

# Utjecaj krize Covid-19 na modele prognoziranja razvoja zrakoplovne industrije

---

Kolarić, Mia

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

*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:119:245494>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-26**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Mia Kolarić**

**UTJECAJ KRIZE COVID-19 NA MODELE PROGNOZIRANJA RAZVOJA  
ZRAKOPLOVNE INDUSTRIJE**

**Završni rad**

**Zagreb, 2021.**

**Sveučilište u Zagrebu**  
**Fakultet prometnih znanosti**

**ZAVRŠNI RAD**

**UTJECAJ KRIZE COVID-19 NA MODELE PROGNOZIRANJA RAZVOJA  
ZRAKOPLOVNE INDUSTRIJE**

**IMPACT OF COVID-19 CRISIS ON THE FORECAST MODELS FOR THE  
DEVELOPMENT OF AVIATION INDUSTRY**

**Mentor: izv. prof. dr. sc. Anita Domitrović**

**Student: Mia Kolarić**  
**JMBAG: 0135251292**

**Zagreb, kolovoz 2021.**

Zagreb, 26. kolovoza 2021.

Zavod: **Zavod za aeronautiku**  
Predmet: **Eksploatacija i održavanje zrakoplova**  
Grana: **2.12.04 zračni promet**

## **ZAVRŠNI ZADATAK br.**

Pristupnik: **Mia Kolarić (0135251292)**  
Studij: **Aeronautika**  
Smjer: **Pilot**  
Usmjerenje: **Civilni pilot**

Zadatak: **Utjecaj krize Covid-19 na modele prognoziranja razvoja zrakoplovne industrije**

### Opis zadatka:

U radu je potrebno opisati različite vrste metoda koje se koriste u svrhu prognoziranja razvoja zrakoplovne industrije pod utjecajem krize Covid - 19. Potrebno je prikazati modele koje se koriste u metodama prognoziranja, a koji oponašaju načine razvoja situacije nakon neplaniranih događaja. Potrebno je usporediti rezultate prognoza koji su dobiveni korištenjem metoda za prognoziranje i rezultata stvarne situacije prouzrokovane krizom Covid - 19. Potrebno je objasniti metode koje se predlažu u svrhu predviđanja situacija koje uključuju neplanirane događaje. Na kraju je potrebno dati prikaz ICAO CART mjera za oporavak i ponovno pokretanje zrakoplovne industrije nakon krize Covid - 19.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:

---

izv. prof. dr. sc. Anita Domitrović

## **SAŽETAK**

Prognoziranje obuhvaća skupinu općeprihvaćenih metoda koje se koriste u svrhu predviđanja razvoja određene industrije te potencijalnih ishoda situacija. U ovom završnom radu su opisane različite vrste metoda, kvantitativne i kvalitativne te njihove podvrste, koje se koriste u svrhu prognoziranja razvoja zrakoplovne industrije pod utjecajem krize Covid -19. Metode uključuju različite modele koji oponašaju načine razvoja situacije. Također je grafički prikazano nepodudaranje rezultata dobivenih korištenim metodama i stvarne situacije prouzrokovane krizom Covid – 19 te su objašnjene i predložene metode koje bi bile prilagođenije predviđanju i takvih nepredvidivih situacija. Navedene su i mjere te upute o postupanju u odnosu na Covid-19 krizu za oporavak i ponovno pokretanje zrakoplovne industrije, dane od strane ICAO-a pod nazivom ICAO CART.

## **KLJUČNE RIJEČI**

Zrakoplovna industrija, modeli prognoziranja, kvantitativne metode, kvalitativne metode, oporavak, ICAO CART

## **SUMMARY**

Forecasting includes a set of generally accepted methods used to predict the development of a particular industry and the potential outcomes of the situation. This final paper describes different types of methods, quantitative and qualitative, and their subtypes, which are used for the purpose of forecasting the development of the aviation industry under the influence of the Covid -19 crisis. The methods include different models that mimic the ways the situation develops. The discrepancy between the results of the obtained methods and the actual situation caused by the Covid - 19 crisis is shown on the graph, and the methods that would be adapted to forecasting and such unpredictable situations are explained and proposed. Measures and guidance on how to deal with the Covid-19 crisis for the recovery and relaunch of the aviation industry by ICAO under the name ICAO CART are also provided.

## **KEYWORDS**

Aviation industry, forecast models, quantitative methods, qualitative methods, recovery, ICAO CART

## Sadržaj

1. Uvod .....	1
2. Metode prognoziranja razvoja do 2019.godine .....	3
2.1 Vremenska analiza.....	3
2.2 Uzročne metode .....	4
2.2.1 Regresijska analiza.....	4
2.2.2 Model istovremenih jednadžbi.....	11
2.2.3.Prostorni modeli ravnoteže.....	13
3. Razlike rezultata dobivenih pomoću korištenih metoda i stvarne situacije u zrakoplovnoj industriji.....	16
3.1 Ekonomski rast kao faktor na razvoj u sedmogodišnjoj prognozi Eurocontrol-a.....	16
3.2 Događaji i trendovi koji utječu na razvoj zrakoplovne industrije u sedmogodišnjoj prognozi Eurocontrol-a.....	17
3.3 Utjecaj demografije i zračne luke na razvoj u sedmogodišnjoj prognozi Eurocontrol-a .....	18
3.4 Scenariji oporavka nakon COVID-19 krize .....	18
4. Preporučene metode prognoziranja nakon Covid-19 krize .....	20
4.1 Tehnike kreativnog mišljenja.....	20
4.2 Ekspertne kvantitativne tehnike .....	21
4.2.1 Bayesova mreža.....	21
4.2.2. Fuzzy ekspertni sustavi .....	22
4.2.3 Optimalizacija linearnim programiranjem.....	22
4.2.4 Analiza rizika simulacijom Monte Carlo .....	23
4.2.5 Višekriterijsko odlučivanje analitičkim hijerarhijskim procesom .....	23
4.3 <i>Problem-solving i decision-making</i> tehnika.....	24
4.3.1 Tehnika raščlambe kvadranta .....	25
4.3.2 ACH (Analiza konkurentnih hipoteza) .....	25
4.3.3 Analiza alternativnih budućnosti.....	26
4.3.4 Indikatori i validatori indikatora .....	27
4.4 Jedan od mogućih modela primjena tehnika .....	30
5. ICAO CART preporuke i upute s obzirom na Covid-19 krizu.....	31
5.1 Plan za ponovno pokretanje i oporavak.....	31
5.1.1 Mjere za zrakoplovnu sigurnost .....	32
5.1.2 Mjere vezane uz javno zdravstvo u zrakoplovstvu.....	32
5.1.3 Osnovni skup mjera za ublažavanje zdravstvenog rizika kao osnovno sredstvo za oporavak .....	33

5.1.4	Mjere vezane uz zaštitu i olakšavanje kretnje putnika .....	33
5.1.5	Ekonomske i financijske mjere .....	33
5.2	<i>CART Take-off Guidance</i> .....	34
6.	Zaključak.....	36

## 1. Uvod

Zrakoplovstvo je esencijalna industrija koja značajno doprinosi ekonomskom razvoju i povećanju životnog standarda zbog ekonomske, gospodarske i turističke dobiti koju država ima od postojanja iste. Ono što čini zrakoplovnu industriju superiornom u globalnoj ekonomiji je njena uloga u razmjeni dobara i infrastrukturi same industrije.

Godina 2020. je zbog pandemije SARS-CoV-2 virusa dovela zrakoplovnu industriju gotovo do potpunog zastoja radi prekida međunarodnog prometa te je posljedično zrakoplovna industrija pretrpjela katastrofalnu godinu. Svjetski putnički promet se smanjio za 65.9% u usporedbi sa 2019. godinom, potražnja za putničkim međunarodnim prometom doživjela je pad za 75.6% dok je potražnja za domaćim prometom pala za 48.8% u odnosu na 2019. godinu [1].

Pouzdanje prognoze aktivnosti komercijalnog zrakoplovstva imaju iznimno važnu ulogu u procesu planiranja razvoja zračnih luka, zrakoplovnih kompanija, proizvođača zrakoplova i zrakoplovnih dijelova i mnogih drugih bitnih organizacija. Prognostičke metode se mogu podijeliti u tri skupine: kvantitativne ili matematičke, kvalitativne i analize odluka. Za prognoziranje razvoja zrakoplovne industrije koriste se kvantitativne metode koje se temelje na povijesnim podacima te se određuje trend razvoja prometa. Kada se rade srednje ili dugoročne prognoze zanemaruju se kratkoročna odstupanja te se pretpostavlja da će se faktori koji su odredili prethodni razvoj nastaviti i u budućnosti s tim da se njihov utjecaj može postepeno promijeniti, ali bez utjecaja na stacionarno stanje. Primjerenost korištenja te metode ovisi o stabilnosti razvoja u prošlosti i povjerenja prognostičara u pretpostavku nastavka rastućeg trenda. Ova metoda ne uzima u obzir sve nepredvidive događaje te je iznimno ovisna o prošlosti i prethodnim trendovima rasta te zbog toga nije dovoljna za buduće prognoze. Uz krizu uzrokovanu SARS-CoV-2 virusom kao primjer neprimjerenosti uporabe kvantitativnih metoda može se navesti i velika financijska kriza 2008. godine. Te je godine došlo do nepredviđenog porasta cijene nafte i smanjenog putničkog prometa pa je krajem 2007. godine IATA promijenila početnu prognozu koja je predviđala neto dobit za 2008. godinu od 9.6 milijardi američkih dolara na 7.8 milijardi američkih dolara. Rast putničkog prometa je 2008. godine u srpnju bio 1.9% tj. najmanji u pet godina, dok se kapacitet dvostruko povećao. Teretni prijevoz se tada smanjio za 1.9 % u odnosu na srpanj 2007. godine [1]. Na primjeru COVID-19 krize i financijske krize 2008. godine, kao dva nepredvidiva događaja, kvantitativne metode se nisu pokazale kao primjenjive te je nužno promijeniti način prognoziranja razvoja industrija.

Ovaj završni rad podijeljen je na 6 poglavlja:

1. Uvod
2. Metode prognoziranja razvoja do 2019. godine
3. Razlike rezultata korištenih metoda i stvarne situacije u zrakoplovnoj industriji
4. Preporučene metode prognoziranja nakon COVID-19 krize
5. ICAO Cart preporuke i upute s obzirom na COVID-19 krizu



## 6. Zaključak

U drugom poglavlju pod nazivom „Metode prognoziranja razvoja do 2019. godine“ biti će opisani kvantitativni modeli koji su se koristili za prognoziranje za proizvoljno uzeto razdoblje od 2010. godine do 2019. godine. Treće poglavlje nazvano „Razlike rezultata korištenih metoda i stvarne situacije u zrakoplovnoj industriji“ objasniti će zašto je došlo do odstupanja u rezultatima te kako bi se ona u budućnosti mogla spriječiti. U četvrtom poglavlju biti će opisani preporučene metode koje su primjerenije nepredvidivim situacijama. Te će se na kraju u petom poglavlju obuhvatiti preporuke ICAO Cart i njihove upute za daljnji razvoj.

## 2. Metode prognoziranja razvoja do 2019.godine

Metode prognoziranja generalno se mogu podijeliti u tri skupine: kvantitativne metode, kvalitativne metode i analize odluka. Kvantitativne metode se koriste za prognoziranje razvoja zrakoplovnog prometa te posljedično i industrije, a temelje se na podacima iz prošlosti iz kojih se povlače zaključci i pretpostavke nastavka takvog trenda. Ova vrsta metode prognoziranja može se podijeliti na dvije skupine: vremenska analiza (*time-series analysis*) i uzročne metode (*causal methods*) U ovom poglavlju opisuju se navedene metode prema izvoru [1].

### 2.1 Vremenska analiza

Vremenska analiza se većinski temelji na pretpostavci da će se povijesni obrasci razvoja industrije nastaviti te je iznimno ovisna o dostupnosti podataka iz prošlosti. Može se podijeliti na metodu projekcije trenda (*trend projection*) i raspadne metode (*decomposition methods*). Ako se proučava srednje ili dugoročno prognoziranje, koristi se projekcija trenda, tj. prognostičar pretpostavlja da će se faktori koji su odredili povijesni razvoj nastaviti i u budućnosti. Korištenje metode projekcije trenda ovisi o stabilnosti u prošlom razvoju i povjerenja prognostičara u metodu, obzirom na vjerojatnost nastavka rasta u budućnosti. Matematički prikazan trend projekcije analize ima prognozu (zavisna varijabla) na vertikalnoj osi i vrijeme (nezavisna varijabla) na horizontalnoj osi. Trend može biti stabilan u apsolutnim pojmovima (linearan rast) ili u postocima (eksponencijalan rast), ali također može imati ultimativan limit za rast pogotovo ako je vremenski period promatranja veći od deset godina. Nakon što se podaci označe na grafu i napravi se krivulja trenda prognostičar može nastaviti krivulji na period budućnosti za koji se želi prikazati prognoza. Metode projekcije analize trenda koriste matematičke tehnike kako bi se odredila krivulja te zatim prognostičar vizualno odabire koja najbolje odgovara za dane podatke. To je ujedno i nedostatak ove metode zato što bi različiti prognostičari odabrali drugačije krivulje za iste podatke, a rješenje za taj nedostatak bi bio odabrati statističke metode.

Kod raspadne metode se problem rastavlja na više komponenti. Ova metoda je bitna u slučajevima gdje postoje sezonski ili kružni uzorci u podacima razvoja u prošlosti. Metoda se može koristiti kako bi se prepoznali ključni aspekti uzorka podataka: faktor trenda, sezonski faktor i ako postoji kružni faktor. Faktor trenda je faktor koji se koristi u prognostičkom procesu i koji računa porast gubitka dobiti u dolarima tijekom određenog vremena od strane neke organizacije. Sezonski faktor govori koliko se potražnja tijekom određenog perioda povećava ili smanjuje u odnosu na prosječnu potražnju. Raspadna metoda služi kao temelj za eksponencijalno zaglađenje koje stavlja naglasak na najnovije podatke povećavajući njihov utjecaj na prognozu. U tom slučaju treba uzeti u obzir i koji mjesec u godini se proučava te koristiti sezonski faktor dok faktor zaglađenja („smoothing factor“) određuje koji značaj se treba pridodati kojem mjesecu u godini. Slično eksponencijalnom zaglađenju koje na temelju faktora zaglađenja daje veću vrijednost određenim mjesecima, koristi se i tehnika pomicanja prosjeka („moving averages“) gdje se svaka observacija jednako gleda. Zbog toga ova tehnika

ima tendenciju zaostajati u trenutnoj situaciji više od eksponencijalnog zaglađivanja. Prednost tehnike pomicanja prosjeka je jednostavnost dok je nedostatak to što je potrebna veća baza podataka za analizu. Ove dvije navedene tehnike mogu se koristiti i za kratkoročne prognoze odstupanjem od standardnih formula i pridajući veći značaj najnovijim opažanjima.

Treći pristup kojim se može koristiti u slučaju raspadne metode je Box-Jenkins pristup. Ovaj pristup koristi najnovije podatke kao početnu točku te na temelju prethodnih prognostičkih pogrešaka određuje faktore za prilagodbu za budućnost. Primjerice, ako je prognoza bila 10 posto manja u prethodnom razdoblju prognoza za budući period će biti prilagođena pomoću segmenta te greške (recimo 5 do 7 posto). Ova tehnika omogućuje fleksibilnost, ali zahtjeva subjektivnost.

Postoji još jedna tehnika koja se također može koristiti u raspadnim metodama je tehnika prognoziranja sa prilagodljivim filtriranjem (*adaptive filtering*) i to koristeći početnu jačinu značaja za neki period te izračunava prognozu na temelju dostupnih podataka. Proces se ponavlja uz prilagodbu značaja kako bi se smanjila pogreška.

Posljednja tehnika koja se koristi u raspadnoj metodi je spektralna analiza koja se koristi za promatranje kružnih varijacija tijekom vremena, podaci se mogu razložiti na primjerice serije sinusnih valova različitih frekvencija i magnituda. Ova tehnika se može koristiti samo ako postoji prethodno znanje ili ako prognoza jasno pokazuje da se takav oblik može primjeniti u prognostičkom procesu.

