka goriva će se pomicati pa se samim time pomiče i težište cijelog zrakoplova;
- zbog uvlačenja i izvlačenja stajnih trapova u fazi polijetanja i slijetanja;
- zbog kretanja posade zrakoplova i putnika tijekom leta unutar putničke kabine;
- serviranja hrane koja se prenosi iz određenog mjesta gdje je smještena prilikom polijetanja pa do svakog putnika;
- prodaje robe bez carinske nadoknade.[1]

2.5. Metode izradbe liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova

Težište je točka u kojoj se primjenjuje masa zrakoplova. Položaj težišta mora biti u granicama kako bi se osigurala stabilnost i upravljivost zrakoplova, a također i cjelovitost strukture zrakoplova. [8]

Postoji nekoliko metoda po kojima se može izračunati položaj hvatišta sile teže nekog zrakoplova. Izračunavanje sile teže zrakoplova (engl. *Center of Gravity* - CG) obavlja se sljedećim metodama:[1]

1. **Analitičko-matematička metoda** – tim se postupkom položaj težišta zrakoplova izračunava pomoću koordinatnog sustava. U koordinatnom sustavu računaju se momenti svih težinski mjerljivih sustava te se dijele s njihovom vlastitom masom. Množenjem masa sustava i kraka na kojem djeluje dobiva se materijalna točka tog sustava. Prvo je potrebno izračunati masu za svaku pojedinu sastavnicu praznog zrakoplova, a kasnije i svaki ukrcani teret. Taj se postupak ne primjenjuje u svakodnevnom proračunavanju, ali se koristi za određivanje početnog položaja točke težišta zrakoplova kada se primjenjuju drugi (jednostavniji) načini određivanja položaja točke težišta opterećenog zrakoplova.[1]
2. **Indeksni postupak**; uvođenjem indeksa, pojam za bez dimenzijski cijeli broj, uklanja se mogućnost pogrešaka u proračunavanju. Indeks je preobraženi moment, broj koji predstavlja moment a u sprezi s masom zrakoplova određuje položaj težišta. Svaki proizvođač zrakoplova odnosno zračni prijevoznik, za svaki tip zrakoplova, određuje početni indeks koji je prikazan u standardnim tabelama, a sastoji se od podatka vrijednosti početnog indeksa i mase na kojoj je određen.
3. **Grafički postupak**; tim se postupkom otklanjaju moguće pogreške u izračunavanju, ali postupak nije toliko precizan kao kod indeksne metode. Za grafički je postupak potrebno ukrcajne prostore zrakoplova, uključujući putničku kabinu i spremnike goriva, podijeliti u odsječke. Svaki zrakoplov ima svoj centar težišta. Što se više kreće prema prednjem dijelu zrakoplova, negativni moment raste, a prema kraju zrakoplova raste pozitivni moment. Grafički je prikaz položaja težišta zastupljeniji od indeksnog prikaza. Nedostatak je nepreciznost pri ucrtavanju koja nastaje zbog crtanja kemijskom olovkom po relativno malom dijagramu. To otežava preciznost pri očitavanju vrijednosti.[1]

4. **Elektronički izrađena Lista opterećenja i uravnoteženja zrakoplova;** Razvojem računala povećala se i njihova primjena na području uravnoteženja i opterećenja zrakoplova. Uravnoteženje i opterećenje zrakoplova se danas može izvršiti u vrlo kratkom vremenu i unaprijed se može zatražiti određena uravnoteženost za koju računalo daje elemente opterećenja zrakoplova. Podrazumijeva se da za taj način rada u memoriju računala moraju biti uneseni podaci za svaki tip zrakoplova, a paralelno mora postojati i program (*software*) pomoću kojeg će računalo obrađivati podatke. Velika prednost računala očituje se i u lakoj pohrani podataka kojima se može pristupiti ako za to postoji potreba. U današnje vrijeme piloti imaju prijenosna računala na kojima sami mogu izrađivati listu uravnoteženje i opterećenja zrakoplova, ali i pomoću prijenosnog računala pilot zrakoplova može u svakom trenutku nadgledati rad zemaljskih službi. Uravnoteženje i opterećenje zrakoplova mora se obavljati vrlo precizno uzimajući u obzir i najmanje korekcije na zrakoplovu, dok s druge strane čitav postupak treba biti jednostavan i brz. Cilj je pronaći što veću preciznost te najmanje korekcije na zrakoplovu. Dosad opisane metode uravnoteženja i opterećenja zadovoljavaju sve zahtjeve, međutim u njih su ugrađene izvjesne karakteristike za svaku pojedinu vrstu tereta.[1]

3. Pregled dokumentacije za izradu liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova

U procesu opterećenja i uravnoteženja zrakoplova važno je da se osoblje koje obavlja uravnoteženje i opterećenje zrakoplova služi priručnicima od kojih se mogu izdvojiti SOM (engl. *Station Operation Manual*), GOM (engl. *Ground Operation Manual*) i FOM (engl. *Flight Operation Manual*). To su priručnici u kojima zračni prijevoznik određuje postupke za proračunavanje opterećenja i uravnoteženja svojih zrakoplova. U priručnicima su prikazane mase i indeksi za određeni tip zrakoplova, raspored teretnih prostora i unutrašnjosti putničke kabine.[1]

3.1. Popis putnika ili putnički manifest

Popis putnika je poimenični popis putnika registriranih na letu. Za potrebe službe uravnoteženja i opterećenja zrakoplova izdvaja se broj putnika po klasama (poslovna, ekonomska, prva klasa), dobi (odrasli, djeca, bebe) i spolu (muškarci, žene).[1] Primjer dokumenta putničkog manifesta je prikazan na slici ispod.

APPENDIX 1. GENERAL DECLARATION

GENERAL DECLARATION

(Outward/Inward)

Operator .....

Marks of Nationality and Registration* ..... Flight No. ..... Date .....

Departure from ..... (Place) Arrival at ..... (Place)

FLIGHT ROUTING

("Place" Column always to list origin, every en-route stop and destination)

APPENDIX 2. PASSENGER MANIFEST

PASSENGER MANIFEST

Operator .....

Marks of Nationality and Registration* ..... Flight No. ..... Date .....

Point of embarkation ..... (Place) Point of disembarkation ..... (Place)

Surname and initials	For use by operator only	For official use only

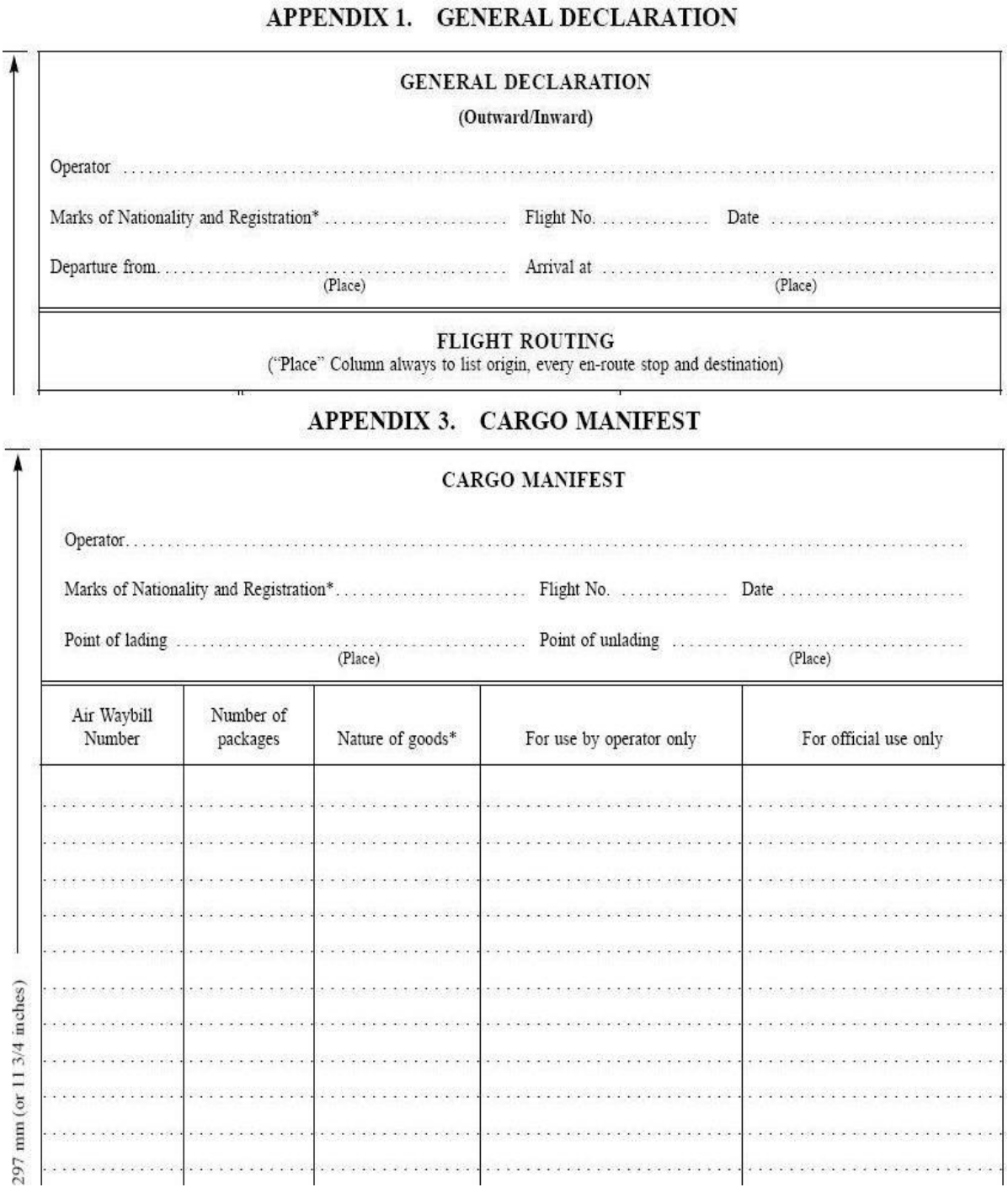
297 mm (or 11 3/4 inches)

Slika 5. Prikaz putničkog manifesta, [6]

3.2. Robni ili Cargo manifest

Cargo manifest je dokument koji donosi Cargo služba. Na njemu se očitava vrsta robe, količina, bruto masa, posebna roba (ako je ima) i pošta. Ukoliko je potrebno, ispisuje se i *Notification to Captain* (NOTOC) ako je riječ o opasnoj ili specijalnoj robi. Kod predaje pošiljke obavlja se njen pregled. Pošiljka se važe i za takvu primljenu pošiljku izdaje se zračni teretni list (engl. *Air Waybill* - AWB).

Nakon što je pošiljka prihvaćena i AWB potpisan, treba pripremiti ukrcaj u zrakoplov. Pošta dogovorena ranije ima prednost nad svakom drugom robom na tom letu. Podaci o masi pošte upisuju se u Teretni Manifest.[1]



APPENDIX 1. GENERAL DECLARATION

GENERAL DECLARATION

(Outward/Inward)

Operator .....

Marks of Nationality and Registration* ..... Flight No. ..... Date .....

Departure from. ..... (Place) Arrival at ..... (Place)

FLIGHT ROUTING

("Place" Column always to list origin, every en-route stop and destination)

APPENDIX 3. CARGO MANIFEST

CARGO MANIFEST

Operator. .....

Marks of Nationality and Registration* ..... Flight No. ..... Date .....

Point of lading ..... (Place) Point of unlading ..... (Place)

Air Waybill Number	Number of packages	Nature of goods*	For use by operator only	For official use only

297 mm (or 11 3/4 inches)

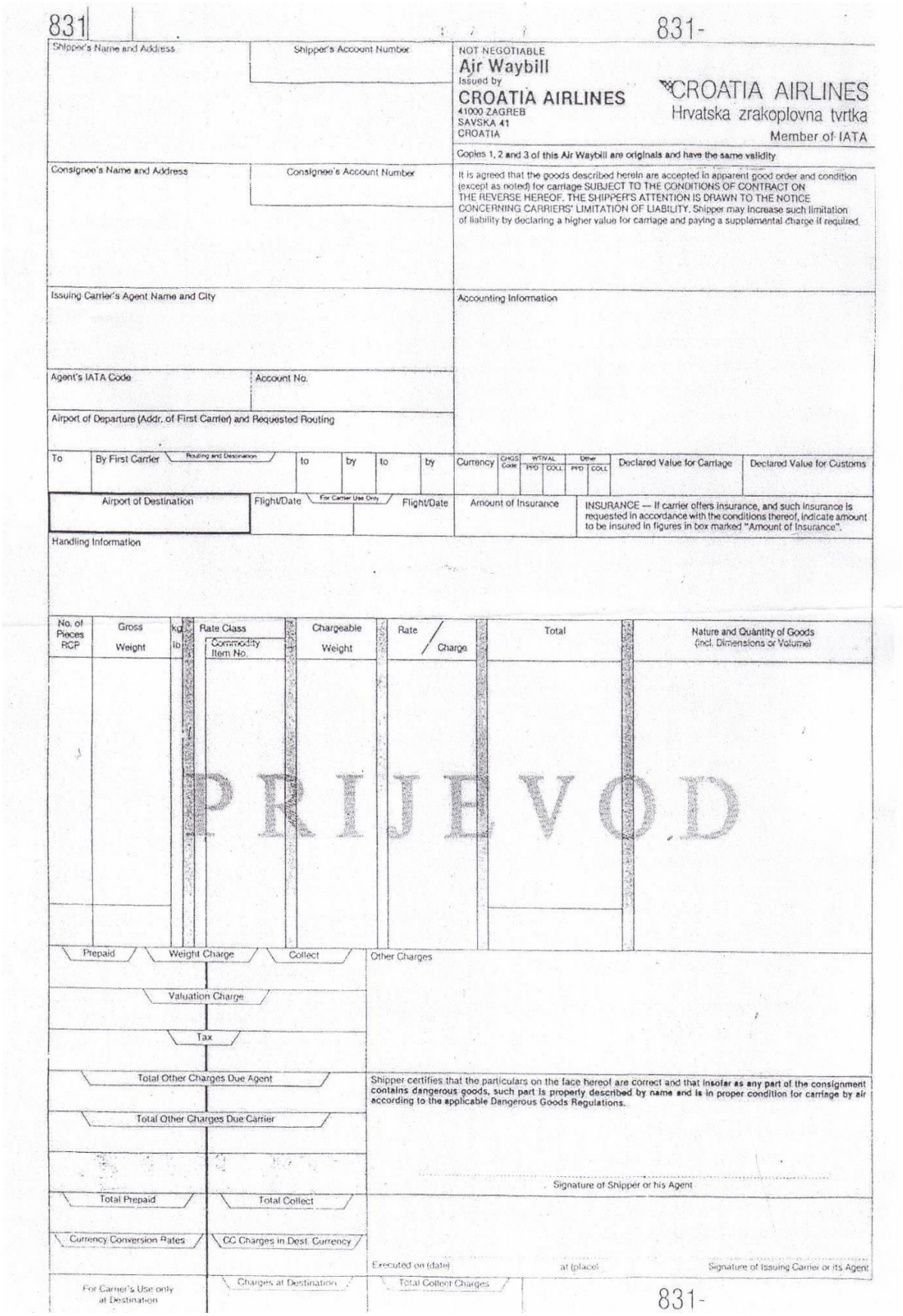
Slika 6. Prikaz teretnog manifesta, [6]

3.3. Teretni list

Temeljni prijevozni dokument u zračnom prometu je teretni list AWB (engl. *Air WayBill*) prikazan na slici 7., koji je predmet obrade sve do ulaska pošiljke u područje odgovornosti logističkog operatera, te izvorni račun kao prateći dokument pošiljke koji će biti predmetom obrade u odnosima pošiljatelja, ugovornog logističkog operatera i carinske službe, dok je robni manifest karakteristična pojava u fazama interakcije prihvatno – otpremnih terminala i prijevoznika.[9]

AWB je najvažniji dokument u zračnom prijevozu te temeljem Varšavske Konvencije (1929.g.) nije prenosiv, a ima sljedeću funkciju:

- Dokumenta o zaključenom ugovoru o prijevozu između pošiljatelja i prijevoznika;
- Police osiguranja;
- Potvrde o plaćenim prijevoznim troškovima (račun);
- Obračunskog dokumenta;
- Carinskog dokumenta;
- Potvrde o prispijeću/isporuci pošiljke, to jest primitku pošiljke;
- Potvrde o predaji, prihvatu i otpremi pošiljke na prijevoz;
- Informacije o rukovanju i otpremi robe.



