

Specifičnosti prihvata i otpreme opasne robe u procesu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova

Matulić, Lana

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

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:119:346935>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-11**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

Lana Matulić

**SPECIFIČNOSTI PRIHVATA I OTPREME OPASNE ROBE U
PROCESU URAVNOTEŽENJA I OPTEREĆENJA
ZRAKOPLOVA**

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2018.

Zagreb, 19. ožujka 2018.

Zavod: **Zavod za zračni promet**
Predmet: **Osnove tehnike zračnog prometa**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 4514

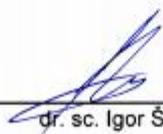
Pristupnik: **Lana Matulić (0135232363)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Zračni promet**

Zadatak: **Specifičnosti prihvata i otpreme opasne robe u procesu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova**

Opis zadatka:

U radu je potrebno definirati ključne parametre koji se koriste kod uravnoteženja i opterećenja zrakoplova te dokumentaciju koja je potrebna da se kvalitetni izračun opterećenja i uravnoteženja zrakoplova realizira. Nadalje, potrebno je definirati opasnu robu, navesti kategorije iste te pojasniti detaljnije svaku od klasa (1-9). Na primjeru studije slučaja zrakoplova A320 potrebno je prikazati izradu plana utovara u kojem je sadržana opasna roba, napraviti analizu njene kompatibilnosti u odnosu na bagažnike gdje se ista planira ukrcati te prikazati izrađenu listu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova A320 s opasnom robom.

Mentor:



dr. sc. Igor Štimac

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

**SPECIFIČNOSTI PRIHVATA I OTPREME OPASNE ROBE U
PROCESU URAVNOTEŽENJA I OPTEREĆENJA
ZRAKOPLOVA**

**ASPECTS OF THE DANGEROUS GOODS HANDLING IN
THE AIRCRAFT WEIGHT AND BALANCE PROCESS**

Mentor: Dr. sc. Igor Štimac

Student: Lana Matulić

JMBAG: 0135232363

Zagreb, srpanj 2018.

SAŽETAK

U ovom završnom radu navedeni su i objašnjeni svi pojmovi vezani za proces uravnoteženja i opterećenja zrakoplova. Na zrakoplov u letu djeluju sile i momenti koji omogućuju stabilnost zrakoplova. Prikupljanjem svih podataka te potrebne dokumentacije, ured za uravnoteženje i opterećenje može napraviti plan utovara te listu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova za određeni zrakoplov. Preduvjet za pravilnu izradu liste uravnoteženja i opterećenja su mase zrakoplova koje ne smiju biti prekoračene zbog sigurnosti leta te centra težišta zrakoplova. Definirana je opasna roba te je navedena i objašnjena njezina klasifikacija. Paketi opasne robe moraju biti pravilno zapakirani, obilježeni i označeni. Na kraju rada je izrađena studija slučaja u kojoj su prikazani plan utovara opasne robe i lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova A320 gdje je prikazan pravilan utovar prema IATA DGR tablici razdvajanja.

KLJUČNE RIJEČI: uravnoteženje i opterećenje; sigurnost; plan utovara; lista uravnoteženja i opterećenja; opasna roba; IATA DGR tablica razdvajanja

SUMMARY

In this final work, all the terms related to the process of weight and balance are listed and explained. There are forces and moments that affect on the aircraft on the fly for the stability of the aircraft. By collecting all the information's and required documentation, the Load Control Office can compile the Loading Instruction and the Loadsheets for a particular aircraft. Precondition for the proper making of the Loadsheets are the masses of the aircraft that must not be exceeded for flight safety and the centre of gravity of the aircraft. Dangerous goods are defined, and its classification is specified and explained. Packages of dangerous goods must be properly packed, marked and labelled. At the end of the work, a Case study was presented in which the Loading Instruction and the Loadsheets of the A320 aircraft is presented, showing the proper loading of dangerous goods according to IATA DGR separation table.

KEY WORDS: weight and balance; safety; Loading Instruction; Loadsheets; dangerous goods; IATA DGR separation table

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREGLED OSNOVNIH POSTAVKI URAVNOTEŽENJA I OPTEREĆENJA ZRAKOPLOVA	2
2.1. AERODINAMIČKE SILE I MOMENTI.....	2
2.2. MASE ZRAKOPLOVA.....	3
2.2.1. KONSTRUKCIJSKE MASE ZRAKOPLOVA	3
2.2.2. STVARNE MASE ZRAKOPLOVA.....	4
2.2.3. OPERATIVNE MASE ZRAKOPLOVA.....	5
2.2.4. OSTALE MASE VAŽNE ZA URAVNOTEŽENJE I OPTEREĆENJE ZRAKOPLOVA.....	5
2.3. TEŽIŠTE ZRAKOPLOVA	6
2.4. NARUŠAVANJE LETAČKIH KARAKTERISTIKA ZRAKOPLOVA.....	8
3. DOKUMENTACIJA POTREBNA ZA URAVNOTEŽENJE I OPTEREĆENJE ZRAKOPLOVA	10
4. DEFINIRANJE OPASNE ROBE I SPECIFIČNOST NJENE KOMPATIBILNOSTI.	16
4.1. KLASIFIKACIJA OPASNE ROBE	16
4.2. MANIPULACIJA OPASNOM ROBOM	26
4.3. RAZDVAJANJE OPASNE ROBE.....	30
4.4. POSLJEDICE NEPRAVILNOG RAZDVAJANJA OPASNE ROBE.....	35
5. PLANIRANJE UTOVARA OPASNE ROBE NA STUDIJU SLUČAJA ZRAKOPLOVA A320	37
6. ZAKLJUČAK.....	46
LITERATURA	47
POPIS KRATICA	48
POPIS SLIKA	51
POPIS TABLICA.....	52

1. UVOD

Prihvat i otprema zrakoplova podrazumijeva svaku aktivnost na zemlji koju je potrebno napraviti kako bi zrakoplov uspješno poletio odnosno sletio.

Uravnoteženje i opterećenje zrakoplova (engl. *Weight and Balance*) je jedan od najvažnijih čimbenika koji utječu na sigurnost i ekonomičnost leta. Obavlja se prije svakog leta bez obzira na njegov karakter. Pretežak zrakoplov ili zrakoplov kojem je centar težišta izvan dozvoljenih granica, postaje teško upravljiv i opasan za let, što može dovesti do nesreće uzrokovane pogrešnim uravnoteženjem i opterećenjem.

U ovom završnom radu su navedeni i objašnjeni osnovni parametri vezani za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova. Na ravnotežu zrakoplova utječu aerodinamičke sile uzgona, otpora, potisak ili vučna sila te težina. Uz navedene sile, na ravnotežu zrakoplova djeluje i moment.

Nadalje je spomenuta i objašnjena dokumentacija potrebna uredu za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova (engl. *Load Control Office*) kako bi uspješno izradili plan utovara (engl. *Loading Instruction*) te listu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova (engl. *Loadsheet*) za svaki let. Nakon izrade navedenih dokumenata, ured za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova iste predaje kontroloru opsluživanja, a on ih prosljeđuje kapetanu zrakoplova.

Predmet završnog rada je navesti specifičnosti prihvata i otpreme opasne robe u procesu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova te objasniti specifičnosti utovara opasne robe. Opasna roba je podijeljena u devet klasa te predstavlja značajan rizik za zdravlje i sigurnost ljudi, okoliš te infrastrukturu tijekom prijevoza te je, prilikom manipulacije, potrebno paziti na nekompatibilnost pojedinih vrsta roba.

Sigurnost zrakoplova uvelike ovisi o pravilnom raspoređivanju tereta u zrakoplovne odjeljke. Poseban naglasak je stavljen na razdvajanje opasne robe prilikom utovara u teretne odjeljke, sukladno IATA DGR pravilima. Svi paketi koji sadrže opasnu robu moraju biti propisno zapakirani te obilježeni i označeni odgovarajućim oznakama kako bi bili prihvaćeni na let.

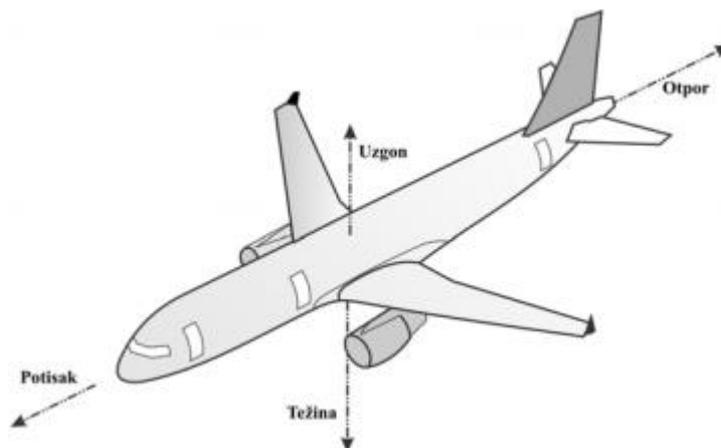
U završnom dijelu rada je izrađen plan utovara te lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova A320 prema dokumentaciji s Međunarodne zračne luke Zagreb. Prikazani su svi parametri potrebni za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova A320, a posebno je razrađeno pravilno razdvajanje opasne robe.

2. PREGLED OSNOVNIH POSTAVKI URAVNOTEŽENJA I OPTEREĆENJA ZRAKOPLOVA

2.1. AERODINAMIČKE SILE I MOMENTI

Na zrakoplov u letu djeluju četiri aerodinamičke sile, a to su: sila uzgona, sila otpora, potisak ili vučna sila te težina. Navedene sile prikazane su na slici 1. Sila uzgona poništava težinu zrakoplova, a potisna ili vučna sila poništava silu otpora. Sila uzgona nastaje povećanjem brzine strujanja preko gornje površine krila. Svojom oblikom i većom zaobljenošću gornje površine, krilo stvara razliku u tlakovima. Sila uzgona se po potrebi može povećati ugradnjom predkrilca i zakrilca te povećanjem napadnog kuta krila.

Težina zrakoplova je suprotna sili uzgona, a predstavlja ukupnu masu zrakoplova i odgovara gravitacijskoj sili zemljine sile teže. Za kretanje zrakom potrebna je sila potiska koja se definira kao sila koju stvaraju motori zrakoplova. Pojavom sile potiska pojavljuje se i otpor.¹



Slika 1. Sile koje djeluju na zrakoplov u letu

Izvor: Steiner, S., Vidović, A., Bajor, I., Pita, O., Štimac, I.: *Zrakoplovna prijevozna sredstva 1*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p. 182.

Na zrakoplov u letu djeluje i moment sile. Moment je sprega sila i kraka na kojem djeluje. Razlikuju se momenti oko osi x, y, i z. Os x je zamišljena linija koja prolazi uzduž trupa zrakoplova, os y je zamišljena linija koja prolazi uzduž raspona krila, a os z prolazi okomito kroz trup zrakoplova. Za uravnoteženje zrakoplova je važno da je zbroj momenata na osi y jednak nuli.

Ako nos zrakoplova ima moment poniranja, taj moment se naziva negativnim, a ako ima moment podizanja, tada je riječ o pozitivnom momentu. Da bi moment bio jednak nuli, potrebno je izračunati položaj težišta koje se izražava u postocima srednje

¹ Steiner, S., Vidović, A., Bajor, I., Pita, O., Štimac, I.: *Zrakoplovna prijevozna sredstva 1*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p. 182.

aerodinamičke tetive (engl. *Mean Aerodynamic Chord* – MAC), a izražava se s %MAC.²

2.2. MASE ZRAKOPLOVA

U zračnom su prometu definirane mase koje se koriste pri uravnoteženju i opterećenju zrakoplova. Najveće dopuštene mase zrakoplova su niže od najvećih konstrukcijskih masa. Uvode se zbog uvjeta na zračnoj luci za smanjenje mase pri kretanju na uzletno-sletnim stazama, rulnim stazama, stajanci te pri polijetanju ili slijetanju. Neki od razloga za uvođenje najveće dopuštene mase su:

- dužina uzletno-sletne staze;
- nagib uzletno-sletne staze;
- nadmorska visina uzletno-sletne staze;
- neravnine na manevarskim površinama;
- temperatura zraka;
- smjer i jačina vjetra.³

Svaki zrakoplov je konstruiran da zadovolji određenu nosivost. Mase ne smiju biti prekoračene te trebaju biti raspoređene tako da osiguravaju siguran let.

Ako se prekorači dopuštena nosivost, narušava se cijela struktura zrakoplova. Zrakoplovna konstrukcija je najosjetljivija na spojevima krila i trupa. Stajni trap zrakoplova je projektiran za nošenje težine u granicama dopuštenih masa te svako preopterećenje može prouzročiti oštećenje. Krila zrakoplova neće stvoriti dovoljno uzgona za podizanje preteškog zrakoplova. Ukrcajem tereta koji svojom masom prelazi dopuštenu podnu nosivost, mogu nastati strukturalna oštećenja trupa zrakoplova.

2.2.1. KONSTRUKCIJSKE MASE ZRAKOPLOVA

Konstrukcijske mase zrakoplova su mase određene pri projektiranju zrakoplova. Uvjetovane su strukturalnom čvrstoćom u pojedinim fazama korištenja zrakoplova. Ne mogu se mijenjati, bez obzira na ugradnju novih dijelova, ako to nisu odobrili konstruktori te nadležne zrakoplovne vlasti.⁴

Konstrukcijske mase zrakoplova su sljedeće:

- najveća konstrukcijska masa zrakoplova na stajanci (engl. *Maximum Design Ramp Mass* – MDRM) je najveća moguća masa potpuno opterećenog zrakoplova. Ova masa se ne smije prekoračiti zbog strukturalnih ograničenja

² Steiner, S., Vidović, A., Bajor, I., Pita, O., Štimac, I.: *Zrakoplovna prijevozna sredstva 1*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p. 182.

³ Jirasek, D.: *Težine i uravnoteženje zrakoplova*, Zračna luka Zagreb, Zagreb, 1998., p. 14.

⁴ Ibid., p. 10.

čvrstoće zrakoplova. Pod ovim opterećenjem, zrakoplov se ne smije kretati snagom vlastitih motora pa tako ni zemaljskim sredstvima;

- najveća konstrukcijska masa zrakoplova pri kretanju (engl. *Maximum Design Taxi Mass* – MDTM) je masa pri kojoj zrakoplov može krenuti snagom vlastitih motora odnosno masa pri kojoj zrakoplov može biti vučen ili guran drugim vozilom. Ako se prekorači ova masa, dolazi do strukturalnog oštećenja na spojevima trupa i podvozja te krila i trupa zrakoplova;
- najveća konstrukcijska masa zrakoplova pri polijetanju (engl. *Maximum Design Take-off Mass* – MTOM) je masa pri kojoj zrakoplov može sigurno poletjeti na uzletno-sletnoj stazi. Razlika u masi između najveće konstrukcijske mase zrakoplova pri polijetanju i najveće konstrukcijske mase zrakoplova pri kretanju je potrošeno gorivo za kretanje te vožnju od stajanke do uzletno-sletne staze (engl. *Taxi Fuel*);
- najveća konstrukcijska masa zrakoplova bez goriva (engl. *Maximum Zero Fuel Mass* – MZFM) je masa do koje se zrakoplov smije opteretiti ukrcanim teretom. Ako se prekorači ova masa, dolazi do strukturalnog oštećenja na spojevima krila i trupa zrakoplova;
- najveća konstrukcijska masa zrakoplova pri slijetanju (engl. *Maximum Design Landing Mass* – MDLM) je masa pri kojoj zrakoplov može sigurno sletjeti. Prekoračenjem ove mase se izazivaju strukturalna oštećenja stajnog trapa, spojeva krila te trupa zrakoplova. Razliku između najveće konstrukcijske mase zrakoplova pri polijetanju i najveće konstrukcijske mase zrakoplova pri slijetanju čini potrošeno putno gorivo (engl. *Trip Fuel*).⁵

2.2.2. STVARNE MASE ZRAKOPLOVA

Stvarne mase zrakoplova su mase koje se izračunavaju na listi uravnoteženja i opterećenja. Odnose se na mase zrakoplova pri kretanju po zemlji, bez goriva, pri polijetanju i slijetanju.

