

Vremenski uzročni model oporavka putničkoga zračnoga prometa u postrecesijskim razdobljima

Ozmec-Ban, Maja

Doctoral thesis / Disertacija

2023

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:119:625898>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-19**



Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Maja Ozmec-Ban

**VREMENSKI UZROČNI MODEL
OPORAVKA PUTNIČKOGA ZRAČNOGA
PROMETA U POSTRECESIJSKIM
RAZDOBLJIMA**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2023.



University of Zagreb

FACULTY OF TRANSPORT AND TRAFFIC SCIENCES

Maja Ozmec-Ban

**TEMPORAL CAUSAL MODEL FOR
PASSENGER AIR TRAFFIC RECOVERY
DURING POST-RECESSION PERIODS**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2023.



Sveučilište u Zagrebu

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Maja Ozmec-Ban

**VREMENSKI UZROČNI MODEL
OPORAVKA PUTNIČKOGA ZRAČNOGA
PROMETA U POSTRECESIJSKIM
RAZDOBLJIMA**

DOKTORSKI RAD

Mentorica: izv. prof. dr. sc. Ružica Škurla Babić

Zagreb, 2023.



University of Zagreb

FACULTY OF TRANSPORT AND TRAFFIC SCIENCES

Maja Ozmec-Ban

**TEMPORAL CAUSAL MODEL FOR
PASSENGER AIR TRAFFIC RECOVERY
DURING POST-RECESSION PERIODS**

DOCTORAL THESIS

Supervisor: Assoc. Prof. Ružica Škurla Babić, Ph. D.

Zagreb, 2023.

INFORMACIJE O MENTORICI

Ružica Škurla Babić rođena je u Dubrovniku 1968., državljanka je Republike Hrvatske, po nacionalnosti je Hrvatica. Osnovnu školu završila je u Stonu, a srednju školu usmjerenja matematičar-informatičar završila je u Dubrovniku s odličnim uspjehom.

Godine 1997. diplomirala je na Fakultetu prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, aeroprometno usmjerenje. Magistrirala je 2003. s temom *Unapređenje sustava za upravljanje kapacitetima zrakoplova*, a doktorski rad *Model predviđanja potražnje u sustavu dinamičkog upravljanja kapacitetima zrakoplova* obranila je 2013. godine na Fakultetu prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu.

Od 1. svibnja 1998. zaposlena je na Fakultetu prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, najprije kao mlađi asistent, zatim kao asistent te viši asistent. U znanstveno-nastavno zvanje docenta izabrana je u veljači 2016. te u zvanje izvanrednog profesora u lipnju 2021. Voditeljica je Katedre za tehnologiju zračnog prometa te je nastavno angažirana i nositeljica je predmeta na preddiplomskom studiju Osnove tehnologije zračnog prometa i Tehnologija prihvata i otpreme putnika i prtljage te na diplomskom studiju Planiranje zračnog prijevoza, Gospodarenje i upravljanje u zračnom prometu, Tehnologija zračnog prometa i Operativni postupci zračnih prijevoznika. Na doktorskom studiju nositeljica je predmeta Metode za procjenu stvarne potražnje za zračnim prijevozom. Koautorica je sveučilišnog udžbenika *Tehnologija zračnog prometa I* (2008.) te recenzirane skripte *Tehnologija prihvata i otpreme tereta u zračnom prometu* (2010.). Pohađala je stručno-metodička usavršavanja za primjenu teorijskih i praktičnih spoznaja pedagogije, didaktike i drugih društvenih znanosti u procesu učenja i poučavanja sadržaja nastavnih kolegija: Upravljanje timovima i disciplinom, Integrirano poučavanje – projektna nastava, Odnosi s javnošću i javni nastup, Mentalne mape. Bila je gostujući nastavnik na Saobraćajnom fakultetu u Beogradu (studeni 2018.) u sklopu CEEPUS mobilnosti nastavnog osoblja. U znanstveno zvanje višeg znanstvenog suradnika u području tehničkih znanosti, polje Tehnologija prometa i transport, izabrana je 8. svibnja 2019.

