Prometno-tehnološke značajke velikih zrakoplova i njihov utjecaj na aerodromske operacije

Đuka, Matija

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:558179

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANSTI

Matija Đuka

PROMETNO-TEHNOLOŠKE ZNAČAJKE VELIKIH ZRAKOPLOVA I NJIHOV UTJECAJ NA AERODROMSKE OPERACIJE

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, 2017.

SVEULIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 24. travnja 2017.

Zavod: **Zavod za zračni promet**

Predmet: **Osnove tehnologije zračnog prometa**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 4096

Pristupnik: **Matija Đuka (0135236838)**

Studij: Promet

Smjer: Zračni promet

Zadatak: **Prometno-tehnološke značajke velikih zrakoplova i njihov utjecaj na aerodromske operacije**

Opis zadatka:

U radu je potrebno definirati kategoriju velikih zrakoplova te navesti osnovne značajke Airbus-ovih i Boeing-ovih velikih zrakoplova. Zatim, u radu treba usporediti prometno-tehnološke značajke zrakoplova A380 i B747-8 te analizirati utjecaj velikih zrakoplova na infrastrukturne zahtjeve i aerodromske operacije.

Zadatak uručen pristupniku: 28. travnja 2017.

Mentor: Predsjednik povjerenstva za završni ispit:

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

PROMETNO-TEHNOLOŠKE ZNAČAJKE VELIKIH ZRAKOPLOVA I NJIHOV UTJECAJ NA AERODROMSKE OPERACIJE

TRAFFIC AND TECHNOLOGICAL FEATURES OF LARGE AIRCRAFT AND THEIR IMPACT ON AIRPORT OPERATIONS

Mentor: doc. dr. sc. Ružica Škurla Babić

Student: Matija Đuka, 0135236838

Zagreb, rujan 2017.

SAŽETAK

Zračni promet je grana prometa za prijevoz putnika i robe raznim prijevoznim sredstvima koja imaju mogućnost kretanja u atmosferi. U ovom završnom radu će se govoriti o novim velikim zrakoplovima. Najvažnija značajka novih velikih zrakoplova je kapacitet putnika koje mogu prevoziti. Novi veliki zrakoplovi mogu prevoziti duplo više putnika nego standardni putnički zrakoplovi, koji su se uobičajeno koristili u prijevozu putnika. Ostale značajke jako velikih zrakoplova su veličina zrakoplova, raspon krila, maksimalna masa uzlijetanja, dolet i druge karakteristike koje su detaljnije objašnjene u radu. U radu je napravljena i usporedba dva trenutno najveća zrakoplova, B747-8I i A380, iz dvije najveće zrakoplovne kompanije, Boeing i Airbus.

KLJUČNE RIJEČI: veliki zrakoplovi; A380; B747-8I; prometno-tehnološke značajke velikih zrakoplova

SUMMARY

Air traffic is a branch of transport for the transport of passengers and goods with various means of transport that have the ability to move in the atmosphere. In this final work will be talk about new large aircraft. The most important feature of new large aircraft is the capacity of passengers to carry. New large aircraft can carry twice as many passengers as standard aircraft, which are commonly used in passenger transport. Other features of a very large aircraft are aircraft size, wing spacing, maximum take-off mass, range and other characteristics that are explained more in-depth in the work. The work also compares the two largest aircraft, B747-8 and A380, from the two largest airline companies, Boeing and Airbus.

KEY WORDS**:** large aircraft; A380; B747-8I; traffic-technological features of large aircraft

SADRŽAJ

1. Uvod 1
2. Osnovne značajke velikih zrakoplova 3
3. Boeing-ovi veliki zrakoplovi 6
3.1. Boeing 777-300ER 6
3.1.1. Razvoj 7
3.1.2. Inačica B777-300ER 7
3.1.3. Karakteristike B777-300ER 9
3.2. Boeing 747-400 10
3.2.1. Dizajn i razvoj 10
3.2.2. Inačica B747-400 12
3.2.3. Operateri 13
3.2.4. Karakteristike 14
3.3. Boeing 747-8I 14
3.3.1. Dizajn 14
3.3.2. Modeli zrakoplova B747-8 15
3.3.3. Karakteristike 17
3.3.4. Narudžbe i isporuke 17
4. Airbus-ovi veliki zrakoplovi 18
4.1. Izgradnja 18
4.2. Testiranje i početak uporabe u komercijalne svrhe 19
4.3. Dizajn 20
4.4. Motori 22
4.5. Krila 23
4.6. Materijali izrade 23
4.7. Tehničke karakteristike zrakoplova A380 24
4.8. Letačke karakteristike zrakoplova A380 24
4.9. Narudžbe i isporuke 25
5. Usporedba prometno-tehnoloških značajki A380 i B747-8 26
5.1. Payload-range dijagram za A380-800 27
5.2. Payload-range dijagram za B747-8I 29

5.3. Usporedba payload-range dijagrama zrakoplova A380-800 i B747-8I 31
6. Utjecaj velikih zrakoplova na infrastrukturne zahtjeve i aerodromske operacije . 32
7. Zaključak 35
Literatura 36
Popis slika 38
Popis tablica 39

1. Uvod

Predmet završnog rada je definirati kategoriju velikih zrakoplova te navesti osnovne značajke Airbus-ovih i Boeing-ovih velikih zrakoplova. Veliki zrakoplovi zadnjih godina su sve više zastupljeni u svijetu. U radu će biti navedene njihove vrline i njihove mane u odnosu na ostale zrakoplove.

Završni rad se sastoji od sedam poglavlja:

1. Uvod,
2. Osnovne značajke velikih zrakoplova,
3. Boeing-ovi veliki zrakoplovi,
4. Airbus-ovi veliki zrakoplovi,
5. Usporedba prometno-tehnoloških značajki A380 i B747-8,
6. Utjecaj velikih zrakoplova na infrastrukturne zahtjeve i aerodromske operacije, te
7. Zaključak.

Prvo poglavlje završnog rada je *Uvod* u kojem se iznose predmet rada te njegova struktura.

Nakon uvodnog poglavlja slijedi drugo poglavlje u kojem je opisana glavna značajka velikih zrakoplova, što je kapacitet putnika, te ostale značajke kao, raspon krila, maksimalna masa uzlijetanja i slično.

U trećem poglavlju opisan je Airbus-ov veliki zrakoplov, A380 i njegove karakteristike. Airbus je najveći europski proizvođač zrakoplova koji je osnovan 1970. godine, a u svijetu je drugi proizvođač zrakoplova, odmah iza Boeing-a.

U četvrtom poglavlju navedeni su Boeing-ovi veliki zrakoplovi i njihove karakteristike. Tu spadaju B777-300ER, B747-400 i najveći među Boeing-ovima B747-8. Boeing je najveći svjetski (američka) proizvođač zrakoplova. Boeing-ovi zrakoplovi najviše se koriste u Americi. Boeing je osnovan 1916. godine, a zadnjih godina pretekao ga je Airbus po broju izrađenih i korištenih zrakoplova.

Detaljna usporedba prometno-tehnoloških značajki zrakoplova A380 i B747-8, dva najveća konkurenta, prikazana je u petom poglavlju rada. B747-8 najveći je

Boeing-ov zrakoplov, poznat po nazivu *jumbo jet*, koji se u komercijalnoj upotrebi pojavio nakon A380. S druge strane, zrakoplov A380 je najveći Airbus-ov zrakoplov, te je površinom i drugim karakteristikama još veći od zrakoplova B747-8, i stoga ga zovu *super jumbo*.

U šestom poglavlju objašnjeni su utjecaji velikih zrakoplova na infrastrukturne zahtjeve i aerodromske operacije. Tu je napisano što sve treba izmijeniti i povećati na dosadašnjim aerodromima da bi mogli prihvatiti velike zrakoplove što se odnosi i na zračnu i na zemaljsku stranu aerodroma.

Sedmi dio rada je *Zaključak* koji je donesen na temelju istraživanja i vlastitih promišljanja.

Na kraju rada se uz popis literature nalazi i popis slika i tablica prikazanih u tekstu rada.

2. Osnovne značajke velikih zrakoplova

Kako bi se zadovoljila sve veća potražnja za zračnim oblikom prijevoza putnika, zrakoplovi su se proizvodili sa sve većim kapacitetom putnika. U tablici 1. je prikazana IATA klasifikacija zrakoplova po veličini, to jest po kapacitetu putnika.

Primjer zrakoplova u kategoriji 1 je Boeing 717-200. To je uskotrupni mlazni zrakoplov. Njegov kapacitet putnika u jednoj putničkoj klasi je 117. Duljina zrakoplova je 37.8 metara, a raspon krila 28.4 metara. Maksimalna masa uzlijetanja mu je 49 895 kilograma, dok prazan zrakoplov teži 30 617 kilograma. Brzina krstarenja je 822 kilometara na sat, a dolet mu je 2 645 kilometara. Leti na visini do 11 000 metara.

Tablica 1. IATA klasifikacija zrakoplova prema veličini

Kategorija	Broj sjedala	Primjer zrakoplova
0	<50	Embraer 120
1	50-124	Boeing 717-200
2	125-179	Boeing 727-200
3	180-249	Boeing 767-200
4	250-349	Airbus A340-300
5	350-500	Boeing 747-100
6	>500	Boeing 747-400, Airbus A380

Izvor: Radačić, Ž., Suić, I., Škurla Babić, R.: Tehnologija zračnog prometa I, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., str. 53.

U kategoriju 6 spadaju jako veliki zrakoplovi. Primjer zrakoplova iz te kategorije je širokotrupni zrakoplov A380, koji je i trenutno najveći zrakoplov u svijetu. Njegov kapacitet je 853 putnika za konfiguraciju putničke kabine koja podrazumijeva jednu klasu prijevoza. Duljina zrakoplova je 72.72 metara, te raspon krila 79.75 metara. Prazan zrakoplov teži 276 800 kilograma, a maksimalna masa uzlijetanja je 575 000 kilograma. Maksimalna brzina krstarenja je 945 kilometara na sat. Zrakoplov leti na visini do 13 100 metara, a dolet mu je 15 200 kilometara.

Iz ova dva primjera se uočava velika razlika u kapacitetu putnika. Isto tako se vidi razlika u dimenzijama zrakoplova (duljina, raspon krila), te u masi samog zrakoplova i maksimalnoj masi uzlijetanja. Također A380 ima i puno veći dolet od B717-200. Jako veliki zrakoplovi su došli na tržište 80-ih godina prošlog stoljeća, te se od tada sve više koriste.

Najvažnija značajka novih velikih zrakoplova (New Large Aircraft) je kapacitet putnika koje mogu prevoziti. Novi veliki zrakoplovi su zrakoplovi s kapacitetom putnika većim od 500. U tu kategoriju spadaju zrakoplov A380, B747-400, B747-8I, te B777-300ER, koji su i detaljno objašnjeni u narednim poglavljima. Ostale značajke velikih zrakoplova su duljina zrakoplova, raspon krila, maksimalna masa uzlijetanja, dolet i druge karakteristike.