U stvarne mase zrakoplova se ubrajaju:

- tvornička masa praznog zrakoplova (engl. *Manufacturer's Empty Mass* – MEM) je ukupna masa zrakoplova koji se isporučuje korisniku. Podrazumijeva masu same strukture zrakoplova, motora, opreme koja se nalazi u putničkoj kabini, sustava zrakoplova te masu ostalih dijelova koji su dio naručene konfiguracije;
- osnovna masa praznog zrakoplova (engl. *Basic Empty Mass* – BEM) je masa zrakoplova i tekućina u koje pripadaju neiskorišteno gorivo i mazivo te voda za piće i toalete;
- osnovna masa zrakoplova (engl. *Basic Mass* – BM) je masa zrakoplova sa svom operativnom opremom. Oprema se može mijenjati od leta do leta, a određuje ju prijevoznik. Osnovna masa zrakoplova obuhvaća motorno ulje,

⁵ Jirasek, D.: *Težine i uravnoteženje zrakoplova*, Zračna luka Zagreb, Zagreb, 1998., p. 10.-11.

tekućine za odleđivanje, priručnike, navigacijsku opremu, opremu za slučaj prisile te pokretnu opremu u putničkoj kabini;

- stvarna masa zrakoplova bez goriva (engl. *Actual Zero Fuel Mass – AZFM*) je zbroj suhe operativne mase i ukupno ukrcanog tereta;
- stvarna masa zrakoplova pri polijetanju (engl. *Actual Take-off Mass – ATOM*) je zbroj operativne mase i ukupno ukrcanog tereta;
- stvarna masa zrakoplova pri slijetanju (engl. *Actual Landing Mass – ALM*) je razlika između mase zrakoplova i potrošenog putnog goriva;
- stvarna masa zrakoplova pri kretanju po zemlji (engl. *Actual Taxi Mass – ATM*) je zbroj suhe operativne mase, mase ukupno ukrcanog tereta i mase goriva.⁶

2.2.3. OPERATIVNE MASE ZRAKOPLOVA

Operativne mase zrakoplova služe u svrhu proračunavanja uravnoteženja zrakoplova te kao provjera prekoračenja najvećih dopuštenih masa. Dijele se na:

- suha operativna masa (engl. *Dry Operating Mass – DOM*) je osnovna masa zrakoplova i masa posade, njihove prtljage te masa hrane i pića. Mijenja se ovisno o karakteru leta te broju članova posade;
- operativna masa (engl. *Operating Mass – OM*) je zbroj suhe operativne mase i količine goriva potrebnog za let.⁷

2.2.4. OSTALE MASE VAŽNE ZA URAVNOTEŽENJE I OPTEREĆENJE ZRAKOPLOVA

Prilikom uravnoteženja i opterećenja zrakoplova, veliku važnost imaju vrijednosti kao što su plaćeni teret (engl. *Payload*), putno gorivo (engl. *Trip Fuel*) i gorivo pri polijetanju (engl. *Take Off Fuel*). U plaćeni teret se ubrajaju masa putnika, robe, pošte i prtljage. Za određivanje mase putnika definirane su standardne mase putnika prikazane u tablici 1.

Tablica 1. Standardne mase putnika

Putnici	Redoviti promet	Izvanredni promet
Muško	88 kg	83 kg
Žensko	70 kg	69 kg
Djeca	35 kg	35 kg
Bebe	0 kg	0 kg

Izvor: Steiner, S., Vidović, A., Bajor, I., Pita, O., Štimac, I.: *Zrakoplovna prijevozna sredstva 1*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p. 191., uz doradu autora

⁶ Jirasek, D.: *Težine i uravnoteženje zrakoplova*, Zračna luka Zagreb, Zagreb, 1998., p. 11.-12.

⁷ Ibid., p. 12.

Osim standardnih masa putnika definirane su i standardne mase članova posade prikazane u tablici 2.

Tablica 2. Standardne mase posade

Kokpit osoblje	96 kg
Kabinsko osoblje	86 kg

Izvor: Steiner, S., Vidović, A., Bajor, I., Pita, O., Štimac, I.: *Zrakoplovna prijevozna sredstva 1*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p. 192.

2.3. TEŽIŠTE ZRAKOPLOVA

Položaj težišta zrakoplova je jako važan jer utječe na njegove letačke sposobnosti odnosno na njegovu stabilnost i upravljivost. Ako se težište zrakoplova nalazi sprijeda, on će se tijekom leta ponašati drugačije nego kada se težište nalazi na stražnjem dijelu. Iz navedenih razloga proizvođači zrakoplova dostavljaju kupcima granične vrijednosti položaja težišta i to krajnji prednji i krajnji stražnji dopušteni položaj težišta.⁸

Zrakoplov kod kojeg je težište sprijeda imat će sljedeće osobine:

- promjenu napadnog kuta krila, ako ga treba povećati ili smanjiti, potrebno je djelovati velikom silom na upravljačku palicu zrakoplova. To je znak velike uzdužne stabilnosti zrakoplova, ali je takvim zrakoplovom vrlo teško upravljati;
- ako težište prijeđe određenu granicu, pilot i pri maksimalnom odklonu kormila dubine ne može dovesti zrakoplov u položaj da krilo postigne najveći koeficijent uzgona potreban za slijetanje pa će zrakoplov prilikom slijetanja imati veću brzinu od brzine koju bi mogao ostvariti. Povećanje brzine slijetanja ugrožava sigurnost slijetanja. Slična situacija će biti i prilikom polijetanja, zrakoplov će se teže odvojiti od tla te će zahtijevati veću brzinu polijetanja, a time i veću duljinu uzletno-sletne staze. Tako uravnotežen zrakoplov će za vrijeme leta zahtijevati trimanje odnosno korigiranje kako bi mogao ostvariti horizontalan let. Pri takvom letu se stvara dodatan otpor zrakoplova što rezultira većom potrošnjom goriva.⁹

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

- s malim pokretima upravljačkom palicom zrakoplov će znatno promijeniti kut krila, a to se postiže djelovanjem vrlo malom silom na palici. To je znak male uzdužne stabilnosti zrakoplova, ali je takvim zrakoplovom vrlo lako upravljati. Rukovanje upravljačkom palicom 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

⁸ Steiner, S., Vidović, A., Bajor, I., Pita, O., Štimac, I.: *Zrakoplovna prijevozna sredstva 1*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p. 186.

⁹ Ibid., p. 186.-187.

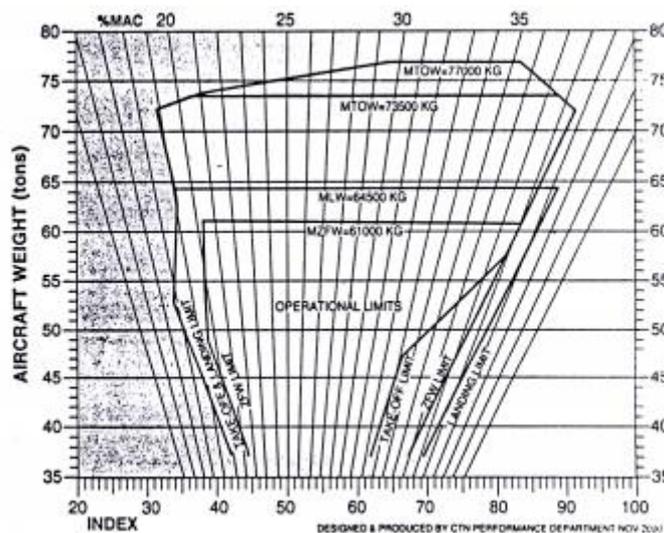
poseban sustav koji stvara silu na palici te onemogućuje grubo rukovanje upravljačkom palicom;

- ako se težište i dalje nalazi na stražnjem dijelu te padne na određenu točku („neutralna točka“), tada zrakoplov ne može letjeti već se ponaša poput lista papira u slobodnom padu;
- težište pomaknuto više unatrag predstavlja pogodniju konfiguraciju jer je trimanje vrlo malo ili nepotrebno, a time se i smanjuje potrošnja goriva. Suvremeni zrakoplovi su projektirani tako da imaju manju uzdužnu stabilnost, a time i smanjene repne površine te se postiže smanjena potrošnja goriva.¹⁰

Postoje vrijednosti za koje je zrakoplov ispitan kako bi u letu zadovoljavao sve potrebne kriterije, a dijele se na:

- 1) certificirane granične vrijednosti (engl. *Certified Limits*) koje zahtijevaju širi opseg mogućih položaja težišta
- 2) operativne granične vrijednosti (engl. *Operational Limits*) koje pokrivaju užu opseg u usporedbi s certificiranim graničnim vrijednostima.

Razlog za sužavanje operativnih granica je taj što se pogreške koje se mogu pojaviti prilikom određivanja položaja težišta tako uzmu u obzir te se povećava sigurnost letenja.¹¹ Dijagram dopuštenog položaja težišta zrakoplova A320 prikazan je na slici 2.



Slika 2. Dijagram dopuštenog položaja težišta zrakoplova A320
Izvor: Međunarodna zračna luka Zagreb

Težište se tijekom leta pomiče iz više razloga:

- kod zrakoplova sa strelastim krilima, zbog potrošnje goriva, težište ostatka goriva će se pomicati, a samim time se pomiče i težište cijelog zrakoplova;

¹⁰ Steiner, S., Vidović, A., Bajor, I., Pita, O., Štimac, I.: *Zrakoplovna prijevozna sredstva 1*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p. 187.

¹¹ Ibid.

- zbog uvlačenja i izvlačenja stajnih trapova u fazi polijetanja i slijetanja;
- zbog kretanja posade zrakoplova i putnika unutar zrakoplova tijekom leta;
- zbog serviranja hrane koja se prenosi s mjesta gdje je smještena prilikom polijetanja do putnika;
- zbog prodaje robe bez carinske dozvole.¹²

Postoji nekoliko metoda pomoću kojih se može izračunati hvatište sile teže nekog zrakoplova:

- 1) **analitičko-matematička metoda** – ovim se postupkom položaj težišta zrakoplova izračunava pomoću koordinatnog sustava u kojem se računaju momenti svih težinski mjerljivih sustava te se dijele s njihovom vlastitom težinom. Množenjem težišta sustava i kraka na kojem djeluje dobiva se materijalna točka tog sustava. Izračunava se težina za svaku sastavnicu praznog zrakoplova, a kasnije i za svaki ukrcani teret. Ovaj se postupak ne primjenjuje u svakodnevnom proračunavanju, ali se koristi za određivanje početnog položaja točke težišta zrakoplova kada se primjenjuju jednostavniji načini određivanja položaja točke težišta opterećenog zrakoplova;
- 2) **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. Ova metoda se temelji na indeksima koji se očitavaju iz tablica. Svaki prijevoznik određuje početni indeks za pojedini zrakoplov u svojoj floti;
- 3) **grafička metoda** – ovim se postupkom otklanjaju moguće pogreške u izračunavanju, ali nije toliko precizan kao kod indeksne metode. Za grafički je postupak potrebno ukrcajne prostore zrakoplova, putničku kabinu i spremnike goriva podijeliti u odsječke. Svaki zrakoplov ima svoj centar težišta. Što se više kreće prema prednjem dijelu zrakoplova raste negativni moment, a prema kraju zrakoplova raste pozitivni moment.¹³

2.4. NARUŠAVANJE LETAČKIH KARAKTERISTIKA ZRAKOPLOVA

Prekoračenjem dopuštenih masa i lošim uravnoteženjem zrakoplova, narušavaju se letačke karakteristike zrakoplova. Kod preteškog zrakoplova, pilot ne može izvesti polijetanje na zadanoj dužini uzletno-sletne staze kao ni obaviti slijetanje. Kod loše uravnoteženog zrakoplova, aerodinamički uređaji djeluju otežano. Pri izrazito velikim poremećajima uravnoteženja prednjeg ili stražnjeg dijela zrakoplova, nisu uporabljivi uređaji za upravljanje zrakoplovom na vodoravnim repnim površinama.¹⁴

¹² Steiner, S., Vidović, A., Bajor, I., Pita, O., Štimac, I.: *Zrakoplovna prijevozna sredstva 1*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p. 188.

¹³ Ibid., p. 189.

¹⁴ Jirasek, D.: *Težine i uravnoteženje zrakoplova*, Zračna luka Zagreb, Zagreb, 1998., p. 25.

Neke od posljedica prekoračenja dozvoljene mase zrakoplova ili slučaja kada zrakoplov nije pravilno uravnotežen su:

- povećana duljina uzletno-sletne staze pri polijetanju;
- nemogućnost dostizanja gornje granice leta;
- nemogućnost postizanja brzine krstarenja;
- smanjeni dolet zrakoplova;
- otežano manevriranje zrakoplovom;
- smanjenje brzine leta;
- veće opterećenje pojedinih dijelova zrakoplova.¹⁵

¹⁵ Bračić, M., Pavlin, S.: Nastavni materijali, *Tehnologija prihvata i otpreme zrakoplova*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017., p. 162.

3. DOKUMENTACIJA POTREBNA ZA URAVNOTEŽENJE I OPTEREĆENJE ZRAKOPLOVA

Priručnici kao što su SOM (engl. *Station Operation Manual*), GOM (engl. *Ground Operation Manual*) te FOM (engl. *Flight Operation Manual*) važni su za osoblje koje obavlja uravnoteženje i opterećenje zrakoplova. U priručnicima zračni prijevoznici određuju postupke za proračunavanje uravnoteženja i opterećenja zrakoplova. U njima su prikazane mase i indeksi za pojedini tip zrakoplova, raspored teretnih prostora i unutrašnjost putničke kabine.

Popis putnika ili **Putnički manifest** (engl. *Pax Manifest*) je popis registriranih putnika na letu, a prikazan je na slici 3. Strogo je zabranjen za javnu distribuciju. Osoblje na check-in šalteru, nakon zatvaranja check-ina, daje mogućnost službi uravnoteženja i opterećenja zrakoplova za ispisivanje istog. Za potrebe službe uravnoteženja i opterećenja zrakoplova izdvaja se broj putnika po:

- klasama: poslovna i ekonomska
- dobi: odrasli, djeca (od 2 do 12 godina) i bebe (do 2 godine)
- spolu: muškarci i žene.

Robni manifest ili **Cargo manifest** je osnovni dokument za ukrcaj tereta u zrakoplov, a donosi ga odjel robnog prihvata i otpreme. Na njemu se očitava vrsta i količina robe, bruto masa, posebna roba i pošta. Kod predaje pošiljke obavlja se njen pregled. Pošiljka se važe i za takvu se primljenu pošiljku izdaje teretni list (engl. *Airway Bill* – AWB). Nakon što je pošiljka prihvaćena, a teretni list potpisan, potrebno je pripremiti ukrcaj u zrakoplov. Ranije dogovorena pošta ima prednost nad ostalom robom na tom letu. Podaci o masi pošte upisuju se u robni manifest. Mase moraju biti iskazane u kilogramima. Na slici 4. je prikazan primjer robnog manifesta.

off Fuel = engl. *Block Fuel* – engl. *Taxi Fuel*) te količini goriva koju će po procjeni potrošiti do slijetanja (engl. *Trip Fuel*).¹⁶

NOTOC (engl. *Notification to Captain*) – **obavijest kapetanu** predstavlja dokument koji se šalje kapetanu zrakoplova te ga obavještava o posebnim vrstama robe koja je ukrcana u zrakoplov te o njenoj masi. Popunjava se u tri primjerka, a kapetan ga je obavezan potpisati prije odlaska.