## 2.2 Uzročne metode

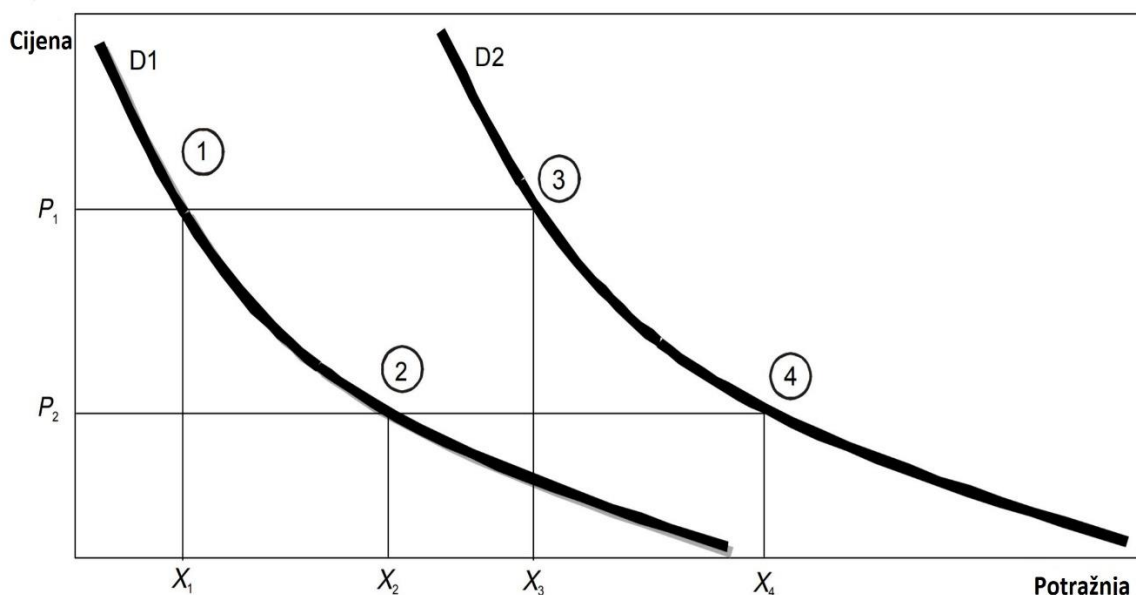
Prethodno navedene metode koje se temelje na prošlim trendovima rasta za koje zatim analitičar izvodi vrijednost ekstrapolacijom su pouzdane za kratkoročne prognoze. Ukoliko se želi napraviti dugoročna prognoza treba se koristiti uzročno posljedična veza pomoću uzročne metode. Matematički proces je procedura testiranja koja procjenjuje je li veza između zavisne i nezavisne varijable značajno povezana sa promjenama tih varijabli. Metode se dijele na regresijsku analizu, model istovremenih jednadžbi (*Simultaneous equations models*) i prostorne modele ravnoteže [1].

### 2.2.1 Regresijska analiza

Ovo je najpopularnija metoda unutar uzročnih metoda za prognoziranje u civilnom zrakoplovstvu. Prognoziranje se kod ove analize temelji na povijesnim podacima potrebnim za određenu prognozu, ali i na drugim varijablama koje imaju uzročnu vezu. Kako bi se uzelo u obzir više od jednoznačne jednadžbe koristi se višestruka regresijska analiza. Takva analiza koja ima i strukturu cijene i prihoda zove se i ekonometrična analiza ili ekonometrijsko modeliranje. Početna točka ekonometrične analize je model regresijske jednadžbe koji postavlja uzročnu vezu između zavisne varijable, koja obuhvaća povijesne podatke od prometa u putnicima ili putničkim kilometrima i tone tereta ili kilometre teretnih tona, i nezavisne varijable to jest one koje bi imale utjecaj na potražnju zrakoplovnog prometa.

Ekonometrički model pokušava objasniti potražnju uzrokovanu promjenama u nezavisnim varijablama. Koristeći ekonometrični model analitičar pokušava procijeniti promjenu u potražnji u godinama [1].

Promjena u potražnji se može objasniti promjenom uzduž krivulje potražnje te pomakom krivulje potražnje kao što je prikazano na slici 1.



Slika 1. Krivulja odnosa cijene i potražnje

Izvor: [1]

Iz dijagrama je vidljivo da ako dođe do pada cijene i povećanja ekonomske aktivnosti istovremeno dolazi do povećanja potražnje od  $X_1$  do  $X_4$ . Taj pomak objašnjava kombinacija povećanja u potražnji u razdoblju od 1 do 2 zbog smanjenja prosječnih cijena i povećanja u ekonomskim aktivnostima kao i promjena u demografiji. Na isti način će povećanje cijena smanjiti potražnju i smanjiti ekonomsku aktivnost te će to pomaknuti krivulju u lijevo umjesto u desnu stranu. Povećana potražnja od  $X_1$  do  $X_2$  se može objasniti kao utjecaj cijene dok se povećana potražnja od  $X_2$  do  $X_4$  (promjena pozicije krivulje) može objasniti kao utjecaj prihoda. Utjecaj cijene je koncept koji proučava utjecaj tržišnih cijena na potražnju, tj. kada cijena raste kupci će tipično kupovati manje i obrnuto, tj. ako dođe do pada cijena doći će do porasta prodaje. Utjecaj prihoda je promjena u potražnji zbog promjene u kupovnoj moći potrošača zbog promjene u приходima. Veličina promjene magnitude pomaka po krivulji je mjera elastičnosti cijene dok je veličina magnitude pomaka cijele krivulje mjera elastičnosti prihoda. Elastičnost označava odnos između dvije varijable te se kao koncept koristi kako bi opisao odnos između zavisne varijable, zračnog prometa, i nezavisne varijable poput prihoda, cijene itd. Promjena po krivulji od 1 do 2 je zbog pada cijene koja naznačuje povećanje potražnje od  $X_1$  do  $X_2$  te isto tako promjena krivulje od 1 do 3 se može objasniti promjenom u ekonomskoj aktivnosti zbog povećanja potražnje od  $X_1$  do  $X_3$  uz uvjet da prosječne cijene ostanu jednake. Promjena od  $X_1$  do  $X_4$  daje kombinirani efekt u prosječnim cijenama i ekonomskoj aktivnosti.

Glavni koraci pri određivanju prognoze koristeći ekonometrični model su:

1. Definirati problem

Definiranje problema povezano je sa namjerom za koju se radi prognoza, uključuje zemljopisno područje (globalni , regionalni ili određeni prometni tok), vrstu prometa koji se promatra (ukupan promet, predviđen promet ili neki drugi promet koji je unaprijed određen za promatranje) i određivanje vremenskog perioda za koje se prognoza izrađuje.

2. Odrediti relevantne uzročne ili nezavisne varijable

Glavni kriterij pri odabiru nezavisnih varijabli je da predstavljaju značajan utjecaj na potražnju u određenim okolnostima. Prometna potražnja je pod utjecajem mnogih faktora pa se varijable moraju birati na način da zajedno pokrivaju što više faktora koji utječu na potražnju. Postoje dva različita načina kako pristupiti i odabrati varijable: prvi zagovara istraživački pristup u kojem istraživač odabire veliku listu potencijalnih uzročnih varijabli. Drugi način je da se odabere manji broj najbitnijih varijabli. Nezavisne varijable bi se trebale odabrati u odnosu na pouzdan izvor, trebaju biti mjerljive, izbrojive, kontinuirane i predvidive. Njihova magnituda mora biti poznata kako bi se njihov utjecaj na promet mogao kvantificirati preko statističkih analiza. Kontinuirana varijabla je ona kod koje su podaci dostupni tijekom vremena bez perioda u kojem nema poznatih podataka, a predvidiva varijabla je ona koja se može neovisno o drugima predvidjeti preko pouzdanog izvora ili pomoću prognostičarevog internog predviđanja. Također mogu se koristiti i *dummy* varijable koje se zapravo koriste kao tehnika koja uključuje kvalitativne varijable u model. Proces izrade prognostičkog modela generalno implicitno pretpostavlja da je specifična funkcionalna veza jednaka za sva promatranja. Ta pretpostavka ne uzima u obzir moguću segmentaciju podataka, sezonalne faktore, štrajk zrakoplovne kompanije ili druge specijalne događaje. Utjecaj takvih nepredvidivih događaja može se izmjeriti pomoću tehnike *dummy* varijabla. Takva varijabla je uzročna i pretpostavlja samo dvije vrijednosti a to su nula i jedan. Koeficijent *dummy* varijable u ekonometričnom modelu prikazuje prosječan utjecaj na potražnju zračnog prometa kada varijabla pretpostavi vrijednost jedan. Pri postavljanju varijable ona ima vrijednost jedan ako je prisutan faktor koji može utjecati na potražnju, u suprotnom je vrijednost nula. Procjenjeni koeficijenti koji odgovaraju *dummy* varijablama su mjera za razinu prometne potražnje dodjeljene prisutnosti određenog događaja.

3. Nakon određivanja relevantnih varijabla, na temelju procjene ili prethodne analize, odrediti dostupnost podataka i zamjene varijablama u slučaju nedostupnosti podataka

Podaci za zavisne varijable poput putničkog prometa u putničkim kilometrima ili teretnim kilometrima su uobičajeno dostupni od strane zrakoplovne kompanije , ICAO statističke baze, zračne luke ili države koja treba prognozu. Podaci za nezavisne varijable vezani za operativnu ekonomiju zrakoplovne kompanije su također dostupni u ICAO bazi podataka. Podaci za socijalno ekonomske varijable i demografiju mogu biti dostupni od publikacija od Internacionalnog Monetarnog Fonda(IMF) i Ujedinjenih Naroda. Poseban problem koji se javlja kod ekonomskih i finansijskih podataka je odabir između korištenja trenutnih ili

konstantnih vrijednosti novca kako bi se izmjerile monetarne vrijednosti. Uobičajeno se uzima konstantna vrijednost novca prilagođavajući vremenski niz financijskih podataka za istodobne promjene kupovne moći. Podaci za varijable u trenutnim vrijednostima mogu se podijeliti sa indeksima potrošačkih cijena za svaku od željenih godina kako bi se dobila konstantna serija cijena. Prednost ovog pristupa je nestanak utjecaja fluktuacije u stopi inflacije.

4. Jednom kada se odredi dostupnost podataka treba se formulirati model koji specificira tip funkcionalne veze između zavisne i nezavisne varijable

Kako bi se odredila veza između nezavisne i zavisne varijable treba se odrediti matematički oblik zavisnosti to jest veze između njih. Vrsta funkcionalne veze koja se koristi za ekonometričku prometnu prognozu mora biti razvijena putem prosudbe i zaključivanja analitičara preko eksperimenata ili na temelju iskustva i prethodnog znanja proučavanog tržišta. Valjanost veze se može odrediti empirijski kroz testove u odnosu na stvarne povijesne podatke. Postoji više vrsta modela koji se trebaju testirati, gdje  $Y$  označava promet,  $X_1, X_2, \dots, X_n$  nezavisne varijable, dok su  $a, b, c, \dots, z$  konstantni koeficijenti, i to:

- a) linearno :

$$Y = a + bX_1 + cX_2 + \dots + zX_n$$

- b) množenje ili log-log:

$$Y = aX_1^b X_2^c \dots X_n^z$$

$$\log Y = \log (a) + b \log X_1 + c \log X_2 + \dots + z \log X_n$$

- c) linear-log:

$$e^Y = aX_1^b X_2^c \dots X_n^z$$

$$Y = \log (a) + b \log X_1 + c \log X_2 + \dots + z \log X_n$$

- d) log-linear:

$$\log Y = a + bX_1 + cX_2 + \dots + zX_n$$

Za procjenu prometne potražnje na svjetskoj ili regionalnoj razini najčešće se koristi log-log model (model pod b).

5. Iznijeti analizu kako bi se mogla testirati veza koja se stavlja kao hipoteza uključujući procjenu koeficijenata modela, njihove magnitude i znakove te statističke mjere

Za svaki model prognozirarnja postoji set koeficijenata konstanti (a,b,c,...,n) koji pružaju bolju prilagodbu jednadžbe podacima. U slučajevima gdje je funkcija linearna ili se lako pretvori u linearnu koristi se tehnika višestruke regresije da bi se odredile vrijednosti koeficijenata. Potrebno je također utvrditi pomoću prosudbe analitičara i drugih stručnjaka dali je magnituda koeficijenata modela razumna. Slijedeći korak je odrediti imaju li koeficijenti ispravan predznak, oni mogu biti pozitivni ili negativni. Kada je koeficijent pozitivan onda zavisna varijabla ima tendenciju povećavati se s povećanjem nezavisne varijable, dok u obrnutom slučaju ako zavisna varijabla ima negativan predznak onda se ona povećava smanjenjem nezavisne varijable. Zatim je potrebno procijeniti određene statističke parametre i provjeriti njihovu ispravnost. Uobičajeno se statistički parametri nazivaju i „sažeta statistika“ te služe prognostičaru kao osnovni alat u rješavanju empirijskog problema.

U regresijskoj procjeni ostatci (razlika između uočenih i procjenjenih vrijednosti Y) naznačuju opseg zavisne varijable koja nije objašnjena nezavisnom varijablom. Ako su ti ostaci relativno mali u odnosu na ukupan pomak u zavisnoj varijabli to označava da je velik dio varijacije objašnjen. Sažeta statistika, poznata kao koeficijent višestruke korelacije „R“ , je definirana kako bi mjerila varijacije u pomaku zavisne varijable koji je objašnjen preko nezavisne varijable korištene u modelu. U praksi se umjesto koeficijenta višestruke korelacije koristi kvadrat  $R^2$  :

$$R^2 = \frac{\text{varijacija objašnjena modelom}}{\text{ukupna varijacija zavisne varijable}}$$

$$R^2 = \frac{\sum(Y - \bar{Y})^2 - \sum e^2}{\sum(Y - \bar{Y})^2}$$

Gdje je:

Y = zavisna varijabla

$\bar{Y}$  = srednja vrijednost zavisne varijable

e = ostatak koji nije objašnjen modelom

Vrijednost  $R^2$  je u granicama 0 i 1.

Iako se  $R^2$  može interpretirati odnos varijacija objašnjenih u modelu zapravo nije tako jednostavno prevesti takve rezultate u uvjete za donošenje odluka. U regresijskoj analizi kad god se u jednadžbu uključi dodatna varijabla dolazi do porasta  $R^2$  stoga je iznimno važno odrediti dali porast  $R^2$  opravdava uključenje dodatne varijable u jednadžbu. Visoki  $R^2$  može indicirati prikladnost modela za objašnjenje pomaka zavisne varijable, ali isto tako ako je nizak to ne znači nužno da je model neprimjeren. Primjerice ako se promatraju dva modela koja se koriste za procjenu prometne potražnje kao funkcije cijene i prihoda, koristeći dvije različite funkcije: prva koristi log-log model za procjenu razine prometa od 1 do 2 dok je drugi model

promjena u potražnji kao funkcija promjene cijene i prihoda. Koeficijenti predviđeni s oba modela za prihod i cijenu bi trebali biti jednaki i mogu se interpretirati kao elastičnost cijene i prihoda. Međutim, raspon od  $R^2$  će biti puno manji koristeći drugi model iako to ne znači da drugi model nije primjenjiv za tu situaciju nego to više ovisi o načinu na koji je definiran  $R^2$ . Treba imati na umu da ako se  $R^2$  koristi za usporedbu ispravnosti dva modela oni trebaju imati istu funkciju i isti broj varijabli.

