

# Utjecaj pandemije COVID-19 virusa na poslovanje proizvođača zrakoplova i aviokompanije

---

Tomich, Jan

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:187892>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-12**

*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

**Jan Tomich**

Zagreb, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Mentori:

Doc. dr. sc. Tihomir Opetuk

Student:

Jan Tomich

Zagreb, 2022.

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

Zahvaljujem svom mentoru, doc. dr. sc. Tihomiru Opetuku na pomoći, savjetima i prenesenom znanju tijekom izrade ovog završnog rada. Zahvaljujem svojoj obitelji na pruženoj podršci tijekom dosadašnjeg studiranja.

Jan Tomich



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



Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa: 602 - 04 / 22 - 6 / 1	
Ur.broj: 15 - 1703 - 22 -	

## ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Jan Tomich** JMBAG: 0035219906

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Utjecaj pandemije COVID-19 virusa na poslovanje proizvođača zrakoplova i aviokompanije**

Naslov rada na engleskom jeziku: **The impact of the COVID-19 virus pandemic on aircraft manufacturers and airlines business**

Opis zadatka:

Područje zrakoplovstva je interdisciplinarno područje koje između ostalog uključuje proizvodnju zrakoplova, održavanje zrakoplova i organizaciju transporta ljudi i dobara. Zbog specifičnosti brzog transporta, odnosno kratkog vremenskog savladavanja velikih udaljenosti to je mod transporta koji je u proteklim desetljećima imao stalan rast. Pojavom virusa COVID-19 i proglašenjem pandemije mnogi proizvođači zrakoplova i aviokompanije našle su se u problemima. Uslijed zatvaranja granica dolazi do poremećaja u transportu ljudi i dobara što je negativno utjecalo na njihov rad u vidu otkazivanja narudžbi za nabavku novih zrakoplova, odnosno otkazivanja letova.

U radu je potrebno:

- dati pregled poslovanja proizvođača zrakoplova i aviokompanija (naglasak poslovanja staviti na održavanje zrakoplova) prije i tijekom pandemije,
- prikazati promjenu modela poslovanja proizvođača zrakoplova i aviokompanija uslijed pandemije,
- navesti mogućnosti promjene poslovanja nakon pandemije,
- odabrati i prikazati studiju slučaja za gore navedena područja poslovanja.

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

Zadatak zadan:

30. 11. 2021.

Zadatak zadao: *Opetuk*

Doc. dr. sc. Tihomir Opetuk

Datum predaje rada:

1. rok: 24. 2. 2022.  
2. rok (izvanredni): 6. 7. 2022.  
3. rok: 22. 9. 2022.

Predviđeni datumi obrane:

1. rok: 28. 2. – 4. 3. 2022.  
2. rok (izvanredni): 8. 7. 2022.  
3. rok: 26. 9. – 30. 9. 2022.

Predsjednik Povjerenstva:

*Milan Vrdoljak*  
Prof. dr. sc. Milan Vrdoljak

## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS SLIKA .....	II
POPIS TABLICA.....	III
SAŽETAK.....	V
SUMMARY .....	VI
1. UVOD.....	1
2. AVIOKOMPANIJE I PROIZVOĐAČI ZRAKOPLOVA PRIJE PANDEMIJE.....	2
2.1. Poslovni modeli aviokompanija prije pandemije.....	3
2.1.1. Poslovni modeli tradicionalnih aviokompanija.....	4
2.1.1.1. Zrakoplovi tradicionalnih aviokompanija.....	7
2.1.2. Poslovni modeli niskotarifnih aviokompanija .....	10
2.1.2.1. Zrakoplovi niskotarifnih aviokompanija.....	13
2.1.3. Usporedba niskotarifnih i tradicionalnih aviokompanija.....	14
2.1.4. Čarter zračni prijevoznici.....	17
2.2. Model poslovanja proizvođača zrakoplova prije pandemije.....	18
2.2.1. Model poslovanja proizvođača zrakoplova u aspektu održavanja zrakoplova ...	18
2.2.1.1. Način održavanja zrakoplovnog proizvođača Boeing .....	20
2.2.1.2. Način održavanja zrakoplovnog proizvođača Airbus .....	23
2.2.2. Analiza prihoda pojedinih proizvođača zrakoplova prije pandemije.....	26
3. UTJECAJ PANDEMIJE NA MODELE POSLOVANJA AVIOKOMPANIJA I PROIZVOĐAČA ZRAKOPLOVA .....	27
3.1. Značenje pojma pandemija i utjecaj pandemije .....	27
3.1.1. Utjecaj pandemija i kriza na zrakoplovnu industriju .....	28
3.1.2. Utjecaj pandemije COVID-19 na zračne luke .....	29
3.1.3. Utjecaj pandemije COVID-19 na niskotarifne i tradicionalne aviokompanije...	30
3.1.4. Utjecaj pandemije COVID-19 na zrakoplovno tržište.....	34
3.1.5. Utjecaj pandemije COVID-19 na proizvođače zrakoplova .....	36
4. MOGUĆNOSTI MODERNIZACIJE ZRAKOPLOVNE INDUSTRIJE .....	38
4.1. Prilika za uvođenje zrakoplovne industrije u Industriju 4.0 .....	38
4.2. Utjecaj aviokompanija na proizvođače zrakoplova .....	41
5. ZAKLJUČAK.....	42
LITERATURA.....	40

**POPIS SLIKA**

Slika 1.	Udio ostvarenih putničkih kilometara prema poslovnom modelu zračnog prijevoznika za 2019 .....	3
Slika 2.	Usporedni prikaz hub & spoke i point-to-point mrežnog transportnog model.....	5
Slika 3.	Flota zrakoplova aviokompanije Air France-KLM 31. prosinca 2021. godine.....	8
Slika 4.	Flota zrakoplova aviokompanije Lufthansa 31. prosinca 2021. godine .....	9
Slika 5.	Ciklus poslovanja niskotarifnih prijevoznika .....	11
Slika 6.	Broj putnika koje je prevezla Lufthansa od 2008. do 2019. godine .....	14
Slika 7.	Prihod Lufthanse od 2004. do 2019. godine .....	15
Slika 8.	Usporedba prevezenog broja putnika Ryanaira i Lufthansae od 2011. do 2019. godine u milijunima .....	16
Slika 9.	Ciklus poslovanja niskotarifnih prijevoznika .....	21
Slika 10.	Udio rutinskih i nerutinskih troškova održavanja.....	22
Slika 11.	Podjela troškova po vrstama održavanja za 2018. godinu.....	25
Slika 12.	Utjecaj zdravstvenih kriza na ostvarene putničke kilometre po mjesecima za najpogođenija područja i zrakoplovne kompanije.....	28
Slika 13.	Broj putnika avioprijevoznikom Lufthansa od 2008. do 2021. godine.....	32
Slika 14.	Broj putnika avioprijevoznikom Ryanair od 2011. do 2020. godine .....	33
Slika 15.	Utjecaj zdravstvenih kriza na ostvarene putničke kilometre kroz godine.....	35
Slika 16.	Različite grane zrakoplovstva i padovi u njihovom poslovanju.....	36

---

**POPIS TABLICA**

Tablica 1. Pregled osnovnih karakteristika tradicionalnih aviokompanija ..... 6  
Tablica 3. Pregled osnovnih karakteristika niskotarifnih aviokompanija.....12  
Tablica 3. Pregled prihoda i operativne dobiti najpoznatijih proizvođača zrakoplova.....26



**POPIS KRATICA**

---

<b>Kratika</b>	<b>Opis</b>
AMA	Area Minimum Altitude
COVID	Corona Virus Disease
EASA	European Union Aviation Safety Agency
FAA	Federal Aviation Administrator
FC	Flight Cycles
IATA	International Air Transport Association
LCC	Low Cost Carriers
MERS	Middle East Respiratory Syndrome
MRO	Maintenance, Repair and Operations
MSG	Maintenance Steering Group

**SAŽETAK**

Pandemija COVID-19 koja je zadesila cijeli svijet napravila je dosada najveći udar na cjelokupno svjetsko gospodarstvo. Zbog takve situacije države su morale zatvoriti svoje granice kako bi pomogle u što većoj mjeri sprječavanju širenja pandemije. Zrakoplovi u današnjim vremenima predstavljaju sredstva koja nam omogućuju prijevoz robe i ljudi kakva se ne može postići niti jednim drugim prijevoznim sredstvom. Zbog mogućnosti cirkulacije velikog broja ljudi po cijelom svijetu zračni promet se morao privremeno „ugasiti“ jer je predstavljao zdravstvenu opasnost. Aviokompanije i proizvođači zrakoplova zbog te situacije našli su se u najvećoj krizi. Ta dva usko povezana sektora zrakoplovne industrije krenuli su u okrenuli su se novim strategijama i modelima poslovanja. U vremenima u kojima se letovi nisu smijali odvijati zrakoplovna industrija imala je veliku priliku za modernizaciju i ulazak u industriju 4.0.

Ključne riječi: aviokompanije, COVID -19, modernizacija, pandemija, proizvođači zrakoplova

---

**SUMMARY**

The worldwide COVID-19 pandemic has hit the entire world economy so far. Due to this situation, countries have had to close their borders to help prevent the spread of the pandemic as much as possible. Aircraft in today's times are a means that allows us to transport goods and people that can not be achieved by any other means of transport. Due to the possibility of circulation of a large number of people around the world, air traffic had to be temporarily "shut down" because it posed a health hazard. Airlines and aircraft manufacturers have found themselves in the biggest crisis due to this situation. These two closely related sectors of the aviation industry have embarked on new strategies and business models. In times when flights were not allowed to take place, the aviation industry had a great opportunity to modernize and enter Industry 4.0.

Key words: airlines, COVID -19, modernization, pandemic, aircraft manufacturers

## 1. UVOD

Zrakoplovna industrija kroz svoju povijest, a osobito u 21. stoljeću bilježila kontinuirani rast s nekoliko kriznih razdoblja iz kojih se relativno brzo oporavila te se vraćala jača nego prije. Krajem 2019. godine i početkom 2020. godine svijet je zadesila potpuno nova situacija koja uključuje pojavu i širenje velikom brzinom novog i neistraženog COVID-19 virusa. To je zrakoplovnoj industriji stvorilo problem dosad najvećih razmjera. Zračni promet predstavlja jedan od najefikasnijih oblika prijevoza na svijetu jer se zračnim prijevozom prevaljuju najveće udaljenosti u najkraćem roku. U današnjem ubrzanom načinu života zračni promet krucijalan za čovječanstvo i upravo zato je cjelokupno zatvaranje svijeta zbog COVID-19 virusa uzrokovalo najveću krizu u povijesti industrije.

Tema ovog završnog rada je prikazati i analizirati način poslovanja aviokompanija i proizvođača zrakoplova za vrijeme pandemije. U drugom poglavlju objašnjen je način rada aviokompanija s posebnom naglaskom na razliku između niskotarifnih i tradicionalnih aviokompanija te dati uvid koje zrakoplove koriste niskotarifne, a koje tradicionalne aviokompanije. U drugom dijelu drugog poglavlja objašnjen je način rada proizvođača zrakoplova, a posebna pozornost posvećena je održavanju zrakoplova. Prikazane su specifičnosti održavanja dvije najveće kompanije u industriji proizvodnje zrakoplova, a to su Boeing i Airbus. Za kraj drugog poglavlja napravljena je analiza prihoda pojedinih proizvođača zrakoplova prije pandemije COVID-19.

U trećem poglavlju prikazan je utjecaj pandemije COVID-19 virusa na najbitnije aspekte zrakoplovne industrije, a to su proizvođači zrakoplova, aviokompanije, zračne luke te na cjelokupnu zrakoplovnu industriju.

Četvrto poglavlje prikazuje koje su moguće promjene poslovanja u svim sektorima zrakoplovne industrije koje bi unaprijedile industriju u svim pogledima.

## **2. AVIOKOMPANIJE I PROIZVOĐAČI ZRAKOPLOVA PRIJE PANDEMIJE**

Proizvođači zrakoplova i aviokompanije godinama imaju jednak način poslovanja na kojeg nadograđuju nove ideje. Pandemija je donijela nove izazove zbog kojih su te dvije najbitnije grane u cijeloj zrakoplovnoj industriji morale u svojim modelima poslovanja napraviti potpune zaokrete. Za razumijevanje tih novih modela poslovanja prvo se trebamo upoznati s dosadašnjim modelima koji su se primjenjivali u godinama prije pandemije COVID-19.

Aviokompanije, odnosno zračni prijevoznici su tvrtke koje pružaju usluge zračnog prijevoza putnika i tereta, a pri tome koriste se zrakoplovima [1]. Prva zračna tvrtka bila je njemačka tvrtka za zračne brodove DELAG, osnovana 16. studenog 1909. godine [2], a danas u svijetu imamo više desetaka tisuća zrakoplovnih kompanija, a neke od njih će se detaljnije analizirati u predstojećim poglavljima.

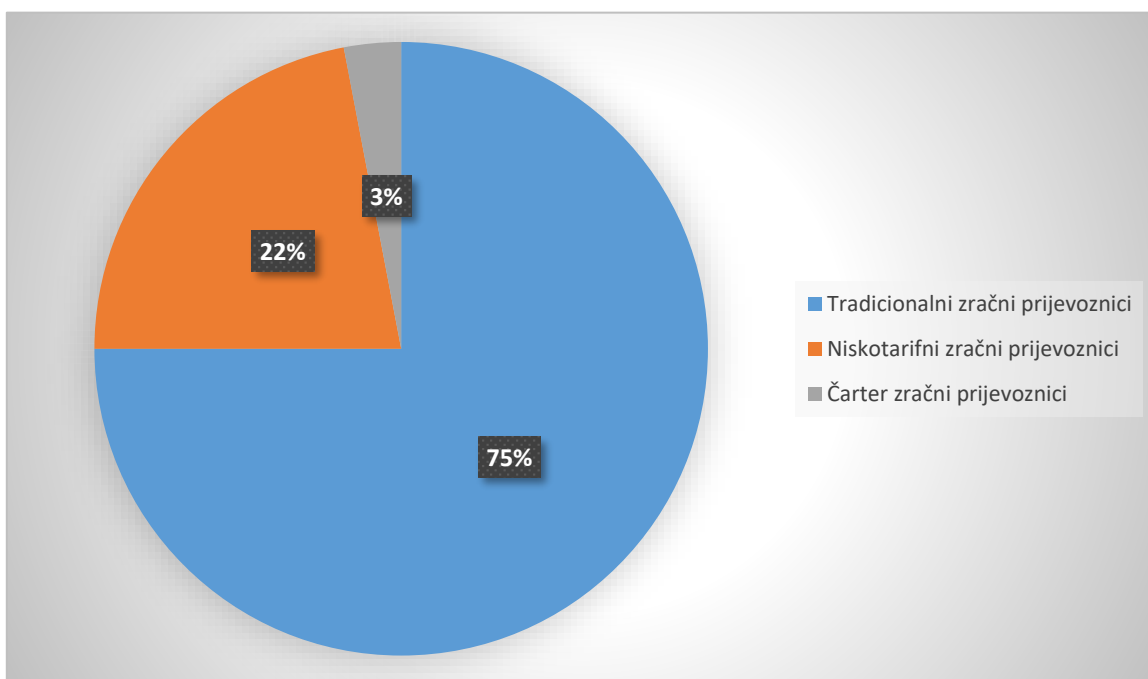
Proizvođač zrakoplova može biti pojedinac, ali je najčešće tvrtka koja je uključena u različite aspekte projektiranja, izgradnje, testiranja, prodaje i održavanja zrakoplova, dijelova zrakoplova, projektila, raketa ili svemirskih letjelica. Zrakoplovna industrija podupire zrakoplovstvo izgradnjom zrakoplova i proizvodnjom dijelova zrakoplova za njihovo održavanje. To uključuje zrakoplove i dijelove koji se koriste za civilno i vojno zrakoplovstvo. Većina proizvodnje obavlja se u skladu s tipskim certifikatima i standardima obrane koje izdaje državno tijelo [3]. U sljedećim poglavljima posebno će se naglasiti aspekt održavanja zrakoplova.

## 2.1. Poslovni modeli aviokompanija prije pandemije

Način poslovanja aviokompanija profiliran je na više različitih podjela koje polaze od tržišnih karakteristika poslovanja koja se mogu svrstati u sljedeće kategorije [4]:

- Tradicionalni zračni prijevoznici u redovnom prometu (eng. Full Service Network Carriers)
- Niskotarifni zračni prijevoznici (eng. Low Cost Carriers),
- Regionalni zračni prijevoznici,
- Čarter zračni prijevoznici,
- Zračni prijevoznici za prijevoz tereta.

Prve četiri kategorije su dominantne za prijevoz putnika, a na grafu [5] su prikazana tri najzastupljenija modela zračnog prijevoza putnika na svjetskoj razini.



**Slika 1.** Udio ostvarenih putničkih kilometara prema poslovnom modelu zračnog prijevoznika za 2019. godinu

Kao što se vidi iz priloženog grafa na slici 1 najzastupljeniji su tradicionalni zračni prijevoznici i niskotarifni zračni prijevoznici. Posebnosti i specifičnosti njihova poslovanja će se detaljno razmotriti u sljedećim poglavljima čime će se dobiti šira slika s kojom se mogu bolje razumjeti cijene koje se kreću tržištem aviokompanija. Čarter zračni prijevoznici zauzimaju mali dio cjelokupnog zračnog prometa, pa će se njihove glavne odrednice samo spomenuti da se dobije uvid na koji način oni posluju, ali se neće detaljno opisivati njihov način poslovanja.