Plan utovara (engl. *Loading Instruction*) se ispostavlja za svaki let u dolasku ili odlasku. IATA određuje izgled obrasca, a svaki prijevoznik, ovisno o tipu i konfiguraciji zrakoplova te vlastitim potrebama, određuje izgled izvješća. Plan utovara treba sadržavati nacrt prtljažnih prostora zrakoplova, dio za uputu iskrcaja tereta, dio za uputu ukrcaja posebne vrste tereta, dio za izvješće o stvarnom ukrcaju tereta i razlikom ukrcaja u odnosu na prvobitno stanje. Izgled obrasca je prikazan na slici 5.

Lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova (engl. *Loadsheet*) je potpisana standardiziranim obrascem prema IATA preporukama. Može biti izrađena ručno ili putem računala u elektroničkom obliku. Najčešće se na lijevom dijelu liste uravnoteženja i opterećenja radi izračun težine, dok se na desnom dijelu radi izračun pozicije centra težišta zrakoplova. Primjer liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova A320 za ručnu izradu je prikazan na slici 6. Izrađuje se u četiri primjerka i obavezan je dokument na svakom komercijalnom letu. Ispunjavanje liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova je dopušteno samo ovlaštenom osoblju koje je licencirao zračni prijevoznik, za svaki tip zrakoplova posebno.

Specijalna dokumentacija se izrađuje ako se na letu nalaze posebne kategorije putnika kao što su nepraćena djeca (UM) ili putnici sa smanjenom pokretljivošću (PRM). Bolesni putnici koji se primaju na let, dužni su potpisati izjavu o obeštećenju koja sadrži podatke o bolesniku i broj leta.

¹⁶ Steiner, S., Vidović, A., Bajor, I., Pita, O., Štimac, I.: *Zrakoplovna prijevozna sredstva 1*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p. 201.



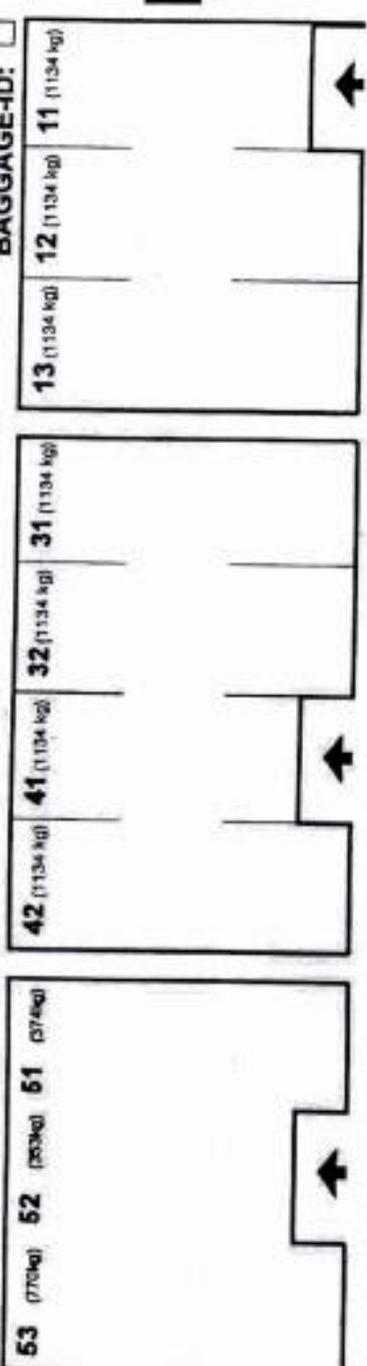
CROATIA AIRLINES

Loading Instruction A320
Passenger Version

Station	Flight No. OU	Destination	AC Reg. 9A-CT	STD (L/T)	Planner's Signature / Desk-Phone	Date
COMPARTMENT	5	4	3	1	CABIN	1
OFF at this station	▲					
TRANSIT	△					

BAGGAGE-ID:

53 (770kg)	52 (203kg)	51 (374kg)	42 (1134 kg)	41 (1134 kg)	32 (1134 kg)	31 (1134 kg)	13 (1134 kg)	12 (1134 kg)	11 (1134 kg)
-------------------	-------------------	-------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------



Special instructions			
ESTIMATES	PAX	BAG (Pcs.)	CARGO MAUL

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

Loading Supervisor or Person Responsible for Loading

001103208

Slika 5. Plan utovara zrakoplova A320
Izvor: Međunarodna zračna luka Zagreb

4. DEFINIRANJE OPASNE ROBE I SPECIFIČNOST NJENE KOMPATIBILNOSTI

Opasna roba u zračnom prometu podrazumijeva tvari i predmete koji predstavljaju značajan rizik za zdravlje i sigurnost ljudi, okoliš ili infrastrukturu tijekom prijevoza. Mnogi predmeti, koji se svakodnevno koriste, možda izgledaju bezopasno, ali kada se prevoze zrakoplovom mogu postati vrlo opasni zbog promjene temperature i tlaka tijekom leta te može doći do curenja, stvaranja otrovnih plinova ili nastanka požara.

Postoje tri vrste opasne robe:

- roba previše opasna da bi se prevozila zrakom;
- roba koja se prevozi samo teretnim zrakoplovima (engl. *Cargo Aircraft Only – CAO*);
- roba koja se prevozi putničkim i teretnim zrakoplovima.¹⁷

Uvjeti pod kojima se opasna roba prihvaća na prijevoz su propisani i strogo definirani u IATA Pravilniku za prijevoz opasnih roba (engl. *Dangerous Goods Regulations – DGR*). Osnovni preduvjet u planiranju prihvata i otpreme je raspolaganje posebno dizajniranom infrastrukturom i školovanim kadrovima u procesu prihvata i otpreme opasne robe. Prijevoz opasne robe je pod odgovornošću operatera odnosno pošiljatelja.

4.1. KLASIFIKACIJA OPASNE ROBE

Opasna roba je podijeljena u devet klasa, ovisno o opasnosti koju predstavlja. Klase 1, 2, 4, 5 i 6 se dijele u skupine ovisno o razlikama opasnosti unutar same klase. Za svaku klasu ili skupinu se koriste posebni kriteriji kojima se određuje pripadnost tvari ili predmeta određenoj klasi ili skupini. Kriteriji prema kojima se klasificira opasna roba su detaljno opisani u Tehničkim instrukcijama. Svakoj klasi ili skupini pripada specifična oznaka. Klasifikacija opasne robe je sljedeća:

1. Klasa 1: Eksplozivi (RXB, RXC, RXD, RXE, RXG, RXS)

Prva klasa obuhvaća predmete koji sadrže eksplozivne tvari u ograničenim količinama te koji pri slučajnom zapaljenju ili aktiviranju tijekom prijevoza ne smiju uzrokovati pucanje, požar, dim, toplinu ili buku. Tvari i predmeti iz prve klase razvrstani su unutar šest skupina, a njihove oznake su prikazane na slikama od 7. do 12.:

¹⁷ Airbus Flight Operations Support: *Getting to Grips with Weight and Balance*, Flight Operations Support & Line Assistance, Airbus, 2004., p. 249.

1.1. Tvari i predmeti koji mogu izazvati masovnu eksploziju;



Slika 7. Oznaka prve skupine eksploziva

Izvor: URL: <http://www.iata.org/SiteCollectionImages/Images/smJ001Class1Explosive1.gif>
(pristupljeno: srpanj 2017.)

1.2. Tvari i predmeti koji mogu eksplodirati, ali ne izazvati masovnu eksploziju;



Slika 8. Oznaka druge skupine eksploziva

Izvor: URL: <http://www.iata.org/SiteCollectionImages/Images/smJ002Class1Explosive12.gif>
(pristupljeno: srpanj 2017.)

1.3. Tvari i predmeti koji su skloni požaru i eksploziji u manjoj mjeri, no nisu skloni masovnoj eksploziji;



Slika 9. Oznaka treće skupine eksploziva

Izvor: URL: <http://www.iata.org/SiteCollectionImages/Images/smJ003Class1Explosive13.gif>
(pristupljeno: srpanj 2017.)

1.4. Tvari i predmeti koji ne predstavljaju značajnu opasnost, već samo manju opasnost u slučaju zapaljenja;

- U slučaju aktiviranja, učinak je ograničen unutar pakiranja (npr. municija za ručno oružje, signalne rakete i neke vrste vatrometa).



Slika 10. Oznaka četvrte skupine eksploziva

Izvor: URL: <http://www.iata.org/SiteCollectionImages/Images/smJ011Class1Explosive14S.gif>
(pristupljeno: srpanj 2017.)

1.5. Tvari i predmeti koji su vrlo neosjetljivi, no mogu masovno eksplodirati;



Slika 11. Oznaka pete skupine eksploziva

Izvor: URL: <http://www.iata.org/SiteCollectionImages/Images/smJ005Class1Explosive15D.gif>
(pristupljeno: srpanj 2017.)

1.6. Vrlo neosjetljive tvari i predmeti koji ne mogu izazvati masovnu eksploziju.¹⁸



Slika 12. Oznaka šeste skupine eksploziva

Izvor: URL: <http://www.iata.org/SiteCollectionImages/Images/smJ012Class1Explosive16N.gif>
(pristupljeno: srpanj 2017.)

Tvari i predmeti unutar skupina 1.1., 1.2., 1.3., 1.5. i 1.6. su većinom zabranjeni za prijevoz zrakoplovima. Tvari i predmeti iz skupine 1.4. (RXB, RXC, RXD, RXE i RXG) se smiju prevoziti isključivo u teretnim zrakoplovima. Eksploziv (RXS) se smije prevoziti i u putničkim zrakoplovima. Tvari i predmete iz ove klase nije dozvoljeno držati na toplini kao što je izravna Sunčeva svjetlost te ne smije doći do padanja ili trenja.

Neki od uobičajeno prevoženih eksploziva su vatromet, petarde, baklje, signalne rakete, barut te streljivo.

¹⁸ URL: http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_03_30_528.html (pristupljeno: srpanj 2017.)

2. Klasa 2: Plinovi (RFG, RNG, RCL, RPG)

Plinovi su definirani propisima za prijevoz opasnih roba kao tvari koje pri temperaturi od 50°C imaju tlak para 300 kPa (3 bara) ili veći ili koji su na temperaturi od 20°C i pri standardnom atmosferskom tlaku u potpunosti u plinovitom stanju. Mogu predstavljati ozbiljan rizik za ljude zbog svoje zapaljivosti, zagušljivosti, sposobnosti za oksidaciju ili toksičnosti.¹⁹

Klasa obuhvaća stlačene plinove, ukapljene plinove, ohlađene ukapljene plinove, otopljene plinove, mješavine jednog ili više plinova, predmete napunjene plinom i aerosole. Plinovi se dijele u tri skupine:

- 2.1. **Zapaljivi plinovi (RFG)** su plinovi koji pomiješani sa zrakom u određenom omjeru čine zapaljivu smjesu. Primjeri zapaljivih plinova su vodik, acetilen, propan i butan, a oznaka za opasnost od zapaljivih plinova je prikazana na slici 13. Ovoj skupinu pripadaju plinski upaljači i zapaljivi aerosoli.



Slika 13. Oznaka zapaljivih plinova

Izvor: URL: <http://www.iata.org/SiteCollectionImages/Images/smK014Class2FlammableGas21.gif>
(pristupljeno: srpanj 2017.)

- 2.2. **Nezapaljivi, neotrovni plinovi (RNG, RCL)** su plinovi koji nisu zapaljivi niti otrovni, ukapljeni plinovi na niskim temperaturama. Plinovi koji pripadaju ovoj skupini su kisik, ugljikov dioksid, tekući nitrogen, helij i neon, a njihova oznaka je prikazana na slici 14. Predmeti koji se najčešće prevoze zrakoplovima, a sadrže nezapaljive i neotrovne plinove su aparati za gašenje požara i spremnici za ronjenje.



Slika 14. Oznaka nezapaljivih i neotrovnih plinova

Izvor: URL: <http://www.iata.org/SiteCollectionImages/Images/smK013Class2NonFlammableGas22.gif>
(pristupljeno: srpanj 2017.)

¹⁹ URL: http://www.ccaa.hr/download/documents/read/dangerous-goods-classification_2311
(pristupljeno: srpanj 2017.)

- 2.3. **Otrovni plinovi** (RPG) su plinovi koji mogu izazvati smrt ili teške ozljede za ljude ako se udišu kao što su ugljikov monoksid, amonijak i vodikov cijanid. Opasnost od otrovnih plinova prikazana je na slici 15. Otrovni plinovi se smiju prevoziti samo teretnim zrakoplovima (engl. *Cargo Aircraft Only* – CAO).



Slika 15. Oznaka otrovnih plinova

Izvor: URL: <http://www.iata.org/SiteCollectionImages/Images/smK013Class2ToxicGas23.gif>
(pristupljeno: srpanj 2017.)

Plinovi se transportiraju u posudama od metala, plastike ili stakla. Transportiraju se kao:

- komprimirani (kisik, dušik, vodik, ugljični dioksid)
- tekući (propan, butan)
- duboko pothlađeni tekući plinovi (kisik, argon, dušik)
- plinovi otopljeni pod tlakom (amonijak u vodi, acetilen u acetonu)
- aerosoli (raspršivači).

3. Klasa 3: Zapaljive tekućine (RFL)

Zapaljive tekućine su tekućine, smjese tekućina ili tekućine koje sadrže krute tvari u otopini ili suspenziji koje oslobađaju zapaljive pare pri temperaturama manjim od 60°C u zatvorenim posudama ili pri temperaturama manjim od 65°C u otvorenim posudama. Na temperaturi od 50°C imaju tlak para niži od 300 kPa (3 bara), a plamište niže od 60°C.²⁰

Zapaljive tekućine mogu predstavljati ozbiljnu opasnost zbog lakog i brzog isparavanja. Njihove se pare pomiješane sa zrakom lako zapale ili eksplodiraju, ako je u blizini izvor paljenja. Slika 16. prikazuje opasnost od zapaljivih tekućina.



Slika 16. Oznaka zapaljivih tekućina

Izvor: URL: <http://www.iata.org/SiteCollectionImages/Images/smK016Class3FlammableLiquid.gif>
(pristupljeno: srpanj 2017.)

²⁰ URL: http://www.ccaa.hr/download/documents/read/dangerous-goods-classification_2311
(pristupljeno: srpanj 2017.)

Neke od zapaljivih tekućina su petrolejski upaljači, gorivo za upaljače, boje, ljepila, aceton, benzin, parfemi, alkoholi te alkoholna pića s velikim postotkom alkohola.

4. Klasa 4: Zapaljive krutine (RFS, RSC, RFW)

Zapaljive krutine su materijali koji su, u uvjetima s kojima se susreću u prijevozu, lako zapaljivi ili mogu doprinijeti nastanku požara pomoću trenja. Samoreaktivne tvari mogu proizvesti jake egzotermne reakcije. Dijele se u tri skupine:

- 4.1. **Zapaljive krutine, samoreaktivne tvari i neosjetljivi eksplozivi (RFS)** su svi kruti materijali koji su lako zapaljivi ili se mogu zapaliti trenjem. U ovu skupinu pripadaju fosfor, sumpor, nitroceluloza, šibice, zapaljivi metalni prah, a njihova oznaka je prikazana na slici 17.