Nakon određenih koeficijenta regresije može se odrediti i preciznost procjene procedure prebrojavanjem standardne greške procjene (S.E.) zavisne varijable i standardne pogreške ili „t“ statistike povezane sa svakim od procjenjenih koeficijenta. Kad god analitičar da S.E. to izričito zaključuje da je rezultat procjena standardne devijacije koeficijenta, ali da nije standardna devijacija sama po sebi što analitičari često zanemare i koriste standardnu pogrešku kao standardnu devijaciju. Statistika „t“ koja odgovara određenom koeficijentu procjene je statistička mjera povjerenja koje se može dati procjeni. S obzirom da su koeficijenti regresije procjene očekivane vrijednosti ili srednje vrijednosti od normalne razdiobe oni imaju standardne pogreške koje se mogu procijeniti iz promatranih podataka. Za razliku od toga „t“ statistika se dobiva dijeljenjem koeficijenta sa njegovom standardnom pogreškom. Što je veći opseg „t“ veći je statistički značaj veze između nezavisne i zavisne varijable. Kada vrijednost „t“ iznosi otprilike dva to se smatra kritičnom vrijednosti, za vrijednosti manje od dva smatra se nebitnim zato što se nemože staviti puno pouzdanja u preciznost koeficijenta, ali model može pružiti razumnu prognozu ako su ostali statistički kriteriji zadovoljeni. Također je bitno za naglasiti da je procjenjena vrijednost koeficijenata u ekonometričnoj analizi su relativne, a ne apsolutne. Nezavisne varijable nisu uvijek međusobno neovisne, uobičajeno postoji neka poveznica između nezavisnih varijabli, stoga koeficijenti mogu biti do neke mjere pristrani. Ako je nezavisna varijabla blisko povezana s jednom ili više nezavisnih varijabla to može dovesti do veće pristranosti u procjeni koeficijenata, smanjujući pouzdanost procjenjenih koeficijenata. Ta situacija se naziva „višestruka linearnost“ te je česta u ekonometričnim procjenama, može se raspoznati gledajući jednostavnu matricu povezanosti te odabirući za uključenje u ekonometričku analizu samo one nezavisne varijable koje nisu veoma vezane jedna za drugu. Cilj je odabir nezavisnih varijabli koje su veoma vezane uz promet, ali nisu međusobno povezane. Višestruka linearnost se može smanjiti tako da se koriste i prihodi i varijable populacije u model te da su iznimno međusobno povezane te analitičar može kombinirati te dvije varijable u jednu prevodeći podatke kao prihod po glavi (prihod u godinu dana podijeljen sa brojem stanovnika u toj godini). Kao općenito pravilo, mogućnost susreta sa višestrukom linearnosti se može smanjiti odabirom najbitnijih varijabli, kombinacijom i ograničenjem broja nezavisnih varijabli. No ne preporuča se odbacivanje neke od ključnih varijabli u potpunosti, to bi smanjilo standardnu pogrešku zbog uvođenja dodatnih pristranosti u procjeni drugih koeficijenata. Zbog različitih razloga, uključivanje problema mjerenja i do neke razine višestruke kolinearnosti ekonometrični modeli, kao pravilo, ne uključuju sve varijable koje bi mogle imati utjecaj na prometnu potražnju. Zbog toga je bitno uključiti konstantan pojam u



modelu koji uzima u obzir neke od varijabli izostavljene iz analize te će on uz pojam pogreške ostatka pružiti potrebne dokaze da bi se mogao razumjeti utjecaj izostavljenih faktora.

6. Kada se postignu željeni kriteriji, ustanoviti model u završnoj formi  
Jednom kada model zadovolji sve željene kriterije i statističke mjere on će ustanoviti završnu formu. Model omogućava prvi korak u izradnji prognoze, ali ne nužno i zadnji.

7. Razviti prognoze budućih scenarija za nezavisne varijable od kojih se razvija prometna prognoza

Projekcije budućnosti nezavisnih varijabli su sastavni dio razvoja prognoze. Iznimno je poželjno razviti pristup scenariju kako bi se bolje razumjela očekivanja nezavisnih varijabli. Analiza scenarija isto tako predstavlja razumijevanje da prognostičar mora uzeti u obzir širok spektar mogućih ishoda. Do određenog stupnja će metode projekcije budućih pomaka nezavisnih varijabli ovisiti o uvjetima i tipu varijable. Pri izradi scenarija će se u obzir uzeti mnogi važni faktori koji će imati utjecaj na završnu prognozu. Iako završna prognoza može uključivati samo dvije ili tri varijable ostali faktori se mogu uzeti u obzir pri određivanju vrijednosti nezavisnih varijabli u modelu.

Prognoza se zatim može izvesti uključivanjem vrijednosti nezavisnih varijabli u model koji se također može koristiti i za analizu osjetljivosti pregledavajući alternativne scenarije operativnog okruženja zrakoplovne kompanije i predviđanja nezavisnih varijabli kako bi se proučavao njihov utjecaj na potražnju zračnog prometa(zavisna varijabla).

Točnost ekonometrične prometne prognoze ovisi o točnosti scenarija nezavisnih varijabli uključenih u prognostički model. Istovremeno prednost ovog modela je da omogućuje proučavanje osjetljivosti razvoja zračnog prometa. Unutar opsega u kojem se nezavisne varijable mogu razvijati može se odrediti opseg prometnih prognoza. Taj opseg će dati indikaciju nesigurnosti ili rizika za promet.

Postoje četiri potencijalne greške prognoze:

1) Greška specifikacije

Do nje dolazi kada se koristi neispravna funkcija ili kada je glavna nezavisna varijabla izostavljena iz modela.

2) Uvjetna pogreška

Pojavljuje se kada pretpostavke modela nisu ispravne

3) Slučajna pogreška

Zbog slučajnosti i uzorka podataka uzetih za prognozu.

4) Egzogena pogreška

Nije povezana sa ulaznim specifikacijama ali do nje dolazi zbog vanjskog događaja specifičnog karaktera, poput rata ili terorističkog napada.

Standardne pogreške od regresijske analize procjenjuju utjecaj pogrešaka u procjenjenim koeficijentima prognoze. Standardne pogreške procjenjenih parametara (koeficijenta regresije) omogućuju ispravnost preciznosti procjene.

U ekonometričnim modelima je uobičajeno da se pogreške povežu tijekom vremena i to se naziva autokorelacija. U tim slučajevima, procedura procjene ne daje najbolje nepristrane linearne procjene. Analiza ostataka i njihov uzorak kretanja može pomoći u prepoznavanju autokorelacije, kada su uvjeti greški serijski povezani oni su ili negativni ili pozitivni u određenom periodu.

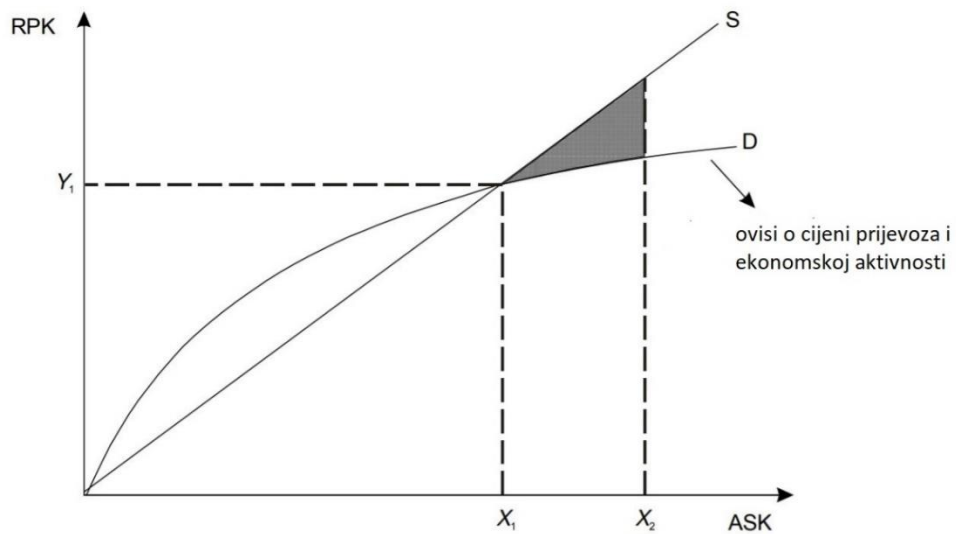
Autokorelacija se također može uočiti Durbin-Watson-ovom statistikom koja je mjera za korelaciju između ostataka tijekom određenog vremenskog perioda. Vrijednosti ove statistike variraju od nula do četiri. Ako autokorelacija nije prisutna očekivana vrijednost je oko dva, ako su vrijednosti manje od dva onda je pozitivna autokorelacija dok je za veće od dva negativna. Iako se u procjeni potražnje za zračnim prometom rijetko javlja autokorelacija ona se može ispraviti formuliranjem modela u odnosu na prve različitosti tj. period-period promjene u zavisnoj varijabli su povezane s istim promjenama u nezavisnim varijablama.

### 2.2.2 Model istovremenih jednadžbi

Specifičnost nekih ekonomskih modela je da uključuju više od jedne jednadžbe. Zovu se modeli istovremenih ili simultanih jednadžbi zato što njihove varijable istovremeno zadovoljavaju sve jednadžbe. Jednadžbe ovog modela najčešće sadržavaju više varijabli u svojim specifikacijama i koristi se u slučaju potražnje i ponude istog proizvoda. Primjerice recimo da je potražnja za zračnim prometom izražena kao funkcija cijene, prihoda i razine ponuđene usluge, razina usluge može se izraziti kao funkcija zaostale potražnje, utjecaja kompetitivnosti zrakoplovne kompanije i utjecaja mreže. Ponuda se može izraziti kao funkcija zaostale potražnje, cijene i operativnih troškova.

Kao i sa svim regresijskim analizama funkcija svake jednadžbe mora biti određena, vrijednosti njihovih parametara moraju biti procjenjeni istovremeno i moraju se odrediti statistički značaji dobivenih rezultata kao i valjanost pretpostavki. Prednost modela istovremenih jednadžbi je da omogućuje vrijednosti od više nezavisnih varijabli unutar samog modela. Međutim, procjena parametara jednadžbe uključuje kompleksniji postupak nego onaj kod modela s jednom jednadžbom. U nekim slučajevima model s jednom jednadžbom može pružiti točnije i bolje rezultate nego model s više jednadžbi.

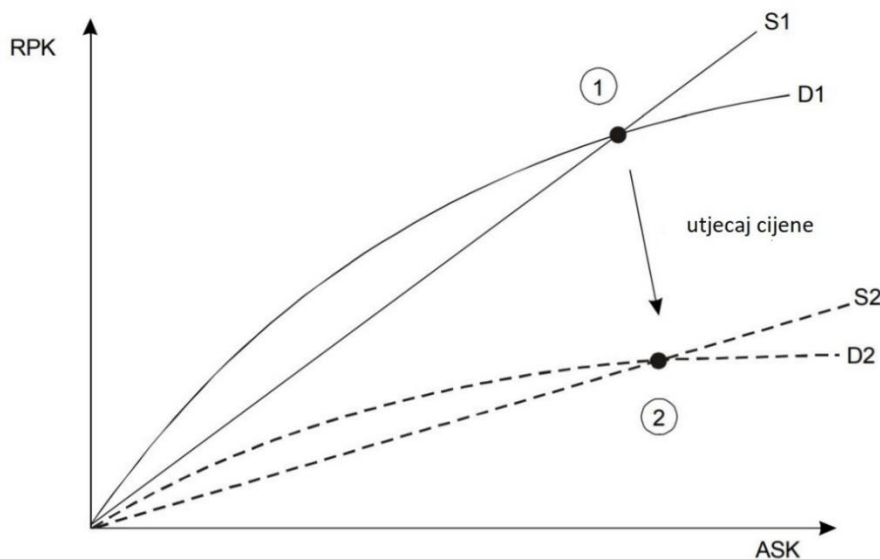
Općenito model potražnje  $D = f(\text{prihod, cijena})$  omogućuje dobre rezultate ako ima uračunate stabilne čimbenike na strani ponude, ali u zrakoplovnoj industriji može doći kod kompleksnih interakcija između ponude(S) i potražnje(D). U tom slučaju potreban je pristup u dva koraka kako bi se odredila S i D interakcija. U toj industriji ponuda većinom prelazi potražnju kao što je prikazano na slici 2.



Slika 2. Odnos ponude i potražnje  
Izvor:[1]

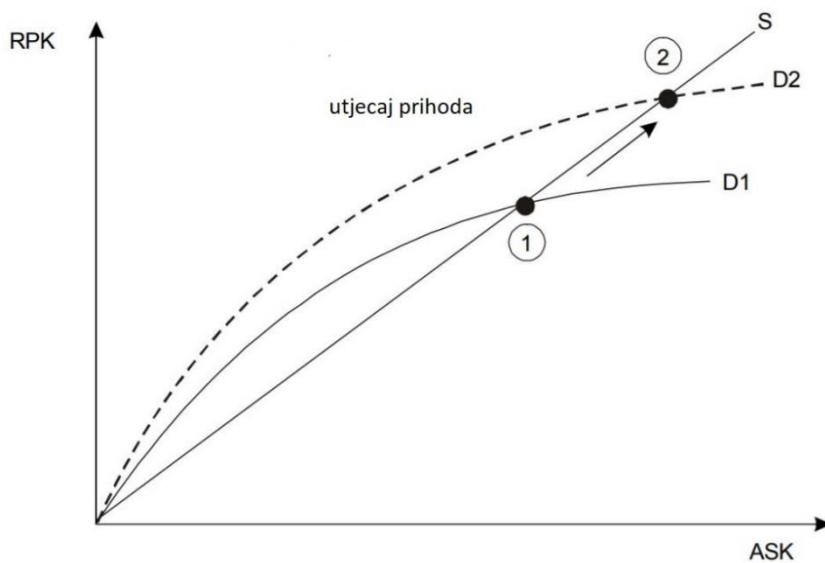
Oblik krivulje ponude ovisi o strukturi troškova zrakoplovnih prijevoznika i dostupnosti sjedala.

Krivulja potražnje će se pomaknuti zbog učinka cijene, prihoda i drugih socijalno demografskih čimbenika. Povećanje cijene prijevoza će uzrokovati smanjenje u potražnji (broj kilometara koji pređu putnici koji plate kartu, revenue passenger kilometers, RPK) što može imati utjecaj na ponudu (koliko putnika se može prevesti, available seat kilometers, ASK) kao što je prikazano na slici 3.



Slika 3. Utjecaj povećanja cijene  
Izvor:[1]

Slično tome povećanje prihoda će povećati potražnju kao što je prikazano na slici 4.



Slika 4. Utjecaj povećanja u ekonomskoj aktivnosti  
Izvor:[1]

Ako je varijabla ponude unesena u model,  $D=f(\text{prihod, cijena, ponuda})$ , on prepoznaje da se utjecaj ponude mijenja u odnosu na potražnju, ali ne omogućuje računanje utjecaja potražnje na ponudu. Ponuda ili opskrba je unesena u model kao frekvencija ili ASK ili kombinacija sjedala i frekvencije, što može uzrokovati probleme. Ako se varijabla ponude izostavi iz modela onda bitna odrednica potražnje nije ispravno naglašena. Ako primjerice dođe do smanjenja cijene prijevoza i rasta drugih poslovnih jedinica doći će do povećanja u potražnji koja premašuje mogućnosti ponude zrakoplovnog prijevoznika te može doći do utjecaja na potražnju. Takav slučaj se promatra kao da vanjska sila utječe na krivulju potražnje i u tom slučaju bi ona bila nevažeća. U tom slučaju pod tim uvjetima bi odnos potražnje bio pod pristranim utjecajem D i S interakcije. Takav tip problema je uzrokovan korištenjem reduciranih forma modela umjesto modela s više jednadžbi.

Može se zaključiti da model cijena/prihod može spriječiti veliki dio troška i napora ako su čimbenici na strani ponude stabilni, ponuda nije ograničena i potražnja nije pretjerano osjetljiva na čimbenike na strani ponude.

Dodavanje ponude (ASK) će poboljšati statističke mjere ( $R^2$ ), ali neće nužno model kao alat za izradu prognoze osim ako ponuda nije ograničena do te mjere kod koje bi promjene kapaciteta imale ogroman utjecaj na potražnju i da se kapacitet može jednostavno i neovisno predvidjeti. Kada su zadovoljena ta dva uvjeta mogu se primjeniti modeli istovremenih jednadžbi koji su prije opisani.