Najveći zrakoplovi na svijetu, A380 i B747 imaju čak i dvije palube, glavnu i gornju palubu. U odnosu na veličinu zrakoplova, veliki zrakoplovi imaju i puno više kotača glavnog i nosnog podvozja (A380 ima 22 kotača sve zajedno), kako bi mogli nositi sav taj veliki teret. Samim time je i razmak kotača glavnog podvozja veći. Isto tako razina usluge i kvaliteta plovidbe je na puno većoj razini kod velikih zrakoplova, jer su to sve konvencionalni zračni prijevoznici s punom uslugom tijekom leta.

Kako su zrakoplovi veći, u njih stanu i dodatne prostorije i sadržaji, zavisi kako kompanije odluče. Tako postoje kupaonice s tuš kabinom, prostorije za odmor kabinskog osoblja, saloni s umjetničkim slikama, saloni za prvu klasu i poslovnu klasu, lounge barovi te drugi sadržaji. Kako bi se kompletna usluga osigurala svim putnicima, potrebno je jako puno osoblja u zrakoplovu koje će biti zaduženo za obavljanje sigurnog i kvalitetnog leta.

Prema kapacitetu putnika isto tako veliki zrakoplovi zahtijevaju puno više wc-a, više slobodnog prostora za putnike, posebno kod prve i poslovne klase. Pošto veliki zrakoplovi prometuju na velikim udaljenostima, zahtijevaju i veću ponudu dodatnih sadržaja za zabavu putnika na letu (kao na primjer gledanje filmova, igranje igrica, slušanje muzike na ekranima, omogućen Internet i slično).

Kako imaju duži dolet mogu prometovati na dužim linijama i spajati najudaljenija glavna odredišta u svijetu. Najveći zrakoplov na svijetu A380 prometuje na linijama između glavnih svjetskih središta. Neka od njih su: Pariz-New York, Pariz-Hong Kong, London-Washington, Beijing-Los Angeles, Beijing-Sydney, te Dubai-Barcelona

i mnoge druge linije diljem svijeta. Prometuju na preko 40 linija i taj broj i dalje raste. Emirates ima najviše zrakoplova A380 (80 komada), s najviše linija na kojima prometuje taj zrakoplov. U ljeto 2017. godine Emirates je s velikim zrakoplovom B777 povezao Dubai sa Zagrebom.[1]

Konkurent najvećem zrakoplovu, B747-8I prometuje na linijama Frankfurt-Peking, Frankfurt-Chicago, Frankfurt-Rio de Janeiro, Frankfurt-Tokyo, Peking- New York, Peking-Shanghai i druge linije. Lufthansa je kompanija s najviše zrakoplova B747-8I (19 komada).

Veliki zrakoplovi mogu ponijeti više plaćenog tereta, što je isto tako od velike važnosti za kompanije. Zrakoplov A380 može ponijeti do 84 000 kilograma plaćenog tereta, dok zrakoplov B747 može ponijeti do 76 067 kilograma.[2]

[1] http://weekendblitz.com/airbus-a380-current-routes-operators/ (pristupljeno 05.08.2017.)
[2] http://www.gcmap.com/featured/20151129 (pristupljeno 05.08.2017.)

3. Boeing-ovi veliki zrakoplovi

U ovom poglavlju rada opisat će se Boeing-ovi veliki zrakoplovi, a to su:

- Boeing 777-300ER,
- Boeing 747-400, te
- Boeing 747-8I.

3.1. Boeing 777-300ER

Boeing 777 je širokotrupni dvomotorni zrakoplov dugog doleta. To je ujedno i prvi zrakoplov koji je kompletno dizajniran pomoću trodimenzionalne računalne tehnologije. Program za razvoj ovog modela započeo je u listopadu 1990. godine, a prva narudžba je bila od kompanije United Airlines.

U lipnju 1995. je prvi model pušten u eksploataciju (Boeing 777-200), a u isto vrijeme je počela proizvodnja naprednijeg modela 777-300.[3] Ovo je i najveći zrakoplov među grupom dvomotornih i tromotornih zrakoplova. Boeing 777 je imao znatna poboljšanja aerodinamičnosti, dizajna interijera i pilotske kabine u odnosu na svoje prethodnike.

Zrakoplov B777-300ER pripada grupi zrakoplova B777. Ostale inačice su još:

- B777-200,
- B777-200ER,
- B777-200LR (najveći dolet na svijetu od 17 370 kilometara),
- B777-Freighter i
- B777-300 i B777-300ER.

ER (*extended range*) oznaka znači da zrakoplov ima produženi dolet, a LR (*long range*) znači da ima jako veliki dolet. B777-300ER je američki širokotrupni zrakoplov velikog doleta. Najveći je dvomotorni zrakoplov na svijetu.

[3] https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_777 (pristupljeno 10.08.2017.)

3.1.1. Razvoj

1970-ih Boeing je predstavio tri svoja nova modela, a to su dvomotorni Boeing 757 u zamjenu za legendarni Boeing 727, dvomotorni Boeing 767 kao konkurenta Airbusu A300 i tromotorni Boeing 777 kao konkurent DC-10 i Lockheed L-1011 TriStara.

Izvorno baziran na B767 s redizajniranim krilima, B777 ponuđen je u dvije inačice s 275 sjedišta:

- transkontinentalna s doletom od 5 000 km i
- interkontinentalna s doletom od 8 000 km.

1980-ih popularnost na tržištu preuzeli su dvomotorni zrakoplovi i Boeing je odustao od izrade tromotornog B777. Prvobitna namjera bila je jednostavno produžiti trup i povećati krila B767. Rezultat je bio B767-X s 340 sjedišta i doletom od 13 500 kilometara. Prijevoznici nisu bili zadovoljni ponuđenim rješenjem, te su tražili kraći interkontinentalni dolet s promjerom trupa sličan onom od B747. Također su tražili potpuno prilagodljivu putničku kabinu za više klasa i cijenu leta koja ne prelazi onu od B767. Sve navedeno rezultiralo je novim dizajnom, dvomotornim B777.

Dvomotorni 777 je izvorno ponuđen u izboru motora od triju najvećih proizvođača (*Pratt & Whitney PW4000, Rolls Royce Trent 800 i General Electric GE90*). Kasnije varijante (B777-200LR i B777-300ER) pogonjene su isključivo General Electric-ovim GE-90, koji je sa promjerom od preko 3.2 metara najveći mlazni motor ikada proizveden.[4]

3.1.2. Inačica B777-300ER

Boeing 777-300ER izdužena je inačica 777-300 i sadrži mnoge preinake, uključujući motor GE90-115B s 513 kN potiska. Ostale novine na zrakoplovu su

[4] https://hr.wikipedia.org/wiki/Boeing_777#Povijesni_razvoj (pristupljeno 10.08.2017.)

iskošeni vrh krila, novo glavno podvozje i dodatni rezervoari goriva. S pojačanim trupom, krilima, repnim površinama i nosačima motora ima veću maksimalnu težinu uzlijetanja.

Prvi let zrakoplova bio je 24. veljače 2003. godine, dok je prva isporuka za Air France bila 29. travnja 2004. godine.

Radi jačih motora i veće maksimalne težine uzlijetanja 777-300ER troši nešto više goriva od 777-300. Radi mogućnosti uzimanja više goriva s istom količinom korisnog tereta i brojem putnika, B777-300ER može postići i do 34% veći dolet od B777-300. Bez povećanja kapaciteta goriva u odnosu na B777-300, zrakoplov može prevesti 25% više korisnog tereta.[5]

Nakon predstavljanja B777-300ER (šest godina nakon prve isporuke inačice B777-300), sve sljedeće narudžbe bile su ER inačice. Na slici 1. je prikazan zrakoplov B777-300ER kompanije Air France. Sa zrakoplovom B777-300ER lete:

- Air Canada (dvije, plus deset narudžbi),
- All Nippon Airways (osam, plus pet narudžbi),
- Emirates Airline (17, plus 37 narudžbi),
- Etihad Airways (pet),
- EVA Air (pet, plus osam narudžbi),
- Japan Airlines (šest, plus sedam narudžbi),
- Singapore Airlines (sedam, plus 12 narudžbi) i
- Air France (17, plus devet narudžbi).

Zrakoplove B777-300ER su još naručili i:

- Air India (15),
- Cathay Pacific (18),
- Jet Airways (deset),
- Pakistan International Airlines (tri),
- Philippine Airlines (dva),
- Qatar Airways (14),
- KLM Royal Dutch Airlines (četiri),

[5] Radačić, Ž., Suić, I., Škurla Babić, R.: Tehnologija zračnog prometa I, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., str. 95.

- TAM Linhas Aéreas (četiri) i
- Virgin Blue (šest).[6]



Izvor: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/13/FGSQE.jpg/300px-FGSQE.jpg, 11.8.2017.

Slika 1. Zrakoplov B777-300ER kompanije Air France

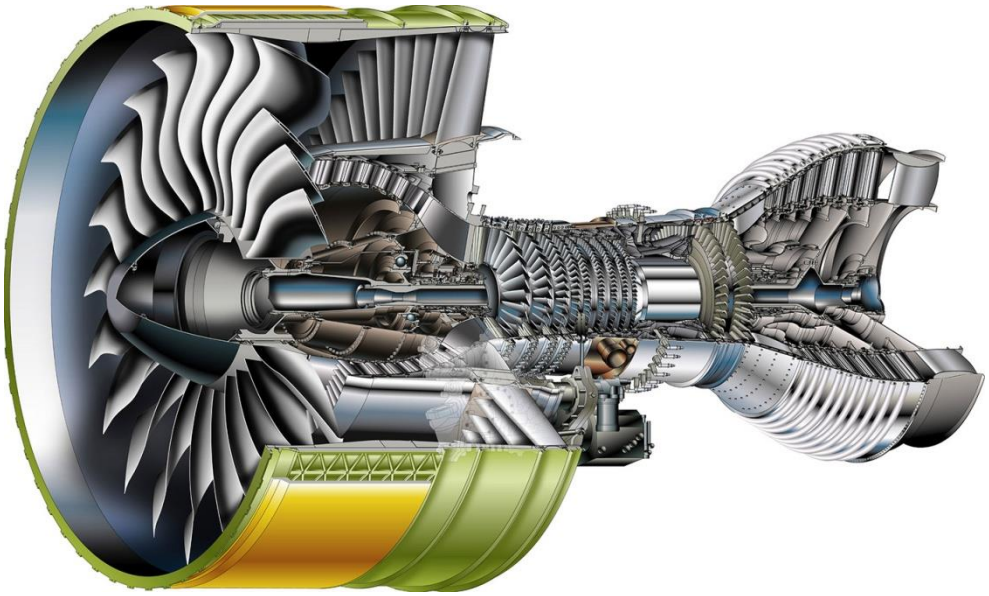
3.1.3. Karakteristike B777-300ER

Zrakoplov B777-300ER specifičan je po korištenju najvećih mlaznih motora ikad korištenih na nekom avionu, setu od šest kotača na svakoj glavnoj nozi podvozja, izduženoj pilotskoj kabini i oštrim repnim konusom. U potpunosti je dizajniran na računalu (program CATIA), bez ijednog crteža na papiru što je omogućilo kasniji virtualni prikaz cijelog zrakoplova, a to je pomoglo inženjerima u preciznim istraživanjima i sastavljanju tisuća dijelova i prije njihove proizvodnje.