Kao suradnik radila je na pet znanstveno-istraživačkih projekata iz Programa Potpore za temeljno financiranje znanstvene i umjetničke djelatnosti Sveučilišta u Zagrebu (2019. – 2023.) pri čemu je 2021. bila voditeljica projekta *Istraživanje aktivnosti zračnih prijevoznika u uvjetima pandemije COVID-19 i modeliranje obrazaca oporavka zračnog prometa*. Kao suradnik i istraživač sudjelovala je u dva projekta iz programa kratkoročne potpore znanstvenim i

umjetničkim istraživanjima Sveučilišta u Zagrebu (2014. i 2015.), a od 1998. do 2013. radila je na projektima Ministarstva znanosti *Koncepcija razvoja zračnog prometa Hrvatske, Planiranje i razvoj zračnog prometa Hrvatske, Strategijsko modeliranje razvoja zračnog prometa*. Kao istraživač sudjelovala je u projektu Hrvatske zaklade za znanost STRUNA (*Usustavljanje i normiranje temeljnoga hrvatskoga zrakoplovnog nazivlja – ZRNA*, 2009. – 2013.) te kao suradnik u mjeri 4.4. *Upravljanje mobilnošću za veće korisnike* na istraživačkom projektu FP7 Europske unije *CIVITAS ELAN Mobilising citizens for vital cities Ljubljana – Gent – Zagreb – Brno – Porto* (2008. – 2012.).

Objavila je preko 50 znanstvenih radova te sudjelovala u više domaćih i međunarodnih znanstvenih skupova. Uže područje njezinoga znanstvenog interesa obuhvaća tehnološke postupke zračnog prijevoza, posebno modele za upravljanje kapacitetima zrakoplova i prognoziranje prometne potražnje, a bavi se i problemima suvremenoga zračnog prometa u širem kontekstu – tehnološkim postupcima prihvata i otpreme putnika, problematikom zaštite okoliša u zrakoplovstvu te istraživanjem kapaciteta zračnog prostora.

SAŽETAK

Industrija zračnog prijevoza se, uslijed pandemije bolesti COVID-19 i nametnutih ograničenja putovanja, suočila s dubokom gospodarskom krizom i posljedičnim smanjenjem potražnje koje je intenzivnije od svih ranijih recesija. U radu se istražuje uzročna veza između potražnje za zračnim prijevozom i relevantnih društveno-ekonomskih pokazatelja kako bi se kvantificirao budući rast industrije zračnog prijevoza, s posebnim naglaskom na oporavak nakon recesija bez obzira na njihov uzrok, obuhvat i trajanje. Na temelju robusnih setova povijesnih podataka koji pokrivaju period od 1990. do 2022. godine, a time i periode ranijih značajnih recesija koje su imale utjecaj na industriju zračnog prometa, analizira se uzročna veza između pokazatelja ostvarenoga putničkog zračnog prometa i drugih prometnih indikatora te niza društveno-ekonomskih pokazatelja koji su imali značajan utjecaj na dinamiku gospodarskih trendova u razdobljima oporavka. U radu su utvrđene uzročne veze između pokazatelja zračnog prometa i svih istraživanih društveno-ekonomskih pokazatelja. Ta je uzročna veza različita u različitim promatranim razdobljima i nije uvijek jednako značajna. U razdobljima recesija neki društveno-ekonomski pokazatelji snažnije uzrokuju kretanja prometnih pokazatelja, dok su u razdobljima ekspanzija značajniji drugi društveno-ekonomski pokazatelji. Predložen je vremenski uzročni model za prognoziranje oporavka putničkoga zračnog prometa koji uzima u obzir niz prometnih i društveno-ekonomskih pokazatelja i njihove uzročne veze. Modelom se kreira povezani sustav vremenskih nizova koji uključuje samo one prediktore koji pokazuju značajan utjecaj na odabrane pokazatelje prometne potražnje u zračnom prometu. Model pruža kvalitativnu procjenu uzročnih veza i dopušta razumijevanje uzročne strukture između varijabli. Prognoze se postižu primjenom modela koji je izveden iz uzročne strukture i upotrebljava podatke prošlih vrijednosti prediktorske i target varijable kako bi se predvidjele buduće vrijednosti odabranoga vremenskog niza. Izrađene su prognoze prometne potražnje u putničkome i teretnome zračnom prometu za sljedećih 12 mjeseci čije su performanse uspoređene s ARIMA modelom kojim se prognozira isti period. Isto se tako uspoređuju ostvareni rezultati u putničkome zračnom prometu u prognoziranom periodu s rezultatima prognoza dobivenih vremenskim uzročnim modelom i ARIMA modelom. Na temelju rezultata i analize dobre prakse predložene su smjernice za brži oporavak zračnih prijevoznika nakon recesije. Stečene spoznaje pridonose optimizaciji prometno-tehnoloških procesa poslovanja zračnih prijevoznika u postkriznim razdobljima.