### 2.2.3. Prostorni modeli ravnoteže

Prostorni modeli ravnoteže utvrđuju vezu između pomaka prometa između bilo koja dva prometna centra ili regija. U osnovnoj inačici te veze promet između svake dvije točke je

izravno proporcionalan nekoj karakteristici veličine regije i obrnuto proporcionalan udaljenosti između dvije regije.

Jedan od primjera ovog modela je model raspodjele zračnog prometa koji se koristi kako bi se prognozirao promet između određenih zračnih luka, gradova ili država. U obzir se moraju uzeti socijalno ekonomski faktori, demografija i drugi relevantni faktori uključujući i ekonomske karakteristike samih gradova. Također bitni su i čimbenici na strani ponude kao što su razina dostupne usluge između dvije točke.

Kod rane primjene predviđanja potražnje između zadanih zračnih luka ili gradova koristio se gravitacijski model koji procjenjuje potražnju za putovanjem između dvije određene točke.

$$D_{AB} = f(C, P_A, P_B, S_{AB})$$

$D_{AB}$  = potražnja za prometom između gradova A i B

$P_a$  = broj stanovnika grada A

$P_b$  = broj stanovnika grada B

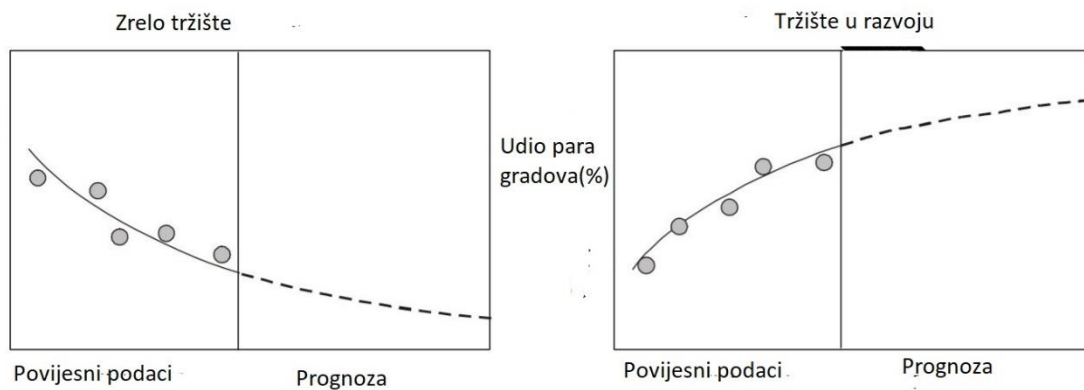
$S_{AB}$  = udaljenost između A i B

C = konstanta proporcionalnosti

Potražnja između dva grada je izravno proporcionalna broju stanovnika dva grada između kojih se promatra situacija i obrnuto proporcionalna kvadratu udaljenosti između njih. Broj stanovnika se koristi kao mjera popularnosti gradova, a udaljenost kao mjera otpora. Ovo je veoma jednostavan pristup te gravitacijski model govori da ako dođe do dvostrukog povećanja broja stanovnika doći će do četverostrukog povećanja potražnje.

Također gravitacijski model se koristi u razvojnoj fazi drugih specifičnih modela koji pokušavaju procijeniti vezu između potražnje za zračnim prijevozom i potražnje za drugim vrstama prometa ako su dostupni na istom području. Višestruko modalni modeli pokušavaju istovremeno procijeniti potražnju za svakom vrstom prometa te se na temelju toga mogu nadograditi ili dodati vrste prometa koje ne postoje na nekom području, ali postoji potražnja za njima.

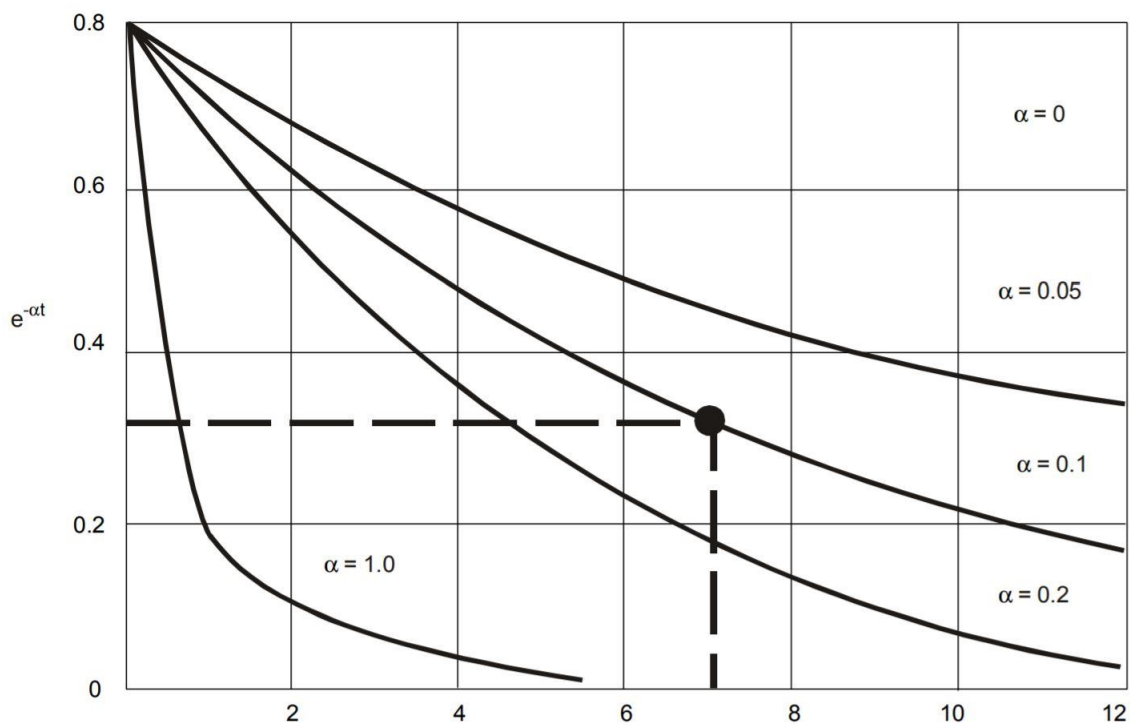
Drugi način kako napraviti prognozu na ovaj način je promatranjem prometnog toka kao dijela od ukupnog tržišta te koristiti dio tržišta i povijesne uzorke rasta kako bi se ustvrdila dosljednost između prognoza za gradove i prognoze za ukupno tržište. Temeljna pretpostavka ove procedure je da se udio svakog para gradova u ukupnom asimptotski približava svom eventualnom udjelu na tržištu, uzimajući u obzir koncept zrelosti tržišta. Zrelo tržište ima tendenciju pada približavajući se asimptotskoj vrijednosti, dok tržišta u rastu imaju tendenciju rasta kao što je prikazano na slici 5.



Slika 5. Udio gradskih parova

Izvor: [1]

Brzina kojom različita tržišta imaju tendenciju približavanja asimptotskoj vrijednosti ovisi o obilježjima odrađenog tržišta. Eksponencijalna funkcija omogućuje najbolje predviđanje prometnog toka za zadano tržište [1]. Koeficijent „ $\alpha$ “ određuje brzinu pri kojoj gradski parovi ili udio prometnog toka prilaze asimptotskoj vrijednosti kao što je prikazano na slici 6.



Slika 6. Prikaz brzine približavanja asimptotskoj vrijednosti

Izvor: [1]

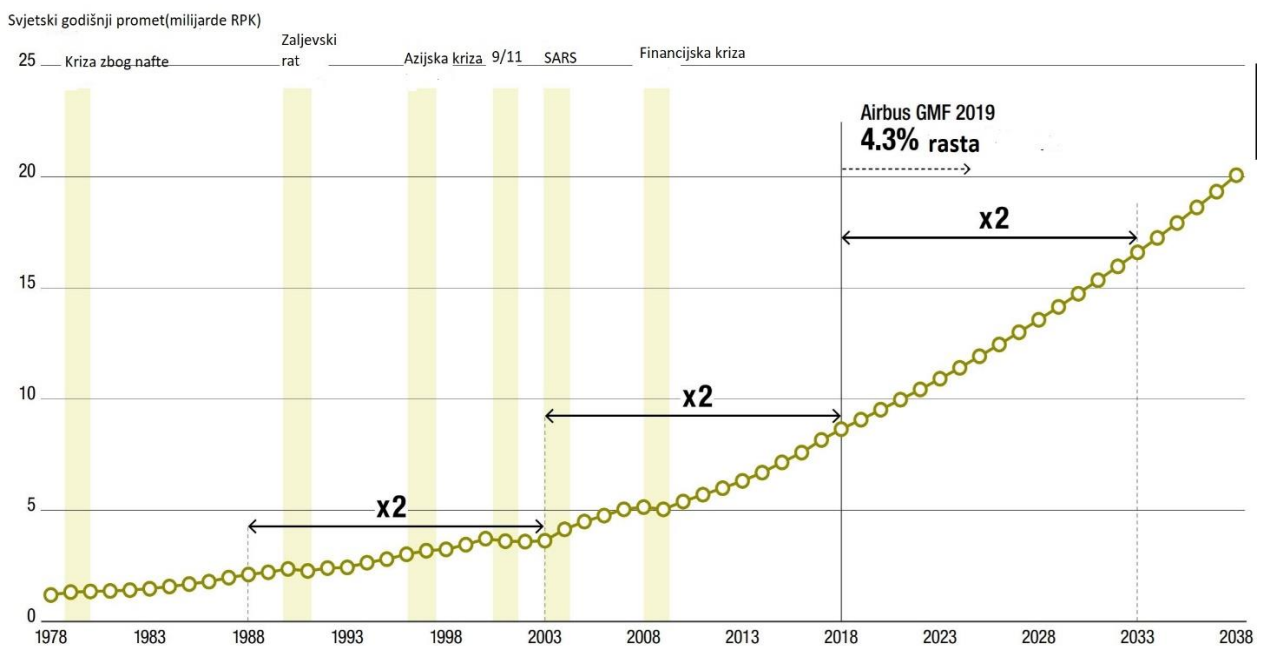
### 3. Razlike rezultata dobivenih pomoću korištenih metoda i stvarne situacije u zrakoplovnoj industriji

U prethodnom poglavlju navedene su kvantitativne metode koje se koriste za prognoziranje rasta ili pada industrije. Kao što je objašnjeno, te metode koriste podatke o razvoju industrije u prethodnom razdoblju te su se za prognoziranje za osnovnu referentnu liniju uzeli podaci od siječnja 2010. godine do listopada 2019. godine. To razdoblje se koristi kako bi prilagodilo regresijski model kvadratnim uvjetima te kako bi dobili ispravnu projekciju za 2020. godinu. Prognostički model ne uzima u obzir utjecaj pandemije korona virusa.

U ovom poglavlju objašnjavaju se razlike u rezultatima dobivenim pomoću korištenih metoda i stvarne situacije u zrakoplovnoj industriji.

#### 3.1 Ekonomski rast kao faktor na razvoj u sedmogodišnjoj prognozi Eurocontrol-a

Prema istraživanju Airbus GMF prognoza, od 2019. godine za razdoblje od 20 godina, porast godišnjeg zračnog prometa predviđao se 4.3% (slika 7.) [3]. Linija na slici 7 predstavlja krivulju rasta u prošlosti te kakva je predviđena za budućnost na temelju dostupnih podataka. Iz nje je također vidljiv utjecaj prošlih kriza poput krize nastale zbog nafte, Zaljevskog rata, 9/11, SARS-a i financijske krize iz 2008. godine [3].



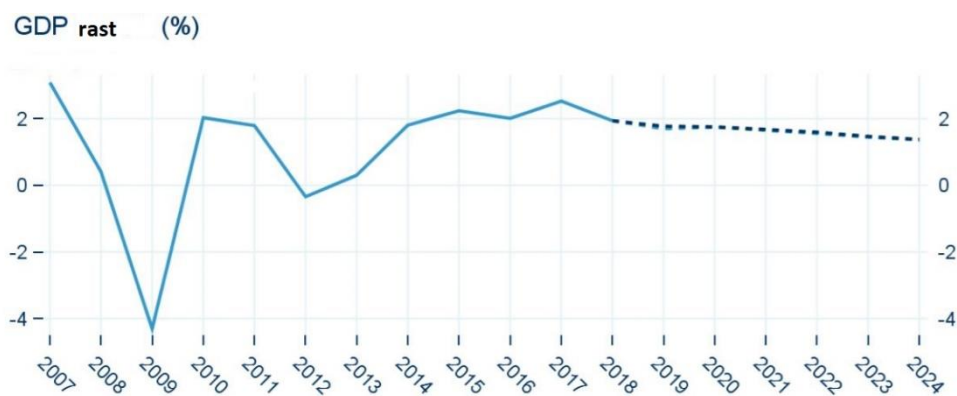
Slika 7. Odnos svjetskog godišnjeg prometa i godina

Izvor: [3]

Utjecaj razvoja i rasta ekonomije ima značajan utjecaj na potražnju za zračnim prometom. Eurocontrol je izdao sedmogodišnju prognozu za razdoblje od 2018. do 2024. godine te je predviđao da su najutjecajniji faktori za razvoj u tom razdoblju: ekonomski rast, događaji i

trendovi, niskobudžetni prijevoz, faktor opterećenja, demografija i prosperitet za letenjem, kapacitet zračne luke i raspored zrakoplovne kompanije [4].

Na slici 8. prikazana je ekonomska prognoza za zemlje EU te se može uočiti da se rast za područje Europe smanjio sa 2.5% u 2017. na 1.9% u 2018. i predviđa se daljni blagi pad na 1.7% u 2019.,2020. i 2021. Do toga bi došlo zbog utjecaja povećanja cijene nafte i napetosti sa Sjedinjenim Američkim Državama.



Slika 8. Prikaz odnosa GDP-a i godina

Izvor: [4]

Osnovna pretpostavka scenarija bila je da Ujedinjeno kraljevstvo i Europska unija postignu sporazum o povlačenju te da situacija ostane predvidiva. Na europskoj razini uočava se da bi pojava usporenja ekonomije utjecala na sve velike ekonomske sile, ali najviše bi bila pogođena Italija zbog prognoziranog najmanjeg ekonomskog rasta u Europi.

S obzirom na to da navedene prognoze nisu uzimale u obzir mogućnost pojave pandemijske krize rezultati koje su oni dobili i predvidjeli uvelike se razlikuju od stvarnih rezultata tj situacije koja se razvila zbog nastanka globalne pandemije.

### 3.2 Događaji i trendovi koji utječu na razvoj zrakoplovne industrije u sedmogodišnjoj prognozi Eurocontrol-a

Najveći sportski događaji, koji ulaze u sedmogodišnji period poput europskog nogometnog prvenstva, su jedni od događaja koji se uzimaju u obzir prilikom izrade prognoza te za čiju su se prognozu koristili podaci za europsko prvenstvo iz 2008. predviđao se rast zbog potrebe za dodatnim letovima tijekom polufinala i finala. Također gleda se i utjecaj svjetskog nogometnog prvenstva i olimpijskih igara u Parizu 2024. godine. Zbog povećanja u cijeni goriva i smanjenog tečaja eura u odnosu na američki dolar u periodu obuhvaćenom prognozom, nekolicina manjih zrakoplovnih kompanija imala je financijske poteškoće i otkazala je operacije tijekom zadnje četvrtine 2018. godine, no nisu sve koje su bile u toj situaciji imale značajniji utjecaj na razini države. Najbitnije kompanije koje su propale su Cobalt Air s Cipra, Primera iz Danske i Germania iz Njemačke. Još neki od događaja koji utječu na razvoj su Brexit, nesigurnosti u Turskoj te oporavak prometa između Rusije i Egipta.