Zrakoplovom upravljaju dva člana kabinske posade. Maksimalni kapacitet putnika mu je 500 u jednoj klasi, 451 u dvije klase i 365 u tri klase. Duljina zrakoplova je 73.9 metara, dok je raspon krila 64.8 metara, a visina 18.7 metara. Masa samog zrakoplova je 166 881 kilograma, a maksimalna masa uzlijetanja je 351 534 kilograma. Brzina krstarenja mu je 905 kilometara na sat, dok je maksimalna brzina 950 kilometara na sat. Dolet zrakoplova B777-300ER je 14 685 kilometara.

[6] https://hr.wikipedia.org/wiki/Boeing_777#777-300ER (pristupljeno 11.08.2017.)

Maksimalno stane 181 280 litara goriva u zrakoplov. Leti na visini od 13 140 metara. Na slici 2. je prikazan motor GE90-115B koji koristi zrakoplov B777-300ER, te mu je potisak 510 kilonjutna. Veličina tog motora se vidi njegovom usporedbom sa čovjekom.[7]



Izvor: https://www.aviationcv.com/aviation-blog/2016/worlds-biggest-jet-engine-first-testing, 11.8.2017.

Slika 2. Motor zrakoplova B777-300ER

3.2. Boeing 747-400

Zrakoplov Boeing 747-400 je širokotrupni, četveromotorni, putnički zrakoplov. Proizvod je američke kompanije Boeing Commercial Airplanes. Serija B747-400 je najprodavanija verzija uspješnog Boeinga 747.[8] U narednim poglavljima će biti detaljnije opisan zrakoplov B747-400.

3.2.1. Dizajn i razvoj

Projekt novog Boeinga 747-400, Boeing Commercial Airplanes, najavljen je u listopadu 1985. U odnosu na prethodni model, B747-300, B747-400 ima 1.8 m duži

[7] https://hr.wikipedia.org/wiki/Boeing_777#Usporedba (pristupljeno 11.08.2017.)
[8] https://hr.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-400 (pristupljeno 11.08.2017.)

vrh krila, 1.8 m dugačke winglete i glass cockpit pilotsku kabinu (koja je eliminirala potrebu za trećim članom posade, inženjerom leta). Također, poboljšanja u odnosu na seriju B747-300 uključuju tank za gorivo u horizontalnom stabilizatoru, motore s manjom potrošnjom goriva i jačim potiskom, potpuno nove interijere, izmijenjene aerodinamične obloge na trupu i krilima i noviji sustav zabave u zrakoplovu.

Kao i B747-300, putnička verzija Boeinga 747-400 kao standardnu značajku ima produženu gornju palubu (SUD), skoro dvostruko dužu u odnosu na izvornu gornju palubu prve verzije Boeinga 747. SUD je prethodno bila ponuđena kao dodatna oprema, te je prvi puta ugrađena na dva japanska Boeinga 747-100 SR. Premda je raspon krila povećan, ukupna je težina krila smanjena korištenjem kompozitnih i aluminijskih legura.

Prvi zrakoplov B747-400 javno je predstavljen siječnja 1988. godine, te je prvi put poletio 29. travnja 1988. godine. Homologacijski list za verziju s motorima Pratt & Whitney PW4000 primio je 10. siječnja 1989. godine, za motore General Electric CF6-80C2 18. svibnja 1989. godine i za motore Rolls-Royce RB211-524G 8. lipnja 1989. Prvi B747-400 isporučen je prvotnom kupcu Northwest Airlinesu 26. siječnja 1989. godine, te je u službu uveden 9. veljače letom od Minneapolisa do Phoenixa. Teretna verzija dužeg doleta (ERF) uvedena je u službu listopada 2002. godine. Idućeg mjeseca, putnička verzija dužeg doleta (ER) započela je službu s Qantas-om (jedinom kompanijom koja je naručila putničku verziju Boeinga 747-400ER). Qantas svoj zrakoplov koristi na svojim linijama Melbourne-Los Angeles i Sydney-San Francisco, koje su predugačke za standardni B747-400. Boeing Signature Interior kasnije je bio dostupan na B747-400, bilo prepravljanjem interijera na postojećim B747-400, ili kao opcija "fresh-from-installation" na novijim B747-400 i B747-400ER. Na primjer, četiri najnovija Boeinga 747-400 China Airlinesa (registarska oznaka B-1821x), također i posljednji izgrađeni putnički B747-400, pri izradi su opremljeni interijerima Boeing Signature Interior. Jedan od tih zrakoplova (B-18210), imao je hibridnu livreju s repom u bojama China Airlinesa i trupom u bojama Boeinga.

U nastojanju da promoviraju održivi i alternativni razvoj goriva, kao i smanjenje ispuštanja plinova, nekoliko zrakoplovnih kompanija istražuje korištenje ulja dobivenog iz biljke Jatropha. Air New Zealand proveo je prvi komercijalni let korištenjem ulja jatrophe kao gorivom. B747-400 u jednom je motoru koristio

mješavinu 50% ulja jatrophe i 50% mlaznog goriva tijekom dvosatnog leta, namijenjenog prikupljanu podataka. Continental Airlines testirao je ulje jatrophe na jednom od svojih Boeinga 747-400, 7. siječnja 2009.godine. Jatropha, biljka bogata uljem, lako se uzgaja i ne zahtjeva mnogo gnojiva i vode.[9]

3.2.2. Inačica B747-400

Boeing 747-400 unaprijeđena je verzija Boeinga 747-300, s većim rasponom krila, winglet-ima, prerađenim motorima i glass cockpit pilotskom kabinom koja je eliminirala potrebu za inženjerom leta. Na slici 3. se vidi zrakoplov B747-400 kompanije British Airways. Putničku verziju, kao i na B747-300, karakterizira standardna produžena gornja paluba (SUD). 1989. godine, prilikom isporuke novog zrakoplova na letu bez putnika i tereta, Qantas-ov B747-400 letio je bez slijetanja od Londona do Sydney-a, na udaljenosti od 9720 nautičkih milja (18 001 kilometara), postavivši novi svjetski rekord u dužini leta za putničke zrakoplove. Put je trajao 20 sati i devet minuta.

Proizvodnja putničke verzije službeno je završena 15. ožujka 2007. Posljednjih četiri B747-400 u knjizi narudžbi Philippine Airlines je otkazao u korist Boeinga 777-300ER. China Airlines je studenoga 2002. bio posljednji naručitelj, s posljednjim putničkim B747-400 izrađenim 2005. i isporučenim travnja iste godine. Bio je to 1358. izrađeni 747 (MSN33737/B-18215).[10]

Ostale pod-inačice B747-400 su još: B747-400F (teretni), B747-400M (kombi varijanta), B747-400D (gust raspored sjedala, do 660, za kratke domaće letove u Japanu i krila bez winglets-a), B747-400ER (produljeni dolet), B747-400ERF (teretni s većom maksimalnom propisanom težinom), B747-400 preinačeni teretnjaci, B747-400 transport velikog tereta, te državne, vojne i druge varijante tog zrakoplova.[11]

[9] https://hr.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-400#Dizajn_i_razvoj (pristupljeno 11.08.2017.)
[10] https://hr.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-400#747-400 (pristupljeno 11.08.2017.)
[11] https://hr.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-400#Varijante (pristupljeno 11.08.2017.)



Izvor: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/ad/Ba_b747-400_g-byge_arp.jpg/420px-Ba_b747-400_g-byge_arp.jpg, 12.8.2017.

Slika 3. Zrakoplov B747-400 kompanije British Airways

3.2.3. Operateri

Do srpnja 2010. godine bilo je ukupno 664 zrakoplova B747-400 u preko 50 komercijalnih operatera. Neki od njih su:

- Air China,
- Air France,
- British Airways,
- Delta Air Lines,
- Japan Airlines,
- Lufthansa,
- Qantas,
- Singapore Airlines, te mnogi drugi.[12]

[12] https://hr.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-400#Operateri (pristupljeno 12.08.2017.)

3.2.4. Karakteristike

Model B747-400 ima četiri motora, koja koriste potisak do 282 kilonjutna. Prevozi maksimalno 446 putnika u tri klase, 524 u dvije klase i 624 u jednoj klasi. Duljina zrakoplova je 70.6 metara, raspon krila 64.4 metara, a visina je 19.4 metra. Prazan zrakoplov teži 184 570 kilograma, a maksimalna masa uzlijetanja je 412 775 metara. Brzina krstarenja zrakoplova je 917 kilometara na sat, a maksimalna brzina je 988 kilometara na sat. Dolet mu je 14 205 kilometara. Kapacitet goriva B747-400 je 241 140 litara.[13]

3.3. Boeing 747-8I

Boeing 747-8 je širokotrupni zrakoplov izrađen od najveće zrakoplovne kompanije na svijetu, Boeing. Najavljen je bio 2005. godine. To je treća generacija 747 sa produljenim trupom, redizajniranim krilima i poboljšanom efikasnošću. 747-8 je najveća verzija od 747 familije, i ujedno je najveći komercijalni zrakoplov izgrađen u Sjedinjenim Američkim Državama. Također je najduži putnički zrakoplov na svijetu.

747-8 postoje dvije verzije. Jedna je 747-8 Intercontinental (747-8I) i druga je 747-8 Freighter (747-8F). Prvi let 747-8I je bio 20. ožujka 2011. godine. Dostava prvih modela 747-8I je počela 2012. godine, a prva ga je predstavila Lufthansa 1. lipnja 2012. godine. Do svibnja 2017. godine ukupno je bilo naručeno 134 zrakoplova, od čega 86 teretne verzije i 48 putničke verzije, a do lipnja iste godine je bilo 114 zrakoplova proizvedeno.[14]

3.3.1. Dizajn

B747-8 je prvi produljeni B747 koji je bio izrađen. B747-8 koristi iste motore i tehnologiju kokpita kao i B787, uključujući i turbofan motore i djelomično isti sustav

[13] https://hr.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-400#Specifikacije (pristupljeno 12.08.2017.)
[14] https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-8 (pristupljeno 12.08.2017.)

za kontroliranje leta pomoću kompjutera. Ovaj dizajn zrakoplova je mnogo tiši, ekonomičniji i bolji za prirodu nego prijašnja verzija B747. U odnosu na B747-400 glavna je promjena na krilima, koja su prošla potpuni remont dizajna. Osnovna struktura krila je zadržana, ali su zato deblja i dublja. Raspodjela tlaka i moment savijanja je drukčiji. U krila stane 243 120 litara goriva. Nova krila B747-8 sada spadaju u kategoriju F (najveća kategorija), po rasponu krila. Novi wingtips pomažu u smanjenju vrtloga na bočnim vrhovima krila, smanjuju turbulencije i otpor, te je samim time bolja efikasnost goriva. Za B747-8 se koriste samo motori General Electric GEnx.[15]

3.3.2. Modeli zrakoplova B747-8I

Intercontinental je putnička verzija zrakoplova B747-8. Na slici 4. je prikazan B747-8I kompanije Lufthansa. Može prevoziti do 467 putnika u tri klase (ekonomska, poslovna i prva klasa). U odnosu na B747-400 može prevoziti 51 putnika više i dvije teretne palete više, s 26% više teretnog prostora. Također, 30% je tiši, 16% manje troši goriva i 13% manji trošak je po sjedalu.