Slika 17. Oznaka zapaljivih krutina, samoreaktivnih tvari i neosjetljivih eksploziva

Izvor: URL: <http://www.iata.org/SiteCollectionImages/Images/smL017Class4FlammableSolid41.gif>
(pristupljeno: srpanj 2017.)

- 4.2. **Tvari podložne samozapaljenju (RSC)** su tvari koje su podložne spontanom zagrijavanju i zapaljenju u kontaktu sa zrakom i mogu izazvati požar. U ovoj skupini se nalaze ugljen, bijeli i žuti fosfor. Slika 18. prikazuje oznaku za opasnost od samozapaljivih tvari.



Slika 18. Oznaka tvari podložnih samozapaljenju

Izvor: URL:

<http://www.iata.org/SiteCollectionImages/Images/smL018Class4SpontaneouslyCombustible42.gif>
(pristupljeno: srpanj 2017.)

- 4.3. **Tvari koje u kontaktu s vodom tvore zapaljive plinove (RFW)** su tvari koje u međusobnom djelovanju s vodom postaju spontano zapaljive ili proizvode zapaljive plinove. U ovu skupinu pripadaju kalcij, kalcijev karbid i alkalijski metali, a oznaka za opasnost ove skupine je prikazana na slici 19.



Slika 19. Oznaka tvari koje u kontaktu s vodom tvore zapaljive plinove

Izvor: URL:

<http://www.iata.org/SiteCollectionImages/Images/smL019Class4DangerousWhenWet43.gif>

(pristupljeno: srpanj 2017.)

5. Klasa 5: Oksidirajuće tvari i organski peroksidi (ROX, ROP)

Oksidirajuće tvari i organski peroksidi se dijele u dvije skupine:

- 5.1. **Oksidirajuće tvari (ROX)** su tvari koje mogu uzrokovati ili doprinijeti izgaranju, najčešće oksidirajući kisik koji stimulira zapaljenje drugog materijala. Oksidirajuće tvari su klorati i nitrati, a njihova oznaka je prikazana na slici 20. Prijevoz oksidirajućih tvari je dozvoljen samo teretnim zrakoplovima (engl. *Cargo Aircraft Only* – CAO).



Slika 20. Oznaka oksidirajućih tvari

Izvor: URL: <http://www.iata.org/SiteCollectionImages/Images/Class5Oxidizer51.gif>

(pristupljeno: srpanj 2017.)

- 5.2. **Organski peroksidi (ROP)** su tekućine ili krute tvari s višim stupnjem oksidacije koje mogu izazvati štetne posljedice za zdravlje ljudi. Mogu se lako zapaliti s vanjskim plamenom te imaju ubrzano izgaranje. Mogu biti osjetljivi na udarce i trenje, opasno reagirati s drugim tvarima ili uzrokovati oštećenje očiju. Slika 21. prikazuje oznaku organskih peroksida.



Slika 21. Oznaka organskih peroksida

Izvor: URL: <http://www.iata.org/SiteCollectionImages/Images/smM022Class5OrganicPeroxide52.gif>

(pristupljeno: srpanj 2017.)

6. Klasa 6: Otrovnne i zarazne tvari (RPB, RIS)

Otrovnne i zarazne tvari se dijele u dvije skupine:

- 6.1. **Otrovne tvari** (RPB) su tekućine ili krute tvari koje su u stanju uzrokovati smrt, ozbiljnu ozljedu ili štetu ljudskom zdravlju ako se progutaju, udišu ili dođu u dodir s kožom. U ovu skupinu pripadaju pesticidi, poljoprivredne kemikalije, živa i olovo, a slika 22. prikazuje njihovu oznaku.



Slika 22. Oznaka otrovnih tvari

Izvor: URL: <http://www.iata.org/SiteCollectionImages/Images/smN022Class6Toxic61.gif>
(pristupljeno: srpanj 2017.)

- 6.2. **Zarazne tvari** (RIS) su tvari za koje se zna ili se može očekivati da sadrže mikroorganizme kao što su bakterije, virusi, paraziti, gljivice ili drugi agensi koji mogu izazvati bolest kod ljudi ili životinja. Ovoj skupini pripadaju medicinski i biomedicinski otpad. Slika 23. prikazuje oznaku zaraznih tvari.



Slika 23. Oznaka zaraznih tvari

Izvor: URL: <http://www.iata.org/SiteCollectionImages/Images/smN024Class6InfectiousSubstance62.gif>
(pristupljeno: srpanj 2017.)

Otrovne i zarazne tvari se ne smiju stavljeti u isti odjeljak ili ULD u kojem se nalaze žive životinje ili prehrambeni proizvodi. Ako se nalaze u različitim ULD-ovima, moraju biti odvojeni.

7. Klasa 7: Radioaktivne tvari (RRW, RRY)

Radioaktivni materijal je svaki materijal koji sadrži atome s nestabilnom jezgrom i predmet je radioaktivnog raspada. Tijekom radioaktivnog raspada, atomi s nestabilnom jezgrom emitiraju ionizirajuće zračenje što predstavlja ozbiljne rizike za ljudsko zdravlje. Primjeri radioaktivnih tvari su radioaktivni izotopi potrebni za medicinske ili istraživačke namjene, a ponekad se nalaze u predmetima kao što su srčani pacemaker ili detektor dima.

Postoje tri različite kategorije radioaktivnih materijala, ovisno o transportnom indeksu (engl. *Transport Index* – TI) odnosno intenzitetu zračenja paketa, a njegova je vrijednost prikazana na naljepnicama koje su pričvršćene na pakiranje:

- **Kategorija I – Bijela (RRW)** – radioaktivna tvar koja ima nizak nivo zračenja na površini pakiranja. Ne navodi se transportni indeks, a oznaka kategorije I je prikazana na slici 24.



Slika 24. Oznaka radioaktivnih tvari – kategorija I

Izvor: URL: <http://www.iata.org/SiteCollectionImages/Images/smP025Class7RadioactiveI.gif>
(pristupljeno: srpanj 2017.)

- **Kategorija II – Žuta (RRY)** – nivo zračenja je veći nego kod kategorije I. Transportni indeks je veći od 1, a oznaka kategorije II je prikazana na slici 25.



Slika 25. Oznaka radioaktivnih tvari – kategorija II

Izvor: URL: <http://www.iata.org/SiteCollectionImages/Images/smP026Class7RadioactiveII.gif>
(pristupljeno: srpanj 2017.)

- **Kategorija III – Žuta (RRY)** – nivo zračenja je veći nego kod kategorije II. Transportni indeks je veći od 1, ali manji od 10, a na slici 26. je prikazana oznaka kategorije III.



Slika 26. Oznaka radioaktivnih tvari – kategorija III

Izvor: URL: <http://www.iata.org/SiteCollectionImages/Images/smP027Class7RadioactiveIII.gif>
(pristupljeno: srpanj 2017.)

- **Fisilni materijal** – oznaka kritičnog indeksa sigurnosti se mora koristiti dodatno uz odgovarajuću oznaku za radioaktivni materijal kako bi se omogućio nadzor nad gomilanjem pakiranja ili omotnih pakiranja fisilnog materijala. U fisilne materijale pripadaju Uran 233 i 235 te Plutonij 239 i 241. Slika 27. prikazuje oznaku fisilnog materijala.



Slika 27. Oznaka fisilnog materijala

Izvor: URL: <http://www.iata.org/SiteCollectionImages/Images/smP024Class7Fissile.gif>
(pristupljeno: srpanj 2017.)

Ne postoje posebna ograničenja u vezi radioaktivnih materijala kategorije I. Pakiranja koja sadrže radioaktivne materijale kategorije II i III moraju biti odvojena od živih životinja, jaja za valenje i nerazvijenih fotografskih filmova. Minimalne horizontalne i vertikalne udaljenosti tijekom leta moraju odvojiti radioaktivne pakete jedan od drugoga.²¹

8. Klasa 8: Korozivne tvari (RCM)

Korozivne tvari su tvari koje u kontaktu s drugim materijalima kemijskim djelovanjem uzrokuju raspadanje drugih materijala. Uzrokuju ozbiljna oštećenja u dodiru sa živim tkivom, a u slučaju curenja predstavljaju opasnost za samu strukturu zrakoplova. U ovu klasu pripadaju tekućine iz baterija, sumporna kiselina, klorovodična kiselina, octena kiselina i otopina natrijevog hidroksida. Slika 28. prikazuje oznaku korozivnih tvari.



Slika 28. Oznaka korozivnih tvari

Izvor: URL: <http://www.iata.org/SiteCollectionImages/Images/smS028Class8Corrosive.gif>
(pristupljeno: srpanj 2017.)

Korozivne tvari se ne smiju stavljati uz eksplozive, zapaljive krutine, oksidirajuće tvari ili organske peroksidge.

²¹ Airbus Flight Operations Support: *Getting to Grips with Weight and Balance*, Flight Operations Support & Line Assistance, Airbus, 2004., p. 259.

9. Klasa 9: Ostale opasne tvari (RMD, RSB, ICE, MAG)

Ostala opasna roba (RMD) su tvari i predmeti koji predstavljaju opasnost tijekom prijevoza zrakom, a nisu obuhvaćeni ostalim klasama. Uključuju zrakoplovno regulirane krute tvari ili tekućine, tvari s otrovnim svojstvima koje mogu prouzročiti velike smetnje i nelagodnosti putnicima ili članovima posade. Ova klasa obuhvaća tvari opasne za okoliš, tvari koje se prevoze na povišenim temperaturama, genetski modificirane organizme i mikroorganizme, magnetizirane materijale. Oznaka ove klase je prikazana na slici 29.



Slika 29. Oznaka ostalih opasnih tvari

Izvor: URL:

<http://www.iata.org/SiteCollectionImages/Images/smV029Class9Miscellaneouswithword.gif>

(pristupljeno: srpanj 2017.)

Polupreradađeni polimerni predmeti (polistirenske kuglice, plastična masa za prešanje – RSB) su impregnirani sa zapaljivim plinom ili tekućinom kao sredstvom za napuhavanje te mogu otpuštati male količine zapaljivog plina.

Suhi led odnosno ugljikov dioksid u krutom stanju (ICE) ima temperaturu od -79°C . Tijekom sublimacije proizvodi plin teži od zraka koji u zatvorenom prostoru u većim količinama može dovesti do gušenja. Koristi se kao rashladno sredstvo za prijevoz određenih roba. Kada se u odjeljku nalazi suhi led, odjeljak se mora prozračiti prije nego osoblje uđe u njega. Suhi led se ne smije stavljati u neposrednu blizinu živih životinja ili jaja za valenje.

4.2. MANIPULACIJA OPASNOM ROBOM

Prije pakiranja opasne robe, pošiljatelj mora precizno prepoznati sve opasne tvari i predmete te svaku razvrstati određivanjem klase ili skupine i njezine određene opasnosti. Svaku tvar i predmet treba dodijeliti jednoj od tri kategorije pakiranja. Pošiljatelj je odgovoran za sve aspekte pakiranja opasne robe u skladu s IATA Pravilnikom za prijevoz opasnih roba (DGR). Roba s najvećom opasnosti mora biti pakirana s unutarnjom i vanjskom ambalažom.

Prema stupnju opasnosti, razlikuju se tri kategorije pakiranja opasne robe:

- kategorija I – tvari i predmeti koji predstavljaju visok stupanj opasnosti;
- kategorija II – tvari i predmeti koji predstavljaju srednji stupanj opasnosti;

- kategorija III – tvari i predmeti koji predstavljaju nizak stupanj opasnosti.²²

Ambalaža koja se koristi za prijevoz opasne robe zrakom mora biti kvalitetno dizajnirana i konstruirana kako bi se spriječilo curenje, do kojeg bi tijekom prijevoza moglo doći zbog promijene temperature, vlažnosti, tlaka ili zbog vibracija. Mora biti prikladna sadržajima i otporna na kemijsko ili drugo djelovanje opasnih roba te udovoljavati odgovarajućim specifikacijama koje su propisane u Tehničkim uputama.²³

Svi paketi koji sadrže opasne tvari moraju biti obilježeni i označeni kako bi se osigurala neposredna identifikacija tijekom svih faza prijevoza. Pakiranje mora nositi četveroznamenkasti UN broj u svrhu identifikacije tvari te naziv tvari koju sadrži. Svaki paket mora biti označen oznakama opasnih tvari, a njihova minimalna veličina je 100×100 mm.²⁴ Svaka oznaka mora biti jasno i trajno vidljiva, čitka i postavljena tako da nije prekrivena bilo kojim dijelom druge naljepnice ili oznake. Materijal svake naljepnice, ispis i ljepilo moraju biti otporni da izdrže normalne uvjete prijevoza i da osiguraju da naljepnica ostane prepoznatljiva i čitka tijekom prijevoza. Za obilježavanje opasnih roba mora se koristiti engleski jezik, ali i dodatno drugi jezik, ako to zahtijeva država podrijetla.²⁵

Razlike između obilježavanja i označavanja opasne robe su:

- **obilježavanje** se odnosi na UN broj, ispravne nazive pošiljaka, UN oznake i ostale primjenjive oznake kao što su strelice orijentacije i oznake tvari opasnih za okoliš;
- **označavanje** se odnosi na oznake opasnosti i oznake za rukovanje prikazane na malim pakiranjima.²⁶

Postoje dvije vrste naljepnica za označavanje opasne robe:

- **naljepnice za označavanje opasnosti** su naljepnice kvadratnog oblika različitih boja i oznaka ovisno o klasi i skupini opasne robe, a postavljene su pod kutom od 45°
- **naljepnice za rukovanje** su naljepnice pravokutnog oblika koje se koriste same ili kao dodatak naljepnicama za oznaku opasnosti.

Slika 30. prikazuje pravilno obilježeno i označeno pakiranje opasne robe, a u nastavku je objašnjenje za svaki broj odnosno oznaku.

²² Airbus Flight Operations Support: *Getting to Grips with Weight and Balance*, Flight Operations Support & Line Assistance, Airbus, 2004., p. 254.

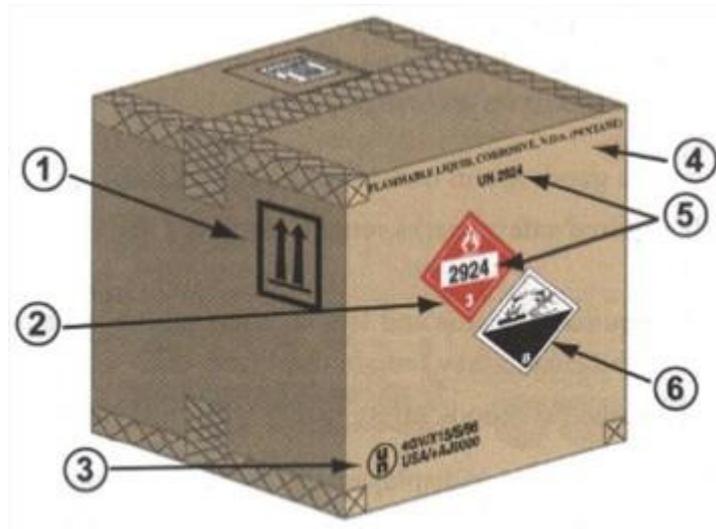
²³ Debeljak Rukavina, S.: *Uvjeti i načini prijevoza opasne robe zrakom*, Veleučilište u Rijeci, Rijeka, 2015., p. 889.