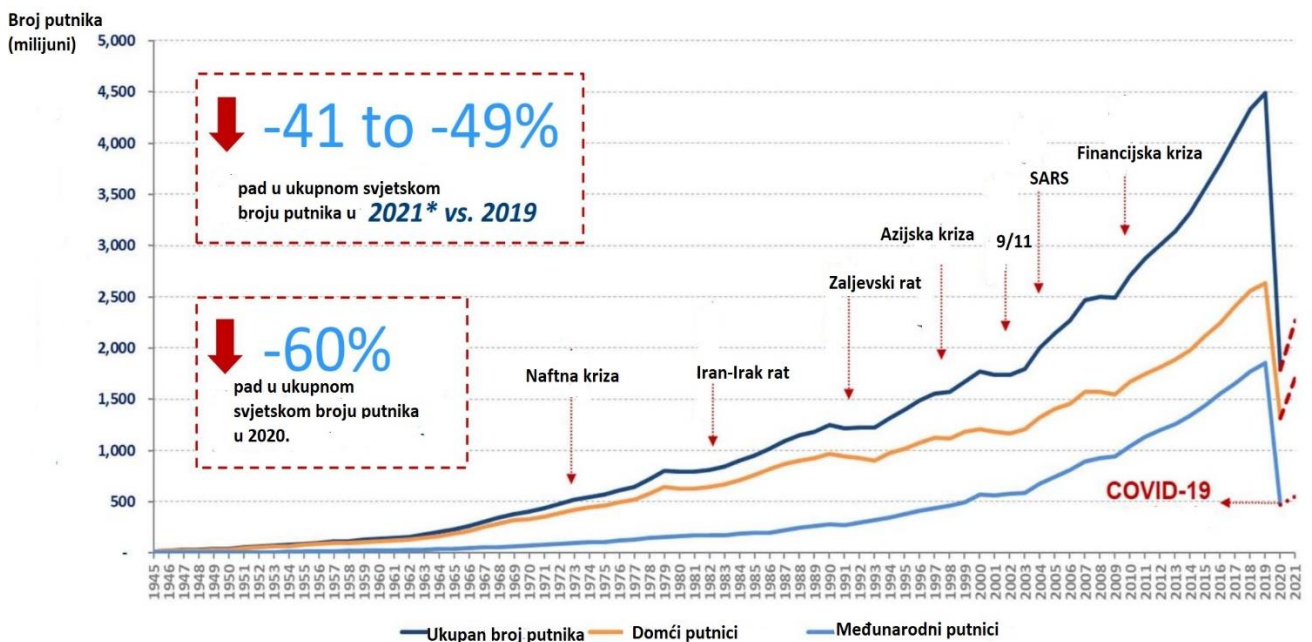


### 3.3 Utjecaj demografije i zračne luke na razvoj u sedmogodišnjoj prognozi Eurocontol-a

Model koji se koristi kombinira razvoj dobne strukture populacije sa dobnom strukturom putnika. Model za kapacitet zračne luke koji se koristi u sedmogodišnjoj prognozi se temelji na iznosima „korisnih godišnjih kapaciteta u ukupnom broju IFR letova“ koji se primjenjuju na prognoziranu ukupnu potražnju za zračnim prometom u zračnim lukama i smanjuje ukupan prognoziran broj letova da budu unutar godišnjeg kapaciteta određene zračne luke [4].

### 3.4 Scenariji oporavka nakon COVID-19 krize

Kako je prikazano na slici 9., COVID-19 kriza je uzrokovala ukupno smanjenje ponuđenih sjedala zrakoplovnih kompanija za 50%, smanjenje broja putnika za 2,699 milijuna putnika što iznosi 60% smanjenje i otprilike gubitak od 371 milijarde američkih dolara bruto prihoda zrakoplovnih kompanija od putnika u odnosu na 2019. godinu [5].



Slika 9. Razvoj svjetskoj putničkog prometa od 1945. do 2021.

Izvor: [5]

Utjecaj COVID-19 krize je već premašio utjecas SARS pandemije koja je uzrokovala smanjenje u godišnjem RPK od 8% .

Postoje različiti oblici ekonomske krize i oporavka te se one neformalno opisuju kao:

1. V-oblik: normalan oblik za krizu, kratak i oštar ekonomski pad koji je popraćen brzim oporavkom,
2. U-oblik: produljena kontrakcija i prigušen oporavak linije trenda rasta,
3. L-oblik: dugotrajan gubitak u ekonomskoj aktivnosti, strmi pad koji slijedi ravna linija sa mogućnosti onemogućenog povratka na rast linije trenda.

4. W-oblik: recesija s dvostrukim padom, „dolje gore dolje gore“ uzorak prije potpunog oporavka.

Prethodne pandemije su imale V-oblik utjecaja na zračni promet u Aziji i na sredozemlju, dok su 9/11 i financijska kriza imale U/L- oblik u Sjedinjenim Američkim Državama. Za COVID-19 krizu se još uvijek ne može točno predvidjeti kakva će biti značajnost i trajanje, ali se pretpostavljaju dva scenarija: prvi koji je sličan W-obliku i drugi koji je sličan U i L- obliku. Scenariji nisu prognoze nego samo mogući putevi kojima se može razviti kriza na temelju poznatih podataka [5].

U 2018. godini IATA je u svojim službenim statistikama objavila da je bilo 4.3 milijarde putnika, ukupan broj zaposlenih u zrakoplovnoj industriji je prema podacima iz IATA-e 65.5 milijuna. Prema ATAG( Air Transport Action Group) ukupan ekonomski utjecaj (direktan, indirektan, inducirani i turistički) je dosegao 2.7 milijardi GDP-A u 2016. godini. Direktni utjecaj je onaj na sveukupnu ekonomsku aktivnost, stvaranje poslova koji izravno služe putnicima, zračne luke i osiguravatelje usluga navigacije. Indirektni ili neizravan utjecaj se odnosi na zaposlenje i ekonomske aktivnosti dobavljača za zrakoplovnu industriju. Inducirani utjecaj je potrošnja onih koji su izravno ili neizravno zaposleni u zrakoplovnom sektoru i ta potrošnja podupire poslove u drugim područjima te na kraju turistički vezan utjecaj je povezan aktivnostima zračnog prometa koje utječu na više područja ekonomije posebice turističke poput hotela i restorana[6]. Svaki od navedenih utjecaja ima različit značaj za svjetsku ekonomiju kao što je prikazano u tablici 1.

SVIJET	POSLOVI(milijuni)	(%)	GDP(milijarde dolara)	(%)
Turistički utjecaj	35.7	56	896.9	33.3
Inducirani	7.8	11.9	454	16.9
Neizravan	10.8	16.5	637.8	23.6
Izravan	10.2	15.6	704.4	26.2

Tablica 1. Prikaz utjecaja područja zrakoplovstva na ekonomiju

Izvor: [6]

Početak i kraj utjecaja pandemije COVID-19 na zrakoplovstvo se razlikuje od države do države te se još sa sigurnošću ne mogu predvidjeti prognoze za kraj krize, nego se mogu pretpostaviti mogući scenariji.

Navedene prognoze nisu uzimale u obzir nepredvidive događaje zbog svog nedostatka u samom procesu izrade koji se temelji na prošlim trendovima, pa se zbog toga današnja stvarna situacija uvelike razlikuje od prognozirane kao što je vidljivo na slici 9.

## 4. Preporučeni modeli prognoziranja nakon Covid-19 krize

S obzirom na prethodno objašnjene metode i nepoklapanje njihovih prognoza sa stvarnom situacijom zbog nepredvidivog događaja globalne pandemije predlaže se primjena drugačijih metoda: tehnike kreativnog mišljenja, ekspertnih kvantitativnih tehnika ili *problem-solving* i *decision-making* tehnika[7]. U ovom poglavlju opisuju se preporučeni modeli i metode prognoziranja nakon Covid -19 krize.

### 4.1 Tehnike kreativnog mišljenja

Tehnike kreativnog mišljenja su metode koje se koriste kako bi potaknule kreativnost čovjeka u pronalasku alternativnog pristupa ili dobivanje novih ideja s ciljem rješavanja zadatka.

Postoji više podtehnika u tehnici kreativnog mišljenja i to su: mentalne mape, morfološka analiza, scamper, frakcioniranje, strukturirani *brainstorming*, *brainwriting*, 6 šešira, *false faces*, *lotus blossom*, *circle of opportunity*, *brutetehnik*, kuća slavnih, *ideatoons*, preformulacija problema.

Sve navedene podtehnike se temelje na razvoju kreativnosti i poticanju razmišljanja izvan okvira, no za prognoziranje razvoja industrije najbolje bi od navedenih odgovarala tehnika morfološke analize.

Morfološka analiza je tehnika kojom se različiti parametri nekog problema automatski kombiniraju, a nove kombinacije parametara tvore nove ideje. Sustavno se strukturiraju i provjeravaju svi mogući odnosi u višedimenzionalnom problemskom prostoru. Osnovna ideja ove tehnike je identificiranje skupa varijabli i pronalaženje svih mogućih kombinacija tih varijabli. Ova tehnika će pomoći u spriječavanju neočekivanih događaja i situacija u raznim vrstama analiza na način da će generirati velik broj mogućih ishoda za svaku složenu situaciju te će se na taj način spriječiti mogućnost razvoja događaja u nepredviđenom smjeru. Ova tehnika se temelji na dva osnovna načela kreativnih analitičkih tehnika: dekompoziciji i prisilnom pridruživanju te se sastoji od nekoliko koraka koji se prema potrebi ponavljaju. Prvo je na redu analitička faza u kojoj se definiraju probemske cjeline to jest parametri problema i ona se sastoji od slijedećih koraka:

1. Specifikacija problema
2. Identifikacija dimenzije, parametara ili varijable koja najbolje definira prirodu problema ili scenarija. Postavlja se pitanje „Dali bi problem postojao i bez tog parametra?“ kako bi se utvrdilo je li određen parametar dovoljno bitan.
3. Za svaki od parametara treba definirati raspon relevantnih vrijednosti koje određeni parametar može izazvati.

Zatim slijedi faza sinteze u kojoj dolazi do prisilnog pridruživanja elemenata ili povezivanja. U njoj se preispituju koraci 2. i 3. i prema potrebi ponavljaju koraci 2 do 4 sve dok korak 4 ne donese zadovoljavajuće rezultate.

4. Isprobati različite kombinacije te procijeniti konzistentnost svih parova mogućih stanja i različitih parametara i odstraniti sve nekonzistentne ili kontradiktorne parove. Svaki

se element pridružuje svakom drugom elementu, a svaka kombinacija elemenata se može gledati kao potencijalni scenarij.

5. Spojiti međusobno konzistentne ishode
6. Prema potrebi ponoviti cijeli ili dio procesa

Analiza započinje definiranjem skupa temeljnih parametara ili dimezija problema nakon čega se oni raščlanjuju na relevantne oblike ili stanja ili vrijednosti koje te dimenzije mogu poprimiti.

Način na koji će se to napraviti ovisi o složenosti sustava i dok se u jednostavnijim slučajevima svaka kombinacija može promatrati kao potencijalni scenarij te se može dalje promatrati u smislu vjerojatnosti, primjenjivosti, učinkovitosti ili nekog drugog kriterija, ali se kod složenijih slučajeva može ostvariti i preko tisuću mogućih kombinacija te je za detaljniju analizu potrebno računalo. U oba slučaja je moguće ukloniti 90 posto kombinacija vrlo brzo zbog toga što one fizički nisu moguće, neprimjenjive su ili nisu vrijedne daljnjeg razmatranja [7].

## 4.2 Ekspertne kvantitativne tehnike

Ekspertne kvantitativne tehnike sastoje se od ekspertnih kvantitativnih analitičkih modela 1 i ekspertnih kvantitativnih analitičkih modela 2. Prvi se sastoje od tehnike Bayesove mreže i Fuzzy ekspertnih sustava dok se drugi sastoje od optimalizacije linearnim programiranjem, analizom rizika simulacijom Monte Carlo i višekriterijskog odlučivanja analitičkim hijerarhijskim procesom (AHP)[7].

### 4.2.1 Bayesova mreža

Bayesova mreža se sastoji od direktnih necikličkih grafova i tablica uvjetnih vjerojatnosti. Ta tablica je temeljni element Bayesove mreže i sadržava informacije o uvjetnim vjerojatnostima među varijablama. Radi boljeg shvaćanja onoga što slijedi kratko će se na primjeru objasniti uvjetna vjerojatnost. Pretpostavlja se dostupnost informacije kako će se blizu određenog grada izgraditi turističko središte sa obiteljskim atrakcijama kao i atrakcijama za mlade i da takva gradnja iskustveno uzrokuje trend porasta potražnje zrakoplovnih karata kao i porast cijena smještaja u okolici i samom gradu. Temeljem te spoznaje se može biti precizniji u našem predviđanju i da će zbog nje vjerojatno doći do porasta potražnje za zrakoplovnim kartama za određeni grad. To je uvjetna vjerojatnost zato što uz uvjet zbivanja događaja „A“ radi se procjena za vjerojatnost događaja „B“. Prethodno spomenutu tablica uvjetnih vjerojatnosti može se napraviti pomoću empirijskih podataka koji nastaju pretvorbom kontinuiranih varijabli u kategoričke vrijednosti. Elementi tablice mogu se izračunati pomoću baze podataka ili strukturiranih tekstualnih datoteka te u tom slučaju imamo egzaktne parametre koji se formiraju na temelju kreiranog modela. Postoji i drugačiji pristup koji je subjektivan i podrazumijeva subjektivnu procjenu vjerojatnosti u kojoj stručnjaci na osnovi kreiranog modela i svog iskustva daju iskustvene parametre koji se bilježe unutar tablica uvjetnih

vjerojatnosti. Glavna karakteristika Bayesove mreže je sposobnost učenja koja se temelji na vjerojatnosti izravno iz uzoraka podataka. Analitičar je zadužen za stvaranje transparentnog modela koji će sadržavati sve relevantne atribute i njihove odnose te poštivati njihovu uzročno-posljedičnu vezu između atributa. Ono što je karakteristično za ove tehnike je mogućnost procjene vjerojatnosti i sa nedostajućim informacijama. Što ima više informacija to je procjena pouzdanija, no ako nedostaju neke informacije model je svejedno sposoban predviđati vjerojatnosti. Drugi dio Bayesove mreže čine direktni neciklički grafovi koji imaju čvorove koji predstavljaju slučajne varijable i poveznicu koja predstavlja probabilističke zavisnosti. Broj probabilističkih zavisnosti prema čvorovima utječe na veći stupanj složenosti tablice uvjetnih vjerojatnosti.

#### 4.2.2. Fuzzy ekspertni sustavi

Općenito ekspertni sustav je onaj kompjuterski sustav ili program koji nudi savjete ili rješava probleme mehanizmima zaključivanja specifičnim za određeno područje. *Fuzzy* ekspertni sustavi su jedna od verzija ekspertnih sustava sa specifičnim mehanizmom na kojem se temelji *fuzzy* logici. U ovim sustavima ne postoji oštra granica unutar varijabli pa za razliku od tradicionalnih ekspertnih sustava ovaj pokazuje veću razinu fleksibilnosti pri stvaranju analitičkih modela i rješavanju problema koji nastaju zbog oštih granica razreda u postupku kategorizacije varijabli. Prvi korak u ovom sustavu je definirati cilj i svrhe tog sustava, provodi se razgovor sa stručnjacima s ciljem dizajna sustava te je sam razgovor usmjeren na pronalaženje glavnih faktora i njihovih međuzavisnosti. Stručnjak se nesvjesno prilikom dizajna sustava izražava *fuzzy* terminologijom (učestalo, veliki, redovito i dr.) te nam na taj način definira lingvističke varijable. Uloga inženjera znanja je prepoznati bitne faktore, navesti stručnjaka na formiranje korisnih činjenica, povezati te spoznaje u smislenu cjelinu i pretočiti ih u strukturu ekspertnog sustava. Interpretacija rezultata ove analize je iznimno jednostavna zbog toga što su rezultati temeljeni na produkciji vrijednosti lingvističkih varijabli koje su bliske ljudskoj komunikaciji, a pošto su te vrijednosti dobivene na temelju primjene znanja stručnjaka ti se rezultati vrlo jednostavno interpretiraju i bliski su ljudskim perceptivnim sposobnostima.