Slika 7. Zrakoplovni teretni list - AirWay Bill, Croatia Airlines, [10]

3.4. Podaci o gorivu

Posada zrakoplova mora uredu za opterećenje i uravnoteženje zrakoplova dostaviti podatke o količini goriva koje se nalazi u spremnicima zrakoplova (*block fuel*), količini goriva potrebnoj za pokretanje motora i rulanje (*taxi fuel*), količini goriva na polijetanju (*take-off fuel = block fuel = taxi fuel*) te količini goriva koju će po procjeni potrošiti do slijetanja (*trip fuel*). Kad se radi o količini goriva mase veće od pedeset tona, obvezan je podatak o specifičnoj gustoći goriva, kako bi se izračunala stvarna masa utrošenog goriva.[1]

3.5. NOTOC

NOTOC (engl. *Notification to Captain*) je dokument koji se šalje kapetanu zrakoplova i obavještava ga o specijalnoj ili opasnoj robi koja je ukrcana u zrakoplov, te njenoj masi. Kapetan mora potpisati NOTOC prije polaska. Dokument se ispunjava jedino u slučaju kada je riječ o opasnoj ili specijalnoj robi, te se ispunjava u tri primjerka.

3.6. Plan utovara

Planiranje utovara se zasniva na prikupljanju podataka koji se odnose na teret, poštu i prtljagu. Cjelokupni utovar u zrakoplov planira se na način da se ne ugroze maksimalne vrijednosti nosivosti teretnih prostora zrakoplova te da su uvjeti uravnoteženja u okviru granica sigurnosti. Za svaki utovar koji se radi potrebno je ostaviti prostora za moguće dodavanje i oduzimanje tereta, pri čemu zrakoplov treba ostati u sigurnosnim granicama.[1]

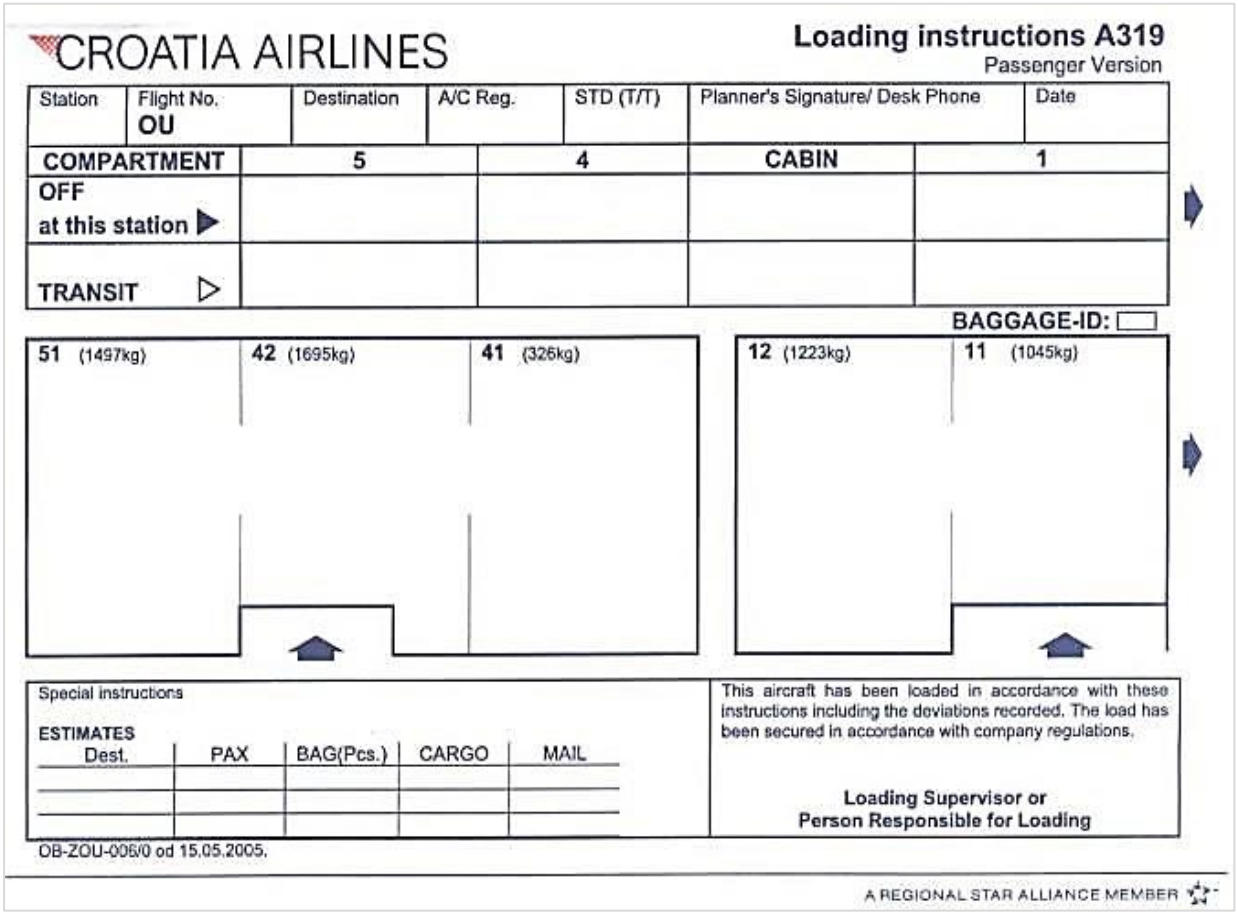
Plan utovara (engl. *Loading Instructions*) se sastoji od:

- Zaglavlja
- Opće obavijesti
- Upute o utovaru
- Izvještaju o utovaru

U zaglavlje se upisuje broj leta, registracija zrakoplova, datum, destinacija i vrijeme polijetanja.

Područje opće obavijesti se sastoji od oznake odjeljka, rasporeda pojedinog tereta ili ULD-a (engl. *Unit Load Device*- Jedinično sredstvo utovara) te zapremnine odjeljka. U taj se dio upisuje predviđeni utovar.[1]

Od ostalih podataka upisuje se istovaruje sa zrakoplova od prtljage, robe i pošte, upisuje se stvarno stanje robe i pošte koja se tovari na zrakoplov te položaj prtljage po teretnim odjeljcima. U instrukciji za utovar zrakoplova, LIR-u (engl. *Loading Instructions Report*), postoji i dio za posebne upute označen sa SI (engl. *Special Instructions*). U taj dio upisuju se dodatne informacije kao npr. verzija putničke kabine, specijalni teret ili opasna roba.[1]


CROATIA AIRLINES

Loading instructions A319
Passenger Version

Station	Flight No. OU	Destination	A/C Reg.	STD (T/T)	Planner's Signature/ Desk Phone	Date

COMPARTMENT	5	4	CABIN	1
OFF at this station ▶				
TRANSIT ▷				

BAGGAGE-ID: ☐

51 (1497kg)	42 (1695kg)	41 (326kg)	12 (1223kg)	11 (1045kg)

Special instructions

ESTIMATES

Dest.	PAX	BAG(Pcs.)	CARGO	MAIL

This aircraft has been loaded in accordance with these instructions including the deviations recorded. The load has been secured in accordance with company regulations.

Loading Supervisor or
Person Responsible for Loading

OB-ZOU-006/0 od 15.05.2005.

A REGIONAL STAR ALLIANCE MEMBER

Slika 8. Uputa ukrcaja/iskrcaja za zrakoplov Airbus A319 zračnog prijevoznika Croatia Airlines, [11]

3.7. Lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova

Nakon prikupljanja svih potrebnih informacija, završava se lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova. Lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova mora biti uz moguće manje promjene, izrađena prema naputku planiranja. Kada su prikupljeni svi podaci, lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova se ispisuje ručno, u pisanom ili elektroničkom obliku te se predaje kapetanu zrakoplova.

Osoba zadužena za izradu liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova svojim potpisom na listu uravnoteženja i opterećenja potvrđuje i odgovara da su pravilno upisani:

- podaci o BM / DOM i odgovarajući indeksi u skladu s tipom zrakoplova, verzijom, brojem posade i ostalim podacima u svezi s tim masama
- podaci o ukupnom broju putnika, ukupnoj masi tereta, robe i pošte, prema stvarnoj masi i prema ispostavljenoj uputi ukrcaja.
- Podaci o količini ukrcanog goriva (*take-off fuel*) i podatak o pretpostavljenoj potrošnji goriva za let (*trip fuel*)
- Podaci o prevoženom teretu iz dolazne liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova
- Ukupno ukrcani teret (*total traffic load*) ne prelazi dopuštene vrijednosti
- Pravilno je izračunato uravnoteženje i opterećenje ukrcanog zrakoplova u preporučenim granicama
- Ispostavljena je uputa ukrcaja (LIR) sukladna s listom uravnoteženja i opterećenja zrakoplova

4. Analiza i unaprjeđenje postojećih procesa uravnoteženja i opterećenja zrakoplova na Zračnoj luci Zadar

Računalnim programima upravljaju administratori odnosno djelatnici s posebnim ovlastima unutar samih programskih aplikacija. Računalni programi koji se koriste unutar prometnog sektora na Zračnoj luci Zadar su:

1. DCS „AS“- *Departure Control System*;
2. GALIOT – računalni program za praćenje rada službi, kvalitete i sigurnosti;
3. GREGOR – računalni program za pohranu i distribuciju podataka.

4.1. Osnovna načela rada i obveza prema regulativi Zračne luke Zadar

U svrhu sigurnosti, potrebno je pravilno planiranje, dokumentiranje i izvješćivanje o ukrcanim putnicima i teretu na zrakoplov kao i izrada točne liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova. Sva komunikacija vezana uz opsluživanje zrakoplova, putnika, prtljage i tereta mora biti dokumentirana na pravilan način prema procedurama Zračne luke Zadar, a u skladu s zahtjevima zračnog prijevoznika. Osnovni dokument u kojem su dogovorene usluge između zračne luke i zračnog prijevoznika je SGHA (engl. *Standard Ground Handling Agreement*) ugovor koji se nakon potpisivanja pohranjuje od strane komercijalnog ili pravnog odjela zračne luke u računalni sustav GREGOR. Listu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova mogu izrađivati samo djelatnici Zračne luke Zadar koji posjeduju ovlaštenje za uravnoteženje i opterećenje. Isto tako, nadzor procesa prihvata i otpreme zrakoplova, mogu obavljati djelatnici Zračne luke Zadar koji posjeduju ovlaštenje kontrolora opsluživanja zrakoplova. Sve potrebne kvalifikacije i treninzi djelatnika, dostupni su u računalnom sustavu Gregor. Obvezna dokumentacija *(trip file*) za svaki let sastavljena je od dokumenata prema regulativi Zračne luke Zadar i zahtjevima zračnog prijevoznika. Čuva se najmanje tri mjeseca ili duže prema zahtjevu prijevoznika.

Spisi s pojedinog leta (*trip file*) uključuju:

1. Odlaznu listu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova (o)
2. Dolaznu listu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova (op)
3. Utovarno/istovarne instrukcije s najmanje dva potpisa (o) [12]
4. *Pax check* listu (k)

5. *Maintenance list* ako zahtjeva zračni prijevoznik (k)
6. *Loadsheet information* i *fuel order* (k)
7. Plan leta (k)
8. SITA poruke (k)
9. Ostalo (k) *General Declaration, Airway bill*

U navedenoj listi oznake u zagradama predstavljaju sljedeće: (o) - Obavezno, (op) - Ako ga dostavi kabinska posada, (k) - Samo ako zahtjeva zračni prijevoznik.

Obveza je zračnog prijevoznika važeći „AHM 560“ (engl. *Aircraft Handling Manual*) dostaviti pružatelju usluga (ili omogućiti njegov aktualni pregled preko internet stranica) koji se čuva u unutar računalnog programa “GREGOR“ ili u tiskanom obliku koji se nalazi u Operativnom centru Zračne luke Zadar.

Lista uravnoteženja i opterećenja izrađuje se sukladno SGHA ugovoru, a može biti izrađena ručno ili elektronički, nije dopuštena izrada elektroničke liste uravnoteženja i opterećenja bez prethodnog odobrenja zračnog prijevoznika. Odobrenja su navedena u računalnom sustavu Gregor.

Kada se radi o izradi liste uravnoteženja i opterećenja ručnom metodom tada je obveza prijevoznika dostaviti odgovarajući broj važećih praznih obrazaca liste uravnoteženja i opterećenja. Ako se koriste liste ispisane s internet stranica zračnog prijevoznika nije potrebna periodična provjera istih, dok kod dostavljenih praznih obrazaca, potrebno je najmanje dva puta godišnje provjeriti ispravnost istih ili u slučaju sezonskih letova određenog zračnog prijevoznika prije početka nove sezone. [12]

4.2. Prikaz trenutnog stanja

U nastavku će biti opisana izrada liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova. Obje verzije, ručna i elektronička izrada liste uravnoteženja i opterećenja zahtijevaju poznavanje uravnoteženja zrakoplova, a listu izrađuje osoba s ovlaštenjem.[12]

Izračun liste uravnoteženja i opterećenja mora biti u skladu sa zahtjevima zračnog prijevoznika objavljenih u AHM560 (engl. *Aircraft Handling Manual*). Početak prilikom izrade liste uravnoteženja i opterećenja je unošenje poznatih parametara:

- Broj leta;
- Datum leta;

- Registracija zrakoplova;
- Tip i verzija zrakoplova;
- Konfiguracija posade zrakoplova;
- Datum izrade;
- Vrijeme izrade;
- Ime i prezime odgovorne osobe koja izrađuje uravnoteženje i opterećenje zrakoplova

Za izračun liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova potrebno je poznavati maksimalne mase zrakoplova koje se nalaze u priručniku „AHM560“ (engl. *Aircraft Handling Manual*) zračnog prijevoznika.

Izrada liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova u „DCS“ (engl. *Departure Control System*) sustavu za kontrolu odlazaka zahtijeva unošenje podataka iz „AHM 560“ u bazu liste uravnoteženja koju su izradili djelatnici tvrtke „NIKO“ izrađivača DCS-a. Osoba zadužena za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova prilikom elektroničke izrade liste uravnoteženja i opterećenja:

- Provjerava osnovne podatke zrakoplova (registracija, tip, konfiguracija zrakoplova, broj članova posade, DOM i DOI, maksimalne težine);
- Izračunava preliminarnu listu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova u svrhu planiranja rasporeda putnika i plana ukrcaja,
- Unosi dobivene podatke od strane pilota o gorivu (*trip i take off fuel*),
- Prebacuje podatke iz aplikacije za registraciju putnika nakon završetka registracije, a nakon što je aplikacija rasporedila putnike po sekcijama i prebacila težinu prtljage, osoba zadužena za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova raspoređuje težinu prtljage, unosi težinu i razmještaj eventualnog tereta i pošte, kontrolira graf uravnoteženosti i ako je isti unutar zadanih okvira, a maksimalne mase zrakoplova i ukrcajnog prostora nisu prekoračene, ispisuje listu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova.
- Kada se radi lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova za tranzitni let, podaci o tranzitnim putnicima bit će ubačeni od strane putničkog prihvata, dok podatke o težini i razmještaju tereta, prtljage i pošte, upisuje osoba zadužena za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova sukladno poruci o teretu koju dobije putem sustava SITA poruka (*engl. Société Internationale de Télécommunications Aéronautiques*- Međunarodna udruga za telekomunikacije u zračnom prometu) ili eventualno dolaznoj listi uravnoteženja i opterećenja.