²⁴ Airbus Flight Operations Support: *Getting to Grips with Weight and Balance*, Flight Operations Support & Line Assistance, Airbus, 2004., p. 255.

²⁵ Debeljak Rukavina, S.: *Uvjeti i načini prijevoza opasne robe zrakom*, Veleučilište u Rijeci, Rijeka, 2015., p. 890.

²⁶ URL: http://www.chemsafetypro.com/Topics/TDG/Dangerous_Goods_Marking_Labelling.html (pristupljeno: srpanj 2017.)

- 1 – oznaka orijentacije
- 2 – oznaka klase
- 3 – standardna UN oznaka
- 4 – naziv pošiljke
- 5 – UN broj
- 6 – pomoćna oznaka klase



Slika 30. Obilježavanje i označavanje pakiranja opasne robe

Izvor: URL: http://www.chemsafetypro.com/Topics/TDG/Dangerous_Goods_Marking_Labelling.html
(pristupljeno: srpanj 2017.)

Dvije su vrste pakiranja opasne robe, a to su jednostruko i kombinirano. Jednostruko pakiranje podrazumijeva jedan paket opasne robe dok je kod kombiniranog pakiranja jedan ili više paketa opasne robe sadržano u vanjskom paketu s pojačanom zaštitom. Vanjska se ambalaža koristi radi olakšavanja rukovanja za objedinjavanje paketa i tvorbu ukrajne jedinice. Pakiranje opasne robe mora biti takve veličine da ima dovoljno mjesta za postavljanje svih potrebnih oznaka i naljepnica.

Opći zahtjevi pakiranja opasne robe su sljedeći:

- pakiranje opasne robe mora biti dobre kvalitete;
- pakiranje u izravnom dodiru s opasnom robom mora biti otporno na bilo kakvo kemijsko djelovanje;
- pakiranje se može ponovno koristiti ili obnoviti pod određenim uvjetima;
- neke opasne tvari se mogu prevoziti u istoj vanjskoj ambalaži pod određenim uvjetima.²⁷

²⁷ Airbus Flight Operations Support: *Getting to Grips with Weight and Balance*, Flight Operations Support & Line Assistance, Airbus, 2004., p. 254.

Rukovanje opasnom robom smiju obavljati samo ovlaštene osobe koje su prošle odgovarajuću obuku. Postoji nekoliko pravila koja se trebaju poštivati prilikom utovara opasne robe u zrakoplov:

- Prije utovara je potrebno pregledati vanjsku ambalažu opasne robe kako bi se utvrdilo da na pakiranju nema rupa ili propuštanja.
- Potrebno je poštivati upute za rukovanje koje se nalaze na pakiranju.
- Opasna roba nikad ne smije biti na istoj palubi s putnicima ili članovima posade.
- Pojedine klase opasne robe mogu opasno reagirati s drugima. Kako bi se izbjeglo bilo kakvo međudjelovanje, druga opterećenja ili utovar u iste odjeljke, potrebno je razdvojiti nekompatibilne klase opasne robe.

Opasna roba, lako kvarljiva roba, žive životinje, vrijednosne pošiljke, posmrtni ostaci i hitne pošiljke se smatraju posebnim vrstama tereta te se na njih primjenjuju određeni zahtjevi. U nastavku su neka pravila za prijevoz posebnih vrsta roba:

- Nije svu opasnu robu moguće prevoziti u putničkim zrakoplovima zbog ugrožavanja sigurnosti putnika. Neke opasne tvari su zabranjene za prijevoz zrakoplovom. U slučaju da je prijevoz dozvoljen, takve tvari moraju biti zamotane u posebna pakiranja kako bi se smanjio rizik od nesreće;
- Žive životinje se ne smiju izlagati visokim temperaturama te trebaju biti utovarene u zrakoplov što je kasnije moguće. Preporučuje se utovar u odjeljak s ventilacijom i sustavom grijanja;
- Kako bi stigla na odredište u dobrom stanju, lako kvarljiva roba zahtijeva specifične temperature (između -2°C i 20°C) i relativnu vlažnost koja ovisi o dobrom transportu;
- Sigurnost vrijednosnih pošiljaka mora biti osigurana tijekom cijelog prijevoza;
- Rukovanje posmrtnim ostacima te utovar moraju biti učinjeni s poštovanjem. Kovčezi koji sadrže posmrtne ostatke moraju biti utovareni u horizontalnom položaju, nikada u vertikalnom položaju. Posmrtni ostaci se moraju držati daleko od robe kao što su hrana ili životinje (npr. psi ili mačke);
- Osoblje zaduženo za utovar posebne vrste robe mora biti svjesno zahtjeva takvog tereta. Zahvaljujući naljepnicama pričvršćenima za svaki paket, a posebno za paket koji sadrži opasnu robu, osoblje može identificirati sadržaj pojedinog paketa.²⁸

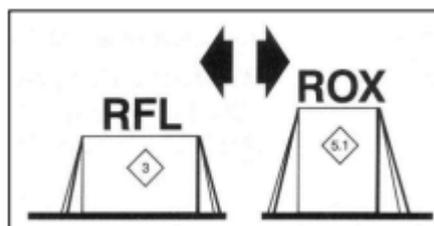
Utovar i istovar opasne robe mogu se obavljati samo na posebno određenim mjestima na kojima se ne ugrožavaju životi ljudi, okolina ili materijalna dobra te sigurnost prometa. Određivanje posebnog mjesta za utovar odnosno istovar obavlja nadležno tijelo na temelju posebnih propisa koji se odnose na određene klase opasne robe. Mjesto utovara ili istovara opasne robe mora biti opskrbljeno propisanim uređajima i opremom te mora biti vidljivo označeno odgovarajućom oznakom

²⁸ Airbus Flight Operations Support: *Getting to Grips with Weight and Balance*, Flight Operations Support & Line Assistance, Airbus, 2004., p. 211.

opasnosti. Mjesto utovara ili istovara također mora biti opskrbljeno uređajima i aparatima za gašenje požara.²⁹

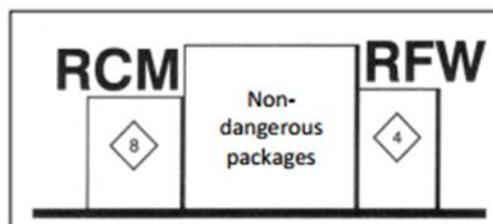
4.3. RAZDVAJANJE OPASNE ROBE

Paketi koji sadrže opasne tvari koje mogu opasno reagirati jedna s drugom ili mogu biti štetne za neku drugu robu koja nije opasna, u zrakoplovu se ne smiju stavljati jedna pored druge ili na mjesto koje bi omogućilo međudjelovanje u slučaju propuštanja.³⁰ Slike 31. i 32. prikazuju pravilno razdvajanje opasnih roba prilikom utovara. Na slici 31. su dvije vrste opasnih roba (RFL i ROX) razdvojene minimalnim razmakom (0,5 m) kako ne bi došlo do međudjelovanja, dok su na slici 32. dvije vrste opasnih roba (RCM i RFW) odvojene neopasnim pakiranjem.



Slika 31. Minimalna udaljenost između dvije vrste opasnih roba

Izvor: Airbus: International Air Transport Association (IATA): *Dangerous Goods Regulations (DGR) Manual*, Montreal, Canada, 2016.



Slika 32. Razdvajanje dvije vrste opasnih roba neopasnim pakiranjem

Izvor: Airbus: International Air Transport Association (IATA): *Dangerous Goods Regulations (DGR) Manual*, Montreal, Canada, 2016.

Opća pravila razdvajanja opasne robu su sljedeća:

- Opasna roba iz klasa 2, 3, 4, 5 i 8 ne smije biti ukrcana u neposrednu blizinu opasne robe iz klase 1;
- Opasna roba iz klase 7 mora biti odvojena od živih životinja (AVI), jaja za valenje (HEG) i nerazvijenih filmova (FIL);
- Žive životinje (AVI) ne smiju biti ukrcane u neposrednu blizinu prehrambenih proizvoda (EAT) ili posmrtnih ostataka (HUM);

²⁹ URL: http://www.poslovniforum.hr/zakoni/eko97_93.asp (pristupljeno: srpanj 2017.)

³⁰ Airbus: International Air Transport Association (IATA): *Dangerous Goods Regulations (DGR) Manual*, Montreal, Canada, 2016.

- Žive životinje (AVI) i jaja za valenje (HEG) ne smiju se stavljati u neposrednu blizinu suhog leda (ICE);
- Žive životinje (AVI) trebaju biti odvojene od laboratorijskih životinja (SPF);
- Životinje koje su prirodni neprijatelji poput mačaka i pasa ne bi trebali biti ukrcani na način da se mogu vidjeti, čuti, dosegnuti ili namirisati;
- Prehrambeni proizvodi (EAT) ne smiju se stavljati u neposrednu blizinu posmrtnih ostataka (HUM).³¹

Tablica 3. u nastavku prikazuje IATA DGR tablicu razdvajanja koja jasno pokazuje standardna pravila koja se moraju poštivati prilikom utovara opasne robe.

Tablica 3. IATA DGR tablica razdvajanja

Hazard Class	IATA IMP COD	1.3 C	1.3 G	1.4 B	1.4 C	1.4 D	1.4 E	1.4 G	1.4 S	2	2	2	2	3	4	4	5	5	6	6	7	8	9	FIL	HUM	EAT	HEG	AVI	LHO	
		RXG	RXB	RXC	RXD	RXE	RXG	RXS	RNG	RFG	RPG	RCL	RFL	RSC	RFW	ROX	ROP	RPB	RIS	RRY	RCM	ICE								
1.3 C	RXG		1	1				1		1	1	1	1	1	1	1	1													
1.3 G	RXB	1		1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1					1							
1.4 B	RXC	1	1		1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1					1							
1.4 C	RXD		1	1				1		1	1	1	1	1	1	1	1	1					1							
1.4 D	RXE		1	1				1		1	1	1	1	1	1	1	1	1					1							
1.4 E	RXG	1		1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1					1							
1.4 G	RXS																						1							
2	RNG	1	1	1	1	1	1	1																						
2	RFG	1	1	1	1	1	1	1																						
2	RPG	1	1	1	1	1	1	1																				2		
2	RCL	1	1	1	1	1	1	1																			1	1		
3	RFL	1	1	1	1	1	1	1									1	1												
4	RSC	1	1	1	1	1	1	1									1	1					1							
4	RFW	1	1	1	1	1	1	1									1	1					1							
5	ROX	1	1	1	1	1	1	1						1	1	1							1							
5	ROP	1	1	1	1	1	1	1						1	1	1							1							
6	RPB																										2	2	2	2
6	RIS																										2	2	2	2
7	RRY																						4					7	7	7
8	RCM	1	1	1	1	1	1	1	1						1	1	1	1												
9	ICE																											1	6	
	FIL																					4								
	HUM																										2	8	8	
	EAT																						2	2		2		8		
	HEG													1									2	2	7	1			5	
	AVI												2	1									2	2	7	6	8	8	5	3
	LHO																						2	2	7		8			

Izvor: Airbus: International Air Transport Association (IATA): *Dangerous Goods Regulations (DGR) Manual*, Montreal, Canada, 2016.

³¹ Airbus Flight Operations Support: *Getting to Grips with Weight and Balance*, Flight Operations Support & Line Assistance, Airbus, 2004., p. 212.

Svaki broj u tablici ima određeno značenje odnosno upućuje na određeno pravilo razdvajanja opasnih tvari i predmeta:

1 – Ne stavljati u neposrednu blizinu jedan drugoga ili na mjesto koje bi omogućilo međusobnu interakciju u slučaju curenja:

- ne stavljati jedno na drugo;
- minimalna horizontalna udaljenost 0,5 m.

2 – Ne stavljati u isti teretni odjeljak ili ULD.

Ako su ukrcani u zasebne ULD-ove:

- ne stavljati ULD jedan pored drugoga;
- minimalna udaljenost: jedno mjesto utovara.

3 – Ne stavljati laboratorijske životinje u blizinu drugih životinja.

Ne stavljati životinje koje su prirodni neprijatelji u neposrednu blizinu.

4 – Minimalna udaljenost za:

- transportni indeks (TI) od 0,1 do 4,0 – 2,5 m
- transportni indeks (TI) od 4,1 do 10,0 – 3,5 m
- transportni indeks (TI) od 10,1 do 20,0 – 5,0 m
- transportni indeks (TI) od 20,1. do 50,0 – 8,0 m

5 – Ne stavljati jaja za valenje i piliće stare jedan dan u isti odjeljak ili na istu paletu.

U ventiliranim odjeljcima ULD-a:

- stavljati jaja za valenje uvijek u smjeru leta ispred pilića;
- minimalna udaljenost jedna paletna pozicija.

6 – Ne stavljati u isti neventilirani odjeljak. U isti ventilirani odjeljak sa živim životinjama može biti stavljeno do 200 kg suhog leda.

- Ne stavljati suhi led i žive životinje jedno do drugoga.
- Staviti žive životinje na višu poziciju od suhog leda.
- Staviti žive životinje ispred suhog leda. Nisu potrebna posebna dopuštenja, ako se u iznimnim slučajevima to pravilo ne može primijeniti.

7 – Minimalna udaljenost:

- u donjim odjeljcima:
 - do 9,0 TI jedno ukrcajno mjesto ili 1,5 m;
- na glavnoj palubi:
 - do 25,0 TI jedno ukrcajno mjesto;
 - do 50,0 TI dva ukrcajna mjesta.

8 – Ne stavljati u neposrednu blizinu.

- Ne stavljati životinje intenzivnog mirisa u isti odjeljak s EAT, PEM, PEP, PES ili prtljagom, ako je moguće.

Tablica 4. prikazuje IATA DGR tablicu razdvajanja Qatar Airwaysa koja pokazuje nekompatibilnost između različitih posebnih vrta roba. Brojevi u tablici razdvajanja predstavljaju pravila koja se moraju poštivati, a ista su objašnjena ispod navedene tablice.

Tablica 4. IATA DGR tablica razdvajanja – Qatar Airways

Hazard Class	IATA IMP CODE	1.3C	1.3G	1.4B	1.4C	1.4D	1.4E	1.4G	2.1	2.2	2.2	2.2	2.3	3	4.2	4.3	5.1	5.2	6.1	6.2	7	8	9	FIL	HUM	EAT*	HEG	AVI	LHO	PEF
		RCX	RGX	RXB	RXC	RXD	RXE	RXG	RFG	RNG	RCL	RPG	RFL	RSC	RFW	ROX	ROP	RPB	RIS	RRY	RCM	ICE								
1.3C	RCX			9					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1								
1.3G	RGX			9					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1								
1.4B	RXB	9	9		9	9	9	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1								
1.4C	RXC			9					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1								
1.4D	RXD			9					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1								
1.4E	RXE			9					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1								
1.4G	RXG			9					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1								
2.1	RFG	1	1	1	1	1	1	1																						
2.2	RNG	1	1	1	1	1	1	1																						
2.2	RCL	1	1	1	1	1	1	1																			1	6		
2.3	RPG	1	1	1	1	1	1	1																		2	2	2	2	
3	RFL	1	1	1	1	1	1	1									1													
4.2	RSC	1	1	1	1	1	1	1									1													
4.3	RFW	1	1	1	1	1	1	1														1								
5.1	ROX	1	1	1	1	1	1	1						1	1															
5.2	ROP	1	1	1	1	1	1	1																						
6.1	RPB																									2	2	2	2	
6.2	RIS																									2	2	2	2	
7	RRY																						4				7	7	7	
8	RCM	1	1	1	1	1	1	1								1														
9	ICE																										1	6		
	FIL																					4								
	HUM																									2		8	8	
	EAT*												2							2	2			2			8		10	
	HEG											1	2							2	2	7		1			5			
	AVI											6	2							2	2	7		6	8	8	5	3		
	LHO												2							2	2	7			8					
	PEF																									10				

Izvor: Airbus: International Air Transport Association (IATA): *Dangerous Goods Regulations (DGR) Manual*, Montreal, Canada, 2016.