#### 4.2.3 Optimalizacija linearnim programiranjem

Linearno programiranje omogućuje pronalazak najboljeg rješenja matematičkog modela u kojem su sve matematičke funkcije linearne. U linearnom programiranju najbolje ili optimalno rješenje podrazumijeva ono koje maksimizira ili minimalizira funkciju cilja pod zadanim ograničenjima. Svaki model linearnog programiranja se sastoji od varijable odlučivanja, funkcije cilja i ograničenja. Varijable odlučivanja su one čija je vrijednost pod kontrolom osobe koja koristi model, funkcija cilja je ona koja se želi maksimalizirati ili minimalizirati, a ograničenja su jednadžbe ili nejednadžbe koje ograničavaju skup mogućih vrijednosti varijabli odlučivanja. Postupak rješavanja je grafičkom metodom i to na način da se ograničenja

pretvaraju u jednadžbe te se u prostoru omeđenom ograničenjima nalaze moguća rješenja dok su optimalna rješenja u ekstremnim točkama[7].

#### 4.2.4 Analiza rizika simulacijom Monte Carlo

Ova tehnika rješava probleme u kojima varijable nisu poznate sa sigurnošću, ali se pomoću stručnjaka ili na temelju povijesnih podataka može procijeniti njihova distribucija vjerojatnosti. Nesigurnost je nešto s čime je neizbježno susresti se u životu te svaka nesigurnost nosi sa sobom određen rizik. Kako bi se mogao modelirati problem koji ima rizik trebaju se prvo definirati slučajne varijable i distribucije vjerojatnosti. Slučajne varijable se definiraju distribucijama vjerojatnosti koje zapravo za svaku moguću vrijednost varijable definiraju pripadajuću vjerojatnost. Postoje razne vrste distribucije, ali najkorištenija u poslovnom smislu je trokutasta koja ima točku s najmanjom mogućom vrijednosti, najvećom mogućom vrijednosti i najvjerojatnijom vrijednosti. Osim ekspertne procjene distribucije vrijednosti moguće je definirati i prilagodbom empirijskim podacima. Ako se koristi taj način onda se empirijski podaci grupiraju i pomoću statističkih testova pronalazimo distribuciju koja najbolje opisuje empirijske podatke[7].

#### 4.2.5 Višekriterijsko odlučivanje analitičkim hijerarhijskim procesom

Ovaj pristup se koristi u slučajevima kada postoji više ciljeva odnosno kriterija te postoji nekoliko pristupa problemu višekriterijskog odlučivanja. Prvi pristup ima za osnovu određivanje prioriteta ciljevima te se nakon rangiranja prvo optimalizira najvažniji cilj pa zatim svi slijedeći kako su prioritetno posloženi, takav pristup se naziva ciljno programiranje i oslanja se na teoriju linearnog programiranja. Drugi pristup optimalizira jedan cilj dok drugi služe kao ograničenja. I na kraju treći pristup određuje relativnu važnost ciljeva svaki sa svakim odnosno međusobno vrednuje ciljeve i taj pristup slijedi analitički hijerarhijski proces(AHP). Model AHP ima tri elementa: cilj, kriterije i alternative koje služe kao moguća rješenja koja se žele procijeniti i izabrati najbolju. Prvi korak u ovoj tehnici je odrediti relativnu važnost ciljeva te se to radi usporedbom parova ciljeva pomoću *rating* ljestvice. Slijedeći korak je pronalazak pondera za svaki cilj koristeći matricu relativnih važnosti, prvo se mora normalizirati matrica tako da svaki njen element podijelimo sa sumom elemenata u stupcu te kada imamo normaliziranu matricu možemo izračunati ponder za svaki cilj te na temelju njihovih vrijednosti određujemo koji je najvažniji. Zatim je potrebno evaluirati alternative po svakom kriteriju tj cilju. Nakon što smo evaluirali alternative i uvjerali se da su sve usporedbe parova matrice konzistentne možemo odrediti najbolju alternativu[7].

### 4.3 Problem-solving i decision-making tehnika

Prethodno navedene kvalitativne metode korištene za prognoziranje navedene u poglavlju 2 se temelje na povijesnim podacima i procjeni analitičara. Glavni problem tih metoda je oslanjanje analitičara pri percepciji na prošla iskustva što je općenito svojstvo ljudske percepcije. Na percepciju utječe i kontekst u kojem se ona odvija pa će različite okolnosti izazvati različita očekivanja. Ti navedeni utjecaji unaprijed određuju informacije na koje će se analitičar posebno usredotočiti. Ono što stvara jedan od temeljnih problema kod percepcije čovjeka su obrasci očekivanja koji podsvjesno govore analitičaru što treba tražiti te koje informacije odbaciti i kako ih tumačiti. Objektivno razmišljanje može se postići stvaranjem temeljnih pretpostavki i eksplicitnim promišljanjem koje analitičar ispituje ili testira. Glavni uzroci pogrešaka analitičara su:

1. Emocionalna dimenzija  
Emocije imaju značajnu ulogu prilikom donošenja odluka i na promišljanje čovjeka pa je preporučljivo izbjegavati donošenje odluka u visoko emotivnom stanju.
2. Mentalni prečaci  
Oni se temelje na znanju koje se dobiva iskustvom, ali može uzrokovati pristranost, preuranjene zaključke i drugo.
3. Obrasci  
Stvaranje stereotipa i uočavanje sličnosti na temelju prošlih iskustava koje usmjerava velik dio svakodnevnog ponašanja.
4. Predrasude  
To su nesvjesna uvjerenja koja uvjetuju, vode i pokreću naše ponašanje. One su dobre i pomažu u brzini procesuiranja informacija, ali mogu dovesti do nepovoljnog učinka jačanja i potvrđivanja naših predrasuda na štetu istine zbog brzine i nesvjesnosti kojom se sam proces odvija.
5. Analogičko razmišljanje  
Podrazumijeva tendenciju preuranjenog donošenja zaključka koji je vjerojatno ispravan na temelju prošlog iskustva.
6. Potreba za pronalaskom objašnjenja za sve neovisno o tome jesu li ta objašnjenja točna i precizna.
7. Sklonost prikupljanju i traženju dokaza koji podupiru tvrdnje i uvjerenja koja analitičar ima zanemarujući dokaze koji ih ne podupiru.
8. Pridržavanje neistinitih uvjerenja iako su kontradiktorna dokazima.

Princip na kojemu se temelje sve „Problem-solving“ tehnike su eksternalizacija i dekompozicija problema koje podrazumijevaju rješavanje problema zapisivanjem na papir u pojednostavljenom obliku koji prikazuje glavne elemente problema i njihov međusoban odnos. Svim tim tehnikama je zajedničko da koriste raščlambu problema na osnovne dijelove te izradu jednostavnih modela koji prikazuju kakav je odnos tih dijelova prema cjelini[7].

#### 4.3.1 Tehnika raščlambe kvadranta

Ova tehnika je jedna vrsta primjene morfološke analize. Koristi ključne pretpostavke i njihove suprotnosti kao početnu točku za stvaranje velikog broja alternativnih ishoda. Omogućuje uvid problema iz različitih perspektiva i sustavno ispitivanje pretpostavki na kojima se temelje glavne hipoteze. To je zapravo sustavna procedura za identificiranje svih potencijalnih održivih kombinacija nekoliko skupova varijabli čijim se ispitivanjem omogućuje analitičaru mogućih nepredviđenih situacija odnosno da se analiza razvije u smjeru koji nije prethodno razmatran. Ova tehnika također pomaže donositeljima odluka da se usredotoče na aktivnosti koje je potrebno poduzeti u danom trenutku kako bi se mogli pripremiti za moguće buduće događaje.

Sam postupak od kojeg se sastoji ova tehnika sadržava 8 koraka:

1. Utvrđivanje glavne hipoteze
2. Rastavljanje glavne hipoteze na njezine sastavne dijelove čime se dobivaju ključne pretpostavke
3. Postavljanje alternativne hipoteze tako da se definira alternativa za svaki odgovor na pitanje iz glavne hipoteze čime se dobivaju alternativne pretpostavke
4. Identificiranje najmanje dvije suprotne dimenzije za svaki odgovor na svako pitanje za alternativne pretpostavke
5. Postaviti parove odgovora na pitanje alternativnih pretpostavki u 2x2 matrice te se za svako polje treba generirati par primjera mogućih razvoja scenarija
6. Razmotriti sve scenarije i na temelju prethodno utvrđenih kriterija odabrati one koji trebaju imati najveću pozornost
7. Razmotriti moguće aktivnosti koje donositelji odluka mogu poduzeti kako bi spriječili loše scenarije, ublažili njihov učinak ili se nosili s posljedicama
8. Izraditi popis ključnih indikatora na temelju kojih se procjenjuje početak razvoja nekog od navedenih scenarija

Nakon ovakvog rastavljanja problema zadatak analitičara je generiranje najmanje dva primjera suprotnih dimenzija koje se slažu u 2x2 matrice. Ako su za određenu temu identificirane četiri dimenzije ova će tehnika generirati šest 2x2 matrica od kojih će svaki od parova biti prikazan kao 2x2 matrica sa četiri kvadranta. Svaki kvadrant u svakoj od matrica prikazivati će različite scenarije[7].

#### 4.3.2 ACH (Analiza konkurentnih hipoteza)

Ovaj model je jednostavan i učinkovit u rješavanju složenih problema te je posebno koristan u rješavanju problema koji zahtjevaju pažljivo razmatranje alternativnih objašnjenja prošlih, sadašnjih ili budućih događaja. Pomaže analitičaru da prevlada ili umanjuje utjecaj nekih od mogućih kognitivnih ograničenja jer se temelji na načelima kognitivne psihologije, analizi odlučivanja i različitim znanstvenim metodama. Izradom matrice s dokazima i hipotezama vizualiziraju se sastavni dijelovi analitičkog problema i njihov međudnos. To je tehnika



testiranja hipoteza koja omogućava identificiranje skupa međusobno isključivih alternativnih ishoda prikazanih u obliku hipoteza te procjenu konzistentnosti svakog dokaza sa svakom od hipoteza i na kraju odabir hipoteza koje najbolje odgovaraju dokazima. U ovom kontekstu konzistentnost ne znači nužno da dokazi potvrđuju hipotezu nego jesu li dokazi kompatibilni s hipotezom, drugim riječima ova tehnika se temelji na pobijanju hipoteza, a najizglednija je ona s najmanje nekonzistentnih dokaza.

ACH zahtijeva eksplicitno određivanje svih razumnih alternativa i njihovo međusobno procjenjivanje, a testiranje hipoteza se sastoji od slijedećih osam koraka:

1. Osmišljavanje što većeg broja hipoteza koje objašnjavaju razlog nekog događaja, preporučljivo je koristiti tehniku „brainstorminga“ sa skupinom analitičara.
2. Napraviti popis dokaza i tvrdnji za i protiv svake hipoteze
3. Izrada matrice
4. Testiranje konzistentnosti dokaza sa svakom hipotezom za svaku stavku zasebno.
5. Pročistiti matricu što podrazumijeva da će analitičar razmotriti na koji način pogrešni ključni dokazi mogu utjecati na njegove zaključke te je potrebno ponovno provjeriti valjanost ključnih dokaza i argumenata koji određuju ishod analize.
6. Proučiti matricu i procjeniti svaku hipotezu, izbrisati svaku hipotezu koje imaju nekonzistentan dokaz, ponovno procjeniti i potvrditi nekonzistentnost dokaza te utvrditi i provjeriti vjerodostojnost glavnih pretpostavki.
7. Rangirati preostale hipoteze prema nekonzistentnim dokazima, ona koja ih ima najmanje je najvjerojatnija.
8. Ponovno provjeriti ispravnost zaključivanja, izvođenje dokaza i hipoteza kao i provedbu cijelog postupka.

Prednost ove tehnike je fokusiranje na nekoliko ključnih dokaza koji uzrokuju nesigurnost ili koji bi mogli tu nesigurnost ublažiti. Ona omogućuje smjernice za buduće prikupljanje, analizu i istraživanje te tako pomaže u rješavanju nesigurnosti i preciznim zaključcima [7].

#### 4.3.3 Analiza alternativnih budućnosti

Ova tehnika je iznimno korisna u iznimno nejasnim situacijama kada se analitičari susreću sa brojnim poznatim i nepoznatim nepoznanicama. U takvim situacijama analitičar uvažava činjenicu da nije moguće riješiti problem bez neke od *problem-solving* tehnika koja ima mogućnost modelacije načina interakcije i ponašanja. Analitičar mora biti spreman na slobodniju razmjenu stajališta od uobičajne prilikom „zamišljanja budućnosti“ s obzirom na to da ishodi nisu unaprijed poznati. Ova tehnika je najprimjerenija za situacije koje predstavljaju potencijalno ozbiljne prijetnje ili mogu imati značajne posljedice zbog vremena i resursa koje je potrebno uložiti. Postupak analize je sistematičan s 2 „drivera“ s rasponom od po dva ekstrema odnosno 4 moguća scenarija. Postoji više različitih načina pristupa izradi alternativnih budućnosti, ali najučestalija se sastoji od slijedećih devet koraka:

1. Jasno definiranje ključnog problema i specifičnih ciljeva analize pomoću ispitivanja stručnjaka i osoba koje se bave područjem na koje se odnosi.

2. Primjena *brainstorminga* za prepoznavanje ključnih sila, čimbenika ili događaja koji mogu utjecati na ključno pitanje s ciljem oblikovanja dva ključna *drivera* koji će odrediti budući ishod. Ako postoji više od dva ključna čimbenika koristi se tehnika generiranja višestrukih scenarija.
3. Definiranje dvije najkritičnije i najneizvjesnije sile i pretvoriti ih u osi te odrediti po dvije krajnje točke za svaki od *drivera*.
4. Izraditi 2x2 matricu križanjem osi te označiti krajeve spektra za *drivera*. Kvadrat će biti podijeljen na 4 kvadranta, pri čemu svaki od kvadranta predstavlja jedan scenarij.
5. Imenovati scenarije i upisati ih u odgovarajući kvadrant
6. Izraditi priču o načinima na koje svaki od hipotetskih scenarija može postati stvaran.
7. Opisati implikacije u slučaju ostvarenja za svaki od scenarija.
8. Izraditi popis indikatora za svaki od scenarija koji će utvrđivati razvijaju li se događaji u smjeru i na način predviđen tim scenarijima.
9. Redovito pratiti popis indikatora.

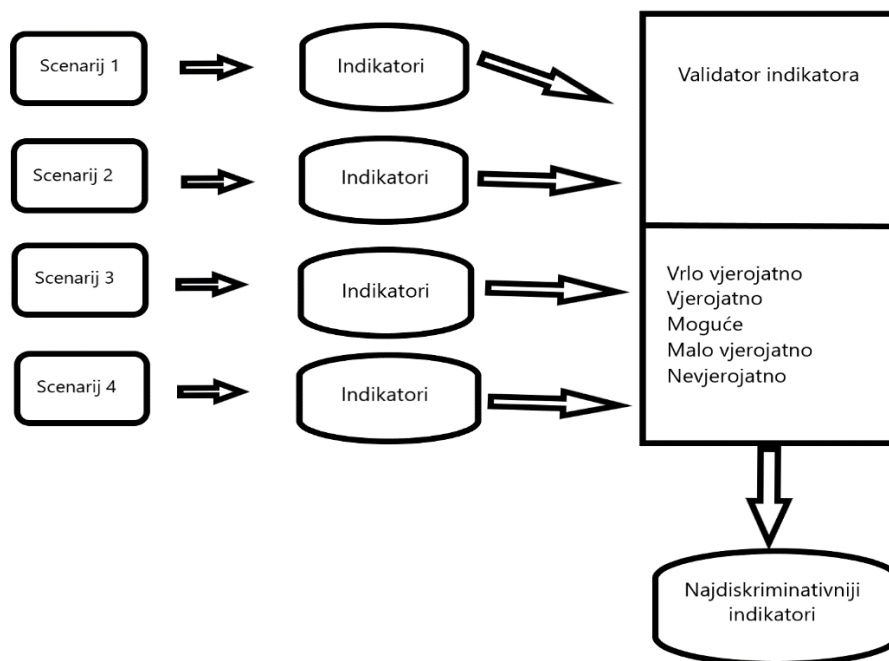
Ovakav način predviđanja alternativnih ishoda omogućuje donositeljima odluka bolju pripremu za eventualne događaje te mogućnost osmišljenja strategije dovoljno fleksibilne za primjenu u više mogućih ishoda[7].