- Nadodaje putnike koji putuju na sjedalu za posadu u listu uravnoteženja i opterećenja po proceduri zračnog prijevoznika.[12]

Kod prihvata i otpreme zrakoplova opremljenog s jediničnim sredstvima utovara (ULD, palete) osoba koja radi uravnoteženje i opterećenje zrakoplova:

- provjerava iznos težine samog ULD-a (nalaze se u AHM560 prijevoznika),
- raspoređuje prtljagu/teret po pojedinom ULD-u (ovisno o maksimalno težini ULD- a),
- raspoređuje mjesto ukrcaja.

Program ne dopušta ispis liste uravnoteženja i opterećenja ako je izvan okvira centra težišta ili premašuje maksimalne dopuštene mase zrakoplova.[12]

Zbog lakšeg nadziranja procesa prihvata i otpreme, kontrolor opsluživanja koristiti PDA (engl. *Personal Digital Assistant*-Dlanovnik) uređaj prikazan na slici 9., pomoću kojeg prati i bilježi vremena opsluživanja zrakoplova RCL (engl. *Ramp Check List*-Lista kontrole ukrcaja) te ima uvid u aktualno stanje registriranih i ukrcanih putnika i prtljage.

Registrirani broj i težina prtljage mora odgovarati s konačnim podacima ukrcanim na zrakoplov koji su vidljivi u PDA uređaju.[12]



Slika 9. PDA uređaj za praćenje utovara zrakoplova, [13]

4.3. Priprema leta

Svrha pripreme leta je da se što bolje i dovoljno unaprijed pripremi let za registraciju prije samog otvaranja leta na internetskim stranicama ili standardnog aerodromskog šaltera za registraciju putnika i prtljage. Također svrha mu je kako bi se i osoblje za registraciju putnika i prtljage moglo na vrijeme obavijestiti o svim posebnostima na letu i ostalim važnim detaljima.

U većini slučajeva, PNL (engl. *Passenger Name List*- Lista putnika*)* lista dolazi 24 sata unaprijed, tako da i let, zbog mogućnosti internetske registracije putnika, mora biti otvoren za registraciju 24 sata unaprijed.

Kod pripreme leta treba obratiti pažnju na sljedeće:

- Potrebno je pripremiti šaltere za registraciju u skladu s procedurama prijevoznika, provjeriti jesu li pripremljeni šalteri za samostalnu registraciju, te da li su sve relevantne informacije proslijeđene djelatnicima
- Provjeriti je li uključena registracija na let putem interneta, ako se radi o letu s mogućnošću registracije putem interneta
- Provjeriti stanje rezervacija, u slučaju prebukiranosti na letu, unaprijed se pripremiti za mogućnost uskraćivanja ukrcaja
- Za letove s tranzitnim putnicima prebaciti SOM[1] (engl. *Seats occupied message*) poruku, ili koristiti preliminarni SOM
- Provjeriti aktualnu konfiguraciju zrakoplova (verzija i tip), *SEAT MAP* i konfiguraciju putničke kabine (*Curtain version*). U slučaju prebukiranosti u C ili M klasi, treba pristupiti promjeni konfiguracije (ovisno o kompaniji, nekad je potrebno tražiti autorizaciju od iste).
- Provjeriti jesu li PNL[2] i ADL[3] (engl. *addition / deletion list*) prebačeni i potpuni, te tada također treba popuniti podatak o vrsti putnika MR/MRS/CHD/INF ukoliko su podaci nepotpuni

[1] SOM- *Seat occupied message* je poruka koja sadrži podatke o okupiranim sjedalima od strane tranzitnih putnika

[2] PNL- *Passenger name list/ lista putnika* je lista koja se koristi za potrebe registracije putnika i koja sadrži sve relevantne podatke za navedeni let (broj putnika i detalje koji se odnose na SSR-obe kao što je rezervacija sjedala, konekcije, *frequent flyer* podaci itd.)

Na grafikonu 1., prikazano je prikupljanje informacija, te odakle informacije dolaze u operativni centar.



Grafikon 1. Prikaz prikupljanja informacija

4.4. Opis postupka izrade liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova na Zračnoj luci Zadar

Osoblje zaduženo za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova se pozicionira na let za kojega planira izraditi listu uravnoteženja i opterećenja te pritiskom na tipku *balance* otvara bazu sa zrakoplovima i pripadajućim verzijama zrakoplova te unosi sljedeće poznate podatke:

- ICAO dvoslovnu oznaku prijevoznika;
- Početna slova imena i prezimena;
- *Take off fuel* (gorivo na polijetanju)

[3] ADL - *Addition/deletion list* je lista sa svim naknadnim promjenama na PNL listi (npr. nove rezervacije, otkazivanje itd.)

- *Trip fuel* (putno gorivo)
- *Taxi fuel* (gorivo za taksiranje) ako ih dostavi posada;
- Destinaciju.

Osobi koja izrađuje uravnoteženje i opterećenje zrakoplova omogućen je uvid u stanje registracije putnika odnosno prikaz zrakoplova sa zauzetim mjestima pritiskom na tipku *seating* iz menija. Uvid u broj i klase putnika, broj i težinu komada prtljage, robe i pošte moguć je pritiskom na tipku *view* i pratiti da li se zrakoplov ukrcava prema dogovorenom rasporedu i može se lakše predvidjeti prekrcaj dopuštenih masa.

S glavnog zaslona aplikacije za izradu liste uravnoteženja i opterećenja mogu se otvarati opcije koje koriste osobi koja izrađuje uravnoteženje i opterećenje zrakoplova za pripremu preliminarne liste uravnoteženja i opterećenja kao što su:

- tipka *balance* otvara zaslon s grafičkim prikazom dijagrama s centrima težišta;
- tipka *seating condition*, osobi zaduženoj za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova omogućava uvid u raspored putnika po odjeljcima u zrakoplovu i dopušta mu trenutnu izmjenu rasporeda putnika;
- tipka *ramp*, osobi zaduženoj za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova služi i za prijenos podataka o gorivu koje je pomoću PDA uređaja na stajanci unio kontrolor opsluživanja;
- tipka na polje s istaknutom destinacijom otvara polje za unos komada i težine tereta.[12]

Kada je proces registracije putnika i prtljage gotov, djelatnica u *space-u* zatvara let. U tom trenutku su podaci s registracije dostupni osobi koja izrađuje listu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova za prijenos, što se može uočiti i po zelenom kružiću. Nakon toga slijedi otvaranje zaslona *seating* s gotovim podacima o putnicima i prtljazi te ih prenosi u zrakoplov, pripremljen za izradu liste opterećenja i uravnoteženja i raspoređuje teret po prtljažnim odjeljcima. Točnu težinu tereta ima u BRS (engl. *Baggage Reconciliation System*-Sustav uparivanja prtljage) aplikaciji koja omogućuje zbrajanje težine prtljage po prtljažnim odjeljcima. Nakon što je unio točne podatke o rasporedu tereta još jednom provjerava da li su sve dopuštene mase i indeksi unutar granica na grafičkom dijagramu. Dijagram prikazuje granice unutar kojih se smije uravnotežiti i otpremiti zrakoplov. Kada je sve u redu osoba koja radi uravnoteženje i opterećenje zrakoplova može pristupiti ispisu liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova.[12]

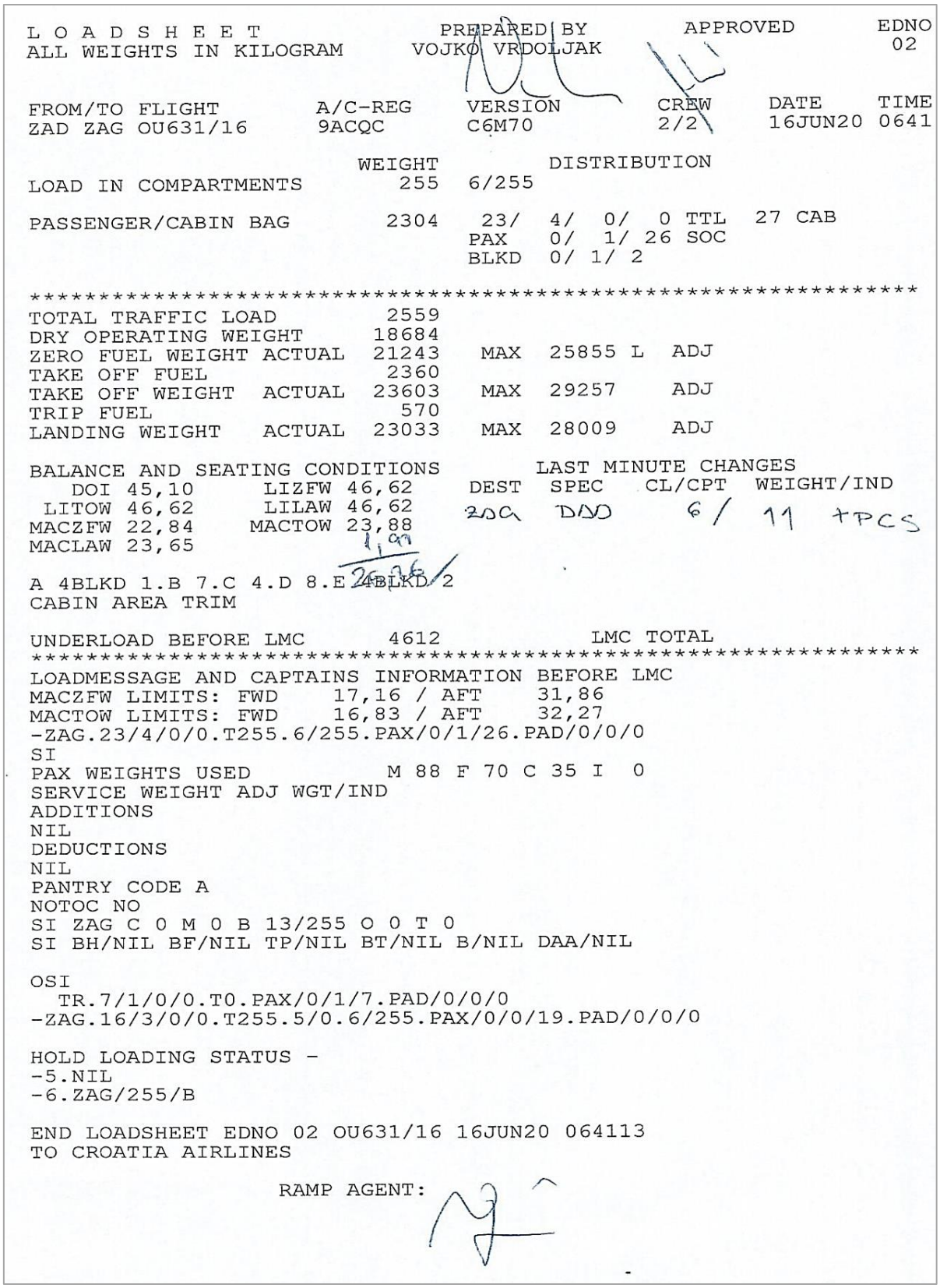
4.5. Primjer izrade liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova zračnog prijevoznika Croatia Airlines

U ovom poglavlju prikazan je i objašnjen primjer uravnoteženja i opterećenja zrakoplova zračnog prijevoznika Croatia Airlines na letu OU631 za Zagreb. Ulazni podaci za zrakoplov prikazani su u tablici 1., a podaci za izradu liste utovara nalaze se u tablici 2., te elektronska izrada liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova koja se nalazi na slici 10. Lista za izradu utovara je na slici 11., sa svim potrebnim informacijama i potpisom osobe koja je izradila dokument.

Tablica 1. Ulazni podaci za izradu liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova OU631

Zračni prijevoznik	Croatia Airlines
Registracija zrakoplova	9ACQC
Model zrakoplova	DASH Q400
Destinacija	Zagreb (ZAG)
Posada	2/2
Verzija zrakoplova	C6M70
Gorivo pri polijetanju	2.360 kg
Putno gorivo	570 kg
Konačan broj putnika	27 (muškarci: 23, žene: 4, djeca: 0, bebe: 0)
Mase putnika	Muškarci: 88 kg, žene: 70 kg, djeca: 35 kg, bebe: 0 kg
MZFM	25.855 kg
MTOM	29.257 kg
MLDM	28.009 kg