### 2.1.1. Poslovni modeli tradicionalnih aviokompanija

Tradicionalni zračni prijevoznici su zračni prijevoznici čiji poslovni model uključuje raznovrsnu ponudu usluga gotovo svim tržišnim segmentima. Putnici mogu koristiti usluge kao što su rezervacija sjedala, a i u većini slučajeva povrat novca ako bi se odlučili na odustajanje od leta. Vrlo važna stavka je ta što je uključeno nošenje prtljage i u najjeftinijoj karti. Koncentrirani su na pružanje što kvalitetnije usluge prije i tijekom samog leta. Prijevoznici koriste razne programe za poticanje putnika na češće korištenje njihovih usluga, za što ih nagrađuju besplatnim putovanjima i raznim pogodnostima. Na primjer, promotivne tarife za određene destinacije, različiti promotivni materijali, sudjelovanje u nagradnim igrama u samom zrakoplovu. Ti poslovni modeli zračnih prijevoznika postoje vjerojatno otkad postoje zračni prijevoznici.

Poslovni modeli tradicionalnih aviokompanija zasnivaju se na dva modela [4]:

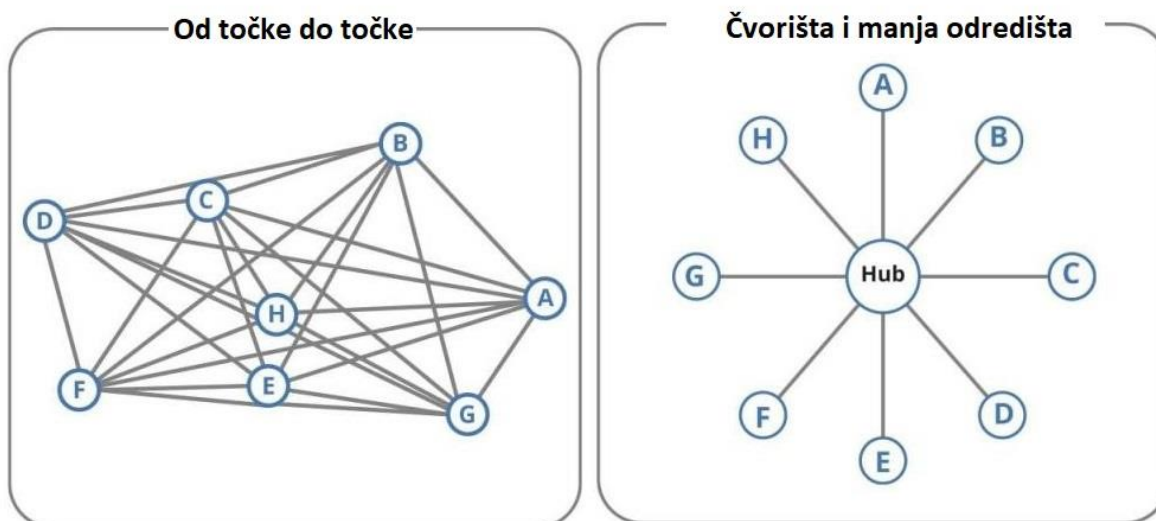
1. Čvorišta i manja odredišta (eng. *Hub and spoke*)
2. Od točke do točke (eng. *Point-to-point*)

*Hub and spoke* je mrežni transportni model koji uključuje sustav povezivanja na odredišta oko jednog čvorišta odnosno općenito gradove koji su najveći ili ekonomski najisplativiji na svom području. Ovaj model još je naziva i model kotača bicikla. Kao što se vidi u priloženoj slici kotač bicikla ima središnju "glavčinu". Deseci žbica izlaze iz ove glavčine i putuju do ruba kotača. Glava kotača simbolizira čvorište zrakoplovne tvrtke, dok žbice kotača simboliziraju mnoge veze kroz to čvorište [6].

*Point-to-point* za razliku od prethodnog modela ima puno letova u jednu ili dvije velike zračne luke i iz njih. Takav model od točke do točke naglašava izravno letenje između dva grada, bez obzira na veličinu. Ovaj model poslovanja bio je vrlo popularan do kraja 1970-ih godina, no od onda se sve manje primjenjuje zbog male potražnje za izravnim rutama između malih gradova. To znači da mnogi letovi nisu bili potpuno popunjeni cijene karata su drastično porasle [7].

Najpoznatije tradicionalne aviokompanije koje se koriste *Hub and spoke* modelom je Aer Lingus, a *point-to-point* model tradicionalne aviokompanije su danas napustile i njima se koriste najviše niskotarifne koje će biti prikazane u sljedećem podnaslovu.

## USPOREDBA DVA POSLOVNA MODELA TRADICIONALNIH AVIOKOMANIJA



Slika 1. Usporedni prikaz *hub & spoke* i *point-to-point* mrežnog transportnog modela [8]

Iz slike 2. može se zaključiti kako je model *hub and spoke* puno isplativiji jer se za spajanje jednakog broja čvorišta zahtijeva puno manje linija nego što je slučaj u *point-to-point* modelu. Unatoč značajnim razlikama, oba modela su u aktivnoj uporabi jer nedostaci jednog nužno ne znače nedostatke drugog modela.

U sljedećoj tablici prikazane su osnovne karakteristike tradicionalnih aviokompanija kod kojeg se vidi da *hub and spoke* model pokriva vrlo široka geografska područja i u svojoj floti posjeduje razne avione. Ovisno o cijeni karte varira usluga koju tradicionalni zračni prijevoznik nudi.



**Tablica 1. Pregled osnovni karakteristika tradicionalnih aviokompanija [4]**

Kategorija	Tradicionalne aviokompanije
Poslovni model	Kooperativan
Obuhvatnost mreže	Globalna
Naglasak mreže opsluživanja	Kratko-dugolinijski
Mrežni model	<i>Hub and spoke</i>
Mrežna povezanost	Ključna
Flota	Mrežovita struktura
Nagradni programi za vrijednost	Da
Saloni za odmor	Da
Struktura cijena	Složena
Poslovna klasa	Da
Tipovi zračni luka	Glavne zračne luka
Usluga	Puna usluga

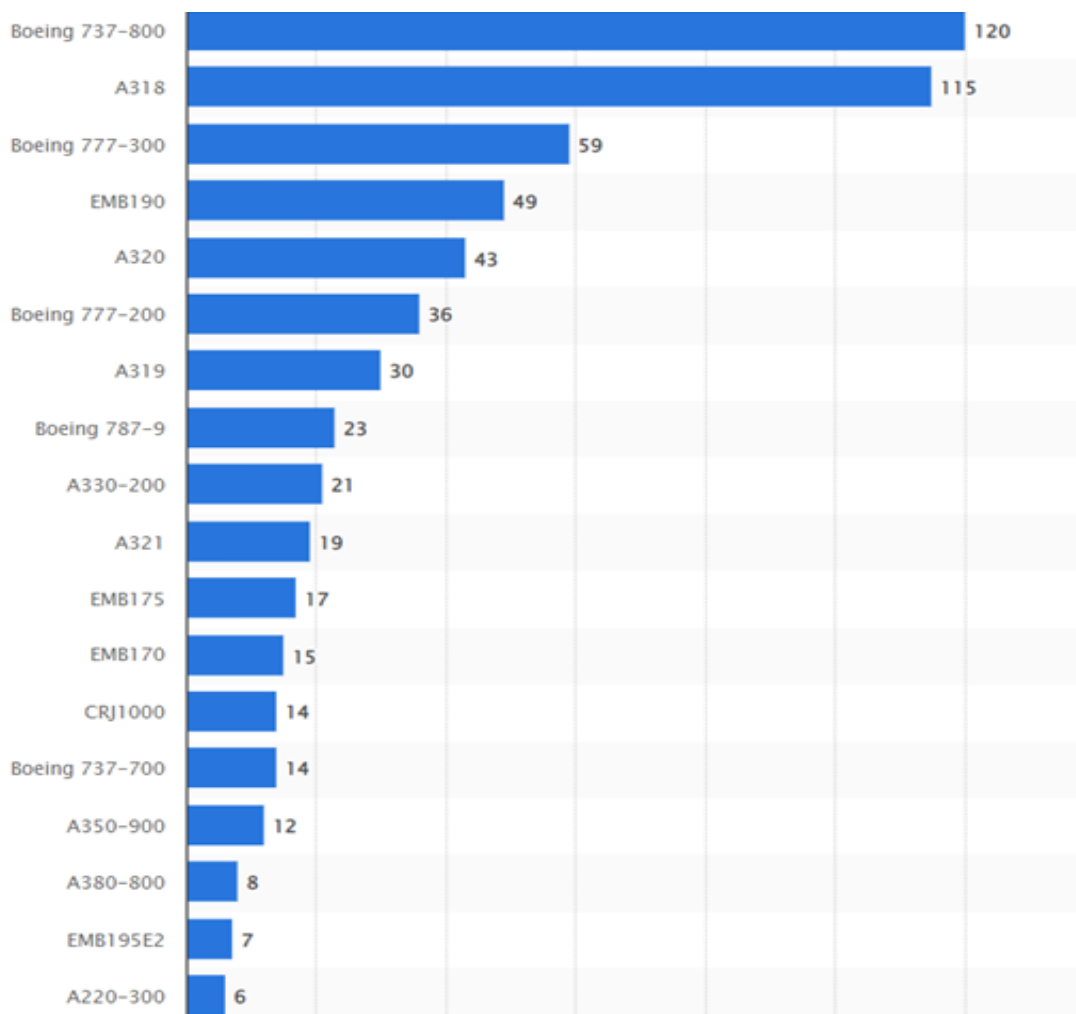
Primjeri danas vodećih tradicionalnih zračnih prijevoznika su Air France-KLM, Lufthansa, British Airways, Austrian Airlines.

#### **2.1.1.1. Zrakoplovi tradicionalnih aviokompanija**

Brojne tradicionalne aviokompanije koriste istu ili sličnu flotu zrakoplova, pa će se u potonjem tekstu napraviti pregled zrakoplova pojedinih vodećih tradicionalnih zračnih prijevoznika.

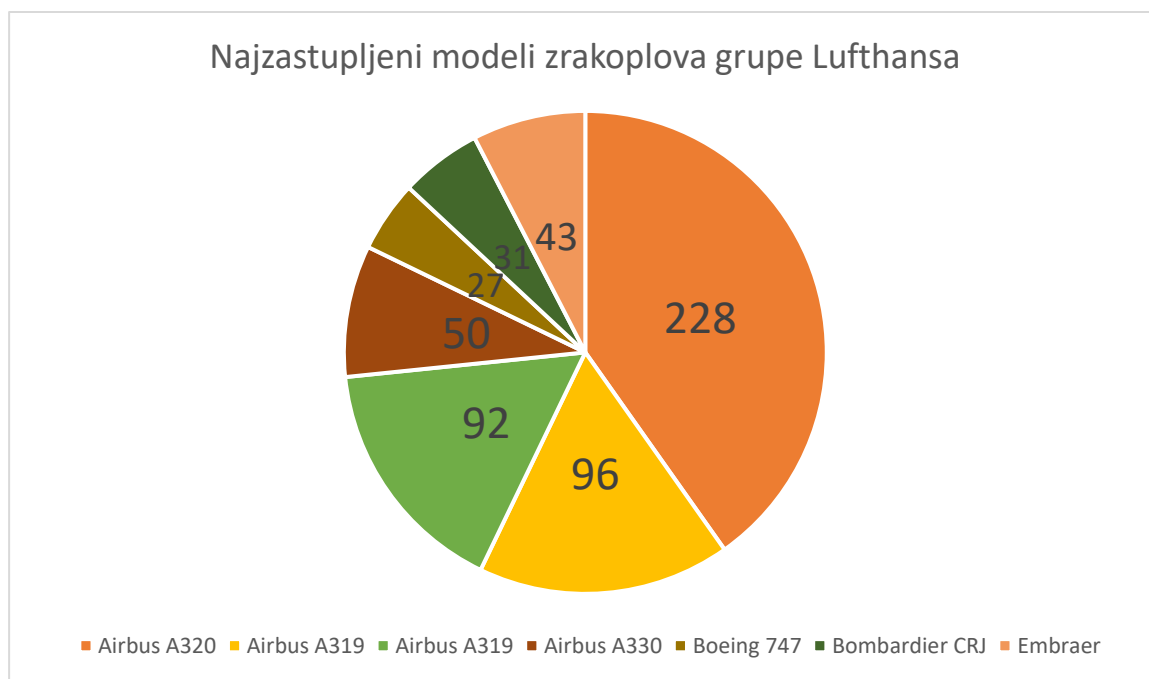
Napravljena će biti usporedba dvije tradicionalne aviokompanije, Air France-KLM i Lufthansa, koje zrakoplove koriste i zašto se okreću pojedinim zrakoplovima dok neke izbacuju. Air France-KLM kontinuirano ulaže u nove zrakoplove. Moderna flota omogućuje

ovom zračnom prijevozniku da svojim putnicima ponudi povećanu udobnost, ostvari značajne uštede goriva. Osim toga danas se najveća pozornost kod projektiranja novih zrakoplova posvećuje ispunjenju korporativnih obaveza koje se tiču održivosti za smanjivanjem emisija stakleničkih plinova i onečišćenja bukom za stanovnike. Flote zrakoplova kod Air France-KLM variraju s obzirom za koju se duljinu leta koriste. Razlikujemo zrakoplove koji se koriste na za duga putovanja, srednja putovanja i regionalna putovanja. Na slici 3 prikazan je broj zrakoplova koji Air France-KLM grupa trenutačno posjeduju u svojoj floti. Iz te slike zaključujemo da ovaj zračni prijevoznik posjeduje osjetno više modela Boeing 737-800 i A318 od svih drugih. Razlog tome je što su se aviokompanija u zadnje dvije godine više okrenula zrakoplovima koji se koriste za putovanja na srednje staze te im se financijski ne isplati u svojoj floti imati veliku količinu zrakoplova za duge staze kao što su Boeing 777-300 i Airbus 330-200 [9].



**Slika 3.** Flota zrakoplova aviokompanije Air France-KLM 31. prosinca 2021. godine [9]

Lufthansa je njemački zrakoplovni prijevoznik sa sjedištem u Kölnu. Najveći je europski putnički zračni prijevoznik. Lufthansa upravlja glavnom flotom koja se sastoji od uskotrupnih i širokotrupnih zrakoplova Airbus i širokotrupnih zrakoplova Boeing. Jednako kao kod aviokompanije Air France-KLM flote zrakoplova dijelimo na velike dužine let i srednjokratke dužine leta. Glavna flota se sastoji od sedam različitih obitelji zrakoplova: Airbus A320ceo Family, Airbus A320neo Family, Airbus A330, Airbus A340, Airbus A350 i Boeing 747 Series, kao i A340-600 i A380 koji trenutno nisu u upotrebi zbog virusa COVID -19. Krajem 2021. godine flota Lufthansa Grupe sastojala se od 713 zrakoplova. Flota se smanjila u odnosu na prethodnu godinu za 44 zrakoplova. Konkretno, to podrazumijeva umirovljenje većih četveromotornih zrakoplova, koji su manje štedljivi. Istovremeno Grupa iskorištava tržišne prilike za kupnju modernih zrakoplova po atraktivnim uvjetima. Općenito, brzina modernizacije flote raste. Slikoviti prikaz vrsta zrakoplova koje posjeduje Lufthansa možemo vidjeti na sljedećoj slici [10].



**Slika 4.** Flota zrakoplova aviokompanije Lufthansa 31. prosinca 2021. godine [10]

Vidi se da najveći dio grafikona zauzima model zrakoplova Airbus A320. Razlog korištenja ovog zrakoplova je isti kao i u slučaju Air France-KLM.

Detaljnija analiza kupovine zrakoplova i analiza tko točno diktira tempo kupovine zrakoplova, odnosno jesu li to zračni prijevoznici ili proizvođači zrakoplova vidjet će se u kasnijem poglavlju.

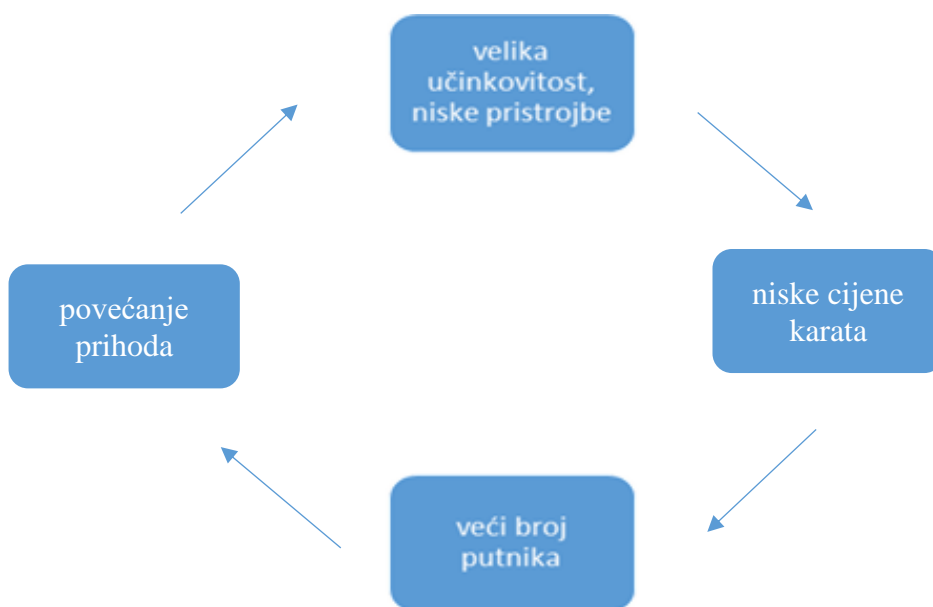
### **2.1.2. Poslovni modeli niskotarifnih aviokompanija**

Niskotarifne aviokompanije nastaju kao posljedica liberalizacije zrakoplovnog tržišta i time uvelike mijenjaju cjelokupnu industriju zračnog prometa. Gledano u povijest za to je najzaslužnija ekspanzija američkog Southwest Airlinesa nastalog 1949., prvog niskotarifnog prijevoznika.