Pravilo 1: Ne smije se stavljati u neposrednu blizinu (minimalna udaljenost: 0,5 m) ili u položaj koji bi omogućio interakciju u slučaju curenja.

Pravilo 2: Ne smije se stavljati u istom rasutom odjeljku ili ULD-u. Ako se stave u odvojene ULD-ove, oni se ne smiju stavljati jedan uz drugi. Minimalna udaljenost: jedna pozicija utovara.

Pravilo 3: Laboratorijske životinje (SPF) ne smiju se stavljati u neposrednu blizinu drugih životinja. Životinje koje su prirodni neprijatelji ne smiju se stavljati u isti mrežni odjeljak ili na istu paletu.

Pravilo 4: Odnosi se na minimalnu udaljenost razdvajanja RRY-II i RRY-III od FIL, a udaljenosti su prikazane u tablici 5.

Tablica 5. Minimalna udaljenost razdvajanja RRY-II i RRY-III od FIL

Suma TI	Trajanje prijevoza					
	2 h ili manje	2-4 h	4-8 h	8-12 h	12-24 h	24-48 h
1	0,4 m	0,6 m	0,9 m	1,1 m	1,5 m	2,2 m
2	0,6 m	0,8 m	1,2 m	1,5 m	2,2 m	3,1 m
3	0,7 m	1,0 m	1,5 m	1,8 m	2,6 m	3,8 m
4	0,8 m	1,2 m	1,7 m	2,2 m	3,1 m	4,4 m
5	0,8 m	1,3 m	1,9 m	2,4 m	3,4 m	4,8 m
10	1,4 m	2,0 m	2,8 m	3,5 m	4,9 m	6,9 m
20	2,0 m	2,8 m	4,0 m	4,9 m	6,9 m	10,0 m
30	2,4 m	3,5 m	4,9 m	6,0 m	8,6 m	12,0 m
40	2,9 m	4,0 m	5,7 m	6,9 m	10,0 m	14,0 m
50	3,2 m	4,5 m	6,3 m	7,9 m	11,0 m	16,0 m

Izvor: Airbus: International Air Transport Association (IATA): *Dangerous Goods Regulations (DGR) Manual*, Montreal, Canada, 2016., uz doradu autora

Transportni indeks jednog paketa ograničen je na 10, a transportni indeks cijele pošiljke na 50.

Pravilo 5: Jaja za valenje i pilići stari jedan dan ne smiju se stavljati u isti rasuti odjeljak ili na istu paletu. U ventiliranim ULD odjeljcima, jaja za valenje se uvijek moraju staviti ispred pilića. Minimalna udaljenost: jedno mjesto utovara.

Pravilo 6: Ne smije se stavljati u isti odjeljak. Napomena: suhi led i žive životinje koje se prevoze u kutiji od stiropora (npr. tropske ribe, jastog) ne zahtijevaju razdvajanje.

Pravilo 7: Minimalna udaljenost: jedno mjesto utovara ili 1,5 metar.

Pravilo 8: Ne smije se stavljati u neposrednu blizinu. Životinje intenzivnog mirisa ne smiju se stavljati u isti odjeljak s hranom (EAT) i/ili prtljagom. EAT u tablici uključuje PEM, PEP i PES.

Pravilo 9: Skupina 1.4B, kada se stavlja na isti zrakoplov s eksplozivom (osim 1.4S), mora biti u posebnim ULD-ovima. Ako se skladište na zrakoplovu, ULD-ovi moraju biti odvojeni drugim teretom s minimalnom udaljenosti 2 metra. Kada nisu

stavljeni u ULD-ove, skupina 1.4B i ostali eksplozivni moraju se utovariti na različite nesusjedne pozicije utovara i razdvojiti drugim teretom s minimalnom udaljenosti 2 metra.

Pravilo 10: Kada se voće, povrće i drugi proizvodi osjetljivi na temperaturu prevoze zajedno, mora se poštivati IATA tablica razdvajanja te IATA Pravilnik za prijevoz lako kvarljive robe (engl. *Perishable Cargo Regulations – PCR*). Kada je moguće, cvijeće ne bi smjelo biti stavljeno u isti odjeljak s voćem i povrćem zbog negativnog utjecaja na stanje cvijeća. Na nekim letovima to nije moguće te će se navedene robe staviti u isti odjeljak, ali to neće predstavljati sigurnosni rizik za let.

Voće, povrće i cvijeće, koje se ne spominje u Pravilniku za prijevoz lako kvarljive robe, treba biti stavljeno u neposrednu blizinu zbog ograničenja prostora. U ovom slučaju, teret se ne smije prevoziti bez odobrenja prijevoznika jer Qatar Airways neće biti odgovoran za bilo kakve štete nastale uslijed miješanja utovara ostale lako kvarljive robe. Cvijeće mora biti utovareno tako da se izbjegne izravan kontakt s podom ili zidovima odjeljka.

4.4. POSLJEDICE NEPRAVILNOG RAZDVAJANJA OPASNE ROBE

Hitna situacija, koja se odnosi na opasnu robu, može nastati u bilo kojem trenutku u zračnom prijevozu. Putnici, namjerno ili nehotice, u putničku kabinu mogu unijeti zabranjene opasne tvari. Može postojati situacija u kojoj je opasnost prouzročena opasnim tvarima koje se prevoze ili se opasne tvari mogu uključiti u nju. Na primjer, požar u teretnom prostoru možda nije prouzročila opasna roba, ali ju isti može oštetiti, što bi moglo pogoršati nastalu situaciju. Razlikujemo dvije vrste hitne situacije, a to su nesreća i incident.

Nesreća je događaj povezan s prijevozom opasne robe zrakom koji za posljedicu ima kobnu ili ozbiljnu ozljedu osobe, veću materijalnu štetu ili oštećenje okoliša.³²

Incident je događaj povezan s prijevozom opasnih tvari zrakom koji se ne mora nužno dogoditi na zrakoplovu. Posljedica takvog događaja je ozljeda osobe, oštećenje imovine, okoliša, požar, lom, prolijevanje tekućine, zračenje ili drugi dokaz da ambalaža nije pravilno održavana. Svaki događaj koji se odnosi na prijevoz opasnih tvari, a ozbiljno ugrožava zrakoplov i putnike, smatra se incidentom opasnih tvari.³³

U nastavku su navedeni i ukratko opisani primjeri zrakoplovnih nesreća i incidenata uzrokovanih nepravilnim rukovanjem ili razdvajanjem opasne robe.

- 7. listopada 2013. godine je otkrivena vatra u stražnjem prtljažniku zrakoplova A330-300, nedugo nakon što je stigao na parkirnu poziciju zračne luke Manila na Filipinima, po završetku međunarodnog putničkog leta iz Singapura. Nakon

³² URL: <https://www.caa.co.uk/Commercial-industry/Airlines/Dangerous-goods/Report-a-dangerous-goods-related-accident-or-incident/> (pristupljeno: svibanj 2018.)

³³ Ibid.

što je izazvala značajniju štetu u stražnjem prtljažniku zrakoplova, vatra je naposljetku ugašena. Istraga je utvrdila da su postupci letačke posade, zemaljske posade i vatrogasne službe bili nezadovoljavajući. Također je utvrđeno da su izvor požara bile nepravilno upakirane opasne tvari u predanoj putničkoj prtljazi.³⁴

- 6. prosinca 2013. godine, putnički zrakoplov B737-800 je letio iz Ammana (Jordan) u Dubai (Ujedinjeni Arapski Emirati) s velikom količinom generatora kisika. Nakon istovara kutija s generatorima kisika, ustanovljeno je da su iste klasificirane kao opasna roba i da se ne smiju prevoziti na putničkim zrakoplovima. Istragom je utvrđeno da operator zrakoplova nije imao odobrenje za prijevoz navedene opasne robe, a letačka posada nije bila upućena da je ista utovarena u zrakoplov. Također je ustanovljeno neučinkovito nadgledanje procesa utovara tereta u zrakoplov.³⁵
- 28. srpnja 2011. godine, 50 minuta nakon polijetanja iz Incheona (Južna Koreja), posada zrakoplova B747-400F je proglasila izvanredno stanje zbog požara na glavnoj palubi te je let preusmjeren na južnokorejski otok Jeju. Požar, koji se brzo širio, onemogućio je daljnje upravljanje te se zrakoplov srušio u Istočno kinesko more. Istragom je utvrđeno da je izvor požara bio na ili u blizini dvije susjedne palete na kojima su se nalazile pošiljke opasne robe uključujući litij-ionske baterije, zapaljive i korozivne tvari. Zrakoplov je uništen u zraku tijekom pada, nedugo nakon gubitka kontrole nad zrakoplovom.³⁶
- 3. rujna 2010. godine, 22 minute nakon polijetanja iz Dubaija (Ujedinjeni Arapski Emirati), posada teretnog zrakoplova B747-400, koji je letio iz Hong Konga preko Dubaija do Kölna, postala je svjesna požara na glavnoj palubi zrakoplova. Proglašeno je izvanredno stanje te je zrakoplov preusmjeren natrag za Dubai. Zbog brzog nakupljanja dima na palubi, vidljivost se smanjivala te je bilo sve teže upravljati zrakoplovom. Nakon neuspjelog pokušaja slijetanja u Dubai, uslijedio je potpuni gubitak kontrole nad zrakoplovom zbog oštećenja uzrokovanog požarom te je zrakoplov udario u tlo. Požar je nastao uslijed samozapaljenja neprijavljene opasne robe klase 9, ukrcane u Hong Kongu (Kina).³⁷

³⁴ URL: https://www.skybrary.aero/index.php/A333_Manila_Philippines_2013 (pristupljeno: svibanj 2018.)

³⁵ URL: https://www.skybrary.aero/index.php/B738_Dubai_UAE_2013 (pristupljeno: svibanj 2018.)

³⁶ URL: https://www.skybrary.aero/index.php/B744_en-route_East_China_Sea_2011 (pristupljeno: svibanj 2018.)

³⁷ URL: https://www.skybrary.aero/index.php/B744_vicinity_Dubai_UAE_2010 (pristupljeno: svibanj 2018.)

5. PLANIRANJE UTOVARA OPASNE ROBE NA STUDIJI SLUČAJA ZRAKOPLOVA A320

Planiranje utovara i izrada liste uravnoteženja i opterećenja su najvažniji dijelovi pravilnog uravnoteženja i opterećenja zrakoplova. Sva potrebna dokumentacija za planiranje utovara određenog zrakoplova dolazi iz raznih sektora zračne luke: check-in, zgrada robnog prometa te sortirnica. Za planiranje utovara i izradu liste uravnoteženja i opterećenja zadužena je odgovorna osoba za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova koja nakon izrade navedenih dokumenata, iste predaje kontroloru opsluživanja. Kontrolor opsluživanja nadzire zrakoplov kako bi bio utovaren točno prema planu utovara te ujedno koordinira svim aktivnostima oko zrakoplova.

Kod planiranja utovara zrakoplova je potrebno:

- prikupiti podatke o zrakoplovu
- prikupiti podatke o teretu
- planirati ukrcaj zrakoplova do propisanih granica uravnoteženja i opterećenja zbog sigurnosti leta te smanjenja potrošnje goriva
- planirati ukrcaj posebnog tereta prema dopuštenim količinama i potrebnim razdvajanjima.

Slika 33. prikazuje ručno izrađen plan utovara (engl. *Loading Instruction*) zrakoplova A320, a sastoji se od nekoliko dijelova. U zaglavlje se upisuju podaci o mjestu polaska (ZAG) i dolaska (LHR), broju leta (OU285), registraciji zrakoplova (9A-CTK), vremenu polijetanja (1045) i datumu (10JUN17). Na dokumentu se nalazi podatak da nema transfernog utovara niti prtljage ili robe koju je potrebno istovariti – NIL (engl. *Nothing In Load*). Središnji dio ili područje opće obavijesti prikazuje skicu prtljažnih prostora na kojima je upisana maksimalna nosivost pojedinog odjeljka. Tu se upisuje predviđeni utovar. S obzirom na to da se utovar radi nakon dobivanja robnog manifesta, u odjeljke se upisuju točne vrijednosti tereta i pošte, dok se prtljaga označava slovima BL (engl. *Local Baggage*) za lokalnu prtljagu i BT (engl. *Transfer Baggage*) za transfernu prtljagu. Svaki plan utovara se sastoji od područja za upisivanje specijalnih instrukcija gdje se upisuje izvještaj o pojedinostima o teretu u pojedinom teretnom odjeljku. Zadnji dio se sastoji od ovjere izvješća koje se potpisuje kao dokaz da je zrakoplov ukrcan prema pravilima prijevoznika.

CROATIA AIRLINES		Loading Instruction A320 Passenger Version				
Station ZAG	Flight No. OU 285	Destination LHR	A/C Reg. 9A-CTK	STD (L/T) 1045	Planner's Signature / Desk-Phone LANA MATULIC Lana M.	Date 10 JUN 17
COMPARTMENT	6	4	3	CABIN		1
OFF at this Station	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL
TRANSIT	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL
						BAGGAGE-ID: <input type="checkbox"/>
53 (77kg)	52 (353kg)	51 (374kg)	42 (1134 kg)	41 (1134 kg)	32 (1134 kg)	31 (1134 kg)
LHR H-300 C-200 C-20 (EAT)			LHR C-10 (RFL) BL-		LHR C-1000 C-200 (HUM)	
					13 (1134 kg)	
					12 (1134 kg)	
					11 (1134 kg)	
Special Instructions						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
ESTIMATES MCO 516 20W S1: AVI/1/20 HUM/3/200 RFL/4/10 EAT/5/20						
Dest.	PAX	BAG (Pcs)	CARGO	MAIL		
LHR	154	154	2150	300		

Slika 33. Ručno izrađen plan utovara zrakoplova A320

Izvor: Izradio autor prema dokumentaciji s Međunarodne zračne luke Zagreb

U studiji slučaja zrakoplova A320, zračna luka polaska je Međunarodna zračna luka Zagreb (ZAG) dok je zračna luka odredišta Zračna luka London Heathrow (LHR). U zrakoplov je ukrcano 154 putnika o kojima se brinu četiri člana kabinskog osoblja, a zrakoplovom upravlja posada koja se sastoji od pilota i dva kopilota.

Kod planiranja utovara tereta u zrakoplov, potrebno je poznavati ukupnu nosivost zrakoplova te je potrebno paziti i na podno opterećenje. Ukupna nosivost zrakoplova A320 je podijeljena na četiri odjeljka: prvi (3.402 kg), treći (2.268 kg), četvrti (2.268 kg) i peti odjeljak (1.497 kg). Ukupna nosivost iznosi 9.435 kg. Treći i četvrti odjeljak nisu fizički odvojeni, dijeli ih samo mreža te je potrebno paziti na razdvajanje opasne robe prilikom utovara. Cijeli utovar zrakoplova je potrebno planirati tako da se ne ugroze maksimalne vrijednost te da zrakoplov ostane u okviru granica sigurnosti. Prilikom svakog utovara je potrebno ostaviti dovoljno prostora za dodavanje ili oduzimanje tereta.