Boeing tvrdi da je B747-8I najbrži komercijalni zrakoplov na svijetu. Također su napravljene neke izmjene u interijeru zrakoplova B747-8I pa je tako gornja paluba malo produžena u odnosu na B747-400. Najupečatljivija promjena su zakrivljene stepenice prema gornjoj palubi. Glavni putnički ulaz je veći u odnosu na B747-400, a interijer glavne kabine je sličan B787. Spremnici za ručnu prtljagu iznad glave su zakrivljeni, a srednji red izgleda kao da je pričvršćen za zakrivljeni strop, a ne da je integriran kao u slučaju kod B777. Prozori su 8% veći nego kod B747-400. B747-8I se odlikuje i novim sustavom osvjetljavanja (LED), koji stvara osvjetljenje po raspoloženju.[16]

[15] https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-8#747-8_Intercontinental (pristupljeno 12.08.2017.)
[16] https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-8#747-8_Intercontinental (pristupljeno 14.08.2017.)



Izvor: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/71/Lufthansa_Boeing_747-830_KvW-1.jpg/330px-Lufthansa_Boeing_747-830_KvW-1.jpg, 12.8.2017.

Slika 4. Zrakoplov B747-8I kompanije Lufthansa

Teretna verzija B747-8F i ranije verzije su popularne za prijevoz tereta. Prevoze čak polovicu zračnog tereta u svijetu. Maksimalna masa uzlijetanja mu je 442 000 kilograma. Maksimalno može ponijeti 140 000 kilograma plaćenog tereta. Dolet mu je do 8 130 kilometara. Na glavnoj palubi mogu se staviti četiri dodatne palete, a na donjoj palubi dodatno dva kontejnera i dvije palete. Također u odnosu na B747-400 ima 16% manje troškova po toni po jednoj milji i malo veći dolet. Cargolux i Nippon Cargo Airlines su bili prvi kupci ove teretne verzije.[17]

Trenutno američki predsjednički Air Force One zrakoplov je Boeing VC-25. Tajnica Air Force izjavila je: „Boeing 747-8 je jedini zrakoplov proizveden u Americi koji, kada treba situaciju dovesti pod kontrolu, zadovoljava sve potrebne sposobnosti koje su zadane da bi se izvršila predsjednička misija potpore.“ 1. kolovoza 2017. godine Defense One je izjavila da su u nastojanju da što manje plate za potrebnu izmjenu unutrašnjosti zrakoplova (radi sigurnosti i vojne opremljenosti), ugovorili kupnju dva zrakoplova B747-8I (koje je bila naručila ruska firma, ali je u međuvremenu bankrotirala). Zrakoplovi su trenutno u pustinji Mojave, zato da bi se zaštitili od korozije. Boeing i Air Force će nadodati u zrakoplove potrebnu

[17] https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-8#747-8_Freighter (pristupljeno 14.08.2017.)

telekomunikaciju i naprednu zaštitnu opremu za potrebnu sigurnosnu zaštitu predsjednika. Zrakoplov bi trebao biti popuno spreman za upotrebu do 2024. godine.[18]

3.3.3. Karakteristike

Zrakoplov B747-8I ima dva člana posade. Najviše može primiti do 605 putnika. Sveukupna duljina zrakoplova je 76.3 metra, visina je 19.4 metra, dok mu je raspon krila 68.4 metra. Površina krila je 554 kvadratnih metara. Širina kabine je 6.1 metra. Maksimalna masa polijetanja je 447 700 kilograma, a maksimalna masa slijetanja je 312 072 kilograma, dok je maksimalna masa praznog zrakoplova 295 289 kilograma. Operativna masa praznog zrakoplova je 220 128 kilograma. Maksimalni strukturalni plaćeni teret je 76 067 kilograma. Kapacitet goriva je 238 610 litre, što teži 193 280 kilograma. Brzina krstarenja zrakoplova je 914 kilometara na sat, a maksimalna brzina zrakoplova je 956 kilometara na sat. Maksimalni dolet, s maksimalnim plaćenim teretom je 13 779 kilometara. Najveća visina na kojoj zrakoplov B747-8I može ploviti je 13 100 metara. Zrakoplov ima četiri motora GEnx-2B67, koji svaki ima po 296 kilonjutna.[19]

3.3.4. Narudžbe i isporuke

Boeing je 2006. godine zaprimio najviše narudžbi za zrakoplov B747-8, čak 41 komad. Sada ima sve zajedno 131 narudžbu. Do kraja svibnja 2017. godine zaprimljeno je 45 narudžbi zrakoplova B747-8I, od kojih su 43 isporučena. Kompanije koje posjeduju B747-8I u svojoj floti su: Lufthansa (sa čak 19 zrakoplova), Korean Air (deset), Business Jet/VIP (osam), Air China (sedam) i jedan zrakoplov B747-8I je naručio nepoznati kupac.[20]

[18] https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-8#Presidential_aircraft (pristupljeno 14.08.2017.)
[19] https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-8#Specifications (pristupljeno 14.08.2017.)
[20] https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-8#Orders_and_deliveries (pristupljeno 14.08.2017.)

4. Airbus-ovi veliki zrakoplovi

Airbus je europska proizvođač zrakoplova sa sjedištem u Toulouseu u Francuskoj. Jedan je od svjetskih lidera u proizvodnji putničkih aviona i svemirske opreme te je dio većeg europskog koncerna European Aeronautic Defence and Space Company (EADS). Airbus zapošljava oko 57 000 ljudi i ima sjedišta u 16 država Europske Unije.

Airbus-ov veliki zrakoplov A380-800 biti će opisan u ovom poglavlju rada jer spada u velike zrakoplove s maksimalnim brojem mjesta od 853. Opisuje se izrada putničkog zrakoplova A380, njegova razna testiranja i testni letovi, te početak uporabe u komercijalne svrhe, kao i dizajn, krila, motori, te tehničke i letačke karakteristike. Navedene su i kompanije koje ih koriste te narudžbe i isporuke.

4.1. Izgradnja

Davne 1988. godine grupa Airbus-ovih inženjera u tajnosti započinje rad na razvoju zrakoplova ultra visokog kapaciteta.[21] Tek 19. prosinca 2000. nadzorni odbor je izglasao početak novog projekta vrijednog 8,8 milijardi eura koji se na kraju popeo do 11 milijardi eura. Prvotni naziv zrakoplova je bio A3XX, koji je onda promijenio naziv u A380.[22]

Dobavljači komponenata za zrakoplov su bili iz cijelog svijeta, a pet najvećih dobavljača su:

- Rolls-Royce,
- SAFRAN,
- United Technologies,
- General Electric te
- Goodrich Corporation.

[21] https://hr.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380#Koncept (pristupljeno 16.08.2017.)
[22] https://hr.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380#Projektiranje (pristupljeno 16.08.2017.)

Svi dijelovi zrakoplova su se prevozili površinskim transportom sve do grada Toulouse-a u Francuskoj gdje su se montirali. Proizvodni lanac je organiziran da izrađuje četiri zrakoplova mjesečno. [23]

4.2. Testiranje i početak uporabe u komercijalne svrhe

Prvi zrakoplov A380 predstavljen je javnosti 18. siječnja 2005. godine u Toulouseu. Napravljeno je pet zrakoplova A380 za svrhu testiranja i demonstracije.

Prvi let je bio 27. travnja 2005. godine. 1. prosinca 2005. postigao je svoju maksimalnu brzinu od Mach 0,96. 10. siječnja prvi put je preletio Atlantik, a 6. veljače je sletio u Kanadu radi testiranja pri hladnoj klimi. 14. veljače 2006. pri ispitivanju čvrstoće krila nije postigao uvjet od 150% maksimalnog opterećenja, pa je Airbus odmah redizajnirao krila s dodatnih 30 kilograma. 26. ožujka 2006. prolazi test evakuacije. Za 78 sekundi kroz osam vrata (od ukupno 16) izašlo je svih 853 putnika i 20 članova posade.

29. ožujka 2006. A380 je dobio odobrenje za prevoženje do 853 putnika, od europske agencije za zrakoplovnu sigurnost i američke savezne uprave za civilno zrakoplovstvo. 4. rujna 2006. obavljen je prvi let s putnicima (474 zaposlenika Airbus-a). Do veljače 2008. zrakoplov A380 je skupio preko 4565 sati pokusnog leta tijekom 1364 letova, uključujući ispitivanje linija i demonstrativne letove.

Prvi isporučeni zrakoplov A380 predan je Singapore Airlines-u 15. listopada 2007., a prvi let u prometu je bio 25. listopada iste godine. Veljače 2009. prevezen je milijunti putnik Singapore Airlines-om. Do srpnja 2010. u službi je bilo 31 zrakoplov A380 koji su u 156 000 sati na 17 000 letova prevezli šest milijuna putnika između 20 međunarodnih destinacija.[24]

[23] https://hr.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380#Proizvodnja (pristupljeno 16.08.2017.)
[24] https://hr.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380#Uvo.C4.91enje_u_slu.C5.BEbu (pristupljeno 16.08.2017.)

4.3. Dizajn

Zrakoplovi mogu imati maksimalno tri klase, a to su: ekonomska klasa, poslovna klasa i prva klasa. Zrakoplov A380 u konfiguraciji sa sve tri klase može primiti do 555 putnika, a noviji model A380-800 koji je pušten u prodaju u svibnju 2007. je modificiran tako da prima 525 putnika, ali mu je dolet veći za 370 km tako da sada može prijeći 15200 km. S dvije klase (ekonomska i poslovna) može primiti 644 putnika, a sa samo ekonomskom klasom može primiti i do 853 putnika. 583 putnika je smješteno na glavnoj (donjoj palubi), te 315 putnika na gornjoj palubi.

Zbog jako velikog kapaciteta A380, na nekim aerodromima problem stvara procesi registracije putnika i prtljage, te sigurnosne kontrole, jer se radi o jako velikom broju putnika koji u kratkom vremenu moraju biti usluženi.[25] Za velike svjetske aerodrome to ne predstavlja probleme.

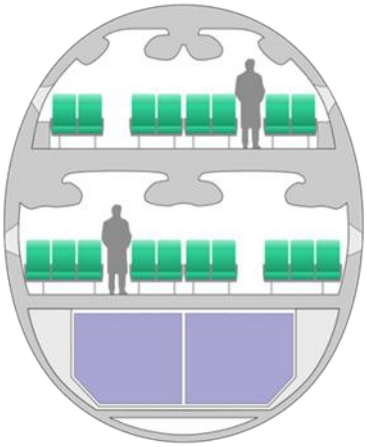
Poprečni presjek kabine podsjeća na broj 8 jer mu je donja kabina malo šira od gornje, pa može primiti i više putnika na donjoj palubi. Donja paluba je široka 6,5 metara, a gornja paluba je široka 5,8m. Ekonomska sjedala A380 su široka 48cm što ih čine najširima od svih zrakoplova. Na glavnoj, donjoj palubi poredana su 10 sjedala u redu, a na gornjoj palubi su poredana po osam sjedala u redu za ekonomsku klasu. Na prednjem kraju trupa i na zadnjem kraju trupa su dva stubišta koja povezuje donju i gornju palubu. Zrakoplove A380 karakterizira i sustav rasvjete bez žarulja. Koriste se svjetleće diode u kabini, koje mogu simulirati dnevno svijetlo, noć ili među nijanse po želji. Također se još koriste i u pilotskoj kabini (kokpitu), teretnom prostoru, te drugim zonama trupa.