Niskotarifna aviokompanija za razliku od tradicionalnih nudi usluge prijevoza na osjetno kraćim relacijama, ali po znatno manjim cijenama. Glavna nit vodilja poslovnog modela niskotarifnih aviokompanija je ta da u osnovnu cijenu aviokarte nije uključeno ništa osim sjedala u avion kao što je dodatna prtljaga ili hrana za vrijeme puta. Takve usluge niskotarifni prijevoznici mogu pružiti, ali one se u tom slučaju nadoplaćuju puno skuplje i tako kompanija ostvaruje dodatni profit. Tako su svojim dolaskom niskotarifni prijevoznici učinili zračni prijevoz dostupnijim te privukli nove kategorije putnika kojima je povoljna cijena na prvom mjestu, a udobnost i dodatne usluge na letu manje su važnosti [11].

Znatno manje cijene koje nude niskotarifne aviokompanije nastaju kao posljedica snižavanja troškova poslovanja. Faktori koji to omogućuju su brojni i mogu se po takozvanoj "Jednadžbi 3 jednostavnosti" podijeliti na glavna tri načela: jednostavnost proizvoda, jednostavnost usluga i jednostavnost poslovanja. Jednostavnost modela poslovanja niskotarifnih kompanija bazirana na uklanjanju svih nepotrebnih troškova koji nisu nužni za odvijanje prometa i povećanju učinkovitosti i ekonomičnosti [12].

Osnovni način poslovanja niskotarifnih zračnih prijevoznika prikazan je na slici 5.



**Slika 5. Ciklus poslovanja niskotarifnih prijevoznika [13]**

Glavni modeli niskotarifnog zračnog modela poslovanja koje im donose znatne uštede u odnosu na tradicionalne aviokompanije su to što koriste zrakoplove srednjeg doleta kao što su A319 i A320 te B737 s time da je cijela flota zrakoplova sačinjena od jednog modela zrakoplova. Zbog toga niskotarifne aviokompanije najčešće ostvaruju značajne popuste na količinu kod narudžbe novih zrakoplova i smanjuju troškove održavanja zrakoplova. Također ne moraju se izlagati dodatnim troškovima zbog osposobljavanja cjelokupne posade za rad na drugom zrakoplovu. Druga vrlo bitna stavka je da nude samo jednu klasu s minimalnom uslugom, a razmak među sjedalima je dodatno smanjen u odnosu na tradicionalne avioprijevoznike kako bi u zrakoplov stalo što više sjedala [14].

Nude samo izravne letove odnosno *point-to-point* model. Tako izbjegavaju dodatne troškove transfera i ruta postaje daleko jednostavnija i fleksibilnija. Kod *point-to-point* modela koriste se sekundarni aerodromi i tako značajno su smanjeni troškovi koji su vezani uz aerodromske usluge. Osim toga, korištenjem sekundarnih aerodroma niskotarifni avioprijevoznici izbjegavaju gust promet na glavnim zračnim lukama što pridonosi točnosti dolaska [14].

Sljedeća tablica prikazuje sistematizirani prikaz poslovnog modela niskotarifnih aviokompanija, a analiza te tablice će omogućiti lakše razumijevanje i shvaćanje modela poslovanja niskotarifnih aviokompanija.

Sistematizirani prikaz osnovnih karakteristika niskotarifnih aviokompanija prikazan je u donjoj tablici.

**Tablica 2. Pregled osnovni karakteristika niskotarifnih aviokompanija [15]**

Kategorija	Niskotarifne aviokompanije (LCC)
Poslovni model	Individualan
Obuhvatnost mreže	Lokalna
Naglasak mreže opsluživanja	Kratkolinijski
Mrežni model	<i>Point to point</i>
Mrežna povezanost	Beznačajna
Flota	Jedan tip zrakoplova
Nagradni programi za vrijednost	Ne
Saloni za odmor	Ne
Struktura cijena	Osnovna-jednostavna
Poslovna klasa	Ne
Tipovi zračni luka	Manje zračne luka
Usluga	Usluga se dodatno plaća

Primjer vodećih svjetskih niskotarifnih zračnih prijevoznika prema broju putnika su Southwest Airlines na američkom te Ryanair i easyJet na europskom području.

### 2.1.2.1. Zrakoplovi niskotarifnih aviokompanija

Vrlo važan dio naglog uspona i rasta niskotarifnih zračnih prijevoznika leži u uštedi koju takve aviokompanije ostvaruju zbog uštede na zrakoplovima koje koriste. Neki od primjera s kojima niskotarifni avioprijevoznici štede su nabrojani prethodnom poglavlju, a sada će se na konkretnim primjerima vodećih niskotarifnih zračnih prijevoznika vidjeti dokaz toga.

Najznačajniji predstavnik niskotarifnih aviokompanija u današnjici je Ryanair. Ryanairova flota zrakoplova je jako jednostavna i sastoji se samo od jednog tipa zrakoplova, a to je Boeing 737-800, kao i flota Southwest Airlines. Aviokompanija easyJet za razliku od prethodne dvije nabrojane u svojoj floti posjeduje isključivo A320. Niskotarifne aviokompanije, kao što je moguće vidjeti iz prethodnog primjera, posjeduju samo jednu vrstu zrakoplova u svojoj floti. Korištenjem samo jedne vrste zrakoplova niskotarifni zračni prijevoznici rade brojne uštede. Najznačajnija ušteta bazira se na smanjenju troškova rezervnih dijelova i letenje zrakoplova. Aviokompanije također mogu zadržavati zalihe rezervnih dijelova, smanjujući vrijeme zastoja radi održavanja. Budući da niskotarifne zrakoplovne tvrtke upravljaju samo jednom vrstom zrakoplova potrebna je samo jedna vrsta rezervnih dijelova, što znači da mogu kupovati u velikim količinama i tako izbjeći potrebu za velikim skladišnim prostorima za smještaj rezervnih dijelova za mnogo različitih zrakoplova.

Kao što je u prethodnom poglavlju 2.1.2. spomenuto cjelokupna posada školovana je samo za jedan tip zrakoplova. To ima prednost u tome što je lako zamijeniti osoblje koje je na bolovanju ili na odmoru. Osim na samu posadu zrakoplova to se može i primijeniti na inženjere koji se bave održavanjem koji su specijalizirani za jedan tip zrakoplova dok tradicionalne aviokompanije moraju imati raznolik popis osoblja za održavanje svih vrsta zrakoplova koje posjeduju.

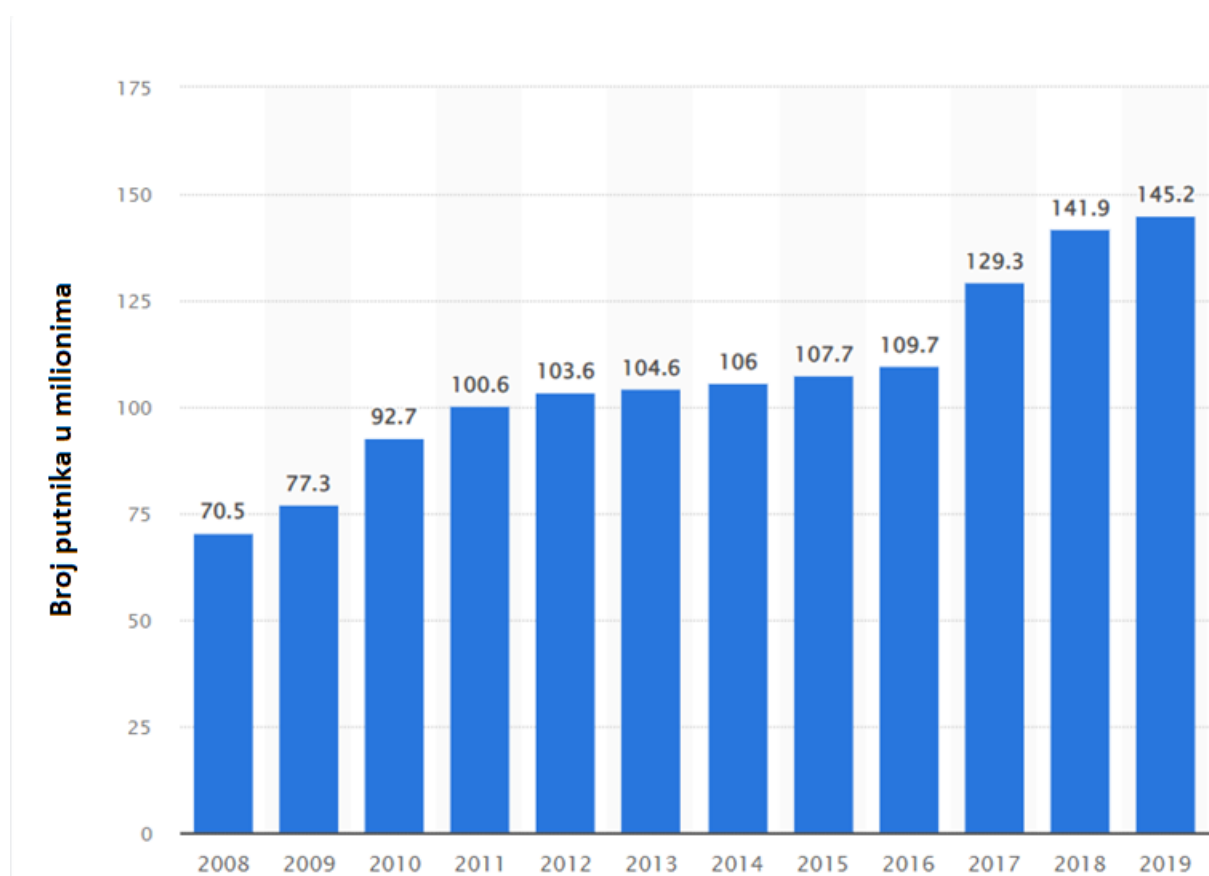
Upravljajući s jednom vrstom zrakoplova niskotarifni avioprijevoznici može napraviti više narudžbi za tu vrstu zrakoplova nego što to mu napraviti za avioprijevoznike s raznolikom flotom. Primjerice, Ryanair je u 2019. naručio čak 200 narudžbi zrakoplova Boeing 737 MAX te s narudžbama takve vrste ostvaruje vrlo velike popuste za pojedini avion.

Unatoč brojim prednostima korištenjem jedne flote zrakoplova postoje negativne strane. Uzemljenje zrakoplova Boeinga 737 MAX savršen je primjer. Uzmimo za primjer Southwest Airlines. U vrijeme uzemljenja Boeinga 737 MAX aviokompanija Southwest Airlines je brojila 754 zrakoplova Boeing 737, a od kojih 34 MAX zrakoplova. Iako ovo predstavlja nešto manje od 5% flote zračne tvrtke, Southwest Airlines vidio je niz problema zbog prizemljenja flote. Trenutno pohranjuje svoje zrakoplove 737 MAX u pustinji. Dok su ovi zrakoplovi prizemljeni,

oni ne zarađuju novac zrakoplovnoj tvrtki. Zapravo, troše novac na skladišni prostor. To je dio razloga iza pustinjskog preseljenja, jer prostor košta mnogo manje nego u zračnoj luci. Brojne aviokompanije su se nakon prizemljenja zrakoplova Boeing 737 MAX našle u velikim problemima čak do te mjere da su tužile tvrtku Boeing [16].

### 2.1.3. Usporedba tradicionalnih i niskotarifnih aviokompanija prije pandemije

Nakon nabrojanih modela poslovanja i vrsta zrakoplova koje koriste tradicionalni i niskotarifni zračni prijevoznici bit će napravljen pregled koji se zračni prijevoznici koriste više, ali i koji su imali veću ukupnu dobit prije pandemije. Važno je naglasiti da će svi izneseni rezultati u ovom podnaslovu odnositi do 2019., dok će se u posebnom poglavlju proučavati zadnje dvije godine.

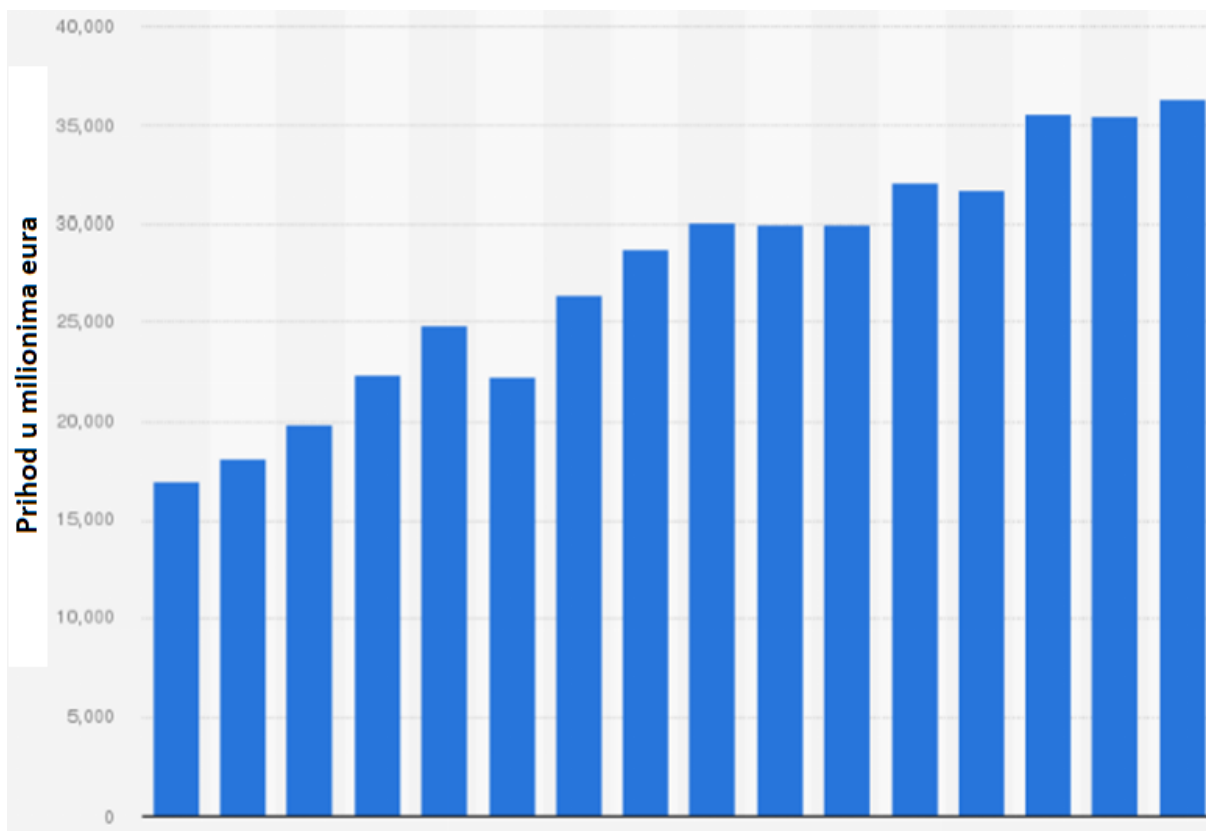


Slika 6. Broj putnika koje je prevezla Lufthansa od 2008. do 2019. godine

Kao i u cijelom zrakoplovstvu u zadnjem desetljeću i Lufthansa (jedan od istaknutijih tradicionalnih aviokompanija u Europi) bilježi veliki porast prevezenih ljudi u promatranom razdoblju od 11 godina. U 2010. Lufthansa Grupa prevezla je samo 46,9 milijuna putnika, što



je manje u odnosu na 145,2 milijuna putnika u 2019. Iste godine tvrtka je ostvarila samo 16,8 milijardi eura, što je manje u odnosu na 36,4 milijarde eura u 2019.