Ključne riječi: *kratkoročno prognoziranje potražnje; putnički zračni prijevoz; uzročna veza; oporavak nakon recesije; društveno-ekonomski pokazatelji; vremenski uzročni model prognoziranja potražnje*

SUMMARY

The global air transport industry, an integral component of the world economy, has faced an unprecedented economic crisis characterized by a substantial reduction in demand. This reduction is more intense than any previous recessions the industry has encountered, and it is primarily attributed to the impact of the COVID-19 pandemic and the stringent travel restrictions that followed in its wake. This study explores the causal relationship between air transport demand and pertinent socio-economic indicators, with the aim of quantifying the future growth prospects of the air transport sector. It places particular emphasis on understanding the dynamics of recovery after recessions, regardless of their underlying causes, scope, or duration.

Drawing upon a dataset spanning from 1990 to 2022, which encompasses periods of significant recessions that have left a notable imprint on the air transport industry, this research meticulously examines the causal links between passenger air transport indicators, other key transportation metrics, and a diverse array of socio-economic indicators that wield substantial influence over economic trends during post-recession recovery phases.

The findings of this study reveal the existence of discernible causal relationships between air transport indicators and socio-economic indicators. However, these causal relationships exhibit a dynamic nature, manifesting variations across different observed periods. Notably, during recessions, specific socio-economic indicators exert a more pronounced influence on air transportation metrics. In contrast, during economic expansion periods, alternative socio-economic factors come to the fore, indicating a shifting landscape of causality that necessitates adaptive strategies.

To facilitate precise forecasting of passenger air traffic recovery, this research introduces a temporal causal model. This model represents a systematic approach that integrates various transportation and socio-economic indicators while considering their causal relationships. It strategically selects predictors that exhibit significant impacts on the chosen air transport indicators, thereby enhancing the accuracy of forecasts and providing decision-makers with actionable insights. Using the time-causal model, a system of time-series has been created, allowing for the identification of causal relationships between selected time-series at a much more complex level than the bivariate Granger causality test. The time-causal model includes the use of autoregressive models, vector autoregressive models (VAR), vector error correction models (VECM), and the Granger causality test. Air transport indicators are assigned the role of predictor

and target variables simultaneously, while socio-economic indicators are assigned the role of predictor variables. It was determined that there is a difference in causal relationships during periods of expansion and recession. During recession periods, indicators such as the price of crude oil, jet fuel, and ownership rates have a stronger influence on air transport indicators, whereas during expansion periods, the number of employees in the air transport industry and airline ticket prices have a stronger influence on air transport indicators. Some socio-economic indicators, such as population and gross domestic product, affect air transport indicators in both expansion and recession periods, although not necessarily with the same intensity. Forecasted values from the temporal causal and ARIMA models were compared with realized traffic to assess the quality and accuracy of the models. Based on the comparison the time-causal model enables instant analysis of circumstances and causes in dynamic environments, as well as reliable forecasting of upcoming periods.

In the aftermath of economic downturns, airlines face the formidable challenge of recovery. Building on empirical evidence and rigorous analysis, this research culminates in the formulation of pragmatic guidelines. These guidelines provide a structured framework for airlines to navigate the turbulent post-recession landscape more effectively. By optimizing operational processes, refining marketing strategies, and fostering collaboration among industry stakeholders, these recommendations aim to expedite and fortify the recovery process.

This comprehensive study sheds light on the intricate dynamics within the global air transport industry during times of crisis and recovery. It equips industry stakeholders with a powerful forecasting tool, the temporal causal model, to make informed decisions in an ever-changing landscape. By unraveling the multifaceted causal relationships and offering practical recovery guidelines, this research contributes significantly to the body of knowledge in the field of air transportation economics and management. The acquired insights pave the way for informed decision-making and sustainable growth in the industry.

Key words: *short-term demand forecasting; passenger air transport; causality; recovery after recession; socioeconomic factors; temporal causal demand forecasting model*