Pošto je jako veliki i prostran zrakoplov, postao je sinonim za komfor. Svaka kompanija je napravila konfiguraciju kabine po svojem izboru, pa je tako Air France instalirao elektroničku umjetničku galeriju za putnike prve i poslovne klase. Singapore Airlines nudi dvanaest djelomično zatvorenih apartmana prve klase (koji su otvoreni samo na vrhu). U njima su jedno glavno i jedno pomoćno sjedalo, te krevet, pisaći stol i osobni prostor za prtljagu. Također u četiri apartmana se mogu ukloniti pregradni zidovi, nakon čega se dobiju dva dvostruka apartmana, s dva kreveta modificirana u jedan bračni krevet. Emirates Airlines ima četrnaest privatnih

[25] Radačić, Ž., Suić, I., Škurla Babić, R.:Tehnologija zračnog prometa I, FPZ, Zagreb, 2008., p.109

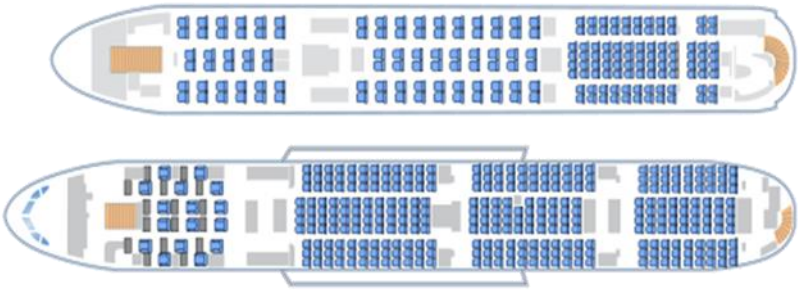
apartmana, koji imaju pristup ka dvije tuš kabine. Također putnici prve i poslovne klase imaju na raspolaganju snack bar i salon s naslonjačima.[26]

Na slici 5. se vidi poprečni presjek putničke kabine A380, te raspored ekonomskih sjedala u jednom redu, na gornjoj i donjoj palubi. Na slici 6. se vidi glavna (donja) i gornja paluba duž cijelog zrakoplova A380. U ekonomskoj klasi sjedala su raspoređena: 3+4+3 na donjoj palubi, i 2+4+2 na gornjoj palubi. Poslovna sjedala su raspoređena: 2+2+2. Prva klasa ima 16 sjedala koja su raštrkana te dosta udaljena i odvojena od drugih, tako da je tu komfor na najvišem nivou.



Izvor: https://hr.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380#/media/File:Airbus_A380_cross_section.svg, 18.8.2017.

Slika 5. Poprečni presjek putničke kabine



Izvor: https://hr.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380#/media/File:Airbus_A380_seatmap.svg, 18.8.2017.

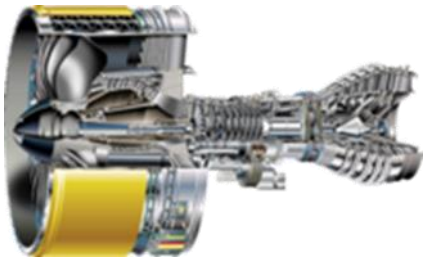
Slika 6. Gornja i donja paluba duž cijelog zrakoplova A380

[26] https://hr.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380#Putni.C4.8Dka_oprema (pristupljeno 18.08.2017.)

4.4. Motori

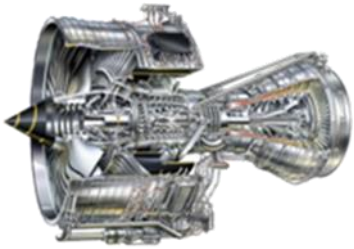
Airbus A380 koristi turboventilatorske motore, koji spadaju u mlazne motore. Postoje dva tipa motora s kojima se može opremiti A380. A380-861/863F verzije su opremljene s motorima Engine Alliance GP 7200, koji je prikazan na slici 7.

Verzije A380-841/842/843F opremljene su s motorima Rolls-Royce Trent 900, koji je prikazan na slici 8. Samo dva od četiri motora opremljeni su negativnim potiskom. Svaki motor ima snagu od 311kilonjutna. A380 koristi mješavinu 60% standardnog kerozina i 40% GTL (Gas-to-liquid) sintetičko gorivo. Takvo sintetičko gorivo se može miješati sa standardnim gorivom za mlažnjake tako da modifikacije zrakoplova nisu bile nužne. GTL ne sadrži sumpor, te tako djeluje povoljno na kvalitetu lokalnog zraka.[27]



Izvor: http://www.airbus.com/aircraftfamilies/passengeraircraft/a380family/specifications/, 18.8.2017.

Slika 7. Motor GP 7200



Izvor: http://www.airbus.com/aircraftfamilies/passengeraircraft/a380family/specifications/, 18.8.2017.

Slika 8. Motor Rolls-Royce Trent 900

[27] https://hr.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380#Motori (pristupljeno 18.08.2017.)

4.5. Krila

Krila zrakoplova A380 dugačka su ukupno 79,25 m. Njihova površina je 845 metara kvadratnih. A380 je prvi putnički avion s blago oblikovanim poprečnim presjekom krila, te takav presjek usavršava aerodinamičnu efikasnost. Krila su dizajnirana za maksimalnu masu uzlijetanja od preko 650 tona, radi lakšeg prilagođavanja budućim verzijama. A380 također koristi winglets-e na krilima, koji smanjuju efekt vrtložnog strujanja iza zrakoplova, manja je potrošnja goriva, te su bolje performanse. Pošto mu je razmak krila jako velik i spada u kategoriju F (od 65 do 80 metara), i zbog same veličine zrakoplova, aerodromi zahtijevaju manje modifikacije. Posebno se to odnosi na ramena voznih staza i stajanke.[28]

4.6. Materijali izrade

Kompozitni materijali sadrže više od 20% mase strukture zrakoplova, a ostatak zrakoplova većinom je izrađen od aluminija. Plastika ojačana ugljikovim, staklenim ili kvarcnim vlaknima korištena je u izradi krila, podvozja, stražnjeg dijela trupa, repnih površina i vrata. A380 je prvi putnički zrakoplov sa središnjom kutijom krila izrađenom od plastike ojačane ugljikovim vlaknima. Za izradu predkrilaca korišteni su termoplastici, a za gornji dio trupa i napadne rubove stabilizatora korišten je novi materijal GLARE, metalni laminat ojačan staklenim vlaknima. Aluminijski, stakleno-vlaknasti laminat je lakši, te posjeduje bolja antikorozijska svojstva. Također je otporniji na udarce u odnosu na konvencionalne aluminijske legure korištene u zrakoplovu. Ovaj kompozitni materijal se može popravljati konvencionalnim tehnikama zavarivanja koji zamjenjuje zakovice, te strukturu čini lakšom i čvršćom.[29]

[28] Radačić, Ž., Suić, I., Škurla Babić, R.:Tehnologija zračnog prometa I, FPZ, Zagreb, 2008., p.109.
[29] https://hr.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380#Napredni_materijali (pristupljeno 18.08.2017.)

4.7. Tehničke karakteristike zrakoplova A380

Zrakoplov Airbus A380 je najveći putnički zrakoplov na svijetu. Širokotrupni je, što znači da ima dva prolaza na svakoj palubi. Prostire se na dvije palube duž cijele dužine zrakoplova. Dugačak sveukupno 72,72 metara, a duljina kabine je 49,90 metara. Raspon krila mu je 79,75 metara, što spada u najveću kategoriju F po veličini krila. Vanjska širina trupa mu je 7,14 metara, a visina trupa je 8,41 metara, dok su širine kabine, 6,5 metara donja i 5,8 metara gornja paluba. Visina zrakoplova je 24,09 metara. Razmak podvozja je 31,88 metara. To je udaljenost od prednjih kotača do zadnjih kotača glavnog podvozja. Vanjska širina glavnog podvozja je 14,34 metara. To predstavlja udaljenost od vanjskih kotača s jedne strane do vanjskih kotača s druge strane glavnog podvozja. Površina krila je 845 metara kvadratnih, te spadaju u najveća krila putničkih aviona, i u sam vrh najvećih krila svih zrakoplova u svijetu. Posada zrakoplova A380 se sastoji od dva člana posade, pilota i kopilota, te ima ukupno 21 kabinsko osoblje, koje se brine za cijeli avion. Masa zrakoplova je 276 800 kilograma. Maksimalna masa uzlijetanja je 575 000 kilograma, u što spada masa zrakoplova, putnika i opreme, goriva, te plaćenog tereta. Najveći maksimalni plaćeni teret mu je 84 tone, što je jako puno za putnički zrakoplov.[30]

4.8. Letačke karakteristike zrakoplova A380

Zrakoplov Airbus A380 pokreće 4 motora, od kojih svaki ima potisak od 311 kilonjutna. Tipovi motora su GP 7200 i RR Trent 900. Maksimalna brzina A380 je 1020 kilometara na sat, a brzina krstarenja je 903 kilometara na sat, što znači da je to najekonomičnija brzina za letjeti tim avionom. Maksimalna brzina krstarenja je 945 kilometara na sat. Potrebna duljina zaleta s maksimalnim opterećenjem je 2750 metara, što znači da toliko mora biti najmanje dugačka pista da bi zrakoplov A380 poletio i odvojio se od tla. Dolet je maksimalna udaljenost koju zrakoplov može preletjeti s maksimalnim opterećenjem i punim rezervoarom, bez da uzima ponovo gorivo. Dolet za A380 iznosi 15 200 kilometara, što spada među najveće dolete svih

[30] http://www.airbus.com/aircraftfamilies/passengeraircraft/a380family/specifications/ (pristupljeno 20.08.2017.)

zrakoplova na svijetu, i može povezivati kontinente bez da puni gorivo. Maksimalna visina leta je 13 100 metara iznad površine vode. Maksimalna količina goriva koju A380 može unijeti je 320 000 litara. Brzina pri slijetanju Airbus-a A380 je 240 kilometara na sat.[31]

4.9. Narudžbe i isporuke

Airbus je procijenio da će tržište u budućnosti zahtijevati puno zrakoplova s velikim kapacitetom putnika takozvanih VLA (very large aircraft). Procijenili su da će do 2026. godine tržište zahtijevati 1283 zrakoplova, a ukoliko se zračni putnički promet poveća, ta brojka se može popeti i do 1771. Glavni razlog tome, navode da je urbanizacija i ekonomska rast u Aziji.