**Slika 7. Prihod Lufthanse od 2004. do 2019. godine**

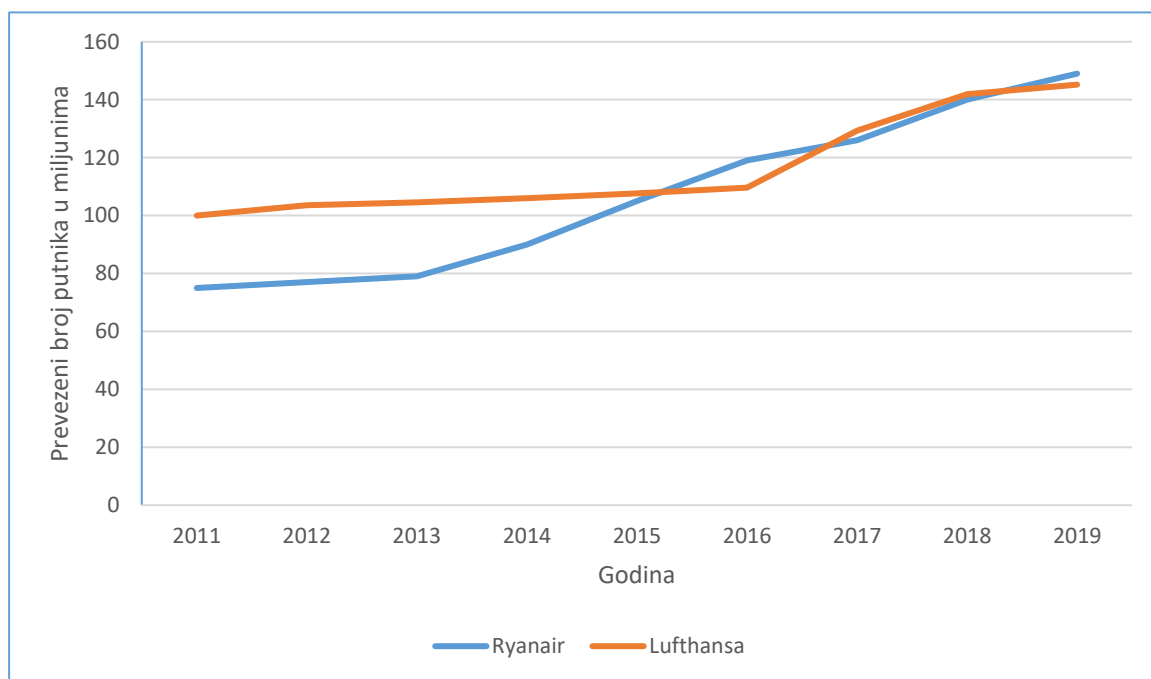
Iz priloženih grafova i iz njih izvučenih zaključaka možemo vidjeti kako tradicionalni zračni prijevoznici unatoč velikim troškovima imaju porast prihoda gotovo iz godine u godinu izuzev 2009. godine u kojoj je bila svjetska kriza koja je pogodila svaku industriju, pa tako i zrakoplovnu.

Niskotarifni zračni prijevoznici su u odnosu na tradicionalne zračne prijevoznike relativno novi, ali unatoč tomu imaju vrlo veliki broj putnika i jednako kao i tradicionalni avioprijevoznici ostvarili su rast i konstantu dobit u prošlom i pretpošlom desetljeću.

Analiza će se raditi na europskom najpoznatijem niskotarifnom zračnom prijevozniku, a to je Ryanair.

Počevši od 2000-ih, grupa zrakoplovnih prijevoznika proširila je svoju strategiju rasta i razvila svoju povezanost diljem Europe. Kao rezultat učinkovitih pristupa svom poslovnom modelu, zrakoplovna tvrtka postaje vodeća u Europi. Od 2011. godišnji prihod Ryanaira više se nego udvostručio, dosegnuvši otprilike 8,5 milijardi eura u 2019. Obujam prijevoza putnika

Ryanaira stalno je rastao. U 2018., obujam prijevoza zračnog prijevoznika iznosio je približno 178 milijardi putničkih kilometara prihoda. Putnički kilometar je mjerna jedinica koja je ekvivalentna prijevozu putnika na udaljenosti od jednog kilometra. Putnički kilometri su vrlo važni u zrakoplovnoj industriji te se oni izračunavaju kao ukupna prijeđena udaljenost u kilometrima u određenom vremenskom razdoblju pomnožena s brojem putnika. Iako Ryanair posluje samo u Europi, ova aviokompanija postala je globalno jedna od najvećih kompanija.



**Slika 8. Usporedba prevezenog broja putnika Ryanaira i Lufthansae od 2011. do 2019. godine u milijunima**

Slika 8 nam prikazuje prevezeni broj putnika Ryanaira i Lufthanse u prošlom desetljeću odnosno od 2011. do 2019. godine. Ryanair i Lufthansa prate cjelokupni trend interesa društva i putnika. Možemo zaključiti da je kroz godine više porastao interes i povjerenje u niskotarifne avioprijevoznike nego što se povećao trend putovanja tradicionalnim aviokompanija. Tradicionalne aviokompanije počinju gubiti „utrku“ protiv niskotarifnih kompanija za putnike koju su početkom desetljeća vodile s velikom prednošću. Postavlja se pitanje trebaju li tradicionalne aviokompanije početi uvoditi nešto novo u svoje poslovne modele ili je u modernom društvu putniku primarna cijena, a komfor stavlja na drugo mjesto?

#### **2.1.4. Čarter zračni prijevoznici**

Čarter zračni prijevoznici postoje od 1960-ih godina i za njih je ključno da su nezavisni prijevoznici, a u današnje vrijeme postaju sve popularniji što je posljedica otvaranja manjih zračnih luka koje najčešće ne mogu primiriti velike komercijalne zrakoplove. Čarter letovi obavljaju se izvan tradicionalnog zračnog sustava. Prilikom rezervacije leta u osnovi iznajmljujete privatni avion za vrijeme trajanja leta. Putnici diktiraju odredište i vrijeme čarter letova, ali u razumnim granicama. Iako su čarter usluge odvojene od komercijalnih zračnih prijevoznika, čarter tvrtkama je dopušteno letjeti i iz velikih zračnih luka.

### **2.2. Model poslovanja proizvođača zrakoplova prije pandemije**

Razne vrste poslova spadaju u domenu proizvođača zrakoplova. U ovom podnaslovu će se detaljnije razmotriti način rada proizvođača zrakoplova u pojedinim aspektima i na koji način pojedini proizvođači zrakoplova obavljaju iste zadatke. Posebna pozornost će se posvetiti najpoznatijim proizvođačima zrakoplova, a to su Airbus i Boeing te će se ukazati na njihove sličnosti i razlike u načinu poslovanja.

#### **2.2.1. Model poslovanja proizvođača zrakoplova u aspektu održavanja zrakoplova**

Podrška za održavanje koju pružaju tvrtke iz zrakoplovne industrije prvenstveno se primjenjuje na korporativne, komercijalne i vojne zrakoplove. Održavanje lakih aviona uglavnom obavljaju lokalni operateri fiksne baze koji se ne smatraju dijelom zrakoplovnog industrijskog kompleksa. Svemirske letjelice bez posade održavaju se kroz svoj životni vijek prije lansiranja stalnim provjerama i ispravljanjima jer su to sustavi za jednokratnu upotrebu. Za svemirske letjelice s posadom najveća briga je sigurnost posade. Male vojne rakete na terenu održavaju stručnjaci u svojim operativnim jedinicama. Balističke rakete na sličan način prolaze rutinsko održavanje na svojim terenskim instalacijama, ali određene vrste radova, na primjer, preusmjeravanje strukture i senzora, zahtijevaju vraćanje projektila u izvorno postrojenje.

Rutinsko održavanje zrakoplova obično obavlja civilni ili vojni tehničar zrakoplovstva. Takav način održavanja uključuje brojne provjere. Nakon svakog leta ili određene serije letova ili nakon vremenskog intervala te manja održavanja kao što je zamjena dijela ili popravak neispravnog dijela opreme. Rutinsko održavanje može se obaviti na većini zračnih terminala i vojnih baza. Veliki radovi na održavanju podrazumijevaju potpunu preradu aviona ili motora za koje je potrebno da zrakoplovi budu dulji period vremena na remontu. Veći zračni prijevoznici imaju vlastite vrlo opremljene tehničke objekte za velike remonte, a slično su opremljene i velike vojne zračne snage. Obično su ovi objekti specijalizirani za servisiranje

specifičnih modela kako bi se postigao visok stupanj stručnosti i učinkovitosti. Unatoč svojoj konkurenciji u zraku, manji zračni prijevoznici često surađuju na zemlji i ugovaraju tehničke usluge drugih prijevoznika za obavljanje poslova održavanja. Neki proizvođači nude usluge održavanja putem podružnica koje su specijalizirane za ovaj posao. Troškovi održavanja zrakoplovnih sustava su znatni. Na primjer, tijekom životnog vijeka normalnog mlaznog motora, operater će potrošiti oko dva do tri puta veći trošak nabave na održavanje [18].

Najkritičniji dio radova na održavanju je inspekcija radi otkrivanja pukotina, nedostataka, odvajanja, raslojavanja, korozije i drugih štetnih promjena prije nego što ugroze zrakoplov. Zrakoplovni tehničari većinu svog posla obavljaju vizualno, često koristeći samo svjetiljku i ogledalo. Za većinu detaljnih pregleda koriste ultrazvuk, rendgenske zrake, vrtložne struje i druge nerazorne metode. Trenutni istraživački fokus u nerazornim tehnikama je nastojanje ispitivanja cijelog zrakoplova bez rastavljanja. Proizvođači zrakoplova za posebno kritične elemente kao što su komponente turbina i kompoziti rutinski koriste brojne novije nerazorne tehnologije, uključujući holografiju, pulsnu termometriju, i neutronske zračenje.

Nadalje je vrlo bitno za osiguranje sigurnog rada zrakoplova da se okviri i motori civilnih i vojnih zrakoplova podliježu obveznim velikim remontima nakon određenih vremenskih intervala. Za okvire komercijalnih zrakoplova, to je potrebno nakon otprilike pet godina (22000 sati leta) rada. U tako velikom remontu, prva faza je procjena tehničkog "zdravlja" zrakoplova i njegovih motora. Potrebno je rastaviti cijelu konstrukciju, a svaka komponenta vizualno i raznim metodama provjerava zbog trošenja i oštećenja. Druga faza remonta sastoji se od preinaka na zrakoplovu, bilo zato što ih preporučuje proizvođač na temelju servisnog iskustva ili zato što se performanse mogu poboljšati. U svim operacijama održavanja i remonta, bilo da se radi o konstrukciji zrakoplova, motoru ili priboru, tehničari su dužni slijediti iste postupke kontrole kvalitete koji su bili na snazi tijekom originalne proizvodnje. [19]

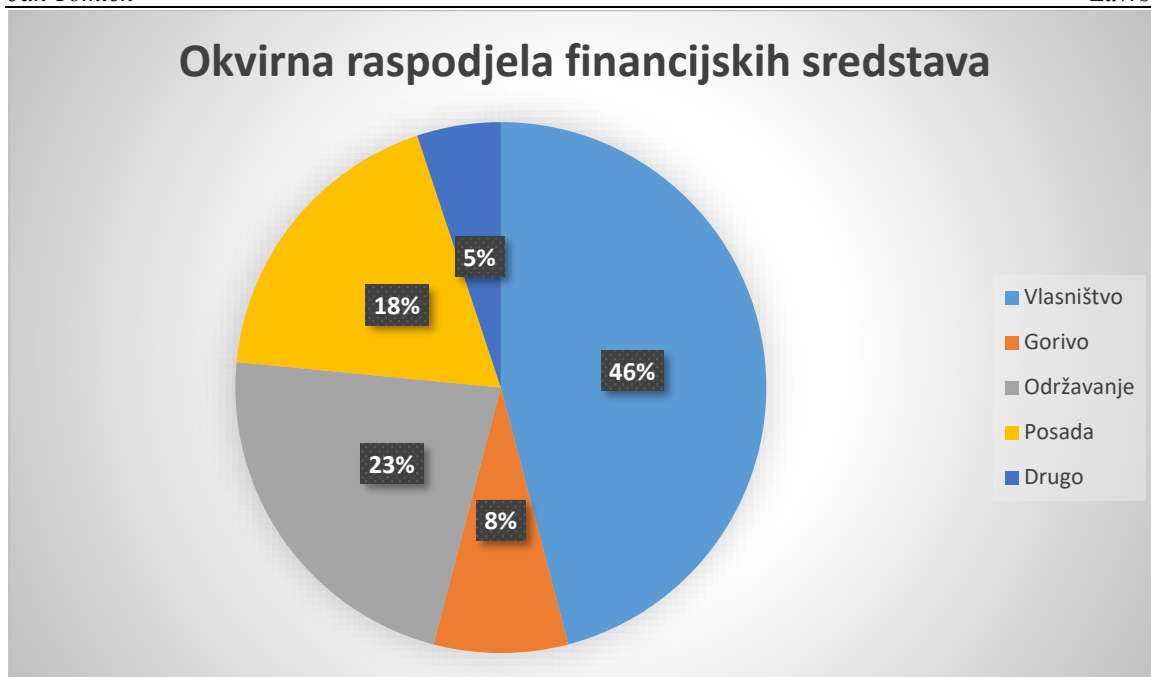
Najrazrađeniji tip programa pod naslovom održavanja je proces ponovne proizvodnje. Izvedena u pogonima za proizvodnju zrakoplova, ponovna proizvodnja je mjera koja kombinira opći remont s nadogradnjom nekih sustava zrakoplova. Potonji proces često prati progresivni razvoj osnovnog tipa aviona kroz nekoliko modela, a uključuje promjene dizajna i poboljšanje sustava. Stoga, ako određeni model u službi još uvijek ima godine korisnog vijeka, ekonomičnije je nadograditi njegove sustave ponovnom proizvodnjom nego graditi potpuno novi zrakoplov. Drugi razlog za nadogradnju je povećanje vremena u radu koje se zahtijeva od svih zrakoplova. Čimbenici kao što su rastuće cijene novih vojnih lovaca i sve manji obrambeni

proračuni natjerali su većinu zemalja da moderniziraju svoje postojeće zrakoplove kako bi produžili njihov životni vijek dok si ne mogu priuštiti novije letjelice. Vodeća tvrtka na tržištu nadogradnje borbenih aviona je Israel Aircraft Industries, koja je pretvorila program razvoja napuštenih aviona u ovo unosno tržište. Nakon ponovnog sastavljanja, bojanja i testiranja u proizvodnji, poboljšani zrakoplovi često se po performansama približavaju onima kasnijih modela. Ove nadogradnje mogu produžiti profitabilan rad zrakoplova ili mu omogućiti da zadovolji najnovije propise o buci i emisiji [18].

### **2.2.1.1. Način održavanja zrakoplovnog proizvođača Boeing**

Usluge pouzdanosti Boeingove flote pomažu zračnim prijevoznicima da maksimalno povećaju svoju dostupnost u prometu. Vrlo velike zasluge za renome koji je stvorio Boeing dolaze zbog načina održavanja. Godine 1968. usvojene su smjernice MSG-1 (eng Maintenance Steering Group) za zrakoplov Boeing 747. Nove verzije ovih smjernica (MSG-2) razvijene su 1970-ih za pokrivanje različitih tipova zrakoplova. Na temelju iskustva s MSG-1 i MSG-2 uz multinacionalnu suradnju regulativnih tijela, proizvođača zrakoplova i proizvođača motora, zračnih prijevoznika i američke mornarice, razvijen je revidirani pristup. Smjernice MSG-3 usvojene su 1980, a trenutačno FAA (eng. Federal Aviation Administration) prihvaćaju dokument o planiranom održavanju, kao smjernica za razvoj programa planiranog održavanja. MSG-3 je savršeniji model izrade programa održavanja zrakoplova i zrakoplovnih dijelova. MSG-3 logika definira program redovnog održavanja koji se sastoji od grupa redovnih radnih operacija koje se trebaju izvršavati u definiranim uvjetima. U tom programu razlikujemo pravila za evaluaciju otpornosti na oštećenje i dodatne programe provjere zatim pojave višestrukih grešaka, efekte grešaka na strukturu u neposrednoj blizini, rast pukotine od uočljive duljine do kritične duljine i sl. MSG - 3 koncept se smatra osnovnom u razvoju nove logike održavanja. To se odražava tako što se naglašava promjena u pristupu analiziranja tako da se umjesto dijela ili komponente razmatra sustav [19].

Na sljedećoj slici je prikazano koliko Boeing od svojeg ukupnog budžeta troši na održavanje.