Izvor: [13]



```
L O A D S H E E T                PREPARED BY        APPROVED        EDNO
ALL WEIGHTS IN KILOGRAM          VOJKO VRDOLJAK                     02

FROM/TO FLIGHT        A/C-REG    VERSION        CREW    DATE     TIME
ZAD ZAG OU631/16      9ACQC      C6M70          2/2     16JUN20  0641

                              WEIGHT        DISTRIBUTION
LOAD IN COMPARTMENTS            255   6/255

PASSENGER/CABIN BAG            2304    23/  4/  0/  0 TTL  27 CAB
                                       PAX  0/  1/ 26 SOC
                                       BLKD 0/ 1/ 2

**************************************************************
TOTAL TRAFFIC LOAD             2559
DRY OPERATING WEIGHT          18684
ZERO FUEL WEIGHT ACTUAL       21243    MAX  25855 L  ADJ
TAKE OFF FUEL                  2360
TAKE OFF WEIGHT  ACTUAL       23603    MAX  29257    ADJ
TRIP FUEL                       570
LANDING WEIGHT   ACTUAL       23033    MAX  28009    ADJ

BALANCE AND SEATING CONDITIONS        LAST MINUTE CHANGES
   DOI 45,10      LIZFW 46,62         DEST  SPEC   CL/CPT  WEIGHT/IND
 LITOW 46,62      LILAW 46,62         ZSC   DVD    6/ 11  +PCS
MACZFW 22,84     MACTOW 23,88
MACLAW 23,65

A 4BLKD 1.B 7.C 4.D 8.E 4BLKD 2
CABIN AREA TRIM

UNDERLOAD BEFORE LMC          4612              LMC TOTAL
**************************************************************
LOADMESSAGE AND CAPTAINS INFORMATION BEFORE LMC
MACZFW LIMITS: FWD    17,16 / AFT    31,86
MACTOW LIMITS: FWD    16,83 / AFT    32,27
-ZAG.23/4/0/0.T255.6/255.PAX/0/1/26.PAD/0/0/0
SI
PAX WEIGHTS USED              M 88 F 70 C 35 I  0
SERVICE WEIGHT ADJ WGT/IND
ADDITIONS
NIL
DEDUCTIONS
NIL
PANTRY CODE A
NOTOC NO
SI ZAG C 0 M 0 B 13/255 O 0 T 0
SI BH/NIL BF/NIL TP/NIL BT/NIL B/NIL DAA/NIL

OSI
  TR.7/1/0/0.T0.PAX/0/1/7.PAD/0/0/0
-ZAG.16/3/0/0.T255.5/0.6/255.PAX/0/0/19.PAD/0/0/0

HOLD LOADING STATUS -
-5.NIL
-6.ZAG/255/B

END LOADSHEET EDNO 02 OU631/16 16JUN20 064113
TO CROATIA AIRLINES

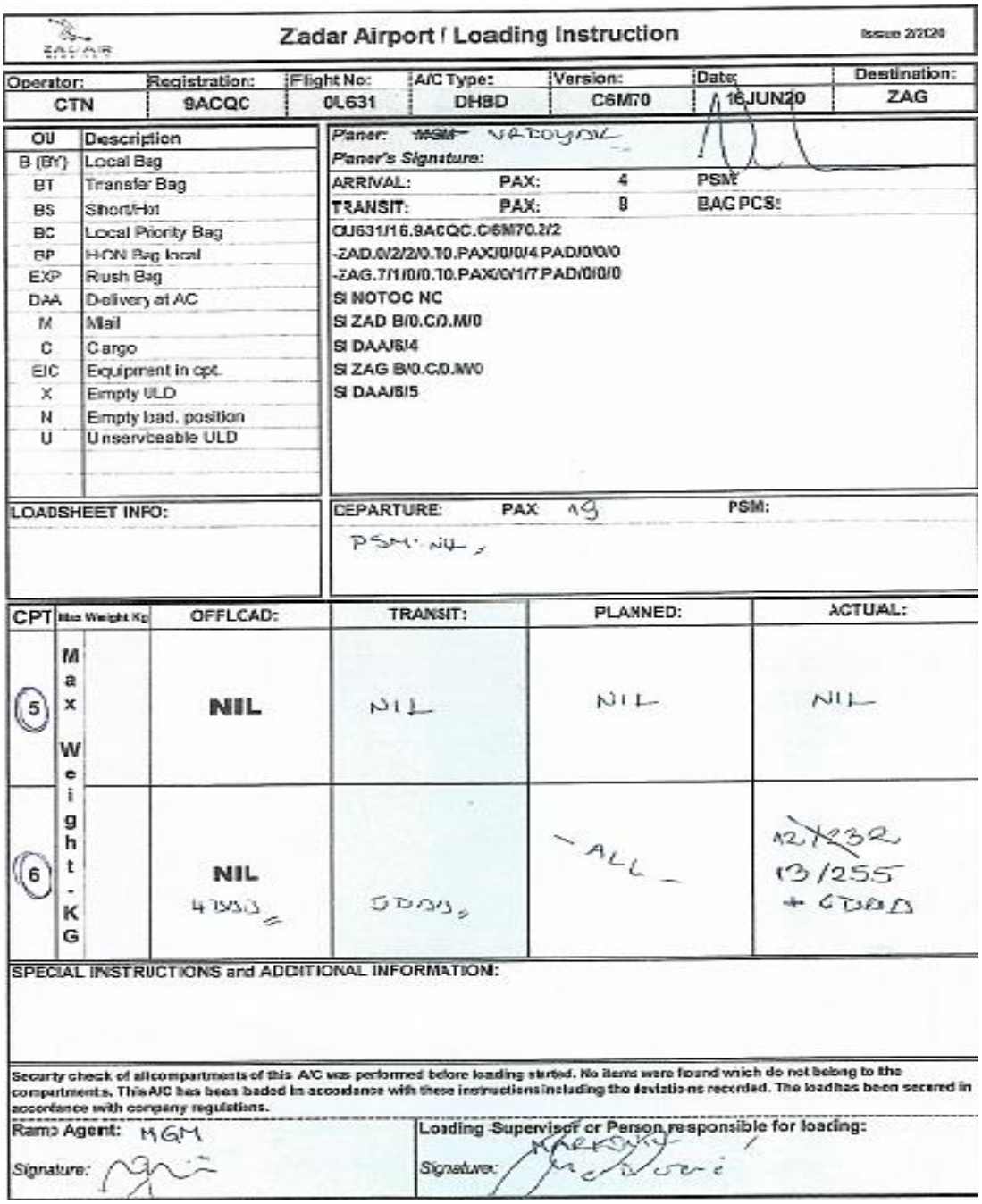
                    RAMP AGENT:
```

Slika 10. Elektronska izrada liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova, [13]

Tablica 2. Podaci za izradu liste utovara za zrakoplov na letu OU631

Broj putnika	27 (muškarci: 23, žene: 4, djeca: 0, bebe: 0)
Ukupna masa putnika	2.304 kg
Planirano prtljage	255 kg
CPT 0	NIL
CPT 5	NIL
CPT 6	255 kg
Gorivo pri polijetanju	2.360 kg
Putno gorivo	570 kg
AZFM	21.243 kg
ATOM	23.603 kg
ALDM	23.033 kg

Izvor: [13]



Zadar Airport / Loading Instruction

Issue 2020

Operator:	Registration:	Flight No:	A/C Type:	Version:	Date:	Destination:
CTN	9ACQC	OU631	DH8D	C6M70	16JUN20	ZAG

OU	Description
B (BY)	Local Bag
BT	Transfer Bag
BS	Short/Hot
BC	Local Priority Bag
BP	HION Bag local
EXP	Rush Bag
DAA	Delivery at AC
M	Mail
C	Cargo
EIC	Equipment in cpt.
X	Empty ULD
N	Empty load. position
U	Unserviceable ULD

Paner: ~~MSM~~ NATOYOV
Paner's Signature:
ARRIVAL: PAX: 4 PSM:
TRANSIT: PAX: 8 BAG PCS:
OU631/16.9ACQC.C/6M70.2/2
-ZAD.0/2/2/0.10.PAX/0/0/4 PAD/0/0/0
-ZAG.7/1/0/0.10.PAX/0/1/7 PAD/0/0/0
SI NOTOC NC
SI ZAD B/0.C/0.M/0
SI DAA/6/4
SI ZAG B/0.C/0.M/0
SI DAA/6/5

LOADSHEET INFO:

DEPARTURE: PAX 19 PSM:
PSM: NIL

CPT	Max Weight Kg	OFFLOAD:	TRANSIT:	PLANNED:	ACTUAL:
5	Max Weight-KG	NIL	NIL	NIL	NIL
6		NIL 4350 =	5000 =	- ALL -	~~12232~~ 13/255 + 6000

SPECIAL INSTRUCTIONS and ADDITIONAL INFORMATION:

Security check of allcompartments of this A/C was performed before loading started. No items were found which do not belong to the compartments. This A/C has been loaded in accodance with these instructions including the deviations recorded. The loadhas been secured in accordance with company regulations.

Ramp Agent: MGM
Signature:

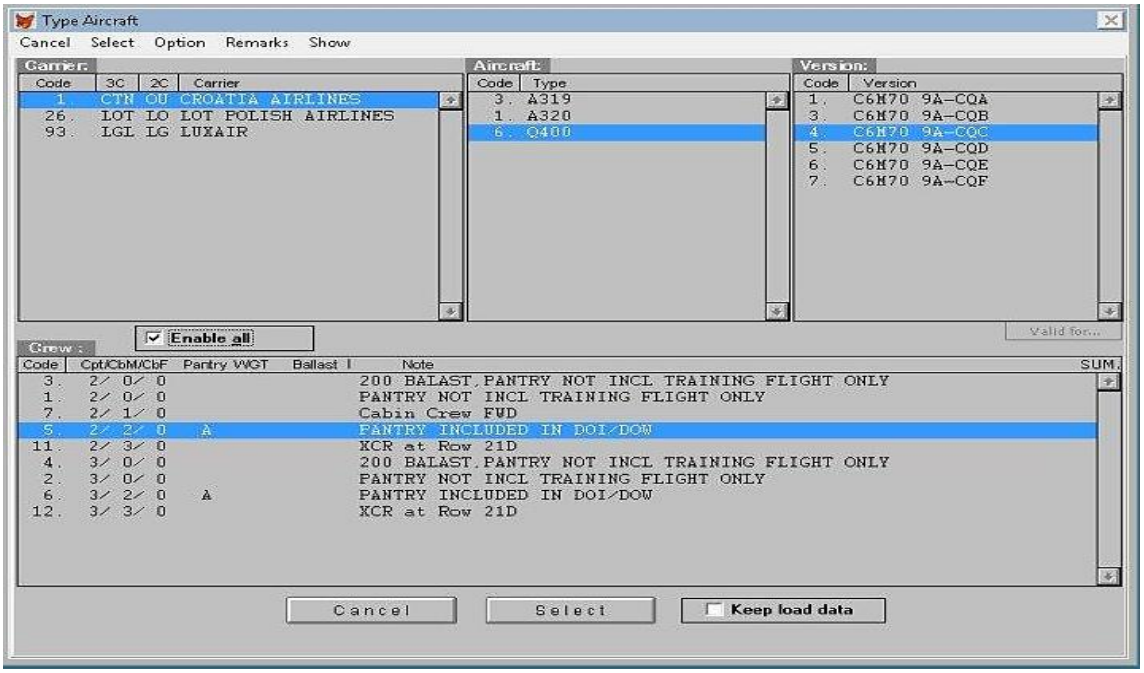
Loading Supervisor or Person responsible for loading:
Signature:

Slika 11. Uputa ukrcaja/iskrcaja za zrakoplov DH8D zračnog prijevoznika Croatia Airlines, [13]

U nastavku je naveden primjer leta OU631 zračnog prijevoznika Croatia Airlines iz Zadra za Zagreb. Za navedeni let prikazan je i objašnjen proces uravnoteženja i opterećenja zrakoplova na Zračnoj luci Zadar. Osoba zadužena za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova pozicionira se na let za koji želi izraditi listu uravnoteženja i opterećenja te pritiskom na tipku „*balance*“ otvara bazu sa zrakoplovima i pripadajućim verzijama zrakoplova, prikazano na slici 12.

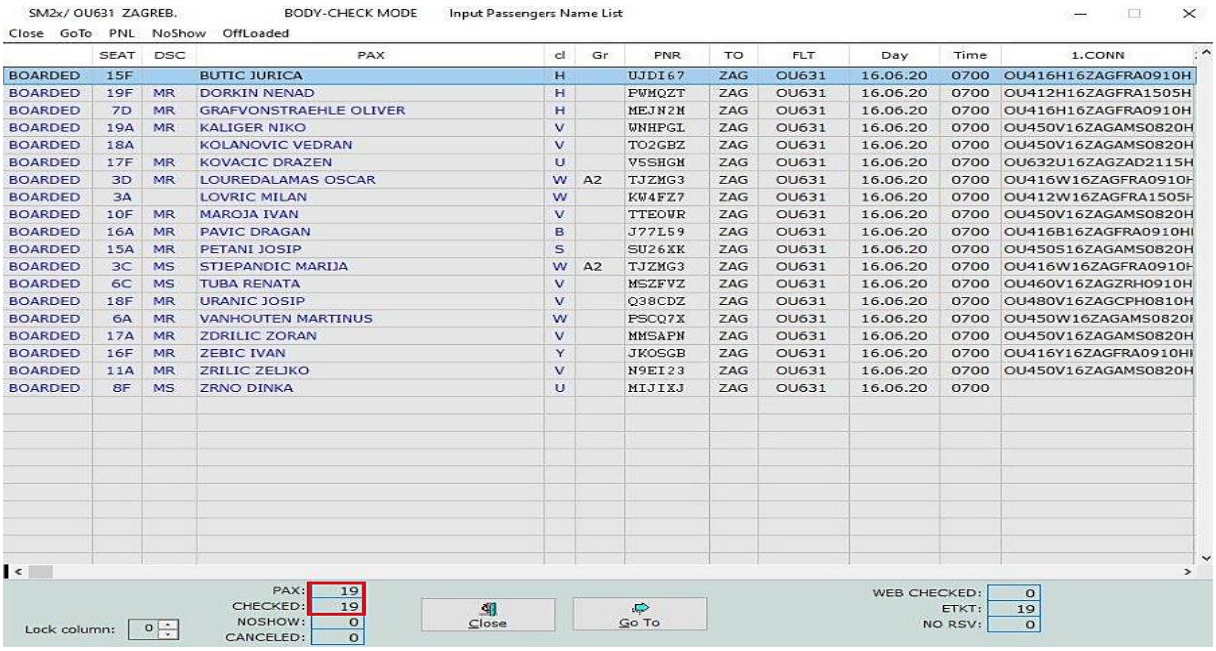
Slika 12. Otvaranje baze podataka za pojedini let, [13]

Pritiskom na tipku *balance* otvara se novi prozor u kojem bira zračnog prijevoznika za kojeg radi listu uravnoteženja i opterećenja, tip zrakoplova, registraciju te konfiguraciju posade prikazano na slici 13.



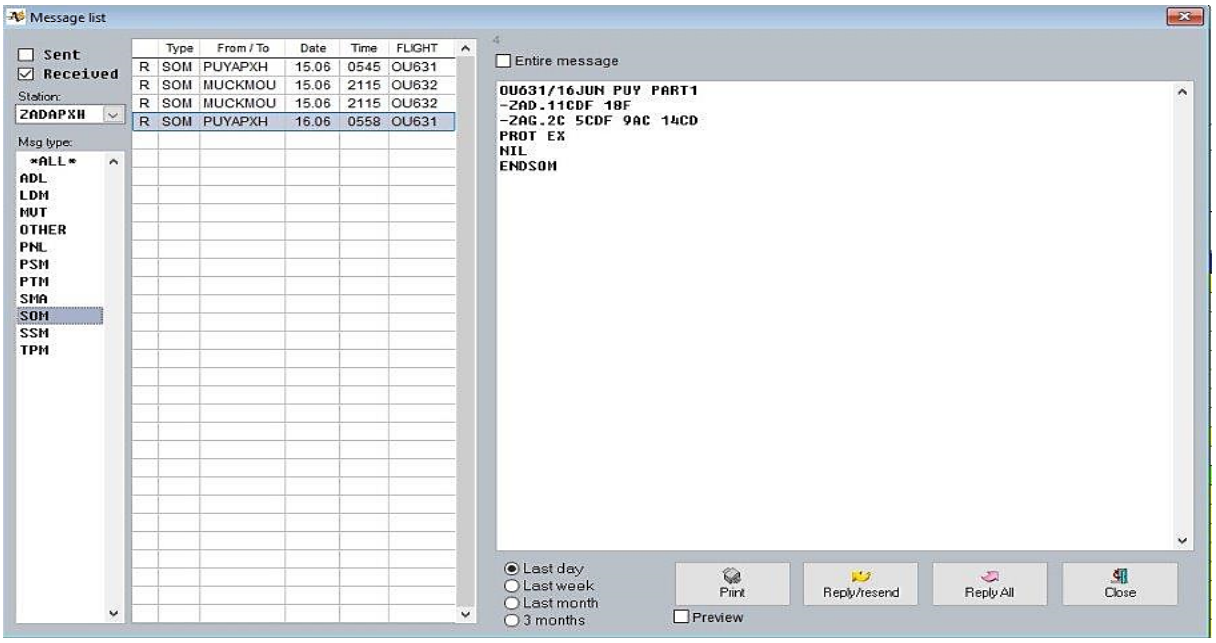
Slika 13. Odabir tipa zrakoplova, registracije te konfiguracije posade, [13]

Također u programu možemo vidjeti listu putnika. PNL je lista koja se koristi za potrebe registracije putnika i koja sadrži sve relevantne podatke za navedeni let prikazana na slici 14.



Slika 14. Lista putnika, [13]

U sljedećem koraku možemo pogledati SOM poruku primljenu iz Pule koja je prikazana na slici 15., koja sadrži podatke o okupiranim sjedalima od strane tranzitnih putnika.