Pozitivna nula za zrakoplov A380 iznosi 420 komada. To znači da nakon 420 prodanih komada A380, Airbus će poslovati pozitivno, to jest otplatit će svoj dug i svaki slijedeći prodani A380 im ide samo u pozitivnu zaradu. U ožujku 2010. godine prosječna cijena zrakoplova A380 je bila 346,3 milijuna američkih dolara, ovisno o ugrađenoj opremi. Procjenjuje se da će do 2025. godine biti proizvedeno od 400 do 880 zrakoplova A380.[32] U 2015. godini cijena mu je bila 428 milijuna američkih dolara.

Do sada je 20 kupaca naručilo Airbus A380. Najveći kupac je Emirates koji je do 2015. naručio 140 komada zrakoplova A380, što je oko 40% sveukupne narudžbe tog zrakoplova. Početnih 27 komada naručenih teretnih inačica je otkazano ili zamijenjeno za A380-800. Na dan 15. listopada 2014. godine ukupni broj narudžbi za A380 je bio 324 komada. Najviše je bilo 2001. godine narudžbi, 78 komada. 2012. i 2014. je najviše komada isporučeno, čak 30 njih. Do danas ih je isporučeno 200 komada. Neke od kompanija koje posjeduju A380 u svojoj floti su: Air France, British Airways, Emirates, Lufthansa, Quantas, Singapore Airlines, i drugi. Emirates trenutno ima 80 zrakoplova A380 u službi.

[31] https://hr.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380#Specifikacije (pristupljeno 20.08.2017.)
[32] https://hr.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380#Tr.C5.BEi.C5.A1te (pristupljeno 20.08.2017.)

5. Usporedba prometno-tehnoloških značajki A380 i B747-8

Airbus je napravio jedini zrakoplov s dvije palube cijelom dužinom zrakoplova. Airbus-ov najveći zrakoplov je A380, čiji poprečni presjek liči na broj 8 te ga zovu super jumbo.

Boeing je smatrao da takav zrakoplov nije isplativ, i zato je napravio treću i najveću inačicu Boeinga 747, koja se zove Boeing 747-8I (*Intercontinental*). Slovo „I“ predstavlja putnički zrakoplov. On je specifičan po svojem izgledu jer kod nosa ima dvije palube pa se gornja paluba spušta i izjednačava s glavnom (otprilike oko početka krila, jedna trećina zrakoplova ili čak do polovine zrakoplova) te do kraja ima samo jednu palubu.

Airbus A380-800 i Boeing 747-8I su direktni borci na tržištu zrakoplova dugog doleta i velikog kapaciteta putnika. Svaki proizvođač ističe bolje performanse za svoj zrakoplov jer su koristili drugačiju metodologiju u izračunima pa je stoga teško procijeniti koji je zrakoplov isplativiji za kupca.

Boeing tvrdi da je njegov zrakoplov 10% lakši po putničkom sjedalu, 11% manju potrošnju goriva po sjedalu, s uštedom od 21% po putovanju, u odnosu na A380. Teretna verzija 747-8F ima 88 tona manje, te 21% manji trošak po putovanju u odnosu na planirani A380-800F.[33]

S druge strane Airbus navodi da A380-800 ima 8% manju potrošnju po putniku. Međutim, jedno nezavisno industrijsko istraživanje je utvrdilo da A380 troši 3,27 litara po sjedalu na svakih 100 kilometara, dok 747-8I troši 3,35 litara po sjedalu na 100 kilometara.[34] Nova inačica A380neo bi trebala imati potrošnju goriva s 2,82 litara ili 2,65 litara po sjedalu na 100 kilometara, ovisno o opciji. To bi Airbus još više gurnulo ispred Boeing-a u utrci za prestiž na tržištu.

Zrakoplov A380 bolji je od 747-8I i po većem doletu, te 17% potrebnoj kraćoj pisti za polijetanje. A380 je također 20% tiši nego 747-8I, što ga stavlja u bolji položaj ispred konkurenta. Isto tako ima 49% veću površinu kabine s 478 metara kvadratnih

[33] http://www.tc.faa.gov/its/worldpac/techrpt/ar97-26.pdf (pristupljeno 25.08.2017.)
[34] http://www.businessinsider.de/airbus-a380-v-boeing-747-8i-breakdown-2012-9?r=US&IR=T (pristupljeno 25.08.2017.)

u usporedbi s Boeingom 747-8I. Osim što je A380 kraći zrakoplov, za malo manje od 4 metra od zrakoplova 747-8I, sve ostale tehničke karakteristike idu na stranu Airbus-a. A380 je viši od 747-8I za 5.5 metara, a raspon krila mu je duži za nešto manje od 12 metara. A380 ima za 8 tona veći maksimalni plaćeni teret od njegovog konkurenta. Također, A380 ima veći spremnik za gorivo, s 320 000 litara, nasuprot Boeing-ova spremnika od 238 610 litara. Dolet je kod A380 veći za otprilike 1000 kilometara, te lete na istoj nadmorskoj visini. Valja napomenuti i da Boeing 747-8I u kokpitu koristi volan za upravljanje zrakoplovom, dok Airbus A380 koristi palice za upravljanje. Oba zrakoplova imaju po 4 motora, koja su kod Airbus-a malo jače snage, od Boeing-a.

Za neke zrakoplovne kompanije važan je i kapacitet putnika zrakoplova, te je tu u prednosti A380 s maksimalnih 853 putnika, dok 747-8I može primiti maksimalno 605 putnika. U studenom 2014. godine Airbus ima 324 narudžbe za putničku verziju, a teretna verzija se još ne proizvodi dok se ne ustali proizvodnja putničke verzije. Boeing je na isti datum imao 51 narudžbu za putničku verziju 747-8I i 69 narudžbi za teretnu verziju 747-8F. Do studenog 2016. proizvedeno je 200 zrakoplova A380, dok je do studenog iste godine proizvedeno 109 zrakoplova 747-8I i 747-8F.[35] Cijena 747-8I je 2014. bila 367,8 milijuna američkih dolara, dok je 2015. cijena A380 bila 428 milijuna američkih dolara.[36]

5.1. Payload-range dijagram za A380-800

Payload-range dijagram prikazuje ovisnost prijeđene udaljenosti zrakoplova o masi plaćenog tereta i količini goriva. Na slici 9. se vidi dijagram koji je napravljen za zrakoplov Airbus A380. Podijeljen je na tri dijela, tri točke (točka A, B i C). Točka A označava koliki je dolet s maksimalnim plaćenim teretom. Točka B označava dolet s maksimalnom masom goriva za let i reduciranim plaćenim teretom. Točka C označava koliki je dolet s punim rezervoarom i bez plaćenog tereta. Podaci potrebni

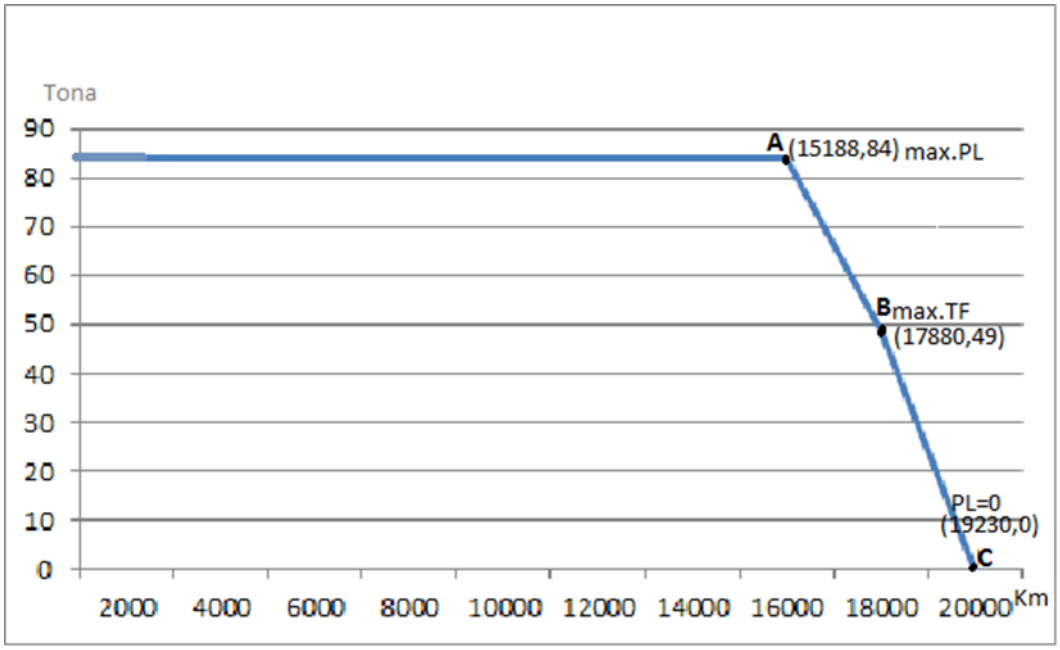
[35] https://hr.wikipedia.org/wiki/Natjecanje_izme%C4%91u_Airbusa_i_Boeinga#Airbus_A380_vs_Boeing_747 (pristupljeno 25.08.2017.)
[36] https://hr.wikipedia.org/wiki/Natjecanje_izme%C4%91u_Airbusa_i_Boeinga#Cijene_zrakoplova (pristupljeno 25.08.2017.)

za izračunavanje i rješavanje ovog dijagrama uzeti su s wikipedie, o specifikaciji zrakoplova A380.

Prvo je izračun za točku A. Masa praznog zrakoplova A380 je 276 000 kilograma. Maksimalna dozvoljena masa polijetanja je 575 000 kilograma, te u to spada prazna masa zrakoplova, gorivo za let i rezervno gorivo, i plaćeni teret. U to jedino ne spada gorivo za taksiranje (vožnja zrakoplova od stajanke preko voznih staza sve do pozicije za polijetanje) i gorivo za ubrzavanje. Maksimalni plaćeni teret A380 je 84 000 kilograma. Da se dobije koliko goriva stane u zrakoplov kada je napunjen maksimalnim plaćenim teretom, treba se oduzeti masa praznog zrakoplova i masa maksimalnog plaćenog tereta, od maksimalne dozvoljene mase polijetanja. Tada dobivena masa goriva pri maksimalnim plaćenim teretom iznosi 215 000 kilograma. Masa goriva se sastoji od mase goriva za let i mase rezervnog goriva. Izračunata je masa rezervnog goriva za 90 minuta dodatnog leta, te je prema tome koeficijent 1,5. Prosječna brzina A380 je 900 kilometara na sat, i troši prosječno 13 kilograma goriva po jednom kilometru. Masa rezervnog goriva je umnožak prosječne brzine, koeficijenta 1,5 i prosječne potrošnje goriva. Dobivena masa rezervnog goriva iznosi 17 550 kilograma, i tu masu oduzmemo od mase goriva, pri čemu je dobivena vrijednost mase goriva za let od 197 450 kilograma. Ta masa goriva za let zatim je podijeljena s prosječnom potrošnjom goriva i dobije se dolet s maksimalnim plaćenim teretom koji iznosi 15 188 kilometara.