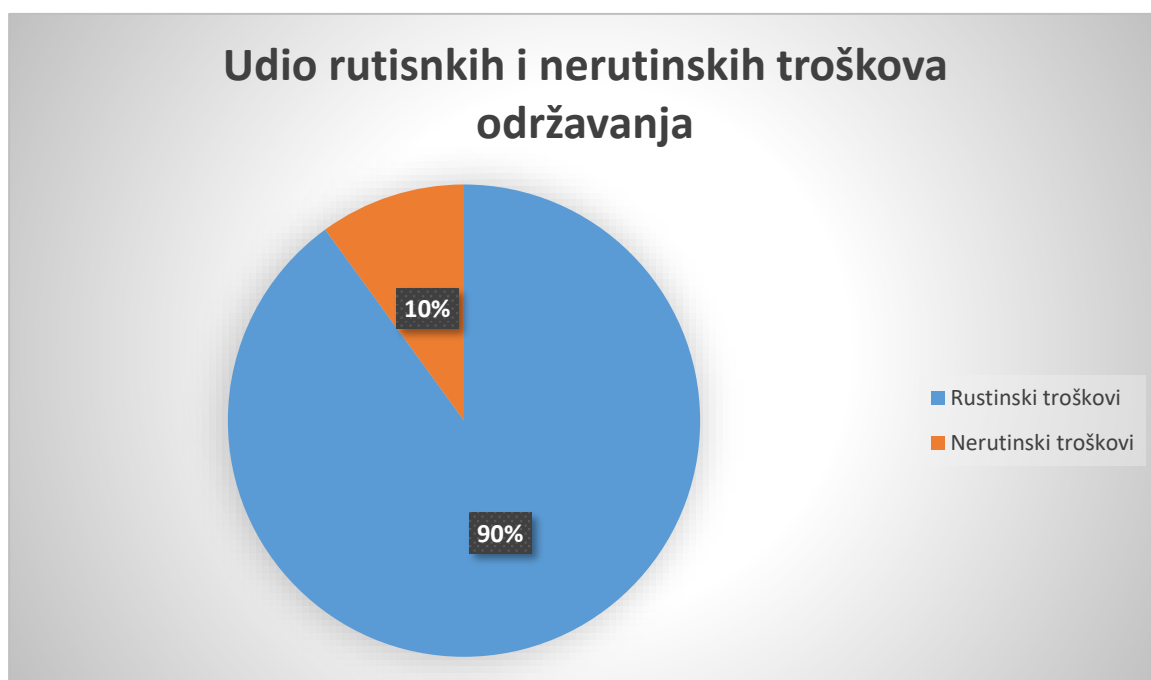
**Slika 9. Okvirna raspodjela financijskih sredstava Boeinga [20]**

Iz slike se primjećuje da Boeing na troškove održavanja izdvaja značajna sredstva, odnosno troškovi održavanja su drugi najveći odmah iza vlasništva. Svjetski zračni prijevoznici kao što su Boeing i Airbus troše više od 40 milijardi dolara na održavanje aviona svake godine. Ovisno o starosti, vrsti i dometu zrakoplova, troškovi održavanja obično predstavljaju 10 do 20 posto. Najčešći trošak održavanja za Boeing iznosi 17%, a u taj postotak ulazi 4.5% za održavanje konstrukcije zrakoplova, 5% za održavanje motora, a 7.5% odlazi na režijske troškove održavanja [19].

Izravni troškovi održavanja konstrukcije zrakoplova i motora su troškovi rada i materijala potrebnih za obavljanje servisiranja, popravka, raznih modifikacija, restauracije, pregleda, testiranja i rješavanja problema tijekom aktivnosti održavanja u zrakoplovu. Režijski troškovi održavanja su neraspoređeni troškovi rada i troškovi za nadzor održavanja, obuku i planiranje, iznajmljivanje opreme i komunalne usluge. Režijski troškovi ne uključuju kapitalne troškove za objekte, rezervne dijelove, opremu za ispitivanje, alate za održavanje i opremu za podršku na zemlji.

Kako bi se pomoglo proizvođačima da razumiju relativne troškove održavanja značajki zrakoplova i čimbenike koji utječu na te troškove, ukupni trošak održavanja određenog modela zrakoplova može se podijeliti na nekoliko načina. Jedna od metoda je podjela troškova održavanja prema sustavima zrakoplova, kako je definirano u poglavljima Udruženja zračnog prijevoza. Podaci o troškovima na razini tih poglavlja koriste se za analizu učinaka izbora dizajna i troškova održavanja projekta za nove i izvedene zrakoplove [19].

Drugi pristup je podjela ukupnih troškova održavanja zrakoplova prema rutinskoj i nerutinskoj aktivnosti. Rutinsko održavanje uključuje planirane zadatke navedene u programima održavanja zrakoplovnih prijevoznika. Nerutinsko održavanje uključuje neplanirane popravke u zrakoplovu te uklanjanje i obnavljanje komponenti. Nerutinski troškovi rada i materijala primarni su uzroci povećanja troškova održavanja kako zrakoplov stari. Tehničari i proizvođači nastoje smanjiti nerutinsko održavanje zbog njegovog učinka na pouzdanost rasporeda i zastoje zrakoplova. Kao što možemo vidjeti iz slike 10. udio rutinskih troškova je velika većina, a nerutinski troškovi su puno manji jer oni nisu tako česti.



Slika 10. Udio rutinskih i nerutinskih troškova održavanja [21]

### 2.2.1.2. Način održavanja zrakoplovnog proizvođača Airbus

Način održavanja tvrtke Airbus gledat će se kroz prizmu načina održavanja njihove najpoznatije i korištenije obitelji zrakoplova, a to je obitelj A320.

Iskoristivši moderni trend digitalizacije kako bi korisnicima pružio više prednosti, Airbus optimizira korištenje podataka kako bi omogućio brzo i točno donošenje odluka kroz inovativna rješenja i Airbus Smarter Fleet. S ukupnim narudžbama od 13.243 zrakoplova (isporučeno 7.660), obitelj A320 je hit među operaterima kratkog dometa i ima dobro zasluženu reputaciju zbog niskih zahtjeva za održavanjem. A320 ima relativno jednostavan raspored održavanja s programom sprječavanja korozije i kontrole koji je sastavni dio njegovih provjera okvira zrakoplova. Osim provjera konstrukcije zrakoplova, operateri moraju uzeti u obzir linijsko

održavanje i uobičajeno uklanjanje teških komponenti, komponenti jedinica koje se mogu zamijeniti linijom i unutarnje radove. Pregledi za utvrđivanje plovidbenosti aviona su pregledi kojima se utvrđuje sposobnost zrakoplova za sigurnu zračnu plovidbu, odnosno utvrđuje je li zrakoplov izrađen i opremljen uređajima i opremom po odredbama Zakona o zračnom prometu i drugih propisa, tehničkih zahtjeva, uvjeta i standarda koji se odnose na izgradnju i opremu zrakoplova.

Glavni pregledi za velike zrakoplove su [22]:

1. A – provjera: Pregled na platformi koji se izvodi svakih 125-500 sati, a radovi traju 3-10 sati;
2. B – provjera: Servisni pregled koji se izvodi u intervalima 800-3000 sati naleta ili svakih 6 mjeseci, ovisno o uvjetima eksploatacije, a radovi traju 2-3 dana;
3. C – provjera: Među provjera za komponente koje se ne mogu planirati u glavnu provjeru, planira pregled svakih 3 500-4 500 sati naleta, a radovi traju 7-10 dana;
4. D – provjera: Glavna provjera za moderne transportne zrakoplove dolazi u intervalima 15 000-18 000 sati naleta ili svakih 4-5 godina prosječne eksploatacije, a radovi traju 25-30 dana;
5. Ostale provjere: Specijalni pregledi obavljaju se u normalno radno vrijeme, u pauzama reda letenja, radovi traju 5-6 sati.

A320 ima relativno jednostavan raspored održavanja s programom sprječavanja korozije i kontrole koji je sastavni dio njegovih provjera okvira zrakoplova. Osim provjera konstrukcije zrakoplova, operateri moraju uzeti u obzir linijsko održavanje i uobičajeno uklanjanje teških komponenti, komponenti jedinica koje se mogu zamijeniti linijom i unutarnje radove. Raspored A320s sastoji se od jednostavnog sustava od tri provjere linija, tri višestruke A provjere, četiri višestruke C provjere i dvije strukturne provjere. Linijsko održavanje podijeljeno je na provjere prije leta, dnevne i tjedne provjere. Izvorni intervali za ove provjere bili su u svakom ciklusu leta odnosno, FC (eng. Flight Cycles), a to je svaka 24 sata i svakih sedam dana. Neki operateri su produžili intervale za dnevne i tjedne provjere na između 36 i 48 sati i osam dana. Sve ove tri provjere mogu se izvesti na rampi i uzrokovati minimalno vrijeme zastoja [23].

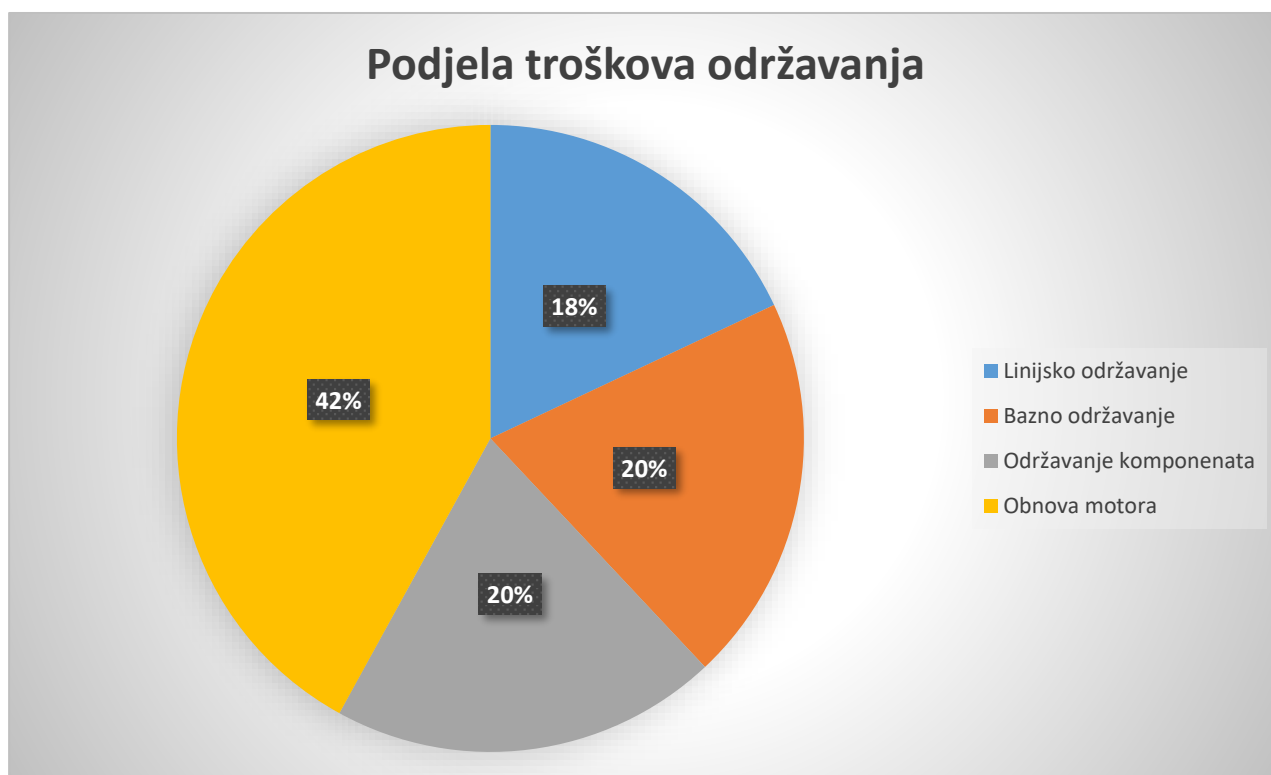
Nedavno su Savezna uprava za zrakoplovstvo SAD-a i Europska agencija za sigurnost u zračnom prometu (EASA) odobrile produljenje sati između planiranog održavanja za obitelj A320. Sada će se vrijeme između A provjera povećati za 100 sati, na 600 sati s 500 sati, a C provjere će biti svakih 20 mjeseci ili 6000 sati leta, u odnosu na 15 mjeseci. Teška provjera je



porasla s pet godina na šest godina, dok će se 10-godišnja teška provjera sada obaviti za 12 godina. Airbus je rekao da će to pomoći u smanjenju ukupnih troškova održavanja [23].

Kao odgovor na sve veću potražnju za sposobnostima eng. *Maintenance, Repair and Overhaul* (MRO) tijekom naredna dva desetljeća. Tvrtka je pokrenula Airbus MRO Alliance (AMA) koja će postati važan element u strategiji tvrtke za razvoj učinkovitog i visokokvalitetnog usluge širom svijeta. AMA će okupiti članove MRO-a s visokim standardima i dokazanom stručnošću u teškom održavanju konstrukcije zrakoplova iz cijelog svijeta s odabirom sudionika na temelju specifičnih i dokazanih kriterija u smislu industrijskih sposobnosti, kapaciteta, performansi i kvalitete.

Obnova motora predstavlja najveći trošak održavanja zrakoplova s udjelom od 42%. Drugo mjesto dijele troškovi održavanja komponenata i troškovi baznog održavanja s jednakim udjelom od 20%. Najmanji trošak održavanja je trošak linijskog održavanja zrakoplova koji iznosi 18% od ukupnih troškova održavanja što je vidljivo na slici 11.[24]



Slika 11. Podjela troškova po vrstama održavanja za 2018. godinu [24]

### 2.2.2. Analiza prihoda pojedinih proizvođača zrakoplova u razdoblju prije pandemije

Jedan od najvažnijih dijelova poslovanja proizvođača zrakoplova je prodaja zrakoplova. Iz tablice 4 može se primijetiti operativnu dobit i prihod u milijardama dolarima u godinama prije pandemije dva najveća proizvođača zrakoplova, Airbus i Boeing, te dva malo manja, Lockheed Martin i United Technologies.

**Tablica 3. Pregled prihoda i operativne dobiti za pojedine proizvođače zrakoplova [25]**

Proizvođači zrakoplova	Prihod [milijuni \$]					Operativna dobit [milijuni \$]				
	2018.	2017.	2016.	2015.	2014.	2018.	2017.	2016.	2015.	2014.
<b>Airbus</b>	75.1	72.3	70.8	68.8	80.6	5.95	3.70	2.40	4.34	4.50
<b>Boeing</b>	101.0	93.4	94.6	96.1	90.8	12.00	10.30	4.90	5.18	7.47
<b>Lockheed Martin</b>	53.8	51.0	47.2	40.5	45.6	7.33	5.90	5.55	4.71	5.59
<b>United Technologies</b>	36.0	30.9	29.0	33.1	36.2	3.57	3.83	3.84	3.00	4.57

Airbus je izbacio Boeing kao najvećeg poslodavca u zrakoplovnoj industriji nakon 2019. godine u kojoj je kriza zbog prizemljenja 737 MAX dovela do smanjenja prihoda američkog proizvođača za četvrtinu.

Prema podacima za financijsku godinu 2019/20, prije početka pandemije COVID-19, pokazuje godišnju prodaju Boeinga na 76 milijardi dolara, što je manje u odnosu na 101 milijardu dolara prethodne godine. Airbusov promet porastao je sa 75,1 milijarde dolara u 2018. na 78,9 milijardi dolara, što je europskoj tvrtki omogućilo da zauzme prvo mjesto na godišnjoj ljestvici po prvi put u više od desetljeća [26].

### **3. UTJECAJ PANDEMIJE NA MODELE POSLOVANJA AVIOKOMPANIJA I PROIZVOĐAČA ZRAKOPLOVA**

Promjene u tržišnom okruženju kao što je pandemija zahtijevaju domišljatu i kreativnu reakciju menadžmenta u smislu efikasne prilagodbe poslovnog modela zračnih prijevoznika. Tom promjenom jednako su zahvaćene niskotarifne i tradicionalne aviokompanije te proizvođači zrakoplova koji su se tijekom pandemije okrenuli novim modelima poslovanja koje još nikada nisu bili primorani iskoristiti. U predstojećem poglavlju prikazat će se novi modeli poslovanja kojima su se okrenule aviokompanije i proizvođači zrakoplova.

#### **3.1. Značenje pojma pandemija i njen utjecaj**

Riječ „pandemija“ potječe iz grčkog jezika gdje „pan“ znači „svi“, a „demo“ znači „ljudi“. Pandemija označava izbijanje bolesti, odnosno zaraze, koja se proširila na veći broj zemalja ili kontinenta kao rezultat širenja infekcije zbog međusobnog kontakta, dakle pandemija nije povezana s težinom same zaraze nego s njenim geografskim širenjem. Kako navodi Svjetska zdravstvena organizacija [27], pandemija se proglašava u slučaju kada se nova bolest, za koju još nije razvijen imunitet, krene širiti velikom brzinom na svjetskoj razini te pritom obično pogađa velik broj ljudi.