#### 4.3.4 Indikatori i validatori indikatora

Ljudski um zbog kognitivnih ograničenja često vidi ono što očekuje vidjeti pri čemu postoji mogućnost da previdi neočekivano te zbog zauzetog stava o nekom problemu teško mijenja mišljenje čak i kada je suočen s novim dokazima. Analitičar može izbjeći takav oblik racionalizacije koristeći se unaprijed definiranim specifičnim kriterijima važnosti nekog događaja. Identifikacija indikatora pomaže osvještavanju za prepoznavanje ranih znakova neke značajnije promjene. Indikatori su vidljivi fenomeni koji se povremeno mogu revidirati, a omogućuju praćenje događaja, uočavanje pojave određenih trendova i upozoravaju na nepredviđene promjene. Ova tehnika se primjenjuje za praćenje neke situacije kako bi se utvrdila promjena tijekom određenog vremena, a identifikacija indikatora omogućuje rano prepoznavanje neke značajne promjene koju analitičar nebi uočio zato što se one događaju postupno dok bi ih analitičar smatrao važnima tek kada postanu prevelike da bi se mogle ignorirati. Oni također služe u slučaju neslaganja analitičara i donositelja odluka na način da depersonaliziraju rasprave usmjeravajući fokus na objektivne kriterije. Osnova za usmjeravanje prikupljanja podataka i prijenosa značajnih informacija zainteresiranim stranama predstavlja popis indikatora, a dobar indikator mora biti valjan, vidljiv, pouzdan, stabilan i jedinstven. Indikatori služe kao objektivna osnova za praćenje događaja, pridonose ozbiljnosti i točnosti analitičkog procesa te pojačavaju kredibilitet krajnjeg proizvoda. Nužno je izraditi posebne popise indikatora za svaki od scenarija zato što su neki indikatori konzistentni s dva ili više scenarija, a analitičar ili tim analitičara će unaprijed odlučiti koji će ključni indikator poslužiti kao točka odluke za rano upozorenje.

Za procjenu dijagnostičke vrijednosti indikatora koristi se tehnika validatora indikatora koja procjenjuje vrijednost kojom će se svaki od indikatora pojaviti u svakom scenariju. Nakon što analitičar stvori skup alternativnih scenarija izrađuju se indikatori za svaki scenarij te se primjenjuju validatori indikatora koji identificiraju i odbacuju nedijagnostičke indikatore što značajno povećava kredibilitet analize. To omogućuje rangiranje indikatora od onih s najvećom dijagnostičkom vrijednosti do onih s najmanjom te se na temelju toga donose odluke o tome koji će se indikatori koristiti u analizi. Moguće je da većina indikatora bude odbačena zbog konzistentnosti s većim brojem scenarija.

Prvi korak u analizi indikatora je izrada matrice koja može biti ručna ili specijaliziranim softverima te je sam proces sličan onom koji se koristi u analizi konkurentnih hipoteza, slika 10. Zatim se indikatori ponovno razvrstavaju te se oni s najvećom dijagnostičkom vrijednosti prikazuju na vrhu matrice dok se na dnu prikazuju najmanje diskriminativni. Najveću dijagnostičku vrijednost ima onaj indikator koji će se „vrlo vjerojatno“ pojaviti u jednom scenariju te istovremeno „nije vjerojatno“ da će se pojaviti u svim ostalim scenarijima. Indikator s najmanjom dijagnostičkom vrijednosti je onaj koji će se vrlo vjerojatno pojaviti u svim scenarijima. Nakon eliminacije indikatora koji nemaju dijagnostičku vrijednost preostali se ponovno razvrstavaju po scenarijima [7].



Slika 10. Model validatora indikatora

Izvor : [7]

Prvi korak u analizi indikatora je izrada i popunjavanje matrice koje se mogu izraditi ručno ili pomoću specijaliziranih softvera.

Matrica indikatora trebala bi sadržavati slijedeće stavke:

- Alternativne scenarije nabrojene na vrhu matrice
- Indikatore za sve scenarije u krajnjem lijevom stupcu

U svako polje matrice upisuju se procjene indikatora prema slijedećim kriterijima:

- Vrlo vjerojatan
- Vjerojatan
- Moguć
- Malo vjerojatan
- Nevjerojatan

Indikatori se boduju na temelju vjerojatnosti njihova ostvarivanja u odnosu na „home scenarij“, tablica 2.

Indikatori	Scenarij 1	Scenarij 2	Scenarij 3	Bodovi
AS1 VV	VV/V	VV	V	1
AS1 V		V	V	0
AS1 V		VV	VV	0
AS1 VV		MV	MV	8
AS2 VV	V	VV/V	VV	1
AS2 VV	V		V	2
AS2 VV	MV		MV	8
AS2 V	NV		NV	10
AS2 V	NV		VV	5
AS3 VV	MV	MV	VV/V	8
AS3 VV	M	NV		8
AS3 VV	M	M		4

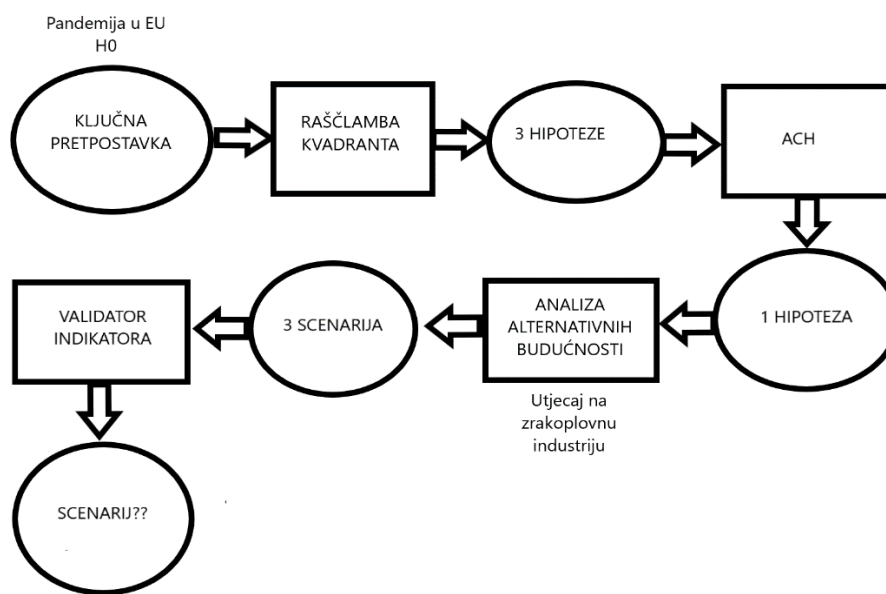
Tablica 2. Validator indikatora : primjer s 3 scenarija

Izvor : [7]

Najveću dijagnostičku vrijednost ima indikator koji će se vrlo vjerojatno pojaviti u jednom scenariju te istovremeno nije vjerojatno da će se pojaviti u svim ostalim scenarijima. Indikator s najmanjom dijagnostičkom vrijednosti je onaj koji je vrlo vjerojatan za sve scenarije. Indikatori koji imaju najviše ocjena „nije vjerojatan“ i „malo vjerojatan“ imaju najveću dijagnostičku vrijednost i zadržavaju se dok se eliminiraju indikatori koji imaju najmanje ili nemaju uopće takvih opcija. Kada se eliminiraju indikatori koji nemaju dijagnostičku vrijednost, preostali se indikatori ponovno razvrstavaju po scenarijima. Ako je većina indikatora za određeni scenarij eliminirana, identificiraju se novi indikatori za taj scenarij s većom dijagnostičkom vrijednosti te se za procjenu njihove vrijednosti ponavlja cijeli proces [7].

#### 4.4 Jedan od mogućih modela primjena tehnika

Na slici 11, kvadrati predstavljaju tehnike, krugovi su *input* i *output* te tehnikom raščlambe kvadranta želimo proizvesti tri moguće hipoteze razvoja pandemije u Europskoj Uniji. Output su 3 hipoteze koje su sada input u tehniku ACH kojom se želi naći najvjerojatnija hipoteza od te tri, izlaz ACH je jedna hipoteza.



Slika 11. Proces razvoja mogućih scenarija

Izvor :[7]

*Output* ACH tehnike treba odgovoriti na pitanje „razvoja“ pandemije u Europskoj Uniji. I to sa razine hipoteze to jest za bliskoročno razdoblje. Hipoteza je input za analizu alternativnih budućnosti čiji je cilj stvaranje odgovarajućih scenarija (srednjoročnih i dugoročnih). Kod tehnike analize alternativnih budućnosti bi na osi x imali broj zaraženih (veliki/mali), a na osi y zakonsku legislativu cijepljenja u državama Europske Unije (obavezno/dobrovoljno). Potrebno je proizvesti indikatore za svaki od scenarija koji moraju biti vidljivi, valjani, pouzdani, stabilni i jedinstveni. Da bi predložen model mogao ostvariti funkcionalnosti sustava razvoj upozorenja potrebno je kvantificirati dijagnostičku vrijednost svakog indikatora te tome služi tehnika validator indikatora. U našem primjeru moguća je tablica poput tablice 2 navedene iznad u tekstu [7].

Treba napomenuti da razvoj predloženih modela ide s lijeva na desno, a da se model primjenjuje s desna na lijevo. Predloženi model bi na taj način dovoljno rano upozorio dionike zrakoplovne industrije na razvoj određenih scenarija s mogućim posljedicama. Time bi bio omogućen proaktivi pristup ne samo s izazovima pandemije nego i sa svim mogućim budućim izazovima zrakoplovne industrije.

## 5. ICAO CART preporuke i upute s obzirom na Covid-19 krizu

Dokument koji je ICAO CART (*Councils Aviation Recovery Task Force*) objavio sadržava praktično i usklađeno vodstvo za vlade i operatore s ciljem ponovnog pokretanja međunarodnog zračnog prometa i oporavka od posljedica utjecaja Covid-19 pandemije.

U ovom poglavlju opisuju se navedene preporuke, prema izvorima [8, 9, 10].

### 5.1 Plan za ponovno pokretanje i oporavak

Oporavak i ponovno pokretanje se temelji na 10 ključnih principa[8]:

1. Zaštita putnika koristeći usklađene, ali i fleksibilne mjere  
Države i industrija moraju raditi zajedno kako bi se uskladile mjere zaštite za sigurnost putnika, posade i ostalog osoblja.
2. Potreban zajednički rad i solidarnost  
Planovi od ICAO-a, država, međunarodnih i regionalnih organizacija te sama industrija moraju se međusobno komplementirati i podržavati.
3. Osiguranje bitne povezanosti  
Potrebno je dodatnu pažnju posvetiti dobavnim lancima za udaljene ili izolirane države.
4. Aktivno upravljanje rizicima vezanim uz sigurnost, zaštitu i zdravlje  
Trebaju se koristiti podatkovni sustavni pristupi kako bi se očuvala operacijska sigurnost, zaštita i zdravlje u fazama oporavka i ponovnog pokretanja te prilagodba mjera.
5. Prilagoditi sigurnosne mjere i sustave u zračnom prometu onima iz javnog zdravstva  
Mjere iz područja zdravstva moraju biti pažljivo procjenjene i donesene kako bi se izbjegao negativan utjecaj na zrakoplovnu sigurnost i/ili zaštitu.
6. Ojačati povjerenje javnosti  
Potrebno je uspostaviti praktične i jasne mjere kako bi se putnici osjećali sigurno i zaštićeno tijekom samog putovanja te kako bi se uopće odlučili za jedno.
7. Razlikovati ponovno pokretanje od oporavka  
Te dvije faze su različite te mogu zahtijevati drugačije pristupe i privremene mjere kako bi se smanjili rizici.
8. Podržati strategije za financijsko olakšanje kako bi se pomoglo zrakoplovnoj industriji

Državne i financijske institucije bi trebale izravno ili neizravno, ovisno o potrebi, pružiti podršku u oporavku.

#### 9. Osigurati održivost

Zbog uloge zrakoplovne industrije za državu ona bi trebala pomoći u osiguranju ekonomske i ekološke održivosti zrakoplovnog sektora.

#### 10. Naučiti kako povećati otpornost

Oporavkom svijeta nakon Covid-19 pandemije potrebno je proučiti napravljene greške i naučene lekcije kako bi se ojačao zrakoplovni sustav u slučaju slične situacije.

Sustav globalnog zrakoplovnog prometa je mreža te je veoma važno da se izbjegne globalna kombinacija nekompatibilnih mjera zaštite zdravlja. Trebaju se implementirati globalne i regionalno usklađene mjere, prihvaćene od svih strana koje ne uzrokuju dodatan ekonomski teret ili ugrožavaju sigurnost i zaštitu civilnog zrakoplovstva. Osim opasnosti za javno zdravlje Covid-19 predstavlja i organizacijske te sistemske rizike za zrakoplovnu sigurnost zbog trenutne financijske situacije uzrokovane pandemijom. Temeljeno na globalnim ciljevima i osnovnim standardima za izvedbu mjere ublažavanja trebaju biti fleksibilne i ciljane kako bi osigurale da zrakoplovna industrija dovede do ekonomskog oporavka. Mjere koje bi dovele do troškova ili tereta moraju biti pažljivo pregledane i opravdane za sigurnost, zaštitu, javno zdravlje, povjerenje putnika i posade te druge benefite.

##### 5.1.1 Mjere za zrakoplovnu sigurnost

Za vrijeme početka pandemije došlo je do potrebe za trenutačnim odstupanjem od dosadašnjeg ICAO standarda te je fokus ICAO-a postao podrška državama u upravljanju takvim odstupanjima i istovremeno osiguravanje da su svi potencijalni sigurnosni rizici na odgovarajući način imenovani, olakšavajući njihovo prepoznavanje i prihvaćanje od strane drugih država te čineći te informacije dostupnim svim dionicima. ICAO je napravio alat koji prepoznaje sve privremene razlike od ICAO standarda na certifikatima i dozvolama koje su potrebne kako bi se omogućile operacije tijekom Covid-19 pandemije putem korisničkog sučelja i omogućio jednostavnu dostupnost tim podacima. Od država članice se očekuje da za vrijeme trajanja Covid-19 krize održavaju sustav prepoznavanja navedenih razlika ažurnim te da se nakon prestanka pandemije izbjegavaju prethodne mjere ublažavanja i da više nema razlika od ICAO standarda.

##### 5.1.2 Mjere vezane uz javno zdravlje u zrakoplovstvu

ICAO je još 2006. kao odgovor na SARS krizu postavio „Collaborative Arrangement for the Prevention and Management of Public Health Events in Civil Aviation“ (CAPSCA program“) koji kombinira izvore i stručnosti iz zrakoplovnog i zdravstvenog sektora kako bi se omogućila

spremnost i upravljanje događajima vezanim uz javno zdravstvo koji utječu na civilno zrakoplovstvo. CAPSCA mreža povezuje ICAO, Svjetsku Zdravstvenu Organizaciju(WHO) i Ujedinjene Narode (UN). Ovaj program je preporučio implemetiranje ICAO „Public Health Corridor“-a(PHC) koncepta da ulije povjerenje u ponovno pokretanje. Taj koncept je razvijen koristeći pristup temeljen na riziku koji uzima u obzir relevantna načela upravljanja sigurnošću, preporuke WHO i smjernice zrakoplovnog sektora za pandemiju.