Slijedi izračun za točku B. Masa goriva punog rezervoara za A380 iznosi 250 000 kilograma. Maksimalna masa goriva za let je dobivena tako što se masa rezervnog goriva oduzela od mase goriva punog rezervoara, i iznosi 232 450 kilograma. Dolet s maksimalnom masom goriva za let se dobije tako što se podijeli sa prosječnom potrošnjom goriva, koji iznosi na kraju 17 880 kilometara. Da se dobije koliki je moguć plaćeni teret s maksimalnom masom goriva za let, potrebno je oduzeti masu zrakoplova i masu punog rezervoara od maksimalne dozvoljene mase za polijetanje. Iz toga je dobiveno da A380 može napravit dolet od 17 880 kilometara, s maksimalnom masom goriva za let i plaćenim teretom od 49 000 kilograma.

Točka C je dobivena tako što se masa punog rezervoara podijelila s prosječnom potrošnjom goriva. Iz toga proizlazi da dolet s punim rezervoarom goriva za A380 i bez plaćenog tereta, iznosi 19 230 kilometara.



Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380#Specifications, 25.8.2017.

Slika 9. Payload-range dijagram zrakoplova A380-800

5.2. Payload-range dijagram za B747-8I

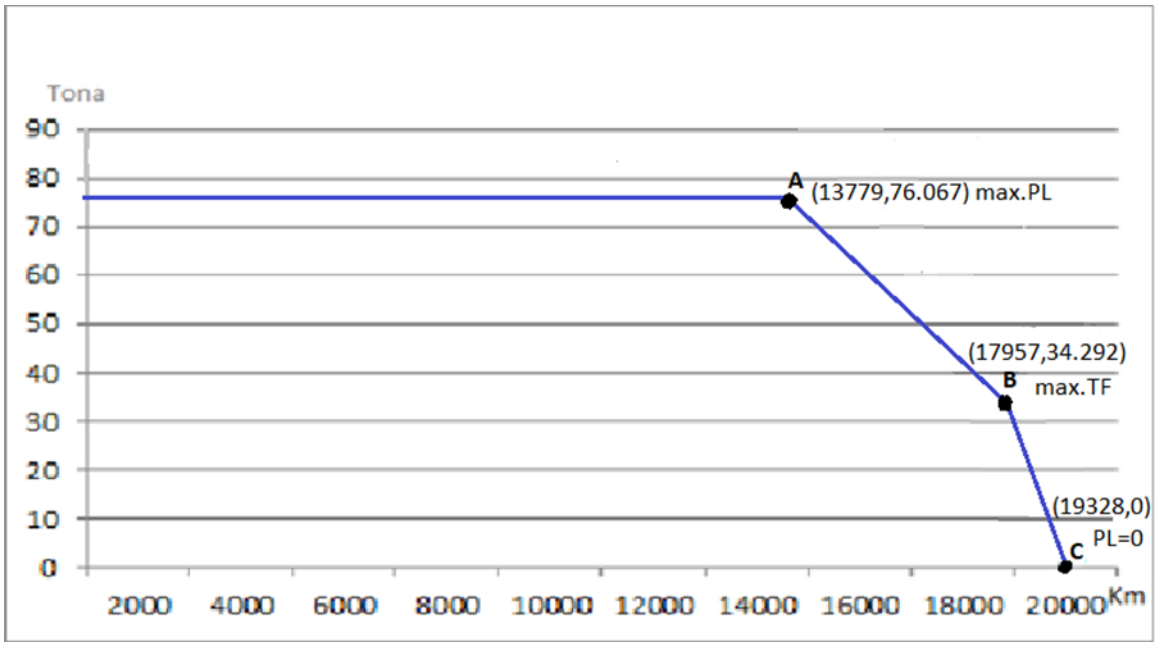
Kao i kod zrakoplova A380, payload-range dijagram za B747-8I prikazuje ovisnost prijeđene udaljenosti zrakoplova o plaćenoj masi tereta i količini goriva. Na slici 10. se vidi dijagram koji je napravljen za zrakoplov Boeing 747-8I. Podijeljen je na tri dijela, tri točke (točka A, B i C). Točka A označava koliki je dolet s maksimalnim plaćenim teretom. Točka B označava dolet s maksimalnom masom goriva za let i reduciranim plaćenim teretom. Točka C označava koliki je dolet s punim rezervoarom i bez plaćenog tereta. Podaci potrebni za izračunavanje i rješavanje ovog dijagrama uzeti su s wikipedie, o specifikaciji zrakoplova B747-8I.

Prvo je izračun za točku A. Masa praznog zrakoplova B747-8I je 220 128 kilograma. Maksimalna dozvoljena masa polijetanja je 447 700 kilograma, te u to spada prazna masa zrakoplova, gorivo za let i rezervno gorivo, i plaćeni teret. U to jedino ne spada gorivo za taksiranje (vožnja zrakoplova od stajanke preko voznih staza sve do pozicije za polijetanje) i gorivo za ubrzavanje. Maksimalni plaćeni teret B747-8I je 76 067 kilograma. Da se dobije koliko goriva stane u zrakoplov kada je

napunjen maksimalnim plaćenim teretom, treba se oduzeti masa praznog zrakoplova i masa maksimalnog plaćenog tereta, od maksimalne dozvoljene mase polijetanja. Tada dobivena masa goriva pri maksimalnim plaćenim teretom iznosi 151 505 kilograma. Masa goriva se sastoji od mase goriva za let i mase rezervnog goriva. Izračunata je masa rezervnog goriva za 90 minuta dodatnog leta, te je prema tome koeficijent 1,5. Prosječna brzina B747-8I je 914 kilometara na sat, i troši prosječno 10 kilograma goriva po jednom kilometru. Masa rezervnog goriva je umnožak prosječne brzine, koeficijenta 1,5 i prosječne potrošnje goriva. Dobivena masa rezervnog goriva iznosi 13 710 kilograma, i tu masu oduzmemo od mase goriva, pri čemu je dobivena vrijednost mase goriva za let od 137 795 kilograma. Ta masa goriva za let zatim je podijeljena s prosječnom potrošnjom goriva i dobije se dolet s maksimalnim plaćenim teretom, koji iznosi 13 779 kilometara.

Slijedi izračun za točku B. Masa goriva punog rezervoara za B747-8I iznosi 193 280 kilograma. Maksimalna masa goriva za let je dobivena tako što se masa rezervnog goriva oduzela od mase goriva punog rezervoara, i iznosi 179 570 kilograma. Dolet s maksimalnom masom goriva za let se dobije tako što se podijeli s prosječnom potrošnjom goriva, koji iznosi na kraju 17 957 kilometara. Da se dobije koliki je moguć plaćeni teret s maksimalnom masom goriva za let, potrebno je oduzeti masu zrakoplova i masu punog rezervoara od maksimalne dozvoljene mase za polijetanje. Iz toga je dobiveno da B747-8I može napravit dolet od 17 957 kilometara, s maksimalnom masom goriva za let i plaćenim teretom od 34 292 kilograma.

Točka C je dobivena tako što se masa punog rezervoara podijelila sa prosječnom potrošnjom goriva. Iz toga proizlazi da dolet s punim rezervoarom goriva za B747-8I i bez plaćenog tereta, iznosi 19 328 kilometara.



Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-8#Specifications, 25.8.2017.

Slika 10. Payload-range dijagram zrakoplova B747-8I

5.3. Usporedba payload-range dijagrama zrakoplova A380-800 i B747-8I

Iz ova dva payload-range dijagrama se uočava razlika između doleta A380 i B747-8. Zrakoplov A380 ima veći dolet s maksimalnim plaćenim teretom, te može ponijeti osam tona više plaćenog tereta od zrakoplova B747-8. S reduciranim plaćenim teretom ta razlika je još veća, jer sa skoro istim doletom zrakoplov A380 može ponijeti 15 tona više plaćenog tereta u odnosu na B747-8. No, u točki C se vidi da je dolet s maksimalnim gorivom i bez plaćenog tereta skoro isti kod oba zrakoplova. Iz ove usporedbe se može zaključiti da zrakoplov A380 ima malo bolje karakteristike u odnosu na B747-8.

6. Utjecaj velikih zrakoplova na infrastrukturne zahtjeve i aerodromske operacije

Veliki zrakoplovi (engl. *New Large Aircraft*) zahtijevaju i neke preinake na aerodromima. Te nadogradnje se odnose na zračnu i zemaljsku stranu aerodroma.

Na zračnoj strani aerodroma za polijetanje, slijetanje i kretanje zrakoplova su najvažnije uzletno-sletne staze i vozne staze. Veliki zrakoplovi, u koje spada A380, su u kategoriji 6 po dizajnu (veličini) zrakoplova. Ta veličina se odnosi na raspon krila, koji je u kategoriji 6, od 65 metara do 80 metara. Također kategorija 6 dizajna zrakoplova spada i u kategoriju 6 dizajna aerodroma (kategorija je određena na temelju najvećeg zrakoplova koji slijeće na taj aerodrom). Za kategoriju 6 potrebna je duljina uzletno-sletne staze od 3353 metara, te ju nije potrebno nadograđivati. Kolnik na njima i na ostalim voznim stazama mora biti jednake čvrstoće i izdržljivosti kao i u kategoriji 5. Širina uzletno-sletne staze treba biti 60 metara. Ramena služe za zaštitu da u motore ne uđu krhotine, te ramena uzletno-sletne staze moraju biti sa svake strane 7.5 metara široka. Također ramena uzletno-sletne staze moraju biti stabilna ili asfaltirana, te podnijeti masu najvećeg zrakoplova (koji slijeće na taj aerodrom), u slučaju da skrene na njih. Na kraju uzletno-sletne staze treba biti čistina, to jest površina koja služi za zaštitu od raspršivanja stranih objekata, od strane jakih mlaznih motora prilikom polijetanja zrakoplova. Ta površina sprječava da kamenje, zemlja i ostale krhotine ne odlete u zrak, jer bi predstavljale prijetnju. Zbog toga mora biti betonirana ili asfaltirana, te dugačka 84 metara i široka 150 metara. Zaustavna površina na kraju uzletno-sletne staze također mora biti dovoljno čvrsta da izdrži zrakoplov u slučaju prekinutog polijetanja.

Širina voznih staza mora biti 30 metara, te njihova ramena širine 7.5 metara sa svake strane. Isto tako razmak na stajanki između velikih zrakoplova mora biti 7.5 metara. Aerodromi koji primaju velike zrakoplove su velika čvorišta zračnih luka i većina njih ima potrebne standarde. Za daljnja povećanja dimenzija iz kategorije 6 još ništa nije propisano.

Za sada nije propisano da je potrebna izmjena službe za prihvat i otpremu jako velikih zrakoplova (kao na primjer A380), niti njihove opreme. Za pravilan i siguran prihvat i otpremu zrakoplova, određena služba mora imati odgovarajuća sredstva za

iskrcavanje putnika i prtljage sa zrakoplova i ukrcavanje putnika i prtljage na zrakoplov. U opremi nema bitnih razlika za nove velike zrakoplove, no treba biti odgovarajuće veličine i karakteristike sa zrakoplovom. Za velike zrakoplove koje imaju veliku masu, trebaju biti na aerodromima i odgurivači, to jest tegljači velike snage, koji će moći odgurati zrakoplov s pozicije na stajanki do vozne staze.