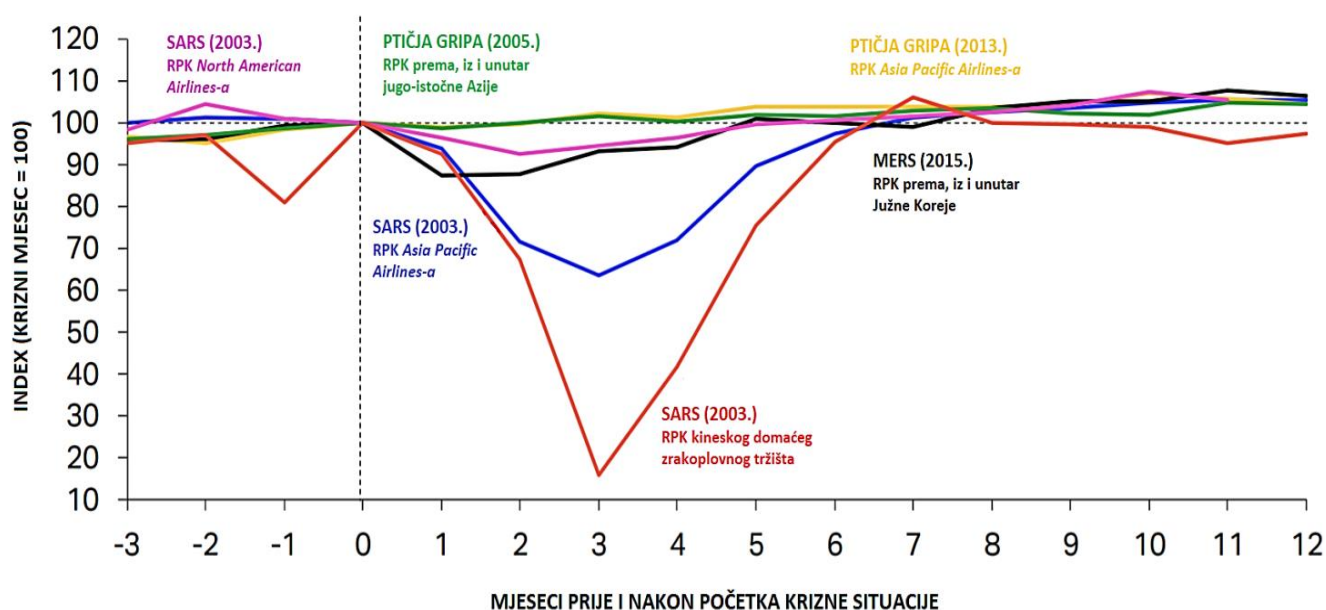
Nastajanje zarazne bolesti predstavlja velike prijetnje i poremećaje u društvu. Osim iscrpljujućih i ponekad kobnih posljedica onih koji su izravno pogođeni, pandemije imaju i niz negativnih društvenih i ekonomskih posljedica nakon kojih je potreban dugotrajan oporavak. Pandemije su zarazile milijune ljudi, uzrokujući tako veliku rasprostranjenost bolesti koja rezultira tisućama smrtnih slučajeva. S druge strane, društveni utjecaji pandemije su jako snažni te se očituju u restriktivnim mjerama zabrane putovanja, zatvaranju granica, zatvaranju obrazovnih ustanova, zatvaranju tržnica i dućana, otkazivanju sportskih događanja i sl. Za zrakoplovstvo najvažnije je zatvaranje granica koje su onemogućile avioprijevoznicima normalan rad te su tako stvorile ogromne gubitke, a za neke čak i ne nadoknadive.

##### **3.1.1. Utjecaj pandemije i kriza na zrakoplovnu industriju**

Zrakoplovna industrija jedna je od grana industrije koju je najviše pogodila pandemija COVID-19 bolesti te ne iznenađuje činjenica da je u najvećoj mjeri i odgovorna za širenje zaraze po čitavoj planeti. Pandemija je ostavila velike posljedice na zrakoplovnu industriju zbog toga što su vrlo brzo nakon izbijanja zaraze provedene stroge mjere zaštite od daljnjeg širenja zaraze kao što su: ograničenja nepotrebnih putovanja, ograničenja kretanja i karantena.

Najnegativniji rezultat izloženih mjera na zrakoplovnu industriju je drastičan pad potražnje za

putovanjima među samim putnicima. Drastično smanjenje broja putnika rezultiralo je gotovo praznim letovima između aerodroma te otkazivanjem velikog broja letova. Kao rezultat toga dogodilo se masovno smanjenje prihoda aviokompanija, pružatelja usluga zračne plovidbe i aerodroma te je to uzrokovalo velikom otpuštanju broja zaposlenika u svim sektorima, a kod nekih zrakoplovnih kompanija i najgori scenarij, odnosno bankrot. Kako potvrđuju mnogi izvori, kriza kroz koju zrakoplovna industrija prolazi u godinama pandemije smatra se najgorom krizom u povijesti zrakoplovne industrije [28].



**Slika 12. Utjecaj zdravstvenih kriza na ostvarene putničke kilometre po mjesecima za najpogođenija područja i zrakoplovne kompanije [29]**

Na slici 12 vide se sve istaknute krize koje su pogodile zrakoplovnu industriju s naznačenim godinama u kojima se pojedina kriza odvijala. Indeks na ordinati predstavlja popunjenost zračnog prijevoznika u odnosu na puni zrakoplov kada je indeks 100. U velike krize koje su zadesile zrakoplovnu industriju najistaknutije su teroristički napad na World Trade Center 11. rujna 2001. godine, izbijanje epidemije SARS-a 2003. godine, ptičja gripa 2005. godine, globalna financijska kriza u razdoblju između 2008. i 2009. godine, erupcija islandskog vulkana 2010. godine, ptičja gripa 2013. godine te epidemija MERS-a 2015. godine. Nakon svake krize, zrakoplovna industrija uspjela se oporaviti te vratiti još jača. No, kako se trenutna situacija razvija, evidentno je da će posljedice pandemije COVID-19 bolesti ostaviti duboki trag diljem čitave industrije te će biti potreban dulji period za oporavak nego u prijašnjim krizama [30].

### **3.1.2. Utjecaj pandemije COVID-19 na zračne luke**

Zračne luke jedne su od ključnih stavki za gospodarski razvoj gradova, regija i država te i doprinose ekonomiji pružanjem usluga zrakoplovnim kompanijama. U tijeku pandemije i zaštitnih mjera, zračni promet se uvelike smanjio i zračne luke bile primorane smanjiti svoje kapacitete. Kao rezultat toga, naglo je počeo padati prihod zračnih luka [31]. Sve zračne luke su najviše osjetile posljedice pandemije zbog otkazivanja velikog broja letova. Svi ostali članovi sustava zračnih luka poput koncesionara, upravljačkog sustava zračnih luka, sustava zemaljskih usluga i raznih drugih pružatelja usluga proživljavali su teška vremenima za vrijeme trajanja COVID-19 krize. Veliki broj zrakoplovnih kompanija reducirao svoje redove letenja do čak 100%. Zračne luke imaju vrlo visoke fiksne i neizbježne troškove, a velika većina ih je počela smanjivati varijabilne troškove na minimalnu razinu. Nažalost takav način je kratkoročni odgovor na privremeno djelomično ili potpuno zatvaranje zračne infrastrukture. Na primjer, Zračna luka Paris Orly u potpunosti je zatvorena 31. ožujka 2020. godine, a jednaka je mjera poduzeta i kod svih južno-afričkih zračnih luka u razdoblju između 27. ožujka i 16. travnja 2020. godine. Emirati su svoje letačke opcije sveli samo na niskotarifnog FlyDubai Terminala 2 na Međunarodnoj zračnoj luci Dubai s ciljem smanjivanja ukupnih troškova. Sve ove mjere smanjivanja upotrebe zrakoplovne infrastrukture efektivni su odgovor za olakšavanje neposrednog financijskog pritiska. Međutim, situacija poput COVID-19 pandemije te njezini vrlo štetni učinci zahtijevaju sveobuhvatniji plan akcija kao odgovor na trenutnu kriznu situaciju te kao osiguranje snažnog oporavka nakon što se zračni promet ponovno dovede u normalu. Nakon krize zrakoplovne kompanije traže rute na kojima će se potrošiti što manja količina novca. S ciljem stjecanja konkurentne prednosti, zračne luke trebaju provesti učinkovito strateško pozicioniranje za što uspješnije prilagođavanje promijenjenim uvjetima na tržištu privlačeći tako različite oblike poslovnih modela. Prijašnje krize pokazale su kako čvorišne zračne luke u principu bilježe brži trend oporavka u odnosu na sekundarne i regionalne zračne luke. Konačno, zračne luke se trebaju prebaciti iz kriznog načina rada i razmišljanja u fazu proaktivnog upravljanja zračnom lukom kako bi se uspjele uspješno oporaviti [28].

### **3.1.3. Utjecaj pandemije COVID-19 na niskotarifne i tradicionalne aviokompanije**

Niskotarifni i tradicionalni zračni prijevoznici u cijelom svijetu suprotstavljaju se velikim izazovima i problemima uslijed pandemije koje još više postaje problematičnije činjenicom da je vrlo teško procijeniti kada bi se moglo početi smirivati, odnosno kada će u potpunosti pandemija biti gotova s obzirom na to da postoje razne varijante istog virusa. Pretpostavka je

kako potražnja za zračnim uslugama prijevoza neće doći na razinu potražnje kakva je bila prije pandemije sve dok se virus ne bude pod apsolutnom kontrolom [27].

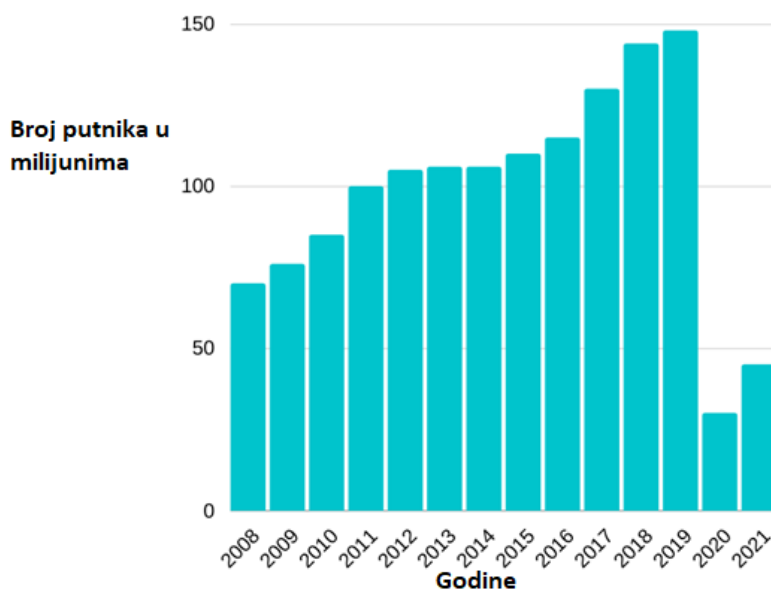
Pandemija COVID-19 dramatično je smanjila potražnju za zračnim prijevozom. Broj komercijalnih letova na globalnoj razini pao je za oko 75% između ožujka i svibnja 2020. U isto vrijeme, američki putnički zračni prijevoznici smanjili su letove za 74% u zemlji i 93% na međunarodnoj razini. Broj putnika na tipičnom domaćem letu pao je s raspona od 85 do 100 na samo 10. Prosječan broj putnika se do sredine svibnja vratio oko 30. Bilo je jasno da zračni prijevoznici ne mogu dugo raditi u tim uvjetima.

Zbog novonastale situacije brojne su avioprijevoznici morali otkazati veći broj letova te kao rezultat toga prizemljili sve ili gotovo sve zrakoplove u svojoj floti. Pojedine zračni prijevoznici su dio svojih putničkih aviona prenamijenili u teretne zrakoplove kako bi mogle prevoziti neophodne potrepštine na iznimno pogođena područja.

Nakon par mjeseci pandemije avioprijevoznici krenuli su se fokusirati na budućnost i tražiti oblike poslovanja kako opstati na tržištu. Tijekom stagnacije prometa i oštih restriktivnih mjera, zračni prijevoznici ne smiju zanemariti svoje zrakoplove i radnike. Zrakoplovi moraju biti kvalitetno pripremljeni za let, a zračne luke ih moraju biti spremne primiti. Dok su zrakoplovi parkirani i ne lete, zrakoplovi zahtijevaju redovito održavanje kako bi odmah po završetku krizne situacije bili spremni za let. Pojedini zrakoplovi su bili odmah spremni za upotrebu nakon što su popustile stroge mjere, a drugi zrakoplovi su trebali tjedan dana ili duže da se pripreme za obavljanje letnih operacija. Važno je napomenuti da su zrakoplovni prijevoznici trebali osigurati mjesto za parking svim svojim prizemljenih zrakoplova na neodređeno vrijeme. Radna snaga koja je ključna za nastavak funkcioniranja zrakoplovne industrije kao prije, pa su tako piloti trebaju provoditi određeno vrijeme u zraku ili na simulatoru kako bi održali dozvole za upravljanje određenim vrstama zrakoplova te trebaju obavljati redovite liječničke preglede. Sve te stvari predstavljaju dodatne i neplanirane izdatke za aviokompanije.

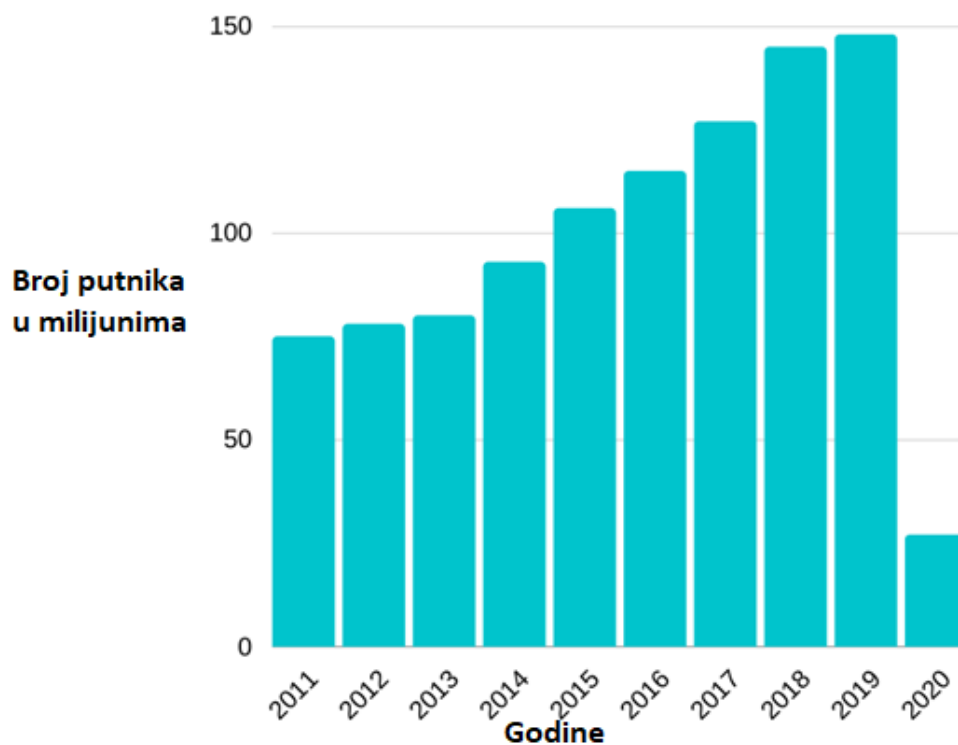
Pogledaju li se ostvarene putničke kilometre, prema kojima se mjeri učinkovitost zračnih prijevoznika, oni su minimalni kroz 2021. godinu. British Airways u samom jeku pandemije napravio restrukciju s kojom je ukinuto čak 12 000 radnih mjesta. EasyJet je otpustio 20% svojih zaposlenika uz manje pilotske plaće, dok Ryanair je otpustio 15% zaposlenika i smanjenje plaća za 20%. Wizz Air planira otpustiti 19% zaposlenika uz smanjenje pilotskih

plaća za 14%, dok Eurowings planira otpuštanje 30% zaposlenika. Nadalje, Lufthansa je objavila otpuštanje 22 000 do 135 000 zaposlenika i reduciranje plaća za 20 do 30%, a Emirates je smanjio plaće za čak 50% do kraja 2021. godine. Turkish Airlines je smanjio plaće zaposlenika za 30 do 55%. Navedeno predstavlja dio dostupnih podataka koji će se s vremenom još mijenjati. S obzirom na to da je ovo nova tema za vrijeme pisanja ovog rada, većina informacija nije još poznata široj javnosti, pa se još uvijek ne može dobiti detaljan uvid u cjelokupnu situaciju. Najveći korisnici zračnog prostora Republike Hrvatske ostavit će i najveći utjecaj na njen zračni promet. Neki od njih su: EasyJet, Eurowings, Lufthansa, Ryanair i Wizz Air. Smanjivanje kapaciteta, odnosno broja letova navedenih zrakoplovnih kompanija pojavit će se u narednim godinama kao izravna posljedica reduciranja broja zaposlenika. Iz tog razloga, tijekom navedenog razdoblja, logično je očekivati smanjivanje prometa kojeg će navedene zrakoplovne kompanije ostvariti na zračnom prostoru Republike Hrvatske. IATA zrakoplovnim kompanijama predviđa smanjenje prihoda od putnika sve do 2024. godine kao posljedicu pandemije COVID-19 bolesti. Ostvareni putnički kilometri smanjit će se na razinu od četiri milijarde kilometara godišnje tijekom 2020. godine u odnosu na osam milijardi kilometara godišnje prije pojave COVID-19 [32].



Slika 13. Broj putnika avioprijevoznikom Lufthansa od 2008. do 2021. godine [33]

Kako se vidi sa slike broj putnika tradicionalnog avioprijevoznika zadnje dvije godine je strmoglavo pao i sve navedene posljedice koje trpi zrakoplovna industrija su teške za oporavak.



Slika 14. Broj putnika avioprijevoznikom Ryanair od 2011. do 2020. godine [34]

Vidi se da se gotovo jednak pad dogodio i niskotarifnim i tradicionalnim aviokompanijama. Kao što se može vidjeti sa slike 15. ova kriza je puno veća od svih dosadašnjih koje su pogodile zrakoplovnu industriju.

#### 3.1.4. Utjecaj pandemije COVID-19 na zrakoplovno tržište

Zračni promet cijelog svijeta je stao nakon pojave pandemije COVID-19 zbog koje su uvedene zaštitne mjere i ograničenja. Zrakoplovna industrija uspijevala dosta brzo oporaviti iz svih prethodnih kriza, ali trenutačne prognoze pokazuju vrlo pesimistične rezultate i loša predviđanja. Pretpostavka je da će oporavak od ove krize trajati više godina [35].