Parametri koji su korišteni za utovar zrakoplova A320 su sljedeći:

- 154 komada putničke prtljage ukupne mase 2.156 kg od čega je 46 komada transferna prtljaga (644 kg), a ostalih 108 komada lokalna prtljaga (1.512 kg)
- 2.150 kg tereta (uključujući opasnu robu: 20 kg žive životinje (AVI), 200 kg posmrtni ostaci (HUM), 10 kg zapaljive tekućine (RFL) i 20 kg prehrambeni proizvodi (EAT))

- 300 kg pošte.

Prtljaga, teret i pošta su podijeljeni na deset kolica kojima se dovoze do zrakoplova. Transferna prtljaga je podijeljena na dvojica kolica i nakon vaganja njezina stvarna masa iznosi 910 kg, a lokalna je podijeljena na troja kolica te njezina ukupna masa iznosi 1.930 kg. Na preostalim pet kolica je stavljeno 300 kg pošte, 20 kg životinja (**AVI**), 200 kg posmrtnih ostataka (**HUM**), 10 kg zapaljivih tekućina (**RFL**) i 20 kg prehrambenih proizvoda (**EAT**).

U prvi odjeljak je utovareno 700 kg tereta, nakon toga 20 kg životinja (**AVI**) te transferna prtljaga (BT) koju je potrebno staviti što bliže vratima kako bi prva bila iskrcana iz zrakoplova. Transforni putnici nastavljaju let nekom drugom linijom te je važno da se ne gubi vrijeme kako bi takvi putnici što prije dobili svoju prtljagu. Kako treći i četvrti odjeljak imaju ista vrata, potrebno je prvo robu utovariti u treći odjeljak, a nakon njega u četvrti. Ako se četvrti odjeljak utovari prije trećeg, ostala roba se neće moći utovariti u treći odjeljak. U treći odjeljak je utovareno 1.000 kg tereta i 200 kg posmrtnih ostataka (**HUM**), dok je u četvrti odjeljak utovareno 10 kg zapaljivih tekućina (**RFL**) te lokalna prtljaga (BL). U peti odjeljak je utovareno 300 kg pošte, 200 kg tereta te 20 kg prehrambenih proizvoda (**EAT**).

Pri planiranju utovara je bilo potrebno paziti na nekompatibilnost opasne robe. Tablica 6. prikazuje IATA DGR tablicu razdvajanja, gdje je crvenom bojom prikazano da hrana (**EAT**) ne može biti utovarena u isti odjeljak s posmrtnim ostacima (**HUM**) i životinjama (**AVI**). Zelenom bojom je prikazano da zapaljive tekućine (**RFL**) mogu biti utovarene u isti odjeljak s posmrtnim ostacima (**HUM**), hranom (**EAT**) te životinjama (**AVI**).

Tablica 6. IATA DGR tablica razdvajanja

Hazard Class	IATA IMP COD	RCX	RXG	RXB	RXC	RXD	RXE	RXG	RXS	RNG	RFG	RPG	RCL	RFL	RSC	RFW	ROX	ROP	RPB	RIS	RRY	RCM	ICE	FIL	HUM	EAT	HEG	AVI	LHO				
		1.3C	1.3G	1.4B	1.4C	1.4D	1.4E	1.4G	1.4S	2	2	2	2	3	4	4	5	5	6	6	7	8	9										
1.3 C	RCX	1	1				1			1	1	1	1	1	1	1	1	1															
1.3 G	RXG	1		1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1					1										
1.4 B	RXB	1	1		1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1					1										
1.4 C	RXC		1	1				1		1	1	1	1	1	1	1	1	1					1										
1.4 D	RXD		1	1				1		1	1	1	1	1	1	1	1	1					1										
1.4 E	RXE		1	1				1		1	1	1	1	1	1	1	1	1					1										
1.4 G	RXG	1		1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1					1										
1.4 S	RXS																						1										
2	RNG	1	1	1	1	1	1	1																									
2	RFG	1	1	1	1	1	1	1																									
2	RPG	1	1	1	1	1	1	1																									
2	RCL	1	1	1	1	1	1	1																			1						
3	RFL																																
4	RSC	1	1	1	1	1	1	1									1	1					1										
4	RFW	1	1	1	1	1	1	1									1	1					1										
5	ROX	1	1	1	1	1	1	1						1	1	1							1										
5	ROP	1	1	1	1	1	1	1						1	1	1							1										
6	RPB																										2	2	2	2			
6	RIS																										2	2	2	2			
7	RRY																							4				7	7	7			
8	RCM	1	1	1	1	1	1	1	1						1	1	1	1															
9	ICE																											1	6				
	FIL																								4								
	HUM																										2		8	8			
	EAT																									2			8				
	HEG													1												2	2	7	1	5			
	AVI													2	1											2	2	7	6	8	8	5	3
	LHO																										2	2	7				

Izvor: Airbus: International Air Transport Association (IATA): *Dangerous Goods Regulations (DGR) Manual*, Montreal, Canada, 2016., uz doradu autora

Nakon pravilnog utovara zrakoplova te po zatvaranju leta, osobi zaduženoj za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova su poznate konačne informacije o broju i kategoriji putnika te količini prtljage primljene na let te je potrebno izraditi listu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova A320 (engl. *Loadsheet*). Slika 34. prikazuje ispunjenu listu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova A320. Podijeljena je u nekoliko dijelova, a svaki je dio detaljno objašnjen u daljnjem tekstu.

U gornjem lijevom kutu su ispunjeni osnovnih podaci vezani za let, a to su:

- oznaka hitnosti poruke (QU)
- adresa primatelja (LHRAPXH)
- adresa pošiljatelja, odnosno adresa zračne luke koja je izradila listu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova (ZAGAPXH)
- datum i vrijeme kada je izrađena lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova (101045)
- inicijali osobe koja je izradila listu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova (LM)
- broj leta (OU285)
- registracija zrakoplova (9A-CTK)
- verziju zrakoplova (701A)
- broj posade (3/4)
- datum (10JUN17).

Ispod toga se izračunavaju mase vezane za gorivo potrebno za let zrakoplova. Prvo se upisuje suha operativna masa (engl. *Dry Operating Mass*) koja iznosi 43.542 kg. Ovisi o broju zrakoplovnog osoblja, masi njihove prtljage te masi hrane i pića na zrakoplovu. Suhoj operativnoj masi se dodaje gorivo potrebno za polijetanje (engl. *Take-Off Fuel*) koje iznosi 9.000 kg te se dobije operativna masa zrakoplova (engl. *Operating Weight*) iznosa 52.542 kg.

Nakon toga je potrebno upisati sljedeće vrijednosti:

- a) Vrijednost mase zrakoplova bez goriva (61.000 kg) kojoj se dodaje gorivo potrebno za polijetanje (9.000 kg). Zbrajanjem navedenih masa se dobije dozvoljena masa zrakoplova za polijetanje (70.000 kg).
- b) Vrijednost mase zrakoplova s gorivom predviđenim za polijetanje (73.500 kg).
- c) Vrijednost mase zrakoplova s gorivom pri slijetanju (64.500 kg) kojoj se dodaje gorivo potrebno za let zrakoplova (6.000 kg). Zbrajanjem navedenih vrijednosti se dobije dozvoljena masa zrakoplova za polijetanje (70.500 kg).

Između ove tri vrijednosti (a, b i c) odabire se najmanja (70.000 kg) od koje se oduzima vrijednost operativne mase (52.542 kg) i dobije se vrijednost dozvoljenog opterećenja zrakoplova (17.458 kg).

U nastavku se, na lijevoj strani, upisuje odredište zrakoplova (LHR – London Heathrow) te broj putnika na letu s obzirom na spol: muškarci (91), žene (45), djeca (18) ili bebe (0). Nadalje su prikazani podaci o masi prtljage, tereta i pošte te u koje su točno odjeljke smješteni.

- U prvom teretnom odjeljku se nalazi 910 kg transferne putničke prtljage (BT) i 720 kg tereta, od čega 20 kg otpada na životinje (**AVI**).
- U trećem teretnom odjeljku se nalazi 1200 kg tereta, od čega je 200 kg posmrtnih ostataka (**HUM**).

- U četvrtom teretnom odjeljku se nalazi 1930 kg lokalne putničke prtljage (BL) i 10 kg tereta odnosno zapaljivih tekućina (RFL).
- U petom teretnom odjeljku se nalazi 300 kg pošte i 220 kg tereta, od čega je 20 kg prehrambenih proizvoda (EAT).

U navedena četiri odjeljka je ukupno smješteno 5.290 kg prtljage, tereta i pošte. Sljedeće što se upisuje je broj putnika poslovne (33) i ekonomske klase (121).

Mase putnika koje se uzimaju pri izradi liste uravnoteženja i opterećenja se razlikuju ovisno o spolu, a iznose 88 kg za muškarce, 70 kg za žene, 35 kg za djecu, dok se za bebe masa ne obračunava. Ukupna masa putnika na letu OU285 iznosi 11.788 kg. Masi prtljage, tereta i pošte (5.290 kg) se dodaje masa putnika te se dobije vrijednost kojom se smije opteretiti zrakoplov (17.078 kg). Toj vrijednosti se pridodaje suha operativna masa (43.542 kg) kako bi se dobila masa zrakoplova bez goriva (60.620 kg) koja ne smije prekoračiti maksimalnu propisanu vrijednost iznosa 61.000 kg. Na masu zrakoplova bez goriva (60.620 kg) se dodaje vrijednost goriva potrebnog za polijetanje (9.000 kg) te se dobije masa zrakoplova pri polijetanju (69.620 kg), a ta vrijednost također ne smije prekoračiti dozvoljenu masu koja iznosi 73.500 kg. Od mase zrakoplova pri polijetanju (69.620 kg) se oduzima masa goriva potrebnog za let (6.000 kg) te se dobije masa zrakoplova pri slijetanju (63.620 kg) koja ne smije prekoračiti propisanu vrijednost iznosa 64.500 kg.

Kada se od dozvoljenog opterećenja zrakoplova (17.458 kg) oduzme ukupna masa kojom je zrakoplov opterećen (17.078 kg), dobije se vrijednost kojom se zrakoplov još smije opteretiti (380 kg), ako dođe do promjena nakon izrade liste uravnoteženja i opterećenja. Kod promjena u zadnjoj minuti (engl. *Last Minute Changes* – LMC), dozvoljene su promjene mase plaćenog tereta (putnika i prtljage), dok promjena količine goriva nije dozvoljena. Na letu OU285 nije bilo promjena u zadnjoj minuti.

Na donjoj strani pod oznakom SI (engl. *Special Instructions*) potrebno je ispuniti postojanje opasne ili posebne vrste robe, upisujući vrstu robe, teretni odjeljak u kojem se nalazi i njezinu masu (SI: AVI/1/20, HUM/3/200, RFL/4/10, EAT/5/20).

Grafički dio liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova se nalazi na desnoj strani papira, a prikazan je na slici 35. Nakon izračunavanja stvarnih masa, upisuje se vrijednost suhog operativnog indeksa (engl. *Dry Operating Index*) koji se određuje pomoću konfiguracije posade, a iščitava se pomoću zrakoplovnog priručnika (Croatia Airlines, Aircraft Data, A320-214 AHM 560). Konfiguracija posade je 3+4, a suhi operativni indeks iznosi 44,4. Osim suhog operativnog indeksa, potrebno je očitati indeks mase zrakoplova bez goriva, indeks mase zrakoplova pri polijetanju, srednju aerodinamičku tetivu (%MAC) mase zrakoplova bez goriva i srednju aerodinamičku tetivu mase zrakoplova pri polijetanju. Navedene vrijednosti se dobivaju crtanjem.



LOAD & TRIM SHEET

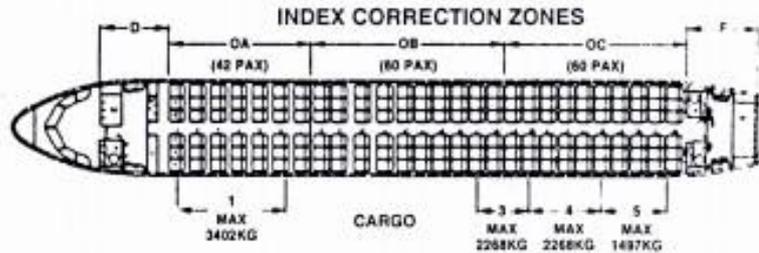
OB-PSU-004/0

A320-214

VER 162 PAX

Index at ZFW	74,1
Index at TOW	70,5

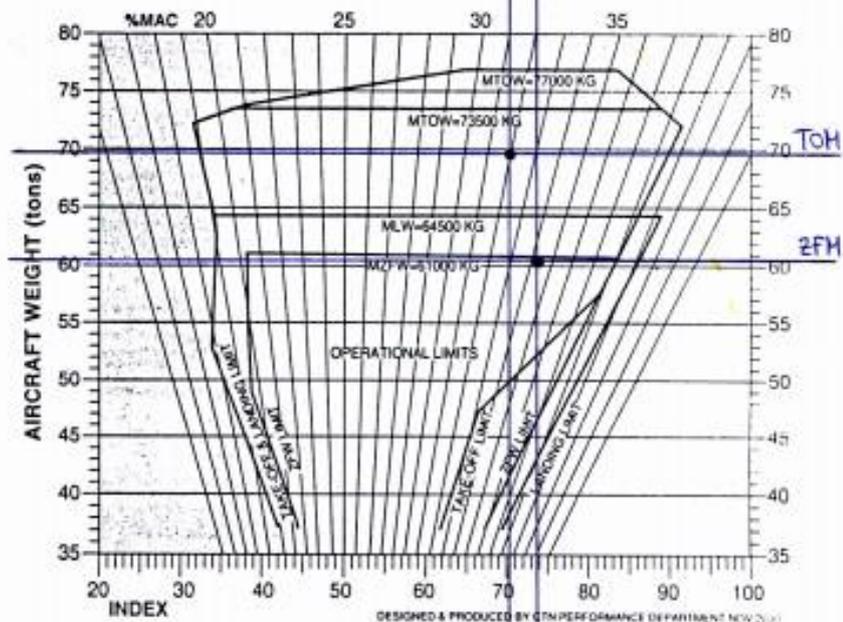
MAC at ZFW	34,2%
MAC at TOW	31,9%



DRY OPERATING INDEX **44,4**

ZONES	NUM.	WEIGHT (kg)	INDEX	20	30	40	50	60	70	80	90	100
CARGO 1		1630										500 KG
CARGO 3		1200										500 KG
CARGO 4		1940										500 KG
CARGO 5		520										250 KG
CABIN OA	40											5 PAX
CABIN OB	58											60 PAX
CABIN OC	58											5 PAX

FUEL CORRECTION	-3,20	INDEX										
-----------------	-------	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



Slika 35. Grafički dio liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova A320
Izvor: Izradio autor prema dokumentaciji s Međunarodne zračne luke Zagreb

Nakon označavanja suhog operativnog indeksa (44,4), upisuje se ukupna masa prtljage, tereta i pošte prema teretnim odjeljcima te broj putnika prema sekcijama u kojima su raspoređeni. Zrakoplov A320 je podijeljen u tri sekcije: A, B i C. Sekcija A se nalazi u prednjem dijelu, sekcija B je u sredini, dok je sekcija C smještena u stražnjem dijelu zrakoplova. U sekciji A se nalazi 40 putnika, u sekciji B 58 putnika i u sekciji C 58 putnika. Upisuje se i korekcija goriva koja se određuje prema ukupnoj količini goriva u zrakoplovu. Kako je ukupna količina goriva 9.000 kg, korekcija goriva iznosi -3,20. Za svaku komponentu se ucrtava pomak lijevo, prema nosu ili desno, prema repu zrakoplova ovisno o položaju sekcije te o teretu i putnicima koji se nalaze u zrakoplovu.