Izvor:https://www.google.hr/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjf8M_Qut7VAhWDWRoKHaQ1D2AQjRwIBw&url=http%3A%2F%2Fwww.chicagotribune.com%2Fnews%2Fhilkevitch%2Fct-ohare-a380-gates-getting-around-met-1006-20141012-column.html&psig=AFQjCNGp6zUvncfdnscs_JK_USlOarCPQA&ust=1503065793509251, 25.8.2017.

Slika 11. Prikaz prihvata i otpreme zrakoplova A380

Na slici 11. se vidi prihvat i otprema najvećeg zrakoplova A380. Spojen je na tri zračna mosta radi bržeg i lakšeg iskrcaja i ukrcaja putnika. Također se vidi da je potreban veliki broj vozila koja opslužuju zrakoplov, da bi se smanjilo vrijeme prihvata i otpreme zrakoplova. U odnosu na veličinu i broj operacija, potreban je i veći broj ljudi zaduženih za taj zrakoplov.

Zračni mostovi za ulazak ili izlazak putnika u ili iz zrakoplova moraju biti napravljeni da omoguće prolazak jako puno ljudi u kratkom vremenu. Za zrakoplov A380 nije propisano da treba biti dva zračna mosta koja će se spojiti na zrakoplov, ali je preporučljivo da ih ima dva, radi bržeg ukrcaja i iskrcaja putnika. Zračni mostovi također moraju odgovarati dimenzijama tog zrakoplova.

Veliki zrakoplovi prevoze jako puno putnika (čak do 853 u slučaju A380), te kada polijeće ili slijeće zrakoplov s ili na određen aerodrom, skuplja se puno putnika na jednom mjestu u kratkom vremenu. To iziskuje preinake i na zemaljskoj strani, to jest u putničkom terminalu. Kod rukovanja prtljagom, prostor za prihvat i otpremu prtljage mora biti površinski dovoljno velik da može primiti veliki broj komada prtljage u malo vremena. Mora se moći proširiti i prostor za prihvat prtljage od strane dolaznih putnika, po potrebi. Treba biti i dovoljan broj check-in šaltera, kako putnici ne bi dugo čekali u redovima i stvarali gužvu, te da se svi ukrcaju na let u zadanom vremenu. Čekaonice za odlazak moraju biti dovoljno velike da mogu primiti veliki broj putnika u kratkom vremenu. Za zrakoplove kapaciteta od 281 do 420 putnika, s popunjenošću od 75% do 85%, odlazne čekaonice moraju imati 353 kvadratna metra. Za nove velike zrakoplove još nisu propisali koliko odlazne čekaonice moraju biti velike, no mora biti omogućen prostor za sve putnike. Isto tako bi se trebale proširiti i čekaonice za dolazak, ovisno o aerodromu ako treba, za dolazne putnike i osobe koje ih dočekuju. Redovi za čekanje, to jest prostor za čekanje mora biti dovoljno velik da se ne stvara gužva. Javne površine u putničkom terminalu bi trebale biti sa što manje prepreka, tako da bude omogućen stalni protok putnika. Također kapacitet cijele putničke zgrade bi trebao biti veći, zadovoljavajući uvjete za prihvat i otpremu velikog broja putnika i prtljage.[37]

Većina aerodroma (posebno koji nisu velika čvorišta zračnog prometa) će trebati veće izmjene da bi mogli prihvatiti velike zrakoplove kategorije 6. Samim time aerodrom postaje puno skuplji zbog nadogradnje zračne i zemaljske strane. To sve zajedno diže aerodrom na jednu razinu više i takav aerodrom postaje veliko čvorište u svijetu zračnog prometa.[38]

[37] http://www.tc.faa.gov/its/worldpac/techrpt/ar97-26.pdf (pristupljeno 03.09.2017.)
[38] http://aviationknowledge.wikidot.com/aviation:the-impact-of-large-aircrafts-in-new-zealand (pristupljeno 25.08.2017.)

7. Zaključak

U Europi postoji tendencija rasta korištenja zračnoga prometa, ali u zemljama koje su u tranziciji postoji čak i veći rast nego u ostalim europskim zemljama, te su zbog toga potrebni i novi putnički zrakoplovi.

Za područje Europe, Boeing u razdoblju od 2004. do 2023. godine predviđa prosječnu stopu razvoja prometa do 4,8%, te isporuku 7 042 novih zrakoplova. Time se ujedno očekuje i ekonomski rast i razvoj u svijetu i to do 3% godišnje. Također, očekuje se da će i prijevoz putnika porasti u prosjeku za oko 5% godišnje, a robni prijevoz do 6% godišnje.

S druge strane, Airbus u jednakom razdoblju predviđa rast prometa u prosjeku za oko 5,3% godišnje, a ako bi se to izrazilo u tonskim kilometrima onda za oko 6%. Airbus je procijenio da će tržište u budućnosti zahtijevati puno zrakoplova s velikim kapacitetom putnika, takozvanih VLA (very large aircraft, to jest jako veliki zrakoplovi). Procijenili su da će do 2026. godine tržište zahtijevati 1283 zrakoplova, a ukoliko se zračni putnički promet poveća, ta brojka se može popeti i do 1771. Navode da je glavni razlog tome urbanizacija i ekonomski rast u Aziji. Stoga, Emirates ih ima već 80 u floti i naručili su ih još, jer smatraju da im trebaju jako veliki zrakoplovi koji će što više putnika prenijeti uz što manje troškova.

Za jako velike zrakoplove, koje imaju veliki kapacitet putnika i koje spadaju u kategoriju 6 (raspon krila), treba napraviti i određene preinake na aerodromima, od većih uzletno-sletnih staza i poboljšane zračne strane aerodroma (ako je potrebno da bi se omogućio prihvat i otprema velikih zrakoplova), pa sve do većih putničkih terminala s puno zemaljskog osoblja, koje će omogućiti da se odradi kvalitetno i učinkovito prihvat i otpremu putnika i prtljage.

U 2014. i 2015. godini se razmatrala opcija dužeg zrakoplova A380-800 i A380neo. Verzija A380neo se odnosi na novu opciju motora, odnosno poboljšanje motora. Zrakoplov A380neo je trebao biti u upotrebi do 2020. godine. Trećeg lipnja 2016. godine predsjednik Emirates-a Tim Clark rekao je da su razgovori između Airbus-a i Emirates-a o verziji A380neo propali, tako da se zasad ne zna još ništa o izgradnji te inačice.

Literatura

1. Radačić, Ž., Suić, I., Škurla Babić, R.: Tehnologija zračnog prometa I, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.
2. http://weekendblitz.com/airbus-a380-current-routes-operators/ (pristupljeno 05.08.2017.)
3. http://www.gcmap.com/featured/20151129 (pristupljeno 05.08.2017.)
4. https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_777 (pristupljeno 10.08.2017.)
5. https://hr.wikipedia.org/wiki/Boeing_777#Povijesni_razvoj (pristupljeno 10.08.2017.)
6. https://hr.wikipedia.org/wiki/Boeing_777#777-300ER (pristupljeno 11.08.2017.)
7. https://hr.wikipedia.org/wiki/Boeing_777#Usporedba (pristupljeno 11.08.2017.)
8. https://hr.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-400 (pristupljeno 11.08.2017.)
9. https://hr.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-400#Dizajn_i_razvoj (pristupljeno 11.08.2017.)
10. https://hr.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-400#747-400 (pristupljeno 11.08.2017.)
11. https://hr.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-400#Varijante (pristupljeno 11.08.2017.)
12. https://hr.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-400#Operateri (pristupljeno 12.08.2017.)
13. https://hr.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-400#Specifikacije (pristupljeno 12.08.2017.)
14. https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-8 (pristupljeno 12.08.2017.)
15. https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-8#747-8_Intercontinental (pristupljeno 12.08.2017.)
16. https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-8#747-8_Freighter (pristupljeno 14.08.2017.)
17. https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-8#Presidential_aircraft (pristupljeno 14.08.2017.)
18. https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-8#Specifications (pristupljeno 14.08.2017.)

19. https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-8#Orders_and_deliveries (pristupljeno 14.08.2017.)
20. https://hr.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380#Koncept (pristupljeno 16.08.2017.)
21. https://hr.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380#Projektiranje (pristupljeno 16.08.2017.)
22. https://hr.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380#Proizvodnja (pristupljeno 16.08.2017.)
23. https://hr.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380#Uvo.C4.91enje_u_slu.C5.BEbu (pristupljeno 16.08.2017.)
24. https://hr.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380#Putni.C4.8Dka_oprema (pristupljeno 18.08.2017)
25. https://hr.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380#Motori (pristupljeno 18.08.2017)
26. http://www.airbus.com/aircraftfamilies/passengeraircraft/a380family/specifications/ (pristupljeno 20.08.2017.)
27. https://hr.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380#Specifikacije (pristupljeno 20.08.2017.)
28. https://hr.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380#Tr.C5.BEi.C5.A1te (pristupljeno 20.08.2017.)
29. http://www.tc.faa.gov/its/worldpac/techrpt/ar97-26.pdf (pristupljeno 03.09.2017.)
30. http://www.businessinsider.de/airbus-a380-v-boeing-747-8i-breakdown-2012-9?r=US&IR=T (pristupljeno 25.08.2017.)
31. https://hr.wikipedia.org/wiki/Natjecanje_izme%C4%91u_Airbusa_i_Boeinga#Airbus_A380_vs_Boeing_747 (pristupljeno 25.08.2017.)
32. https://hr.wikipedia.org/wiki/Natjecanje_izme%C4%91u_Airbusa_i_Boeinga#Cijene_zrakoplova (pristupljeno 25.08.2017.)
33. http://aviationknowledge.wikidot.com/aviation:the-impact-of-large-aircrafts-in-new-zealand (pristupljeno 25.08.2017.)

Popis slika

Slika 1. Zrakoplov B777-300ER kompanije Air France....9
Slika 2. Motor zrakoplova B777-300ER....10
Slika 3. Zrakoplov B747-400 kompanije British Airways....13
Slika 4. Zrakoplov B747-8I kompanije Lufthansa....16
Slika 5. Poprečni presjek putničke kabine....21
Slika 6. Gornja i donja paluba duž cijelog zrakoplova A380....21
Slika 7. Motor GP 7200....22
Slika 8. Motor Rolls-Royce Trent 900....22
Slika 9. Payload-range dijagram zrakoplova A380....29
Slika 10. Payload-range dijagram zrakoplova B747-8I....31
Slika 11. Prikaz prihvata i otpreme zrakoplova A380....33

Popis tablica

Tablica 1. IATA klasifikacija zrakoplova prema veličini.....3

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

Vukelićeva 4,

10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je završni rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da 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/diplomskog rada pod naslovom **Prometno-tehnološke značajke velikih zrakoplova i njihov utjecaj na aerodromske operacije**, na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 28.08.2017.

Student:

_____

(potpis)