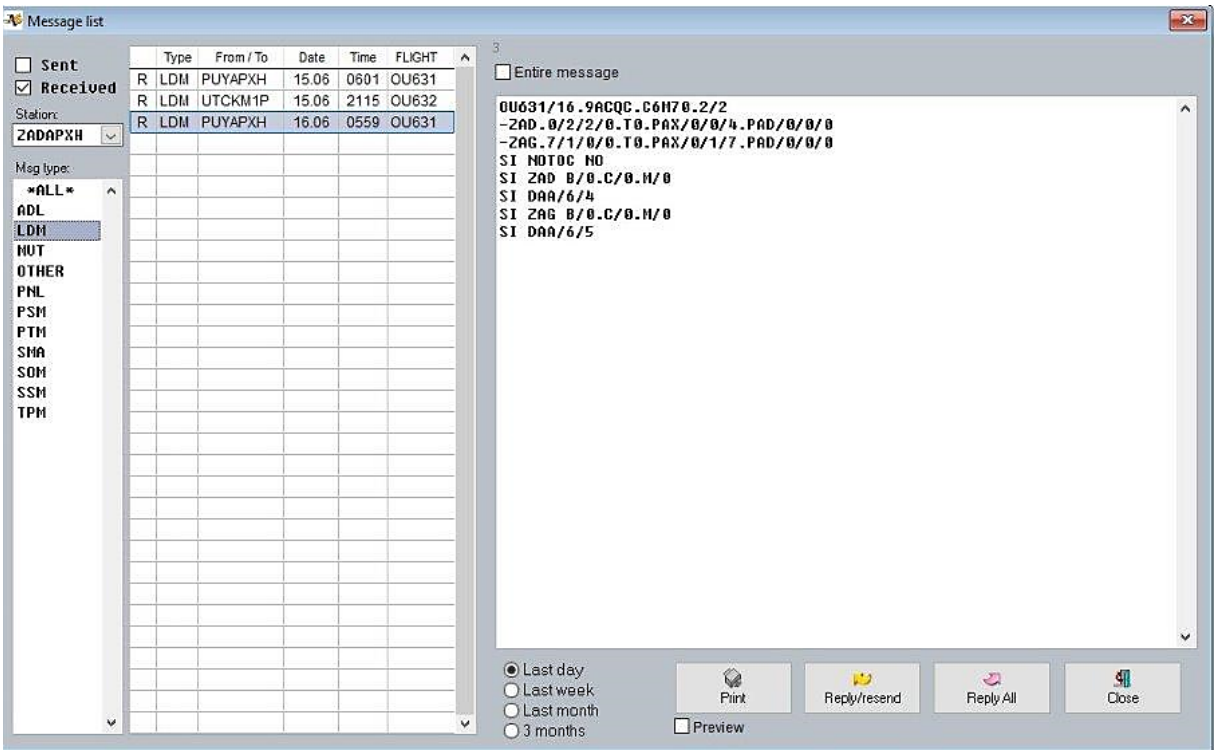


Slika 15. Prikaz SOM poruke primljene s aerodroma iz Pule, [13]

Na slici 16., prikazana je poruka LDM (engl. *Aircraft Load Message*- Poruka o teretu) koja je također poslana s aerodroma iz Pule te nam pokazuje broj ukrcanih putnika.

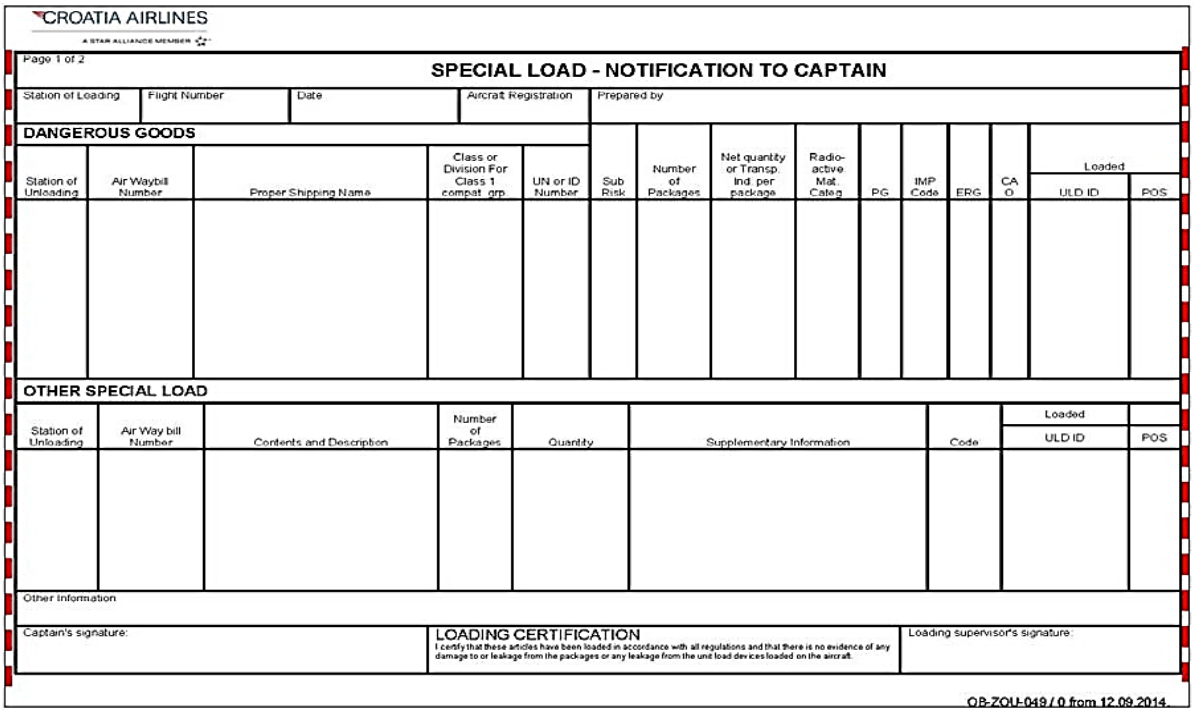
Iz ove poruke se može zaključiti da iz Pule u Zadar u dolasku nema muškaraca, navedene su dvije žene, dvoje djece, nula dojenčadi i četiri komada ekonomske prtljage, te da za Zagreb imamo tranzitnih sedam muškaraca, jednu ženu, nula djece i nula dojenčadi.

Što se tiče tranzitne prtljage, nema prve klase, već je navedena jedna prtljaga poslovne i sedam komada ekonomske klase prtljage.



Slika 16. Prikaz LDM poruke primljene s aerodroma iz Pule, [13]

Iz poruke se također vidi da nema specijalne robe za prijevoz. Inače se šalje obavijest kapetanu putem obrasca NOTOC (engl. *Notification to Captain*). Na slici 17. prikazan je primjer NOTOC-a Croatia-e Airlines.


CROATIA AIRLINES

Page 1 of 2

SPECIAL LOAD - NOTIFICATION TO CAPTAIN

Station of Loading	Flight Number	Date	Aircrait Registration	Prepared by

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.	PG	IMP Code	ERG	CAO	Loaded ULD ID	Loaded POS

OTHER SPECIAL LOAD

Station of Unloading	Air Way bill Number	Contents and Description	Number of Packages	Quantity	Supplementary Information	Code	Loaded ULD ID	Loaded POS

Other Information

Captain's signature:	LOADING CERTIFICATION I certify that these articles have been loaded in accordance with all regulations and that there is no evidence of any damage to or leakage from the packages or any leakage from the unit load devices loaded on the aircraft.	Loading supervisor's signature:

OB-ZOU-049 / 0 from 12.09.2014.

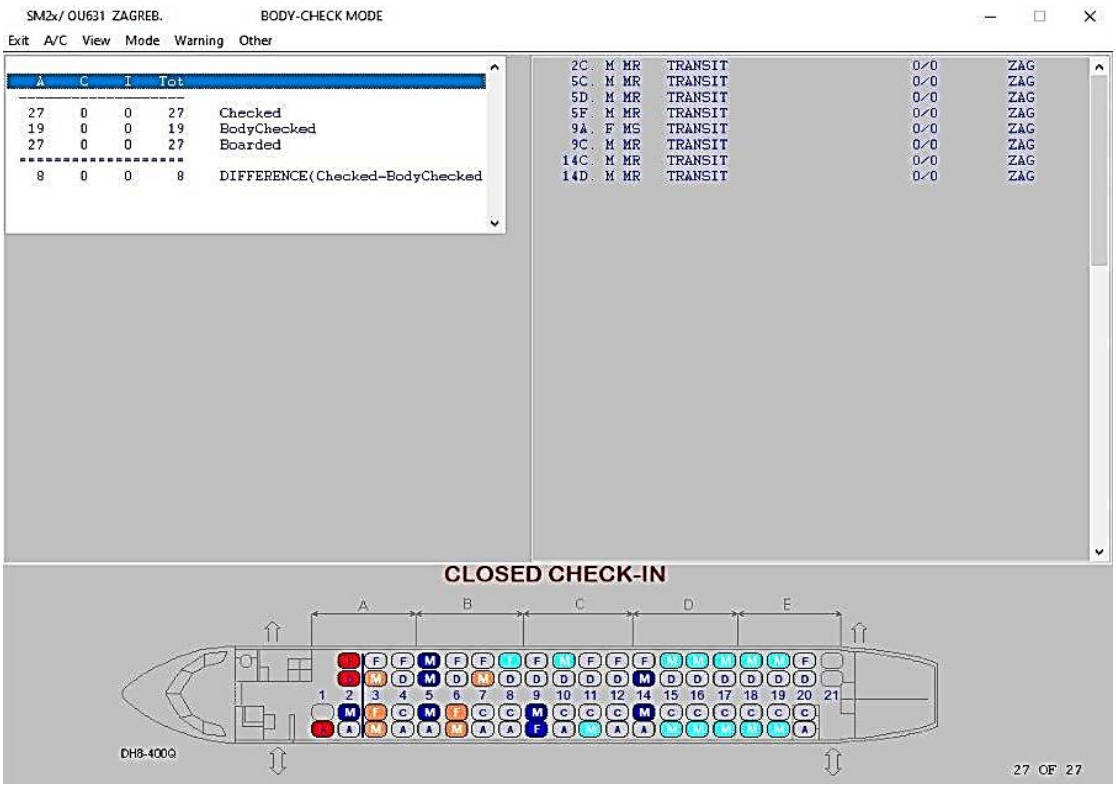
Slika 17. Primjer NOTOC-a, [13]

Informacije koje se objavljuju u NOTOC-u:

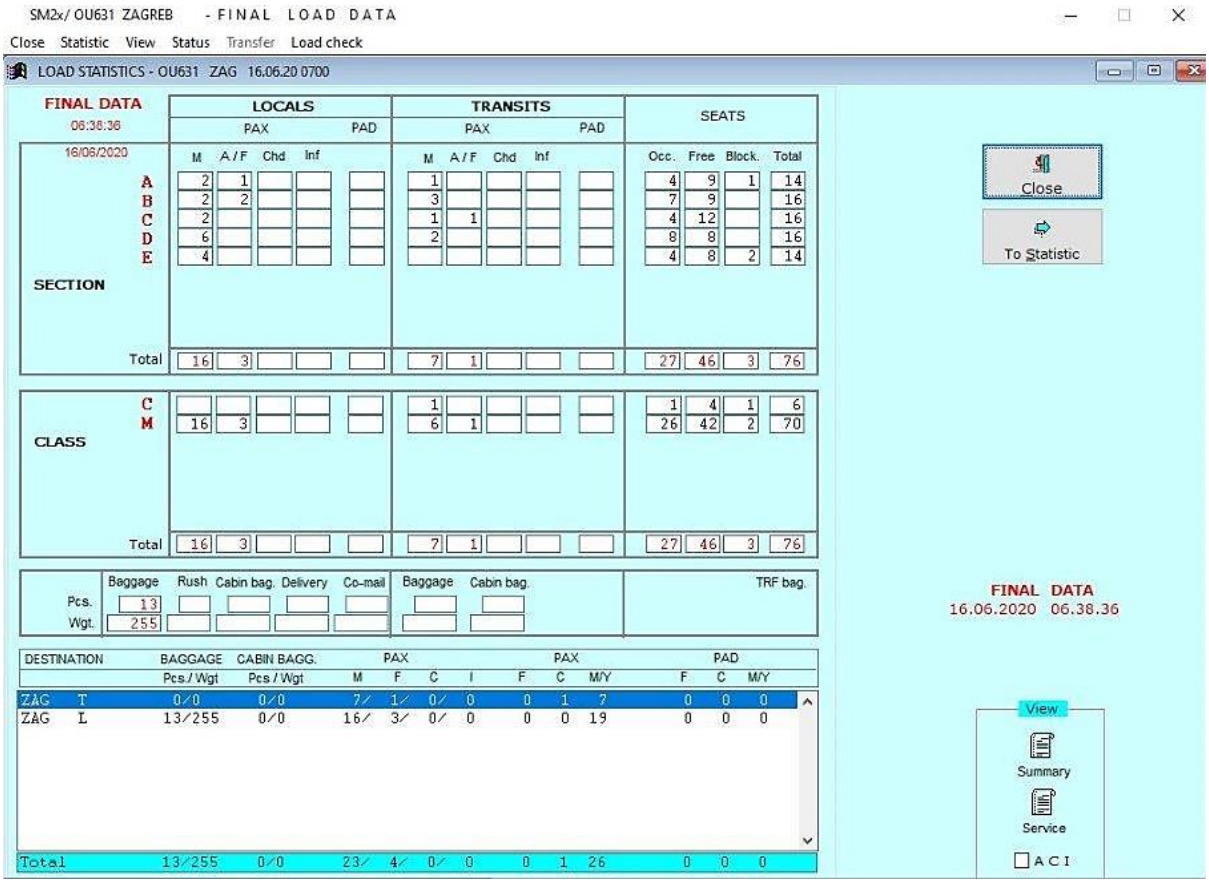
- vrsta robe
- ukrcajni prostor
- klasa ili divizija opasne robe
- odredišna stanica
- broj koleta i težina

Kada je proces registracije putnika i prtljage gotov, djelatnica u *space-u* zatvara let. U tom trenutku su podaci s registracije dostupni osobi koja izrađuje uravnoteženje i opterećenje zrakoplova za prijenos, što se može uočiti i po zelenom kružiću. Osoba zadužena za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova tada otvara zaslon *seating-a* s gotovim podacima o putnicima i prtljazi te ih prenosi u zrakoplov, pripremljen za izradu liste opterećenja i uravnoteženja i raspoređuje teret po prtljažnim odjeljcima. Točnu težinu tereta ima u BRS aplikaciji koja omogućava zbrajanje težine prtljage po prtljažnim odjeljcima.[12]

Zatvaranjem prijava za let osoblje koje izrađuje listu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova ima uvid u konačni popis i težinu putnika, težinu prtljage te raspored sjedenja, što je prikazano na slikama, slika 18., i slika 19.