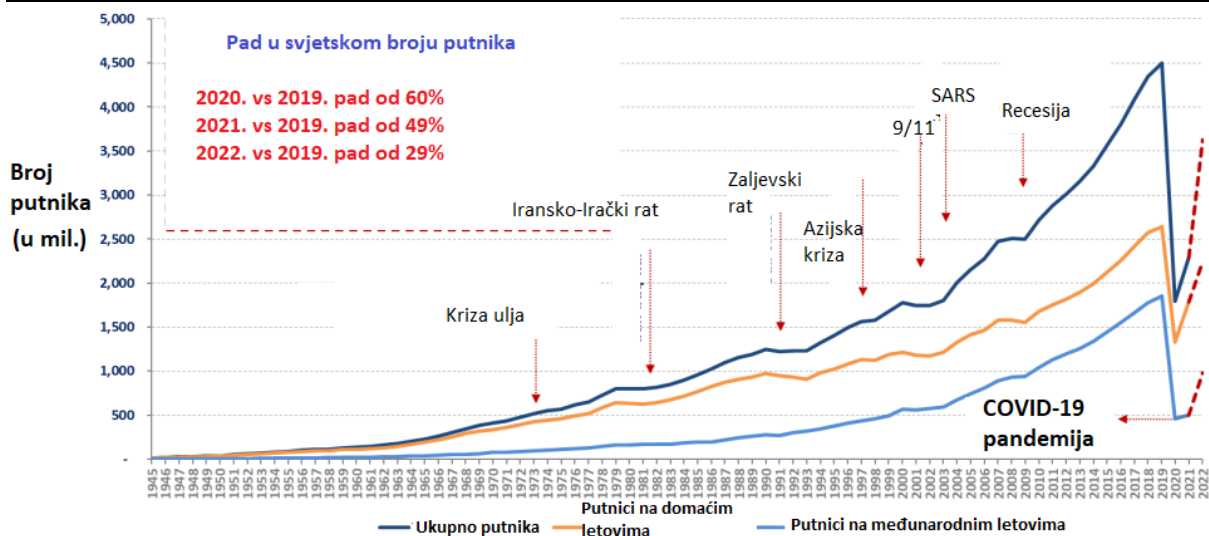
Spomenuta ograničenja najviše su se odnosila na ograničenja putovanja i kretanja te zatvaranje međunarodnih granica što se izravno odrazilo na zrakoplovno tržište. U posljednjih sedam dana ožujka u 2020 godini, na globalnoj razini uočen je pad zračnog prometa od 55% u odnosu na



isto razdoblje prethodne godine, a komercijalni letovi imali su pad od 75% do sredine travnja 2020. godine. Kako bi si bolje mogli predočiti uzmimo za primjer da je europski putnički zračni promet pao za 97%, a putnički zračni promet iznad Sjedinjenih Američkih Država smanjio se za 96% do sredine travnja 2020. godine. Više stotina zrakoplovnih kompanija u svijetu počelo je prizemljivati svoje avione i privremeno obustavljati rad [35],[36]. Sagledamo li situaciju zračnog prometa s pozicije domaćeg zrakoplovnog tržišta primjećuju se relativno velika odstupanja između pojedinih država. U međunarodnom zrakoplovnom tržištu situacija je bila vrlo čista jer se međunarodni letovi nisu odvijali. Većinu letova koji su se odvijali za doba korone odnosili su se na domaće zrakoplovno tržište, a to je bili najznačajnije kod država koje zauzimaju veliku površinu. Takva situacija primjećuje se na području Narodne Republike Kine gdje se domaći zračni prijevoz održao u određenoj mjeri i nakon uvođenja mjera za sprječavanje zaraze. Domaće zrakoplovno tržište Republike Kine bilo je prvo tržište koje je pokazalo znakove postupnog oporavka. Nažalost takav trend oporavka ne predviđa se za međunarodno zrakoplovno tržište.

Unatoč velikom smanjenju zračnog prometa u Sjedinjenih Američkih Država, posebno tijekom početka travnja, kada je situacija na tom području bila vrlo kritična, gustoća zračnog prometa i dalje je bila veća od gustoće zračnog prometa u drugim dijelovima svijeta. Gustoća zračnog prometa u SAD-u bila je za čak 40% veća nego u Europi u istom razdoblju. Kao rezultat toga može se zaključiti kako američki državni vrh daje jako veliku važnost zrakoplovnom tržištu kao bitnom faktoru koji u signifikantnoj mjeri utječe na američko gospodarstvo, čak i pod cijenu širenje virusa COVID-19 [35] [36].

Slika europskog zrakoplovnog tržišta se promijenila kada se Italija razvila u prvo veliko žarište pandemije u Europi. Stavljanjem cijele Italije pod karantenu, zatvaranjem granica brojnih susjednih država i uvođenjem oštrog mjera zaštite, značajno se počelo mijenjati stanje europskog zrakoplovnog tržišta. Italija zbog svoje geografske pozicije, predstavlja jedno od najvećih i najznačajnijih zrakoplovnih tržišta Europe, ona je za sobom „povukla“ i ostale njegove sudionike. U jako kratkom periodu nebo iznad Europe gotovo se u potpunosti ispraznilo te kako navodi EUROCONTROL, 29. ožujka 2020. godine između 08:00 i 12:00 sati, iznad Europe je bilo samo 350 letova. Kako bismo imali bolju predodžbu u istom razdoblju 2019. godine kroz europski zračni prostor prošlo je više od 2 800 letova [35], [37]. Zrakoplovno tržište još će se dugo oporavljati od negativnih posljedica ove pandemije. Upravo zato odmah se krenulo s osmišljavanjem strateških planova za oporavak. Glavni cilj je vratiti zrakoplovnu industriju i zrakoplovno tržište u normalu kako bi i dalje mogla učinkovito i aktivno sudjelovati u jačanju gospodarstva.



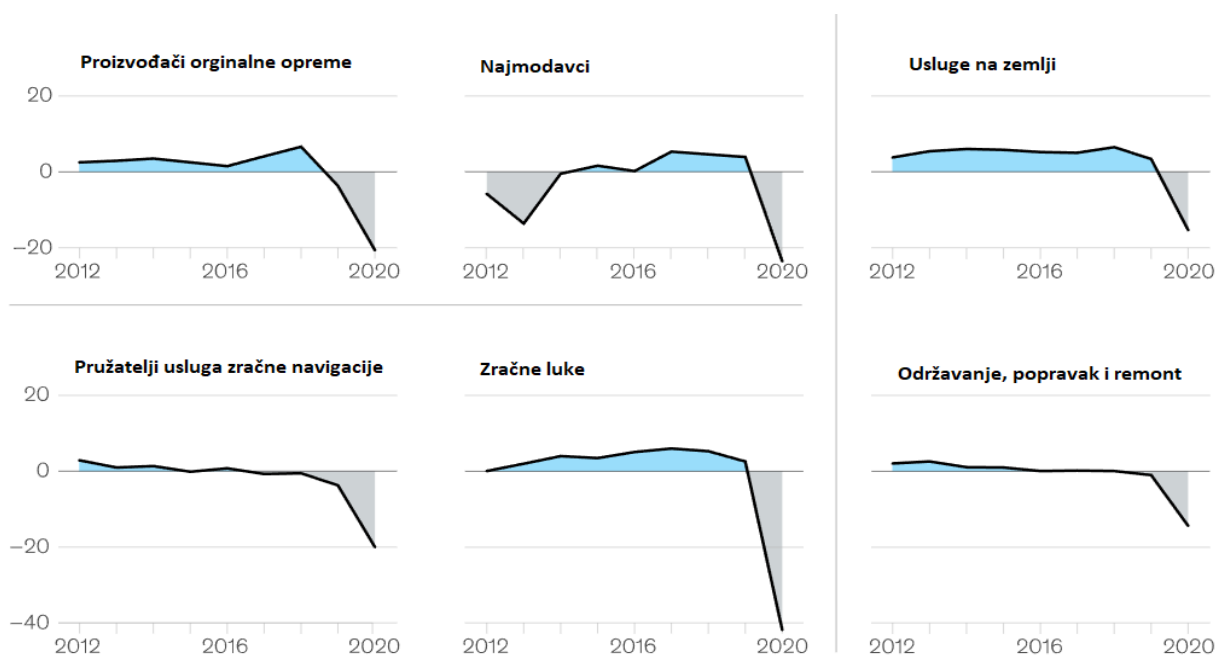
Slika 15. Utjecaj zdravstvenih kriza na ostvarene putničke kilometre kroz godine [38]

### 3.1.5. Utjecaj pandemije COVID-19 na proizvođače zrakoplova

Proizvođači zrakoplova bili su treći najslabiji podsektor u 2020. s gubicima od 12 milijardi dolara. Razlog tome je vrlo jednostavan. Zračni prijevoznici s financijskim poteškoćama manje naručuju nove zrakoplove i odgađaju isporuke. Narudžbe za komercijalne zrakoplove pale su za oko 55 posto u 2020. u odnosu na 2019. godinu, dok se broj odgođenih isporuka zrakoplova povećao pet puta. Prošle godine narudžbe su porasle, ali su i dalje bile 10 posto ispod razine iz 2019. godine. Također je bilo dvostruko više odgoda u odnosu na dvije godine prije. Najmodavci koji iznajmljuju prostore za čuvanje zrakoplova su prije pandemije bili srednje uspješni, niti su ubirali veliku dobit niti su pretrpjeli značajne gubitke. Podsektor je bio pod velikim pritiskom tijekom pandemije. Mnoge su zrakoplovne tvrtke tražile - i dobile - odgodu plaćanja najma. Cijene za najam novih zrakoplova bile su znatno niže zbog prevelike ponude zrakoplova. Na primjer, stope najma za širokotrupne zrakoplove (kao što je Boeing 787-9) pale su za oko 35 posto u 2020. odnosu na razinu iz prethodne godine, te su se oporavile samo za 10 posto prošle godine. Što je najgore, mnogi zračni prijevoznici najmoprimci, osobito u Aziji, bili su u dubokoj financijskoj nevolji te su nastojali ponovno pregovarati o uvjetima ugovora, preferirajući ugovore po principu "po satu" naleta [39].

Samo održavanje zrakoplova isto je doživjelo značajan pad u pandemiji COVID-19. Slika 16 na pokazuje različite sektore zrakoplovne industrije i koje grane su doživjele veći pad, a koje

manji.



**Slika 16. Različite grane zrakoplovstva i padovi u njihovom poslovanju [39]**

Pad broja putnika uzrokuje da je rast proizvođača zrakoplova vrlo ograničen i bit će potrebno manje novih zrakoplova. Globalno (preko svih proizvođača) potražnja za proizvodnjom kratkih zrakoplova vjerojatno će pasti za 15% (oko 1.500 zrakoplova manje od 10.000) i za 30 - 65% za dugolinijskim zrakoplovima do kraja 2025. (oko 600 - 1300 zrakoplova manje od 2000). Airbusova knjiga narudžbi je narušena jer je potražnja za novim zrakoplovima pala, a stope proizvodnje pale za 30%. Airbus se sada bori za opstanak i najavio je planove za prilagodbu svoje globalne radne snage i promjenu veličine aktivnosti komercijalnih zrakoplova kao odgovor na krizu COVID-19. Očekuje se da će ova prilagodba rezultirati globalnim smanjenjem od oko 15 000 radnih najkasnije do ljeta 2022., od čega 1700 u Ujedinjenom Kraljevstvu. Ovo restrukturiranje će pretežno utjecati samo na dvije lokacije – Broughton u Deesideu i Filton u Bristolu.

Airbus je izgubio 1,1 milijardu eura prihoda zbog pada globalnih putovanja usred pandemije COVID-19 2020. godine. Prihodi tvrtke smanjeni su u 2020. na 49,9 milijardi eura u usporedbi sa 70,5 milijardi eura u 2019. U 2020. isporučeno 566 komercijalnih zrakoplova. U 2020. je primila samo 268 narudžbi zrakoplova, što je manje sa 768 u 2019. godini.

Zrakoplovna tvrtka Boeing je u još lošijoj situaciji nego zrakoplovna tvrtka Airbus. Proizvođač zrakoplova Boeing u 2020. godini izgubilo je blizu 12 milijardi dolara, što je

rekordan gubitak, budući da je pandemija smanjila potražnju za novim zrakoplovima, a tvrtka je nastavila opadati od debakla 737 MAX. Takav gubitak najveći je u više od 100-godišnjoj povijesti ovog zrakoplovnog diva, a veliki dio razloga je pandemija koronavirusa. Potražnja za najvećim širokotrupnim komercijalnim zrakoplovima, uključujući 777 i 787 koji lete na dugim međunarodnim rutama, posebno je smanjena i očekuje se da će takva i ostati [39].

## 4. MOGUĆNOSTI MODERNIZACIJE ZRAKOPLOVNE INDUSTRIJE

Je li nam ova kriza koja se smatra najvećom u povijesti zrakoplovstva donijela nešto ipak upotrebljivo i dobro? Postoje li neka nova rješenja poslovanja koja će kompletno promijeniti način rada aviokompanija i proizvođača zrakoplova? U ovom poglavlju će se ukratko pogledati čemu zrakoplova industrija u predstojećim godinama teži i vidjet će se tko diktira tempo poslovanja sadašnje, ali i buduće industrije. Jesu li to aviokompanije sa svojim zahtjevima na proizvođače zrakoplova ili obratno?

### 4.1. Prilika za uvođenje zrakoplovne industrije u Industriju 4.0

Mnoge tvrtke se bore, Flybe i Virgin Australia su završile u bankrotu, a Norwegian mu je bio vrlo blizu. Lufthansa je izvršila snažno restrukturiranje svoje flote, očekujući da će smanjiti svoju flotu za 100 zrakoplova tijekom cijele krize, počevši od posljednjih najmanje učinkovitih četvero reaktorskih aviona (A380, A340-600, B747-400). Stoga su izgledi za isporuke zrakoplova u tri do četiri godine sumorni. Budući da zračni prijevoznici ili otkazuju ili odgađaju narudžbe, proizvođači zrakoplova prolaze kroz pojavu "flote bijelog repa". „Flota bijelog repa“ je izraz se odnosi na avione koji su kompletni, ali nemaju kupca u koju bi mogli ići. Tijekom posljednjeg desetljeća, žurba za visokim tempom proizvodnje preplavila je proizvođače zrakoplova, zasjenivši potpunu implementaciju inicijativa za digitalizaciju (Internet Stvari, umjetna inteligencija, analitika i virtualna stvarnost). Stoga, ako usvajanje pametnih tehnologija sada dostiže značajne razine u različitim industrijama (u prosjeku od 66% do 87% - u uporabi ili u primjeni), proizvođači zrakoplova i dalje su ograničili primjenu takvih tehnologija. Proizvođači zrakoplova privremeno su revidirali stope proizvodnje kako bi se prilagodili novom osiromašenom tržišnom okruženju, te bi trebali iskoristiti prednost usporavanja potražnje kako bi udahnuli dah u utrci za proizvodnju. Proizvođači zrakoplova doista bi trebali iskoristiti ovo razdoblje kako bi poboljšali poslovanje uvođenjem digitalnih mogućnosti i novih načina rada. Na taj će se način bolje pripremiti za oporavak poslovanja i na strani proizvodnje i na strani lanca opskrbe, uz očekivane prednosti u četiri glavna aspekta učinka [40]:

- Iskorištenost proizvodnih kapaciteta
- Kvaliteta proizvoda
- Troškovi rada i održavanja
- Sigurnost i osiguranje

Prednosti koje bi donijela „Pametna Tvornica“ u zrakoplovnu industriju su sljedeće:

- Povezanost, budući da su dijelovi opremljeni pametnim sensorima u cijelome lancu sada mogu integrirati u poslovne informacijske sustave.
- Transparentnost, pružanje vizualizacije podataka u stvarnom vremenu o procesima i operacijama.
- Proaktivnost koja bi omogućavala predviđanje održavanja ili otkrivanje anomalija u procesima
- Učinkovitost, ali uz to je potrebno snažno povećati mogućnosti automatizacije

Bolja integracija ovih tehnologija unutar proizvođača zrakoplova može dovesti do poboljšanih performansi u četiri glavna aspekta performansi:

1. **Poboljšanje iskorištenosti kapaciteta od 10% do 20%.** Zrakoplov i procesi na njemu opremljeni sensorima omogućuju proizvođačima zrakoplova da prate široki niz ključnih pokazatelja uspješnosti u stvarnom vremenu uz tri ključne prednosti: smanjenje varijabilnosti procesa, poboljšanje performansi i mogućnosti dinamičkog planiranja koje omogućuju optimizaciju daljnjeg korištenja kapaciteta. Prvo automatizacija i napredna robotika smanjuju fluktuacije u performansama sredstava: strojevi se programiraju s definiranim radnim standardima, a potencijalne neočekivane promjene statusa ili performanse ispod norme se odmah prijavljuju radi djelovanja, čime se smanjuje varijabilnost procesa. Drugo, digitalizacija nudi pregled proizvodnih operacija gotovo u stvarnom vremenu, a ne izolirani pristup s prikazima samo jedne jedinice u isto vrijeme. Kako se ključni pokazatelji uspješnosti specifični za svaki slijed poslova prikupljaju i usmjeravaju do zapovjednih centara, uska grla ili zastoji koji produžuju vrijeme isporuke brzo će se identificirati za brzo djelovanje, čime se povećava propusnost i prinos proizvodnje. Mogućnosti „Pametne Tvornice“ proizvođačima zrakoplova donose veću fleksibilnost procesa, kao što je skraćeno vrijeme promjene i modularni automatizirani tijek rada: prakse dinamičkog planiranja omogućuju rasporede proizvodnje i simulaciju procesa, kako bi se bolje prilagodili fluktuacijama potražnje (npr. promjene modela zrakoplova, prilagodba) .
2. **Poboljšanje kvalitete proizvoda i optimizacija kontrole kvalitete od 10 do 35%.** Pametne tehnologije omogućuju automatiziranu provjeru kvalitete na liniji, smanjujući potrebu za doradom ili povećavajući njezinu učinkovitost i olakšavajući izgradnju povratnih petlji. Kontrole kvalitete na linijama provode se zahvaljujući tehnologijama skeniranja i sensorima duž proizvodnog lanca za rano otkrivanje procesnih anomalija i

grešaka u zrakoplovu. Suprotno od tradicionalnih provjera kvalitete kada se izvlačio proizvod s trake radi inspekcije, pametno osiguranje kvalitete može se provesti "u pokretu" bez prekida proizvodnje, čime se smanjuje stopa zastoja. Najnaprednije kontrole kvalitete uključuju automatske korekcije temeljene na umjetnoj inteligenciji i strojnom učenju. Neophodna dorada je olakšana robotikom i vođena je podacima senzora, čime je mnogo relevantnija i točnija, čime se povećava ukupni prinos i učinkovitost. Nakon završnog koraka osiguranja kvalitete, alati „Pametne tvornice“ olakšavaju potpuno automatizirane povratne petlje o suočenim problemima (i riješenim i neriješenim) na proizvodima.