Na dijagramu uravnoteženja i opterećenja zrakoplova su unaprijed ucrtane granice za:

- Najveću konstrukcijsku masu zrakoplova bez goriva (engl. *Maximum Zero Fuel Mass* – MZFM)
- Najveću konstrukcijsku masu zrakoplova pri polijetanju (engl. *Maximum Design Take-off Mass* – MDTM)
- Najveću konstrukcijsku masu zrakoplova pri slijetanju (engl. *Maximum Design Landing Mass* – MDLM).

Dijagram dopuštenog položaja centra težišta zrakoplova se može podijeliti na dvije osi. Na y os se, povlačenjem dvije linije, unose stvarna masa zrakoplova bez goriva (engl. *Actual Zero Fuel Mass* – AZFM) i stvarna masa zrakoplova pri polijetanju (engl. *Actual Take-off Mass* – ATOM). S x osi se očitavaju postotak srednje aerodinamičke tetive (%MAC) te indeksi mase zrakoplova bez goriva i mase zrakoplova pri polijetanju. Centar težišta svakog ispravno uravnoteženog zrakoplova treba se nalaziti unutar ucrtanih granica. Nedostatak grafičke metode je nepreciznost kod crtanja kemijskom olovkom.

Kako bi se završila lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova, potrebna su tri potpisa od strane: osobe koja je izradila listu uravnoteženja i opterećenja, kontrolora opsluživanja te kapetana zrakoplova.

6. ZAKLJUČAK

Uravnoteženje i opterećenje zrakoplova je jedan od najvažnijih čimbenika koji utječu na sigurnost i ekonomičnost leta. Na ravnotežu zrakoplova utječu aerodinamičke sile uzgona, otpora, potisak ili vučna sila te težina. Uz navedene sile, na ravnotežu zrakoplova djeluje i moment.

Kako je najvažniji cilj svakog zračnog prijevoznika, zračne luke, osobe zadužene za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova i pilota sigurnost cijelog zrakoplova, pravilnim rasporedom putnika po kabinama te prtljage, tereta i pošte po teretnim odjeljcima dobiva se ispravno uravnotežen i opterećen zrakoplov.

Posebnu pozornost je potrebno usmjeriti na postojanje opasne robe na pojedinom letu jer je istu potrebno pravilno zapakirati, obilježiti i označiti te prilikom utovara paziti na nekompatibilnost pojedinih vrsta roba. Pravilan utovar zrakoplova je potrebno točno prikazati na dokumentima koji se izrađuju za određeni let te po istim dokumentima i postupiti bez odstupanja. U radu je prikazana važnost IATA DGR tablice čija se pravila koriste prilikom manipulacije opasnom robom.

Opasnom robom u zračnom prometu se podrazumijevaju tvari i predmeti koji predstavljaju značajan rizik za zdravlje i sigurnost ljudi, okoliš te infrastrukturu tijekom prijevoza. Uvjeti pod kojima se opasna roba prihvaća na prijevoz su propisani i strogo definirani u IATA DGR Pravilniku za prijevoz opasnih roba. Kriteriji prema kojima se klasificira opasna roba su detaljno opisani u Tehničkim instrukcijama.

Izradom plana utovara i liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova A320, prikazani su osnovni parametri koje koriste osobe zadužene za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova prilikom procesa uravnoteženja i opterećenja zrakoplova. Također je prikazan utovar opasne robe te razdvajanje prema IATA DGR tablici na što je potrebno obratiti posebnu pozornost.

Kako je najvažnije osigurati sigurnost zrakoplova, a time i sigurnost putnika na letu, veliku odgovornost prilikom planiranja utovara robe u zrakoplov imaju osobe zadužene za uravnoteženje i opterećenje zrakoplova stoga je potrebno redovno osposobljavanje stručnih kadrova. Najvažnije je da se cijeli proces uravnoteženja i opterećenja zrakoplova odradi bez propusta jer i najmanja pogreška može dovesti do neželjenih posljedica.

LITERATURA

1. Steiner, S., Vidović, A., Bajor, I., Pita, O., Štimac, I.: *Zrakoplovna prijevozna sredstva 1*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.
2. Jirasek, D.: *Težine i uravnoteženje zrakoplova*, Zračna luka Zagreb, Zagreb, 1998.
3. Bračić, M., Pavlin, S.: Nastavni materijali, *Tehnologija prihvata i otpreme zrakoplova*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017.
4. Debeljak Rukavina, S.: *Uvjeti i načini prijevoza opasne robe zrakom*, Veleučilište u Rijeci, Rijeka, 2015.
5. Airbus Flight Operations Support: *Getting to Grips with Weight and Balance*, Flight Operations Support & Line Assistance, Airbus, 2004.
6. Flight Operation Briefing Notes, Cabin Operations: Dangerous Goods Awareness
7. Airbus: International Air Transport Association (IATA): *Dangerous Goods Regulations (DGR) Manual*, Montreal, Canada, 2016.
8. Croatia Airlines, Aircraft Data, A320-214 AHM 560
9. URL: http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_03_30_528.html (pristupljeno: srpanj 2017.)
10. URL: http://www.ccaa.hr/download/documents/read/dangerous-goods-classification_2311 (pristupljeno: srpanj 2017.)
11. URL:
http://www.chemsafetypro.com/Topics/TDG/Dangerous_Goods_Marking_Labelling.html (pristupljeno, srpanj 2017.)
12. URL: http://www.poslovniforum.hr/zakoni/eko97_93.asp (pristupljeno: srpanj 2017.)
13. URL: <https://www.caa.co.uk/Commercial-industry/Airlines/Dangerous-goods/Report-a-dangerous-goods-related-accident-or-incident/> (pristupljeno: svibanj 2018.)
14. URL: https://www.skybrary.aero/index.php/A333,_Manila_Philippines,_2013 (pristupljeno: svibanj 2018.)
15. URL: https://www.skybrary.aero/index.php/B738,_Dubai_UAE,_2013 (pristupljeno: svibanj 2018.)
16. URL: https://www.skybrary.aero/index.php/B744,_en-route,_East_China_Sea,_2011 (pristupljeno: svibanj 2018.)
17. URL: https://www.skybrary.aero/index.php/B744,_vicinity_Dubai_UAE,_2010 (pristupljeno: svibanj 2018.)

POPIS KRATICA

ALM	(engl. <i>Actual Landing Mass</i>) stvarna masa zrakoplova pri slijetanju
ATOM	(engl. <i>Actual Take-off Mass</i>) stvarna masa zrakoplova pri polijetanju
ATM	(engl. <i>Actual Taxi Mass</i>) stvarna masa zrakoplova pri kretanju po zemlji
AVI	(engl. <i>Live Animals</i>) žive životinje
AWB	(engl. <i>Airway Bill</i>) teretni list
AZFM	(engl. <i>Actual Zero Fuel Mass</i>) stvarna masa zrakoplova bez goriva
BEM	(engl. <i>Basic Empty Mass</i>) osnovna masa praznog zrakoplova
BL	(engl. <i>Local Baggage</i>) lokalna prtljaga
BM	(engl. <i>Basic Mass</i>) osnovna masa zrakoplova
BT	(engl. <i>Transfer Baggage</i>) transferna prtljaga
CAO	(engl. <i>Cargo Aircraft Only</i>) dozvoljen prijevoz samo u teretnim zrakoplovima
DOM	(engl. <i>Dry Operating Mass</i>) suha operativna masa
DGR	(engl. <i>Dangerous Goods Regulations</i>) Pravilnik za prijevoz opasnih roba
EAT	(engl. <i>Foodstuffs</i>) prehrambeni proizvodi
FIL	(engl. <i>Undeveloped/Unexposed Film</i>) nerazvijen fotografski film
HEG	(engl. <i>Hatching Eggs</i>) jaja za valenje
HUM	(engl. <i>Human Remains</i>) posmrtni ostaci
IATA	(engl. <i>International Air Transport Association</i>) Međunarodna udruga zračnih prijevoznika
ICE	(engl. <i>Carbon Dioxide/Dry Ice</i>) suhi led
LHO	(engl. <i>Live Human Organs/Blood</i>) ljudski organi i krv
LMC	(engl. <i>Last Minute Changes</i>) promjene u zadnjoj minuti
MAC	(engl. <i>Mean Aerodynamic Chord</i>) srednja aerodinamička tetiva
MAG	(engl. <i>Magnetized Material</i>) magnetizirani materijal
MDLM	(engl. <i>Maximum Design Landing Mass</i>) najveća konstrukcijska masa zrakoplova pri slijetanju
MDRM	(engl. <i>Maximum Design Ramp Mass</i>) najveća konstrukcijska masa zrakoplova na stajanci

MDTM	(engl. <i>Maximum Design Taxi Mass</i>) najveća konstrukcijska masa zrakoplova pri kretanju
MEM	(engl. <i>Manufacturer's Empty Mass</i>) tvornička masa praznog zrakoplova
MTOM	(engl. <i>Maximum Design Take-off Mass</i>) najveća konstrukcijska masa zrakoplova pri polijetanju
MZFM	(engl. <i>Maximum Zero Fuel Mass</i>) najveća konstrukcijska masa zrakoplova bez goriva
NIL	(engl. <i>Nothing In Load</i>) nema utovara
NOTOC	(engl. <i>Notification to Captain</i>) obavijest kapetanu
OM	(engl. <i>Operating Mass</i>) operativna masa
PEF	(engl. <i>Flowers</i>) cvijeće
PEM	(engl. <i>Meat</i>) meso
PEP	(engl. <i>Fruit and Vegetables</i>) voće i povrće
PER	(engl. <i>Perishable Goods</i>) lako kvarljiva roba
PES	(engl. <i>Fish/Seafood</i>) riba
PRM	(engl. <i>Passenger with Reduced Mobility</i>) putnici sa smanjenom pokretljivošću
PCR	(engl. <i>Perishable Cargo Regulations</i>) Pravilnik za prijevoz lako kvarljive robe
RCL	(engl. <i>Non-Poisonous Gas</i>) neotrovni plin
RCM	(engl. <i>Corrosive</i>) korozivna tvar
RFG	(engl. <i>Flammable Gas</i>) zapaljivi plin
RFL	(engl. <i>Flammable Liquid</i>) zapaljiva tekućina
RFS	(engl. <i>Flammable Solid</i>) zapaljiva krutina
RFW	(engl. <i>Dangerous When Wet</i>) zapaljiva krutina u dodiru s vodom
RIS	(engl. <i>Infectious Substance</i>) infektivna tvar
RMD	(engl. <i>Miscellaneous Dangerous Goods</i>) razne opasne tvari
RNG	(engl. <i>Non-Flammable Gas</i>) nezapaljivi plin
ROP	(engl. <i>Organic Peroxide</i>) organski peroksid
ROX	(engl. <i>Oxidizer</i>) oksidirajuća tvar
RPB	(engl. <i>Toxic Substance</i>) otrovna tvar

RPG	(engl. <i>Toxic Gas</i>) otrovni plin
RRW	(engl. <i>Radioactive Material – White</i>) bijela radioaktivna tvar
RRY	(engl. <i>Radioactive Material – Yellow</i>) žuta radioaktivna tvar
RSB	(engl. <i>Polystyrene Beads</i>) polistirenske kuglice
RSC	(engl. <i>Spontaneously Combustible</i>) spontano zapaljiva krutina
RXB	(engl. <i>Explosive</i>) eksploziv (1.4B)
RXC	(engl. <i>Explosive</i>) eksploziv (1.4C)
RXD	(engl. <i>Explosive</i>) eksploziv (1.4D)
RXE	(engl. <i>Explosive</i>) eksploziv (1.4E)
RXG	(engl. <i>Explosive</i>) eksploziv (1.4G)
RXS	(engl. <i>Explosive</i>) eksploziv (1.4S)
SI	(engl. <i>Special Instructions</i>) posebne napomene
SPF	(engl. <i>Laboratory Animals</i>) laboratorijske životinje
TI	(engl. <i>Transport Index</i>) transportni indeks
ULD	(engl. <i>Unit Load Device</i>) jedinično sredstvo utovara
UM	(engl. <i>Unaccompanied Minor</i>) nepraćena djeca

POPIS SLIKA

Slika 1. Sile koje djeluju na zrakoplov u letu	2
Slika 2. Dijagram dopuštenog položaja težišta zrakoplova A320.....	7
Slika 3. Putnički manifest.....	11
Slika 4. Robni manifest.....	12
Slika 5. Plan utovara zrakoplova A320	14
Slika 6. Lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova A320 za ručnu izradu	15
Slika 7. Oznaka prve skupine eksploziva	17
Slika 8. Oznaka druge skupine eksploziva	17
Slika 9. Oznaka treće skupine eksploziva	17
Slika 10. Oznaka četvrte skupine eksploziva	18
Slika 11. Oznaka pete skupine eksploziva	18
Slika 12. Oznaka šeste skupine eksploziva	18
Slika 13. Oznaka zapaljivih plinova	19
Slika 14. Oznaka nezapaljivih i neotrovnih plinova	19
Slika 15. Oznaka otrovnih plinova	20
Slika 16. Oznaka zapaljivih tekućina	20
Slika 17. Oznaka zapaljivih krutina, samoreaktivnih tvari i neosjetljivih eksploziva ...	21
Slika 18. Oznaka tvari podložnih samozapaljenju.....	21
Slika 19. Oznaka tvari koje u kontaktu s vodom tvore zapaljive plinove	22
Slika 20. Oznaka oksidirajućih tvari	22
Slika 21. Oznaka organskih peroksida	22
Slika 22. Oznaka otrovnih tvari	23
Slika 23. Oznaka zaraznih tvari	23
Slika 24. Oznaka radioaktivnih tvari – kategorija I	24
Slika 25. Oznaka radioaktivnih tvari – kategorija II	24
Slika 26. Oznaka radioaktivnih tvari – kategorija III	24
Slika 27. Oznaka fisilnog materijala.....	25
Slika 28. Oznaka korozivnih tvari.....	25
Slika 29. Oznaka ostalih opasnih tvari	26
Slika 30. Obilježavanje i označavanje pakiranja opasne robe	28
Slika 31. Minimalna udaljenost između dvije vrste opasnih roba	30
Slika 32. Razdvajanje dvije vrste opasnih roba neopasnim pakiranjem	30
Slika 33. Ručno izrađen plan utovara zrakoplova A320	38
Slika 34. Ručno izrađena lista uravnoteženja i opterećenja zrakoplova A320	41
Slika 35. Grafički dio liste uravnoteženja i opterećenja zrakoplova A320	44

POPIS TABLICA

Tablica 1. Standardne mase putnika	5
Tablica 2. Standardne mase posade	6
Tablica 3. IATA DGR tablica razdvajanja	31
Tablica 4. IATA DGR tablica razdvajanja – Qatar Airways	33
Tablica 5. Minimalna udaljenost razdvajanja RRY-II i RRY-III od FIL	34
Tablica 6. IATA DGR tablica razdvajanja	40



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ završni rad _____

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ završnog rada _____

pod naslovom **Specifičnosti prihvata i otpreme opasne robe u procesu** _____

uravnoteženja i opterećenja zrakoplova

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

Student/ica:

U Zagrebu, 21/06/2018 _____

Lana Matulić _____

(potpis)
Lana Matulić