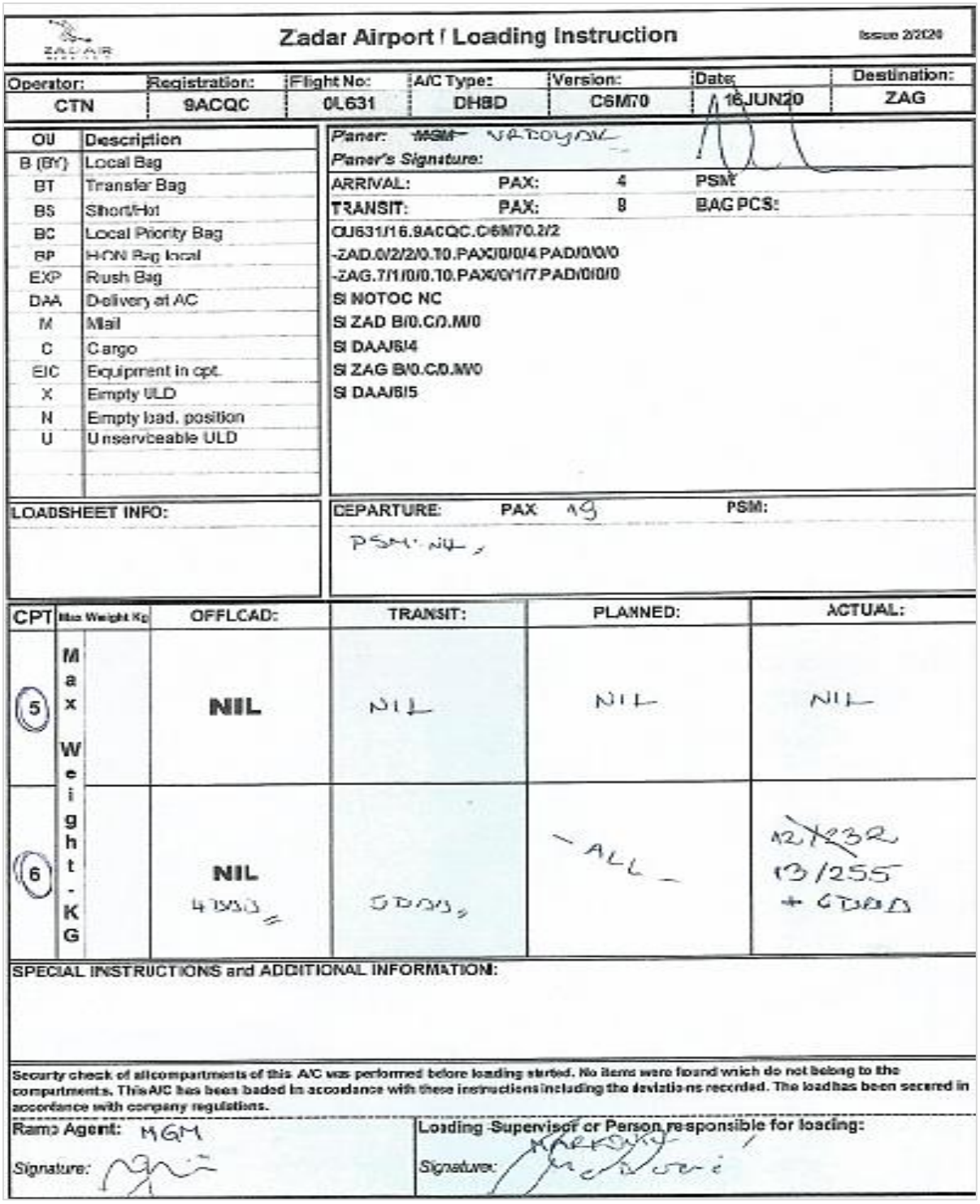
Slika 18. Raspored sjedenja putnika, [13]



Slika 19. Prikaz sjedenja lokalnih i tranzitnih putnika po sekcijama, [13]

Na slici 19., vidljiv je točan broj lokalnih i transfernih putnika i prtljage, sekcije kako sjede, zauzeta, slobodna, blokirana sjedala, klase putnika po kartama, te broj komada i težinu lokalne i tranzitne prtljage.

Lista ukrcaja i iskrcaja je izvještaj/nalog na kojem su prikazani podaci o ukrcaju/iskrcaju prtljage i tereta na pojedinom letu . Točnije, prikazan je raspored i količina prtljage i tereta u zrakoplovu na dolasku i odlasku.



Zadar Airport / Loading Instruction

Issue 2020

Operator:	Registration:	Flight No:	A/C Type:	Version:	Date:	Destination:
CTN	9ACQC	0L631	DH8D	C6M70	16JUN20	ZAG

OU	Description
B (BY)	Local Bag
BT	Transfer Bag
BS	Short/Hot
BC	Local Priority Bag
BP	HION Bag local
EXP	Rush Bag
DAA	Delivery at AC
M	Mail
C	Cargo
EIC	Equipment in cpt.
X	Empty ULD
N	Empty load. position
U	Unserviceable ULD

Paner: MGM VATOYOVIC
Paner's Signature:

ARRIVAL: PAX: 4 PSM:
TRANSIT: PAX: 9 BAG PCS:

OU631/16.9ACQC.C/6M70.2/2
-ZAD.0/2/2/0.10.PAX/0/0/4 PAD/0/0/0
-ZAG.7/1/0/0.10.PAX/0/1/7 PAD/0/0/0
SI NOTOC NC
SI ZAD B/0.C/0.M/0
SI DAAJ6/4
SI ZAG B/0.C/0.M/0
SI DAAJ6/5

LOADSHEET INFO:

DEPARTURE: PAX 19 PSM:
PSM: NIL

CPT	Max Weight Kg	OFFLOAD:	TRANSIT:	PLANNED:	ACTUAL:
5	Max Weight-KG	NIL	NIL	NIL	NIL
6		NIL 4130 =	5000 =	ALL	12232 13/255 + 6000

SPECIAL INSTRUCTIONS and ADDITIONAL INFORMATION:

Security check of allcompartments of this A/C was performed before loading started. No items were found which do not belong to the compartments. This A/C has been loaded in accordance with these instructions including the deviations recorded. The load has been secured in accordance with company regulations.

Ramp Agent: MGM
Signature:

Loading Supervisor or Person responsible for loading:
Signature:

Slika 20. Uputa ukrcaja/iskrcaja za zrakoplov DH8D zračnog prijevoznika Croatia Airlines, [13]

Važnost LIR-a je u prikazanom stvarnom stanju rasporeda prtljage i tereta, te o usklađenosti stvarnog ukrcaja i liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova.[12]

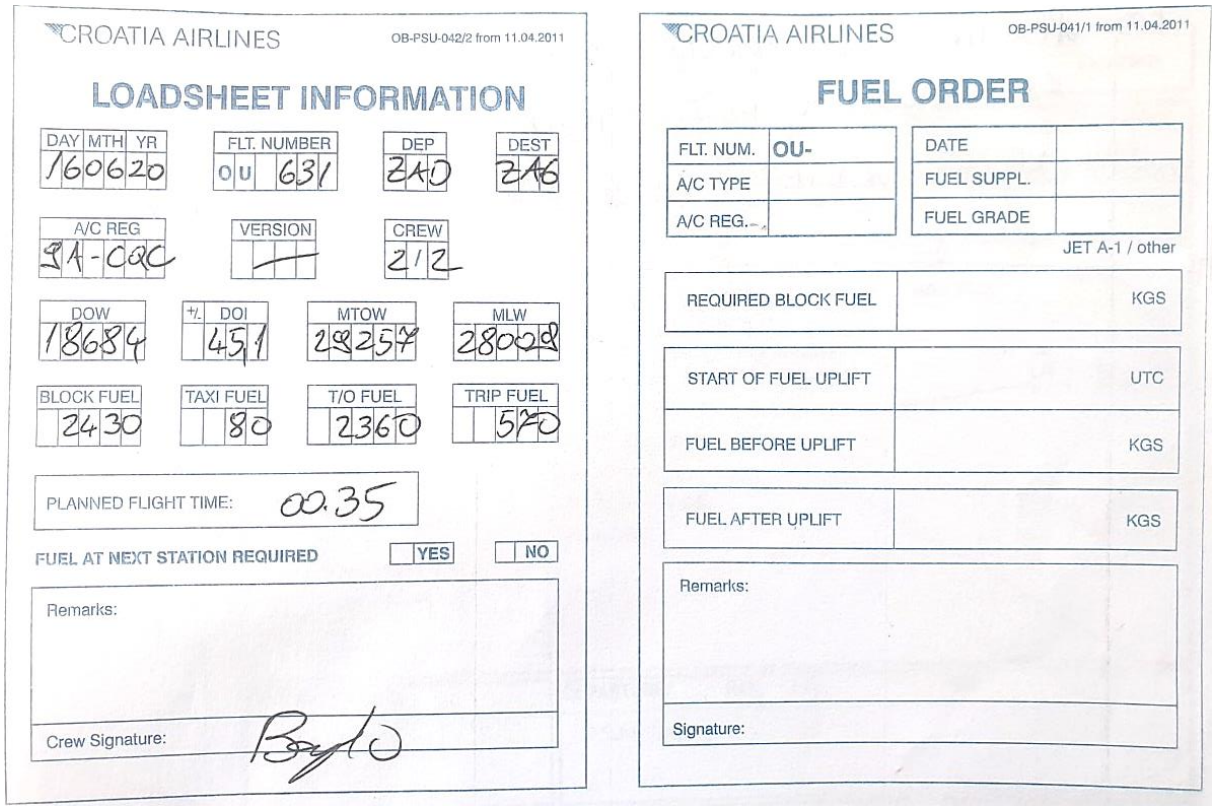
LIR potpisuje i popunjava osoba koja planira ukrcaj/iskrcaj zrakoplova. Druga osoba koja potpisuje LIR, je nadzornik iskrcaja i ukrcaja. Prema preporuci IATA-e potrebna su najmanje dva potpisa. Treća osoba koja potpisuje LIR je kontrolor opsluživanja čija je obveza usklađivanja stvarnog stanja na zrakoplovu (ukrcan teret i putnici vidljiv u PDA uređaju) i stanja u listi uravnoteženja i opterećenja.

Svaku promjenu potrebno je unijeti u LIR, bilo da se radi o iskrcaju i/ili ukrcaju, a ako se radi o ukrcajnim promjenama, istu je potrebno javiti osobi zaduženoj za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova i/ili kapetanu zrakoplova ako je lista uravnoteženja i opterećenja već predana na zrakoplov.

Tijekom prihvata i otpreme zrakoplova, odgovorni kontrolor opsluživanja popunjava *rampcheck* listu u PDA uređaju.

Obveza parkera grupovođe na tom letu je da supotpisom na instrukciju za utovar zrakoplova potvrdi da je prtljaga iskrcana i ukrcana u skladu s LIR-om.[12]

Prije uvida u centar težišta zrakoplova u programu DCS „As“, moraju se unijeti podaci o gorivu koji se dobiju od posade zrakoplova što je prikazano na slici 21.



CROATIA AIRLINES OB-PSU-042/2 from 11.04.2011

LOADSHEET INFORMATION

DAY	MTH	YR	FLT. NUMBER	DEP	DEST
16	06	20	OU 631	ZAO	ZAG

A/C REG	VERSION	CREW
9A-CQC	—	2/2

DOW	+/- DOI	MTOW	MLW
18684	451	229254	280029

BLOCK FUEL	TAXI FUEL	T/O FUEL	TRIP FUEL
2430	80	2360	570

PLANNED FLIGHT TIME: 00.35

FUEL AT NEXT STATION REQUIRED ☐ YES ☐ NO

Remarks:

Crew Signature: Boylo

CROATIA AIRLINES OB-PSU-041/1 from 11.04.2011

FUEL ORDER

FLT. NUM.	OU-	DATE	
A/C TYPE		FUEL SUPPL.	
A/C REG.		FUEL GRADE	

JET A-1 / other

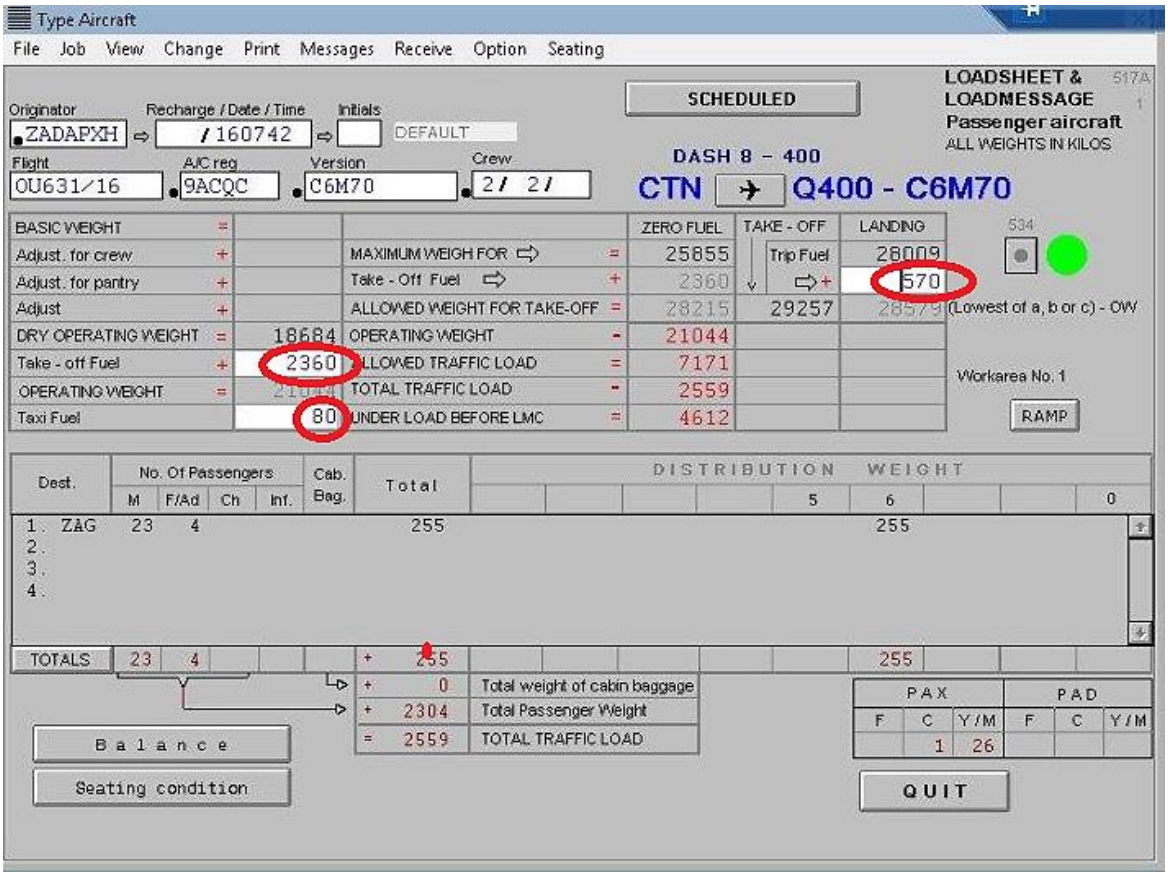
REQUIRED BLOCK FUEL	KGS
START OF FUEL UPLIFT	UTC
FUEL BEFORE UPLIFT	KGS
FUEL AFTER UPLIFT	KGS

Remarks:

Signature:

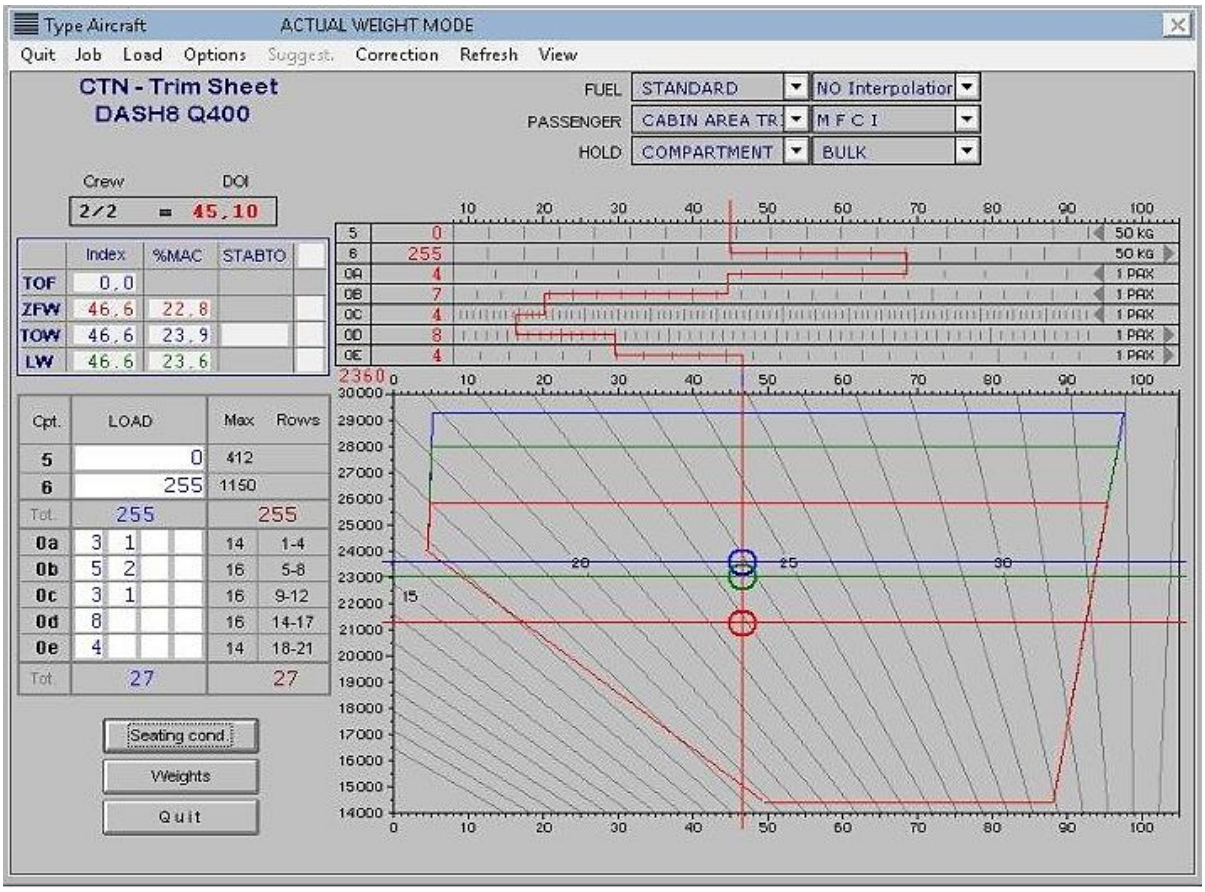
Slika 21. Podaci o gorivu dobiveni od posade zrakoplova, [13]

Nadalje, unosi se gorivo kao što je prikazano na slici 22.