3. **Smanjeni troškovi rada i održavanja do 20% do 30%.** Automatizacija i digitalizacija donose sjajnu priliku proizvođačima zrakoplova da preispitaju svoj organizacijski pristup s tri ključne prednosti: kraće vrijeme isporuke, optimalna raspodjela resursa i učinkovitost tima. Kako su ti poslovi uglavnom programirani i pojednostavljeni, uz malo ljudske intervencije, vrijeme proizvodnje i opskrbnog lanca je jako skraćeno. Nadalje, optimalna alokacija resursa i planiranje koji omogućuju dinamički rasporedi proizvodnje pomažu u smanjenju vremena mirovanja, preusmjeravajući resurse na zadatke visoke dodane vrijednosti. Konačno, dostupan je širok raspon digitalnih resursa za poboljšanje učinkovitosti tima na terenu, kao što su radni nalozi s prilagođenim uputama ili uputama proširene stvarnosti, prilagođeni vodiči za rješavanje problema i kontrolni popisi. Mnogi operativni problemi mogu se riješiti brže i po nižoj cijeni, umjesto pribjegavanja pozivnim centrima na daljinu.
4. **Zapovjedni centri.** Oni pružaju integrirani pogled na operacije kako bi se izbjegli rizici poremećaja i optimizirali troškovi (uključujući logističke troškove i zahtjeve za obrtnim kapitalom), kroz praćenje učinka gotovo u stvarnom vremenu, naprednu analitiku za postizanje operativne izvrsnosti i donošenje odluka temeljenih na riziku. Agregirani metrički podaci prate se kako bi se omogućila potpuna transparentnost operativne izvedbe od početka do kraja na svim razinama u gotovo stvarnom vremenu. Odaziv je kritičan u slučaju uskih grla ili zastoja, a brzo ublažavanje ograničava troškove zastoja. Zapovjedni centri su u središtu analize uzroka neuspjeha, pokreću algoritmi, simulaciju procesa i korelacijsko modeliranje. Na primjer, u svojoj tvornici Saint Eloi u blizini Toulousea, Airbus je razvio alate za vizualizaciju temeljene na digitalnom blizancu cijele montažne linije kako bi napravio točnije simulacije procesa.

5. **Povećana održivost i sigurnost od 3 % do 10%.** Što se tiče sigurnosti, digitalne sposobnosti mogu olakšati analitiku i smanjiti sigurnosne opasnosti za radnike. Analize temeljnih uzroka rizičnog ponašanja osoblja izvode se u zapovjednim centrima, a rezultati se brzo prenose timovima, kako bi se povećala svijest o najboljim praksama, smanjile potencijalne ozljede i potaknula dobrobit zaposlenika na poslu. Nadalje, roboti su vrlo relevantni u višestrukim sigurnosnim slučajevima, kao što je bavljenje zadacima opasnim ili fizički zahtjevnim za ljudske radnike. Što se tiče održivosti, napredna statistička kontrola procesa može potaknuti energetska učinkovitost i pomoći u smanjenju emisija stakleničkih plinova. Prema procjenama Airbusa, potrošnja energije u proizvodnji zrakoplova mogla bi se smanjiti za 20% jer algoritmi predlažu mjere uštede energije na temelju podataka o korištenju pametnih brojila. Osim toga, robotika može olakšati demontažu proizvoda i recikliranje.

Iako su prednosti odziva, produktivnosti i agilnosti za proizvođače zrakoplova neosporne, ulaganja u tehnologiju 4.0 bit će dodatni financijski napor industriji koja je već pod pritiskom. Prije COVID-19 pandemije 2022. godina trebala biti prekretnica na agendi održivosti, budući da je IATA-in cilj postavio ograničenje neto emisija CO<sub>2</sub> u zrakoplovstvu od 2020., kako bi se potaknuo rast u zračnom prometu bez ugljika. Dugoročno, cilj smanjenja do 2050. iznosi 50% u odnosu na razine neto emisija CO<sub>2</sub> iz 2009. godine. Kada se prašina uzrokovana epidemijom slegne, ovi ekološki ciljevi ponovno će doći u prvi plan. U tom smislu, ulaganja u sposobnosti „Pametne Tvornice“ poslužit će kao održivi stupovi za poboljšanje poslovanja i usklađenost s ciljevima.

Novost u industriji 4.0 je digitalni blizanac. Virtualni prikaz koji služi kao digitalni pandan fizičkog objekta ili procesa u stvarnom vremenu. Iako je koncept nastao ranije prva praktična definicija digitalnog blizanca potječe od NASA-e u pokušaju da se poboljša simulacija fizičkog modela svemirske letjelice. Digitalni blizanci rezultat su stalnog poboljšanja u stvaranju dizajna proizvoda i inženjerskih aktivnosti. Crteži proizvoda i inženjerske specifikacije napredovali su od ručno izrađenih nacrti do računalno potpomognutog nacrti/računalno potpomognutog dizajna do sistemskog inženjeringa temeljenog na modelu. U zrakoplovnoj industriji digitalni blizanci računalni su prikazi aeronautičkih sredstava koji se mogu koristiti za modeliranje, optimiziranje i predviđanje učinka sredstava. Precizniji digitalni blizanci omogućuju inženjerima da označe potencijalne probleme, remontiraju komponente i čak redizajniraju komponente mnogo prije nego što se pojave bilo kakvi rizici leta.



#### **4.2. Utjecaj aviokompanija na proizvođače zrakoplova**

Proizvođači zrakoplova i aviokompanije od samih početaka razvoja zračnog prometa su dvije vrlo povezane industrije koje direktno utječu jedna na drugu. Kroz sve krize zrakoplovstva proizvođači zrakoplova i aviokompanije bilježile su približno jednak pad u približno istim razdobljima. Na početku svake krize to su prvo osjetile aviokompanije kojima je broj putnika pao istog trenutka kada bi nastupila kriza. Na primjer, u ovoj pandemiji aviokompanije su osjetila pad putnika odmah pri pojavi virusa COVID-19, a proizvođači zrakoplova su to osjetili nekoliko tjedana kasnije kada su prestale isporuke novih aviona i kada se uvelike smanjila potreba za održavanjem istih. Iz svega priloženog možemo vidjeti da aviokompanije sa svojim zahtjevima i narudžbama novih zrakoplova diktiraju poslovni tempo proizvođačima zrakoplova, koji se prilagođavaju njihovim potrebama.

## **5. ZAKLJUČAK**

Na temelju iznesenog sadržaja i primjera u ovom završnom radu možemo zaključiti kako je zrakoplovna industrija vrlo podložna svim ekonomsko-zdravstvenom stanju. Jedna je od najpogođenijih grana industrije od izbijanja pandemije te se još uvijek nije u potpunosti oporavila. Vrlo je važno za cjelokupno čovječanstvo da se zračni promet i zrakoplova industrija što prije stabilizira i vrati na nivo na kojem je bila prije izbijanja pandemije.. Prikazan je rad pojedinih tradicionalnih i niskotarifnih aviokompanija te način na koji su se prilagodili novonastaloj situaciji. Nažalost, brojne aviokompanije i proizvođači zrakoplova završili su u bankrotu zbog potpunog zatvaranja zračnog prijevoza. Brojni zaposlenici u zrakoplovnoj industriji dobili su otkaze te to sada predstavlja veliki problem kada se zračni promet počinje stabilizirati.

Unatoč svemu lošem što je pandemija donijela, omogućila je mogućnost modernizacije zrakoplovne industrije. Otvorila se mogućnost ubrzanog ulaska industrije 4.0 u zrakoplovnu industriju u vidu veće digitalizacije i mogućnosti boljeg ekonomičnog održavanja zrakoplova uz pomoć najnovijih tehnologija koje sa sobom nosi „Pametna tvornica“. Postoji mogućnost da će zrakoplovna industrija sljedeću krizu dočekati puno spremnija s boljim odgovorima na probleme te da neće se naći u velikoj krizi kao što je bila prethodne dvije godine. Svaki dan se spominju nove pandemije i bolesti koje će se tek početi širiti svijetom. To će to biti najveći zadatak u kojem će se najviše istaknuti aviokompanije i proizvođači zrakoplova koji će imati najbolje odgovore na buduće probleme.

**LITERATURA**

- [1] <https://sh.wikipedia.org/wiki/Avio-kompanija>. [Pristupljeno: 02.06.2022]
- [2] <https://www.airships.net/delag-passenger-zeppelins/> [Pristupljeno: 02.06.2022]
- [3] [https://en.wikipedia.org/wiki/Aerospace\\_manufacturer](https://en.wikipedia.org/wiki/Aerospace_manufacturer) [Pristupljeno: 02.06.2022]
- [4] Tatalović M, Mišetić I, Bajić J. Planiranje zračnog prijevoza. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti; 2017.
- [5] IATA Wats 2019.
- [6] [https://en.wikipedia.org/wiki/Spoke-hub\\_distribution\\_paradigm](https://en.wikipedia.org/wiki/Spoke-hub_distribution_paradigm) [Pristupljeno: 02.06.2022]
- [7] Aeronautics online [Pristupljeno: 02.06.2022]
- [8] <https://blog.locus.sh/hub-and-spoke-distribution-model-in-modern-supply-chains/> [Pristupljeno: 02.06.2022]
- [9] <https://www.statista.com/statistics/1119130/air-france-klm-planes-in-fleet-type/> [Pristupljeno: 05.06.2022]
- [10] <https://www.statista.com/statistics/817930/air-passenger-traffic-lufthansa/> [Pristupljeno: 05.06.2022]
- [11] Muža Matej, Usporedba organizacijske strukture niskotarifnih i tradicionalnih zračnih prijevoznika, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti; 2020.
- [12] Gillen, Morrison, Jednadžba 3 jednostavnosti, 2003.
- [13] Vidovid, A., Steiner, S., Škurla Babid, R.: Impact of low-cost airlines on the european air transport market, predavanje, 10th International Conference on Traffic Science ICTS 2006: Globalization and Transportation, Portorož, Slovenija, 06-07.12.2006.
- [14] Štimac, I., Vidovid, A., Sorid V.: Utjecaj niskotarifnih zrakoplovnih kompanija na prometne učinke Zračne luke Zagreb, predavanje, 12th International Conference on Transport Science - ICTS 2009 - Transport science, profession and practice, Fakulteta za pomorstvo in promet Portorož, 2009
- [15] Iatrou, K., Oretti, M.: Airline Choices for the future-From Alliances to Mergers, Ashgate, Aldershot, 2007.
- [16] Onić Filip, Analiza flote niskotarifnih zračnih prijevoznika, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti; 2017.
- [17] [https://howwikihir.com/wiki/Чартерна\\_авиакомпания](https://howwikihir.com/wiki/Чартерна_авиакомпания) [Pristupljeno: 14.06.2022]
- [18] Z. Kožuh, Tehnologija održavanja 2, Zagreb, Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje; 2014.

- [19] [https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/aero\\_19/717\\_story.html](https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/aero_19/717_story.html)  
[Pristupljeno: 14.06.2022]
- [20] [https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/aero\\_19/717\\_fig1.html](https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/aero_19/717_fig1.html)  
[Pristupljeno: 14.06.2022]
- [21] [https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/aero\\_19/717\\_fig3.html](https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/aero_19/717_fig3.html)  
[Pristupljeno: 14.06.2022]
- [22] Domitrović A. Program održavanja. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu. Fakultet prometnih znanosti. Autorizirana predavanja; 2019/2020.
- [23] [https://www.spsaviation.com/story/?id=2094&fbclid=IwAR3k\\_yfLN5RuD54SLT8Ayp13JQ9kTfSQ1TUc6bXEqCQ3VHiPaVP6eMbb-oo](https://www.spsaviation.com/story/?id=2094&fbclid=IwAR3k_yfLN5RuD54SLT8Ayp13JQ9kTfSQ1TUc6bXEqCQ3VHiPaVP6eMbb-oo) [Pristupljeno: 14.06.2022]
- [24] The International Air Transport Association [Pristupljeno: 14.06.2022]
- [25] [https://en.wikipedia.org/wiki/Aerospace\\_manufacturer](https://en.wikipedia.org/wiki/Aerospace_manufacturer) [Pristupljeno: 14.06.2022]
- [26] <https://www.mckinsey.com/industries/travel-logistics-and-infrastructure/our-insights/taking-stock-of-the-pandemics-impact-on-global-aviation> [Pristupljeno: 14.06.2022]
- [27] *Forbes*. Preuzeto sa: <https://www.forbes.com/sites/oliverwyman/2020/04/06/how-covid-19-is-transforming-global-aviations-outlook/#5c77e4bc1b9c> [Pristupljeno: 14.06.2022]
- [28] Trlin, D.: Utjecaj COVID-19 na učinkovitost pružatelja usluga u zračnoj plovidbi, diplomski rad, Zagreb, Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje; 2021.
- [29] IATA–International Air Transport Association. Preuzeto sa: <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/third-impact-assessment/> [Pristupljeno: 17.06.2022]
- [30] Lufthansa Consulting: Aviation Consulting for Airports and Airlines. Preuzeto sa: [https://www.lhconsulting.com/fileadmin/dam/downloads/studies/200407\\_Article\\_Airports\\_in\\_Crisis\\_LHConsulting.pdf](https://www.lhconsulting.com/fileadmin/dam/downloads/studies/200407_Article_Airports_in_Crisis_LHConsulting.pdf) [Pristupljeno: 17.06.2022]
- [31] International Finance Corporation: IFC. Preuzeto sa: [https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/industry\\_ext\\_content/ifc\\_external\\_corporate\\_site/infrastructure/resources/the+impact+of+covid-19+on+airports](https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/industry_ext_content/ifc_external_corporate_site/infrastructure/resources/the+impact+of+covid-19+on+airports) [Pristupljeno: 17.06.2022]
- [32] Šimunović D. Posljedice COVID-a na aviokompanije. *GLASILO Hrvatske kontrole zračne plovidbe d.o.o.* 2020;40: 8-9.
- [33] <https://www.statista.com/statistics/817930/air-passenger-traffic-lufthansa/> [Pristupljeno: 17.06.2022]

- [34] <https://www.investopedia.com/articles/investing/022916/economic-analysis-lowcost-airline-industry-luvdal.asp> [Pristupljeno: 18.06.2022]
- [35] AERTEC Solutions – Ingeniería y consultoría aeronáutica. Preuzeto sa: <https://aertecsolutions.com/en/2020/04/07/the-impact-of-covid-19-on-air-traffic/> [Pristupljeno: 18.06.2022]
- [36] Mott MacDonald: Global engineering, management and development consultancy. Preuzeto sa: [https://members.britishaviationgroup.co.uk/resource/Covid\\_19\\_Aviation\\_Impacts\\_and\\_Future\\_Mott\\_MacDonald\\_\\_1588009255.pdf](https://members.britishaviationgroup.co.uk/resource/Covid_19_Aviation_Impacts_and_Future_Mott_MacDonald__1588009255.pdf) [Pristupljeno: 18.06.2022]
- [37] Euronews. Preuzeto sa: <https://www.euronews.com/2020/04/09/coronavirus-in-europe-see-how-flights-have-plummeted-over-the-continent-amid-covid-19-lock> [Pristupljeno: 18.06.2022]
- [38] <https://www.icao.int/sustainability/Pages/Economic-Impacts-of-COVID-19.aspx> [Pristupljeno: 20.06.2022]
- [39] <https://www.mckinsey.com/industries/travel-logistics-and-infrastructure/our-insights/taking-stock-of-the-pandemics-impact-on-global-aviation> [Pristupljeno: 18.06.2022]
- [40] <https://www2.deloitte.com/fr/fr/pages/covid-insights/articles/post-covid-19-aerospace-industry.html> [Pristupljeno: 18.06.2022]