#### 5.1.3 Osnovni skup mjera za ublažavanje zdravstvenog rizika kao osnovno sredstvo za oporavak

Nakon detaljne procjene kritičnih prioriteta koji se moraju imenovati kako bi se osigurao oporavak i ponovno pokretanje zrakoplovne industrije, najkritičnijim su se odredile operacije s putnicima. Temeljni element strategije za međunarodni oporavak je dokument „ *Take-off: Guidance for Air Travel through the COVID-19 Public Health Crisis*“ koji sadrži sveobuhvatan okvir preporučenih mjera za rješavanje i ublažavanje rizika za putnike i posadu tijekom svih faza putovanja. Te mjere se trebaju primjenjivati u skladu s razvojem situacije kako bi se održao siguran nastavak putničkog prometa sve dok pandemija ne bude stavljena pod kontrolu. Preporučene mjere bi trebale ojačati povjerenje u javno zrakoplovstvo i povjerenje potrošača i istovremeno smanjiti negativne operativne utjecaje i utjecaje na učinkovitost. Mjere bi se trebale oslanjati na sektorsko iskustvo upravljanja rizicima i biti što dosljednije, ali i dovoljno fleksibilne da odgovore na regionalne ili zahtjeve situacije. Okvir navedenog dokumenta se može prilagoditi drugim vrstama operacija i zrakoplovnih aktivnosti poput generalnog zrakoplovstva, kontrole zračne plovidbe i organizacijama za održavanje.

#### 5.1.4 Mjere vezane uz zaštitu i olakšavanje kretanje putnika

Zbog zatvaranja granica i ograničenja za putovanja zbog Covid-19 pandemije mjere koji olakšavaju kretanje putnika i tereta su od iznimne važnosti u oporavku od Covid-19 krize. Potiče se korištenje naprednih tehnologija kako bi se olakšala beskontaktna obrada putnika tijekom različitih faza putovanja. Provedbeni paket koji sadrži standardizirane obuke i alate je dostupan od lipnja 2020. godine kako bi vodio provedbu relevantnih odredbi o olakšanju od strane državnih vlasti, pružatelja zrakoplovnih usluga i dionika u lancu opskrbe.

#### 5.1.5 Ekonomske i financijske mjere

Kako bi pokušale zaustaviti i ograničiti širenje Covid-19 bolesti vlade su stavile značajna ograničenja na zračni promet, zatvorile granice i ograničile kretanja ljudi. Te su odluke kao i globalni gospodarski pad imale značajan utjecaj na održivost industrije civilnog zrakoplovstva u svijetu. Uzimajući u obzir izravne i neizravne ekonomske koristi koje zračni prijevoz pruža gospodarstvima, države bi trebale pružiti najprikladnija sredstva za podršku dionicima u sektoru civilnog zrakoplovstva. Ako i kada se to smatra potrebnim moguće je ,putem regionalne ili međunarodne ekonomske suradnje kao i sa privatnim sektorom i financijskim



institucijama, osigurati potrebnu podršku. Takve izvanredne mjere mogu se kretati od regulatornih olakšica, operativne fleksibilnosti, davanja izvan-bilateralnih prava na zračni promet do ekonomskih poticaja ili izravne financijske pomoći. Te mjere moraju biti inkluzivne, ciljane, proporcionalne, transparentne, privremene i ograničene na ono što je potrebno za ublažavanje utjecaja Covid-19 i u skladu s ICAO politikama i standardima istodobno imajući odgovarajuću ravnotežu između odgovarajućih interesa bez ugrožavanja sigurnosti, zaštite i obavezama vezanim uz okoliš[9].

## 5.2 *CART Take-off Guidance*

Dokument „*Take-off Guidance*“ pruža okvir na temelju kojeg se smanjuju utjecaji trenutne pandemije na svjetski zrakoplovni prijevozni sustav. Uključuje mjere ublažavanja potrebne za smanjenje rizika za zdravlje putnika i zrakoplovnih radnika i istovremeno jačanje povjerenja između putnika, radnika, svjetskog opskrbnog lanca i vlada. Uz pomoć i smjernice zajednice dionika civilnog zrakoplovstva, ICAO preporučuje pristup u fazama kako bi se putnicima i teretnom prometu omogućio siguran povratak na velika domaća i međunarodna zračna putovanja. Pristup uvodi temeljni skup mjera za formiranje osnovnog protokola za zdravstvenu sigurnost u zrakoplovstvu koji bi štitiio putnike i zrakoplovne radnike od Covida-19. Te će mjere omogućiti rast svjetskog zrakoplovstva dok se oporavlja od trenutačne pandemije. Međutim važno je prepoznati da će za svaku od tih faza biti potrebna prilagodba tih mjera u znak podrške zajedničkim ciljevima, a to su sigurno omogućavanje zračnog prometa, uključivanje novih zdravstvenih mjera u sustav zrakoplovstva kao i podrška za ekonomski oporavak i rast.

Prilikom izrade mjera sastavljajući su se vodili sljedećim razmatranjima:

1. Pažnja je usmjerena na osnovnima: sigurnost, zaštita i učinkovitost
2. Promicati javno zdravlje i povjerenje putnika, zrakoplovnih radnika i šire javnosti
3. Prepoznati zrakoplovstvo kao pokretača ekonomskog oporavka

Na temelju navedenih vodećih razmatranja sastavljajući su se dalje složili da ove mjere trebaju biti:

- Provođene pomoću višeslojnog pristupa koji je razmjeran razini rizika i ne smije ugroziti sigurnost zrakoplovstva
- Sposobne iskoristiti dugogodišnje iskustvo i primjeniti iste principe koji se koriste za upravljanje sigurnošću i rizicima. To uključuje praćenje usklađenosti, redovitu provjeru učinkovitosti mjera te poboljšane metode i tehnologije.
- Sposobne minimizirati negativne operativne utjecaje i utjecaje na učinkovitost, istovremeno jačajući i promičući povjerenje javnosti i javno zdravlje u zrakoplovstvu.
- Dosljedne i usklađene, ali dovoljno fleksibilne da se mogu prilagoditi na regionalnu ili situacijsku procjenu rizika i tolerancije na rizik. Prihvatanje ekvivalentnih mjera temeljenih na zajedničkim načelima i međunarodno priznatim kriterijima biti će temeljno sredstvo za obnavljanje zračnih usluga na globalnoj razini.
- Potkrijepljene medicinskim dokazima i u skladu s najboljom zdravstvenom praksom.

- Nediskriminirajuće, temeljene na dokazima i transparentne.
- Isplative, proporcionalne i da ne smanjuju jednaku mogućnost konkurentnosti.
- Vrlo vidljive te učinkovito i jasno iskomunicirane zrakoplovnoj zajednici kao i široj javnosti.
- U skladu s međunarodnim zahtjevima, standardima i preporučenim praksama primjenjivim na zrakoplovstvo i javno zdravstvo.

Pristup temeljen na riziku omogućiti će prijelaz između faza operacija ponovnog pokretanja i prilagođavanja mjera ublažavanja temeljenih na riziku, istovremeno prepoznavajući da postoji mogućnost potrebe povratka na prethodne faze. Cilj je maksimizirati dosljednost i razviti kriterije za izvješćivanje i nadzor podataka kao potporu u procesu ocjenjivanja i napredovanja u sljedeću fazu. Trenutno nije moguće pružiti bilo kakvu specifičnost o vremenu između faza.

Faza 0 : Situacija s ograničenjima putovanja i samo minimalnim kretanjem putnika između glavnih domaćih i međunarodnih zračnih luka.

Faza 1 : Početno povećanje putničkih putovanja. Ova početna faza podrazumijeva relativno mali broj putnika, što omogućuje zrakoplovnim kompanijama i zračnim lukama uvođenje zdravstvenih praksi primjerenih tom opsegu. Bit će značajnih izazova kako se svaka zajednica dionika prilagođava povećanoj potražnji i novim operativnim zahtjevima ublažavanja rizika. Zdravstvene mjere potrebne za putovanja morati će zadovoljavati najmanje one iz drugih lokalnih oblika prijevoza i infrastrukture.

Faza 2 : Dok zdravstvene vlasti i odgovorne osobe preispituju primjenjivost mjera temeljenih na medicinskim kriterijima količina putnika će se nastaviti povećavati. Nekoliko mjera koje su postojale u fazi 0 i 1 mogu se ukinuti. Zdravstvene mjere potrebne za zračne luke podudarati će se onima iz drugih oblika lokalnih prijevoza i infrastrukture.

Faza 3 : Ova faza započinje kada je virus kontroliran i ograničen u glavnim odredištima na svijetu kako su utvrdile zdravstvene vlasti. Smanjenje nacionalnih razina zdravstvenih upozorenja i povezano s tim popuštanje ograničenja putovanja biti će ključni pokretači. Mjere ublažavanja rizika će se nastaviti smanjivati, mijenjati ili će se zaustaviti u ovoj fazi. Možda neće biti učinkovitih farmaceutskih intervencija koje su obično dostupne tijekom faze 3, ali traženje kontakata i testiranje trebaju biti lako dostupni. Dok ne postanu dostupne specifične i učinkovite farmaceutske intervencije države će možda morati nastaviti s popuštanjem ili ponovno uspostaviti javne zdravstvene i socijalne mjere tijekom cijele pandemije.

Faza 4 : Ova faza započinje kada su specifične i učinkovite farmaceutske intervencije dostupne u većini zemalja. Može postojati niz preostalih mjera ili ublažavanja koje bi se mogle zadržati, iako bi i one trebale proći postupak periodičkog pregleda[10].

## 6. Zaključak

Covid-19 pandemija bila je jedan neočekivan događaj čije su posljedice i razvoj mogle biti previđene koristeći prilagođenije i preciznije tehnike, moglo bolje pripremiti i imati bolje rezultate te manji utjecaj na svjetsku ekonomiju i industriju. Metode koje se koriste za prognoziranje su kvantitativne te se one temelje na podacima o prošlim događajima odnosno razvoju industrija prilikom kreiranja prognoza. Takve tehnike ne uzimaju mogućnost nepredvidivih događaja niti se pomoću njih mogu izrađivati planovi o načinima pomoći i izlasku industrija iz takvog nepredvidivog događaja. Koristeći te tehnike u prošlosti također se nisu predviđjeli značajni događaji koji su uzrokovali slične situacije kao i ova pandemija kao što je bilo prikazano na grafovima. Neke od tih tehnika navedenih u ovom radu su : vremenska analiza („time- series analysis“) i uzročne metode („causal methods“) koje se kasnije dijele na druge podtehnike. Metoda vremenske analize ima model projekcije trenda („trend projection“) i raspadne metode („decomposition methods“) koje se temelje na pretpostavci da će se povijesni obrasci razvoja industrije nastaviti te je iznimno ovisna o dostupnosti podataka iz prošlosti. Dok se uzročne metode mogu podijeliti na regresijsku analizu, model istovremenih jednadžbi („Simultaneous equations models“) i prostorne modele ravnoteže. Matematički proces kod ove vrste metoda je procedura testiranja koja procjenjuje da li je veza između zavisne i nezavisne varijable značajno povezana sa promjenama tih varijabli. Metode koje bi se trebale koristiti i koje su prilagođenije predviđanju i uzimanju u obzir mogućnosti nepredvidivih događaja su kvalitativne metode. One koriste različite tehnike pomoću kojih je moguće razviti više scenarija i uvrstiti više varijabli koje mogu utjecati na razvoj industrija. Takve tehnike su kompleksnije i zahtjevnije za izvođenje što je potencijalno jedan od razloga zašto se ne upotrebljavaju pri prognoziranju razvoja zrakoplovne industrije. Neke od tih tehnika, a koje su navedene u ovom radu su : tehnike kreativnog mišljenja, ekspertnih kvantitativnih tehnika ili *problem-solving* i *decision-making* tehnika. Kako bi se što bolje utjecalo i što prije izašlo iz ove pandemijske krize ICAO je napravio dokument koji sadrži upute za oporavak i ponovno pokretanje zrakoplovne industrije. Sami ti procesi ovise o međusobnom uvažavanju država i prilagodbi mjera te o pojedinačnoj situaciji u državama. Nije moguće u trenutnoj situaciji predvidjeti kada će i kako završiti ova kriza, ali je moguće u budućnosti poduzeti bolje pripreme i koristiti druge metode kako bi se spriječio ili barem ublažio utjecaj sličnog događaja.

## Literatura

- [1] International Civil Aviation Organization. *Manual on Air Traffic Forecasting*. 2006. 5th edition. Preuzeto s: [https://www.icao.int/MID/Documents/2014/Aviation%20Data%20Analyses%20Seminar/8991\\_Forecasting\\_en.pdf](https://www.icao.int/MID/Documents/2014/Aviation%20Data%20Analyses%20Seminar/8991_Forecasting_en.pdf) [Pristupljeno : 9.svibnja 2021.]
- [2] IATA. PAX Forecast infographic final 2020. Preuzeto s : <https://www.iata.org/contentassets/e938e150c0f547449c1093239597cc18/pax-forecast-infographic-2020-final.pdf> [Pristupljeno: 9. svibnja 2021.]
- [3] Airbus. Global Market Forecast: Cities, Airports and Aircraft. Preuzeto s: <file:///C:/Users/Mia%20Kolari%C4%87/Downloads/GMF-2019-2038-Airbus-Commercial-Aircraft-book.pdf> [Pristupljeno: 9.svibnja 2021.]
- [4] Eurocontrol. Seven-Year Forecast. February, 2019. Preuzeto s: <http://www.atceuc.org/uploads/docs/eurocontrol-7-year-forecast-february-2019-main-report.pdf> [Pristupljeno: 10.svibnja 2021.]
- [5] International Civil Aviation Organization. *Effects of Novel Coronavirus on Civil Aviation: Economic Impact Analysis*. 2021. Preuzeto s: [https://www.icao.int/sustainability/Documents/COVID-19/ICAO\\_Coronavirus\\_Econ\\_Impact.pdf](https://www.icao.int/sustainability/Documents/COVID-19/ICAO_Coronavirus_Econ_Impact.pdf) [Pristupljeno: 15. svibnja 2021.]
- [6] European Commission, Joint Research Centre. Estimating and projecting air passenger traffic during the COVID-19 coronavirus outbreak and its socio-economic impact. 2020. Preuzeto s: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7200368/> [Pristupljeno: 17.svibnja 2021.]
- [7] Kopal R., Korkut D. Analitički menadžment. Zagreb; 2020.
- [8] International Civil Aviation Organization. *CART Report- Executive Summary*. Preuzeto s: <https://www.icao.int/covid/cart/Pages/CART-Report---Executive-Summary.aspx> [Pristupljeno: 20.svibnja 2021.]
- [9] International Civil Aviation Organization. *CART Report: Flightplan for Restart and Recovery*. Preuzeto s : <https://www.icao.int/covid/cart/Pages/CART-Report---Flightplan-for-Restart-and-Recovery.aspx> [Pristupljeno: 20.svibnja 2021.]
- [10] International Civil Aviation Organization. *Guidance for Air Travel through the COVID-19 Public Health Crisis*. Preuzeto s: <https://www.icao.int/covid/cart/Pages/CART-Take-off.aspx> [Pristupljeno: 21.svibnja 2021.]

## Popis slika

Slika 1. Krivulja odnosa cijene i potražnje.....	5
Slika 2.Odnos ponude i potražnje .....	12
Slika 3. Utjecaj povećanja cijene.....	12
Slika 4.Utjecaj povećanja u ekonomskoj aktivnosti .....	13
Slika 5.Udio gradskih parova.....	15
Slika 6.Prikaz brzine približavanja asimptotskoj vrijednosti .....	15
Slika 7. Odnos svjetskog godišnjeg prometa i godina.....	16
Slika 8. Prikaz odnosa GDP-a i godina .....	17
Slika 9. Razvoj svjetskoj putničkog prometa od 1945. do 2021.....	18
Slika 10. Model validatora indikatora .....	28
Slika 11. Proces razvoja mogućih scenarija.....	30



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj \_\_\_\_\_ završni rad

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

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ završnog rada pod naslovom **Utjecaj krize COVID-19 na modele prognoziranja zrakoplovne industrije**

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

U Zagrebu, 8/26/2021

Student/ica:

Mija Kdario  
(potpis)