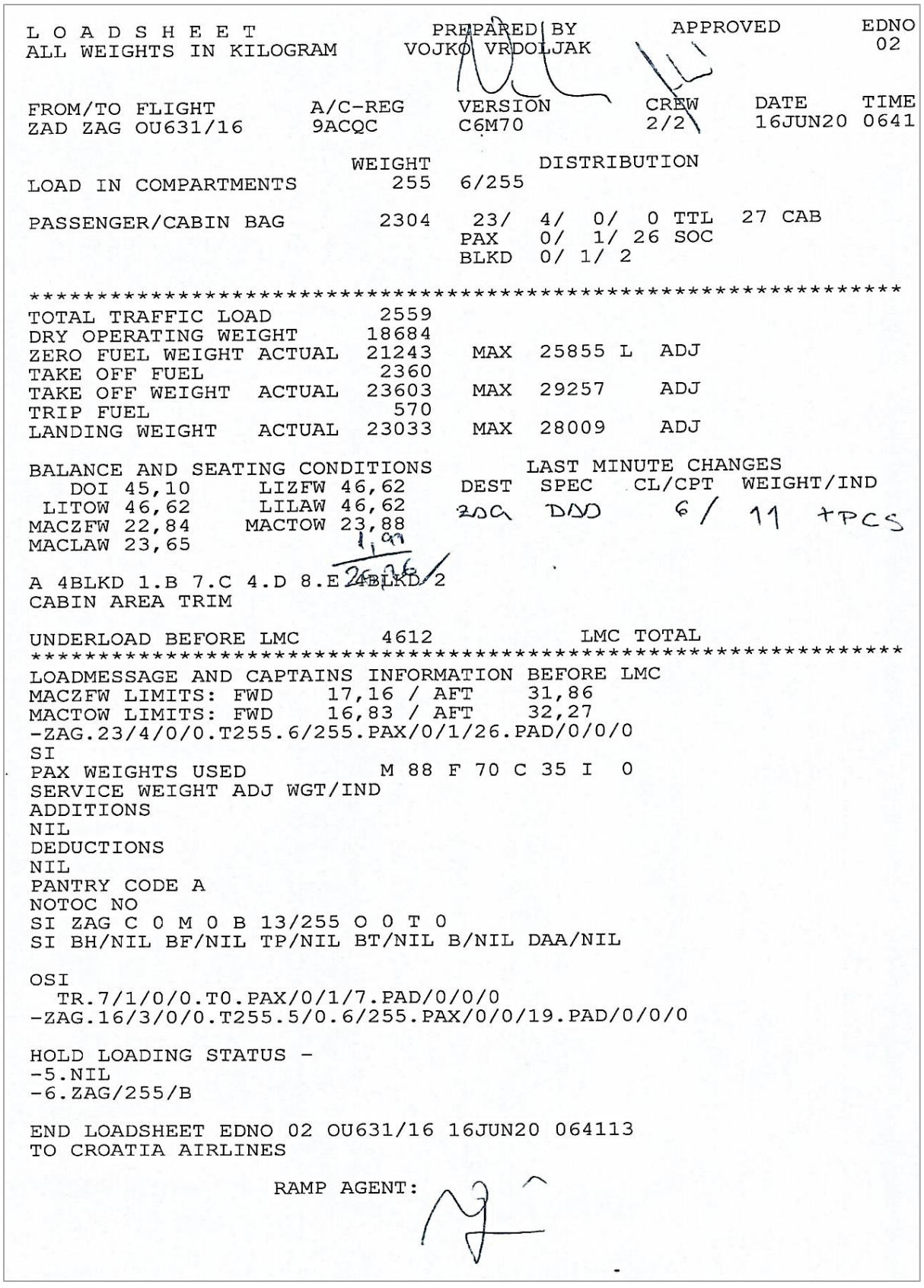
Slika 22. Prikaz upisivanja goriva, [13]

Nakon unošenja podataka o gorivu pritiskom na tipku *balance* otvara se novi prozor u kojem se može vidjeti graf uravnoteženja i opterećenja zrakoplova, te da li trenutne vrijednosti prelaze maksimalne dopuštene, to jest da li je težište zrakoplov unutar ili izvan dopuštenih vrijednosti da bi zrakoplov bio siguran kako prilikom polijetanja, krstarenja pa tako i slijetanja, kao što je prikazano na slici 23.



Slika 23. Prikaz težišta zrakoplova nakon upisa goriva, [13]

Kada su uneseni podatci o gorivu te provjerili da li su nam sve vrijednosti unutar propisanih granica, slijedi ispis liste uravnoteženja i opterećenja, prikazano na slici 24.



```
L O A D S H E E T                    PREPARED BY        APPROVED        EDNO
ALL WEIGHTS IN KILOGRAM              VOJKO VRDOLJAK                      02

FROM/TO FLIGHT        A/C-REG     VERSION        CREW     DATE     TIME
ZAD ZAG OU631/16      9ACQC       C6M70          2/2      16JUN20  0641

                              WEIGHT        DISTRIBUTION
LOAD IN COMPARTMENTS            255  6/255

PASSENGER/CABIN BAG            2304   23/  4/  0/  0 TTL  27 CAB
                                      PAX   0/  1/ 26 SOC
                                      BLKD  0/ 1/ 2

**************************************************************
TOTAL TRAFFIC LOAD             2559
DRY OPERATING WEIGHT          18684
ZERO FUEL WEIGHT ACTUAL       21243    MAX  25855 L  ADJ
TAKE OFF FUEL                  2360
TAKE OFF WEIGHT  ACTUAL       23603    MAX  29257    ADJ
TRIP FUEL                       570
LANDING WEIGHT   ACTUAL       23033    MAX  28009    ADJ

BALANCE AND SEATING CONDITIONS        LAST MINUTE CHANGES
   DOI 45,10      LIZFW 46,62         DEST  SPEC   CL/CPT  WEIGHT/IND
 LITOW 46,62      LILAW 46,62         ZAG   DOO    6/ 11  +PCS
MACZFW 22,84     MACTOW 23,88
MACLAW 23,65

A 4BLKD 1.B 7.C 4.D 8.E 4BLKD 2
CABIN AREA TRIM

UNDERLOAD BEFORE LMC           4612              LMC TOTAL
**************************************************************
LOADMESSAGE AND CAPTAINS INFORMATION BEFORE LMC
MACZFW LIMITS: FWD    17,16 / AFT    31,86
MACTOW LIMITS: FWD    16,83 / AFT    32,27
-ZAG.23/4/0/0.T255.6/255.PAX/0/1/26.PAD/0/0/0
SI
PAX WEIGHTS USED              M 88 F 70 C 35 I  0
SERVICE WEIGHT ADJ WGT/IND
ADDITIONS
NIL
DEDUCTIONS
NIL
PANTRY CODE A
NOTOC NO
SI ZAG C 0 M 0 B 13/255 O 0 T 0
SI BH/NIL BF/NIL TP/NIL BT/NIL B/NIL DAA/NIL

OSI
  TR.7/1/0/0.T0.PAX/0/1/7.PAD/0/0/0
-ZAG.16/3/0/0.T255.5/0.6/255.PAX/0/0/19.PAD/0/0/0

HOLD LOADING STATUS -
-5.NIL
-6.ZAG/255/B

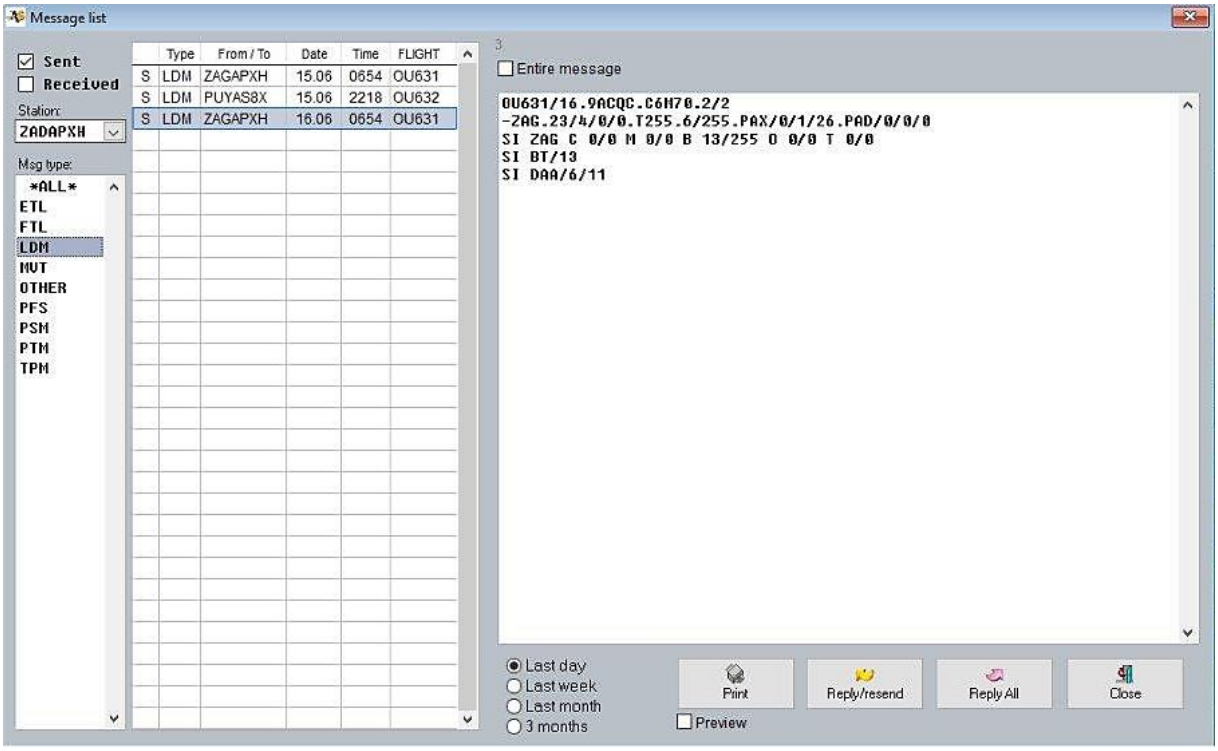
END LOADSHEET EDNO 02 OU631/16 16JUN20 064113
TO CROATIA AIRLINES

                    RAMP AGENT:
```

Slika 24. Elektronska izrada liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova, [13]

Osoblje koje radi uravnoteženje i opterećenje zrakoplova u operativnom centru ispisuje listu uravnoteženja i opterećenja u tri primjerka, predaje kontroloru opsluživanja. Kontrolor opsluživanja po tom dokumentu kontrolira opsluživanje zrakoplova, te predaje kapetanu na potpis. Dokument se čuva tri mjeseca u *trip file-u*.

Na slici 25. prikazana je odlazna poruka u obliku LDM s aerodroma iz Zadar prema aerodromu u Zagrebu. Slanjem odlazne LDM poruke završava procedura oko dokumentacije potrebne za let.



Slika 25. Prikaz odlazne poruke s aerodroma u Zadru prema aerodromu u Zagrebu, [13]

4.6. Unaprjeđenje procesa uravnoteženja i opterećenja zrakoplova na Zračnoj luci Zadar

Tijekom boravka na Zračnoj luci Zadar, napravljena je analiza procesa uravnoteženja i opterećenja zrakoplova te se može konstatirati da je ista na zadovoljavajućoj razini i u potpunosti primjenjiva za zračnu luku takve veličine prema broju putnika i operacija zrakoplova. U svrhu unaprjeđenja procesa uravnoteženja i opterećenja zrakoplova na Zračnoj luci Zadar, postoji dodatna mogućnost implementacije sustava za ispis liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova u automobilu pokraj zrakoplova čime bi se uštedjelo vrijeme koje se

gubi ispisom liste uravnoteženja i opterećenja u uredu i nošenjem liste iz ureda do zrakoplova na stajanci. Nadalje, implantacijom takvog sustava, izbjegao bi se odlazak kontrolora opsluživanja od zrakoplova tijekom procesa prihvata i otpreme zrakoplova te gubitak nadzora nad procesom utovara/istovara što je njegov glavni posao. Odlazak kontrolora opsluživanja po listu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova, otvara mogućnost rizika od nekontroliranog utovara LMC prtljage, tereta i pošte bez evidencije te u slučaju veće mase i moguće nesreće uzrokovane krivim izračunom centra težišta zrakoplova.

5. Aktivnosti uravnoteženja i opterećenja zrakoplova u slučaju ne funkcionalnosti DCS „As“-Niko sustava na Zračnoj luci Zadar

U Zračnoj luci Zadar za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova koristi se sustav DCS (engl. *Departure Control System*) „AS“– Niko. U navedenom programu licencirano osoblje za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova koje izrađuje listu uravnoteženja i opterećenja za zračne prijevoznike „Croatia Airlines“, „Luxair“, i „Lot“. Zračni prijevoznici poput „easyJet“ sami izrađuju listu te im se samo dostavljaju podaci o broju putnika i prtljage. Zračni prijevoznici poput „Germanwings“ i „Ryanair“ listu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova rade u svom internom sustavu u kokpitu, prosljeđuje im se broj putnika i prtljage, dok „Lufthansa“ za svoje zrakoplove radi listu iz svojih ureda diljem svijeta u sustavu „Amadeus Altea“.[12]

5.1. Plan u slučaju otkazivanja sustava DCS „As“-Niko

U slučaju otkaza DCS-a potrebno je prikupiti što više podataka koji omogućuju daljnji proces rada. U programu „Gregor“ se nalaze svi dokumenti zračnih prijevoznika i pristupne šifre potrebne za pripremu izrade ručnog uravnoteženja i opterećenja zrakoplova. S voditeljicom smjene putničkog prihvata i otpreme dogovara se način dobivanja konačnih podataka za let.

5.2. Kontrola uravnoteženja i opterećenja zrakoplova ručnim putem

Kada u računalnom sustavu, namijenjenom kontroli uravnoteženja i opterećenja zrakoplova, nisu upisani odgovarajući tehnički podaci za određeni tip i verziju zrakoplova odgovarajućeg operatora za čije zrakoplove sukladno SGHA ugovoru Zračna luka Zadar obavlja uslugu izrade liste uravnoteženja i opterećenja ili je korištenje računalnog sustava onemogućeno, lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova se mora izraditi ručno, prikazano na slici 26. U tom smislu potrebno je za svaki tip i verziju zrakoplova, svakog operatora čiji zrakoplovi slijeću u Zračnu luku Zadar, imati određeni broj tiskanica lista uravnoteženja i opterećenja namijenjenih ručnom upisu podataka i statusu uravnoteženja zrakoplova ili imati pristup internet stranicama zračnih prijevoznika s kojih će biti ispisane aktualne ručne liste uravnoteženja i opterećenja.[12]

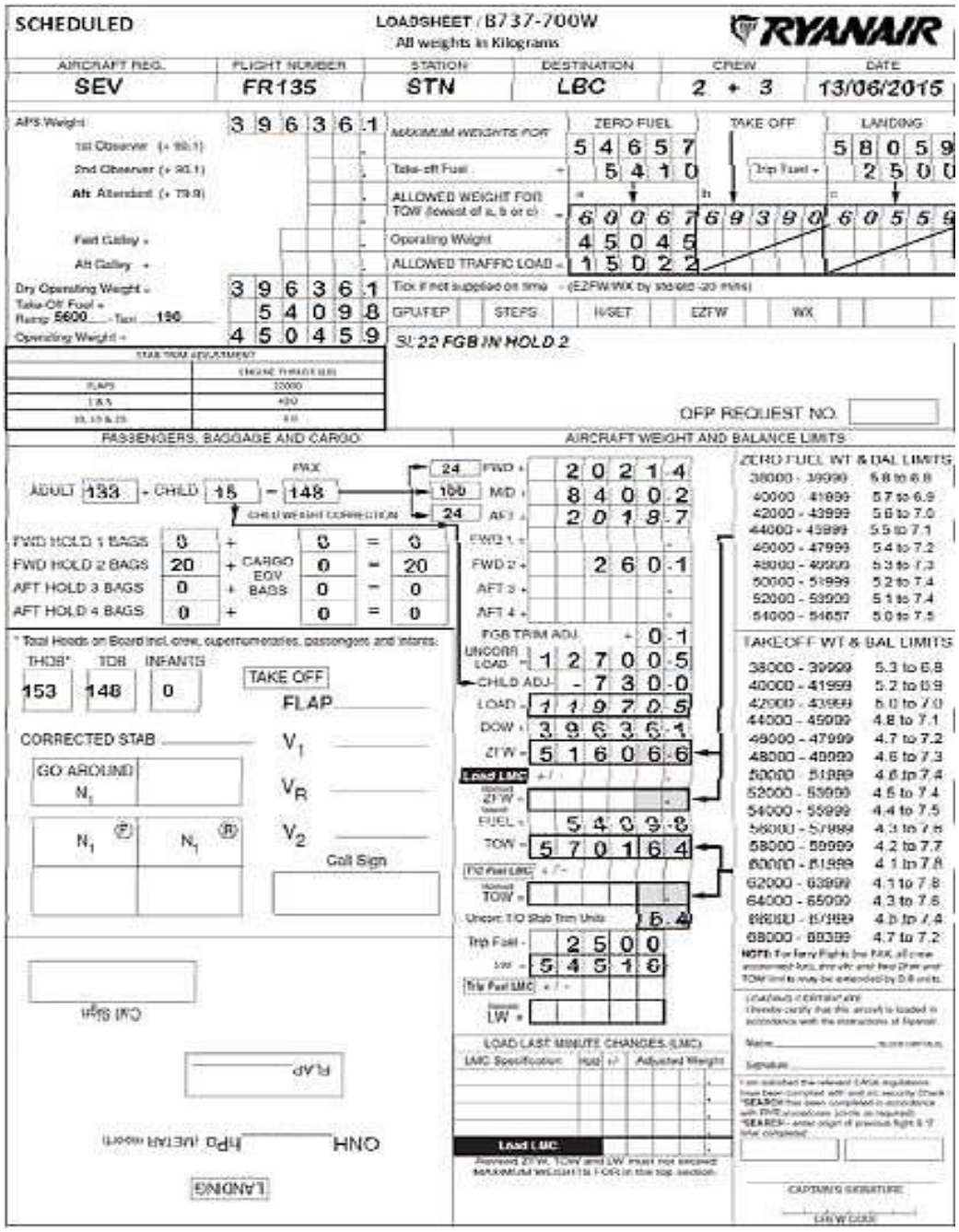
Standardni IATA format tog dokumenta podrazumijeva podjelu istog na dvije cjeline:

- prva je namijenjena upisu odgovarajućih masa u posebna, za to predviđena polja, odnosno izračunu stvarnih masa zrakoplova bez goriva, na polijetanju, te na slijetanju
- druga centraži zrakoplova grafičkom ili (kod nekih operatora) indeksnom metodom, odnosno utvrđivanju položaja centra težišta zrakoplova u odnosnu na stvarne mase, te stvarni raspored putnika, prtljage i tereta u zrakoplovu.

Osoba koja radi uravnoteženje i opterećenje zrakoplova prilikom ručne izrade liste uravnoteženja i opterećenja:

- Unosi i provjerava osnovne podatke određenog zrakoplova određenog zračnog prijevoznika;
- Izračunava preliminarnu listu uravnoteženja i opterećenja u svrhu planiranja rasporeda putnika i plana ukrcaj;
- Unosi dobivene podatke o gorivu (trip i take off fuel), podatke o putnicima, prtljazi i teretu (kod tranzitnog leta i podatke u tranzitu) i izračunava stvarne mase;
- Raspoređuje težinu prtljage i tereta, unosi raspored putnika po sekcijama, a zatim iscrtava graf ili izračunava indekse i druge podatke ovisno o metodi uravnoteženja i opterećenja;
- Uvrštava u listu uravnoteženja i opterećenja putnike koji putuju na sjedalu za posadu po proceduri zračnog prijevoznika;
- Kod prihvata i otpreme zrakoplova opremljenog s jediničnim sredstvima utovara (ULD, palete), raspoređuje teret po jedinicama i njihov smještaj u zrakoplovu

Ako se koriste liste ispisane s internet stranica zračnog prijevoznika nije potrebna periodična provjera istih dok kod dostavljenih praznih obrazaca, potrebno je najmanje dva puta godišnje provjeriti ispravnost istih.[12]



Slika 26. Ručno izrađena lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova, [13]

5.3. Ručne aktivnosti nakon odlaska zrakoplova

Bez obzira na to što je došlo do otkazivanja DCS-a sve poruke i podaci o putnicima, prtljazi i ostalom specijalnom teretu moraju na neki način biti dostavljene zračnoj luci dolaska, kao i zračnom prijevozniku, te se ove poruke uvijek moraju poslati (putem elektronske pošte, faxa, telefonom ili na neki drugi način).[12]

6. ZAKLJUČAK

Svrha istraživanja u ovom završnom radu bila je opisati i objasniti osnovne elemente vezane za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova, prikazati i analizirati postojeće procese uravnoteženja i opterećenja zrakoplova na Zračnoj luci Zadar, opisati sustav koji se koristi, objasniti proces izrade liste uravnoteženja i opterećenja, prikazati raspodjelu poslova, te tijek distribucije informacija. Cilj istraživanja je uvidom u problematiku sustava te analizom postojećeg stanja procesa uravnoteženja i opterećenja zrakoplova, ukoliko je potrebno, ponuditi prijedloge i ideje u svrhu unaprjeđenja procesa uravnoteženja i opterećenja zrakoplova na Zračnoj luci Zadar.

U radu su prikazani i objašnjeni svi parametri vezani za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova, točno je opisan cjelokupni postupak uravnoteženja i opterećenja zrakoplova na Zračnoj luci Zadar na konkretnom primjeru leta OU631 iz Zadra za Zagreb, od samog odabira tipa zrakoplova, registracije te konfiguracije posade do slanja odlazne poruke o teretu prema odredišnom aerodromu.

Tijekom pisanja završnog rada obilaskom i boravkom u samom uredu za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova na Zračnoj luci Zadar dalo se primijetiti da se procesi provode po točno propisanim pravilima, sustavi izvrsno funkcioniraju, osoblje koje radi na procesu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova licencirano je i obučeno, sve potrebne informacije stižu na vrijeme kako bi sami proces bio što precizniji i brži te nema zastoja i grešaka u komunikaciji.

Uvidom u postojeće procese uravnoteženja i opterećenja zrakoplova, te analizom stanja na Zračnoj luci Zadar zaključuje se da zračni prijevoznici sve više teže centraliziranju izrade liste uravnoteženja i opterećenja, imaju svoje liste uravnoteženja i opterećenja koje izrađuju u samom kokpitu zrakoplova te nema potrebe za većim ulaganjima u novu tehnologiju na Zračnoj luci Zadar u svrhu unaprjeđenja procesa uravnoteženja i opterećenja zrakoplova. Jedan od prijedloga za unaprjeđenje procesa uravnoteženja i opterećenja je mogućnost izrade liste uravnoteženja i opterećenja u automobilu pokraj zrakoplova, gdje bi se sami proces ubrzao iz razloga zato što osoblje iz ureda ne bi moralo nositi izrađenu listu za uravnoteženje i opterećenje do kontrolora opsluživanja koji se cijelo vrijeme nalazi uz zrakoplov, no mnogi zračni prijevoznici traže dva različita potpisa na listi uravnoteženja i opterećenja zrakoplova od strane Zračne luke Zadar pa je upitno koliko bi ulaganje u vozilo u kojem se može printati lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova zapravo unaprijedilo, odnosno ubrzalo sami proces uravnoteženja i opterećenja zrakoplova.

Literatura

[1] Steiner, S., Vidović, A., Bajor, I., Pita, O., Štimac, I.,: Zrakoplovna prijevozna sredstva I., Fakultet Prometnih znanosti, Zagreb, 2008.

[2] Portal Ministarstva vanjskih i europskih poslova. Preuzeto sa: http://ie.mvep.hr/print.aspx?id=10318&itemId=50430&lang=2 [Pristupljeno: kolovoz 2020.]

[3] Jirasek, D.,: Težine i uravnoteženje zrakoplova., Zračna luka Zagreb, Zagreb, 1998.

[4] Portal Opušteno. Preuzeto sa: https://opusteno.rs/umetnost-f131/kako-nacrtati-avion-t21345.html [Pristupljeno: kolovoz 2020.]

[5] Krvavica, Z.: Proces uravnoteženja i opterećenja zrakoplova Airbus A319 prijevoznika Croatia Airlines, Završni rad, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2018., Zagreb

[6] Bračić, M., Pavlin, S.: Tehnologija prihvata i otpreme zrakoplova, Radni materijal kolegija Tehnologija prihvata i otpreme zrakoplova, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014.

[7] Nastavni materijali: Uravnoteženje i opterećenje, Dr.sc. Igor Štimac, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2016

[8] Portal Smartcockpit. Preuzeto sa: http://www.smartcockpit.com/docs/Getting_To_Grips_With_Weight_and_Balance.pdf [Pristupljeno: kolovoz 2020.].

[9] Majić, Z., Pavlin, S., Škurla Babić, R.: Tehnologija prihvata i otpreme tereta u zračnom prometu, FPZ, Zagreb, 2010.

[10] Croatia Airlines: Ground Operations Manual, Zagreb, 2017

[11] Ured za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova, Međunarodna zračna luka Zagreb, 2020.

[12] Operativni priručnik zračne luke Zadar, Zadar, 31.08.2018

[13] Ured za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova Zračne luke Zadar Zadar, 2019.

Popis slika

Slika 1. Sile koje djeluju na zrakoplov u letu 4
Slika 2. Momenti oko osi zrakoplova 5
Slika 3. Mase zrakoplova i njihov međusobni odnos 9
Slika 4. Dijagram dopuštenog položaja težišta zrakoplova 11
Slika 5. Prikaz putničkog manifesta 15
Slika 6. Prikaz teretnog manifesta 16
Slika 7. Zrakoplovni teretni list - AirWay Bill, Croatia Airlines 18
Slika 8. Uputa ukrcaja/iskrcaja za zrakoplov Airbus A319 zračnog prijevoznika Croatia Airlines 20
Slika 9. PDA uređaj za praćenje utovara zrakoplova 25
Slika 10. Elektronska izrada liste uravnoteženja i opterečenja zrakoplova 30
Slika 11. Uputa ukrcaja/iskrcaja za zrakoplov DH8D zračnog prijevoznika Croatia Airlines 32
Slika 12. Otvaranje baze podataka za pojedini let 33
Slika 13. Odabir tipa zrakoplova, registracije te konfiguracije posade 34
Slika 14. Lista putnika 34
Slika 15. Prikaz SOM poruke primljene s aerodroma iz Pule 35
Slika 16. Prikaz LDM poruke primljene s aerodroma iz Pule 36
Slika 17. Primjer NOTOC-a 36
Slika 18. Raspored sjedenja putnika 37
Slika 19. Prikaz sjedenja lokalnih i tranzitnih putnika po sekcijama 38
Slika 20. Uputa ukrcaja/iskrcaja za zrakoplov DH8D zračnog prijevoznika Croatia Airlines 39
Slika 21. Podaci o gorivu dobiveni od posade zrakoplova 40
Slika 22. Prikaz upisivanja goriva 41
Slika 23. Prikaz težišta zrakoplova nakon upisa goriva 42
Slika 24. Elektronska izrada liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova 43
Slika 25. Prikaz odlazne poruke s aerodroma u Zadru prema aerodromu u Zagrebu 44
Slika 26. Ručno izrađena lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova 48

Popis tablica

Tablica 1. Ulazni podaci za izradu liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova OU631 29
Tablica 2. Podaci za izradu liste utovara za zrakoplov na letu OU631 31

Popis grafikona

Grafikon 1. Prikaz prikupljanja informacija 27

Popis kratica

ADL (*addition / deletion*)- Lista izmjena i dopuna na PNL listi

AHM 560 (*Aircraft Handling Manual*)- Priručnik o tipu zrakoplova

ALM (*Actual Landing Mass*) - Stvarna masa kod slijetanja

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

BEM (*Basic Empty Mass*)- Osnovna masa praznog zrakoplova

BM (*Basic Mass*)- Osnovna masa zrakoplova

BRS **(***Baggage Reconciliation System*)- Sustav uparivanja prtljage

CG (*Center of Gravity*)- Centar gravitacije

DCS (*Departure Control System*)- Sustav za kontrolu odlaska

DOI (*Dry Operating Indeks*)- Operativni indeks

DOM (*Dry Operating Mass*)- Suha operativna masa

FOM (*Flight Operation Manual*)- Priručnik za let

GOM (*Ground Operation Manual*)- Priručnik za zemaljski rad

IATA (*International Air Transport Association*)- Međunarodno udruženje zračnih prijevoznika

LDM (*Aircraft Load Message*)- Poruka o teretu

LIR (*Loading Instruction Report*)- Instrukcija utovara zrakoplova

MAC (*Mean Aerodynamic Chord)*- Srednja aerodinamička tetiva

MBRM (*Maximum Brake Release Mass*)- Maksimalna masa u momentu puštanja kočnica

MDRM (*Maximum Design Ramp Mass*)- Najveća konstrukcijska masa zrakoplova na stajanci

MDTM (*Maximum Design Taxi Mass*)- Maksimalna masa zrakoplova za taksiranje

MEM (*Manufacturer Empty Mass*)- Proizvođačeva masa praznog zrakoplova

MTOM (*Maximum Design Take-Off Mass*)- Maksimalna masa zrakoplova pri polijetanju

MZFM (*Maximum Zero Fuel Mass*)- Najveća konstruktivna masa zrakoplova bez goriva

NOTOC (*Notification to captain*)- Obavijest za kapetana

OM (*Operating Mass*)- Operativna masa

PDA (*Personal Digital Assistant*)- Dlanovnik

PNL (*Passenger Name List*)- Lista putnika

RCL (*Ramp Check List*)- Lista kontrole ukrcaja

SGHA (*Standard Ground Handling Agreement*)- Standardizirani ugovor

SITA (*Société Internationale de Télécommunications Aéronautiques*)- Međunarodna udruga za telekomunikacije u zračnom prometu

SOM (*Seat occupied message*)- Poruka o zauzetim sjedalima

SOM (*Station Operation Manual*)- Operativni priručnik za postaju

ULD (*Unit Load Device*)- Jedinično sredstvo utovara