Sadržaj

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | UVOD..... | 1 |
| 1.1 | Predmet istraživanja | 2 |
| 1.2 | Svrha i ciljevi | 2 |
| 1.3 | Dosadašnja istraživanja | 3 |
| 1.4 | Znanstvene metode..... | 7 |
| 1.5 | Struktura rada | 9 |
| 2 | POTRAŽNJA U ZRAČNOM PROMETU..... | 11 |
| 2.1 | Zakon potražnje..... | 12 |
| 2.2 | Elastičnost potražnje..... | 13 |
| 2.3 | Čimbenici dinamike rasta i razvoja putničkoga zračnog prometa..... | 15 |
| 2.4 | Karakteristike potražnje u zračnom prometu | 17 |
| 3 | PROMETNI I DRUŠTVENO-EKONOMSKI POKAZATELJI UPOTRIJEBLJENI U ISTRAŽIVANJU..... | 24 |
| 3.1 | Prometni pokazatelji..... | 28 |
| 3.1.1 | Prevezeni prihodovni putnici | 28 |
| 3.1.2 | Ostvareni putnički kilometri | 30 |
| 3.1.3 | Ostvareni tonski kilometri..... | 32 |
| 3.1.4 | Robni tonski kilometri..... | 34 |
| 3.1.5 | Raspoloživa sjedala kilometri | 35 |
| 3.2 | Društveno-ekonomski pokazatelji | 37 |
| 3.2.1 | Pokazatelji gospodarskog rasta | 37 |
| 3.2.1.1 | <i>Bruto domaći proizvod.....</i> | <i>37</i> |
| 3.2.1.2 | <i>Cijena sirove nafte</i> | <i>40</i> |
| 3.2.1.3 | <i>Trenutna cijena mlaznoga goriva</i> | <i>41</i> |
| 3.2.2 | Pokazatelji populacije i tržišta rada..... | 43 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.2.2.1 | Populacija..... | 44 |
| 3.2.2.2 | Stopa radne snage..... | 45 |
| 3.2.2.3 | Stopa nezaposlenosti..... | 46 |
| 3.2.2.4 | Broj zaposlenih u industriji zračnog prometa | 48 |
| 3.2.3 | Pokazatelji cijena i inflacije | 48 |
| 3.2.3.1 | Indeks troškova zapošljavanja..... | 48 |
| 3.2.3.2 | Indeks cijena proizvođača | 50 |
| 3.2.3.3 | Indeks potrošačkih cijena | 51 |
| 3.2.3.4 | Indeks industrijske proizvodnje | 52 |
| 3.2.3.5 | Indeks uvoznih i izvoznih cijena..... | 53 |
| 3.2.4 | Pokazatelji valutne politike | 54 |
| 3.2.4.1 | Stopa nacionalne valute prema posebnim pravima vučenja..... | 55 |
| 3.2.4.2 | Realni efektivni tečaj prema indeksu potrošačkih cijena..... | 56 |
| 3.2.4.3 | Realni efektivni tečaj prema indeksu jediničnih troškova..... | 57 |
| 3.2.5 | Pokazatelji osobnih financija | 59 |
| 3.2.5.1 | Osobni dohodak..... | 59 |
| 3.2.5.2 | Raspoloživi osobni dohodak | 60 |
| 3.2.5.3 | Stopa osobne štednje..... | 61 |
| 3.2.5.4 | Stopa vlasništva nekretnina | 62 |
| 3.2.6 | Pokazatelji ekonomske nestabilnosti..... | 63 |
| 3.2.6.1 | Vjerojatnost recesije | 63 |
| 3.2.6.2 | Indeks neizvjesnosti ekonomske politike | 64 |
| 3.2.6.3 | Indeks podudarne ekonomske aktivnosti..... | 65 |
| 3.2.7 | Pokazatelji turističke aktivnosti | 66 |
| 3.2.7.1 | Međunarodni turistički dolasci..... | 67 |
| 3.2.7.2 | Indeks cijena zrakoplovnih karata kao komponenta indeksa potrošačkih cijena ... | 68 |
| 4 | PROGNOZIRANJE POTRAŽNJE ZA USLUGAMA ZRAČNOG PRIJEVOZA..... | 69 |

| | |
|---|-----------|
| 4.1 Kvalitativne metode prognoziranja | 71 |
| 4.1.1 Fokus-grupa | 72 |
| 4.1.2 Istraživanje tržišta | 72 |
| 4.1.3 Barometarske prognoze..... | 73 |
| 4.1.4 Delfi-metoda | 73 |
| 4.1.5 Povijesna analogija | 73 |
| 4.2. Kvantitativne metode prognoziranja | 74 |
| 4.2.1 Metode analize vremenskih nizova | 74 |
| 4.2.1.1 Metode dekompozicije vremenskog niza..... | 76 |
| 4.2.1.2 Metode izgladivanja..... | 76 |
| 4.2.1.2.1 Metode pomičnih prosjeka..... | 77 |
| 4.2.1.2.2 Metode eksponencijalnog izgladivanja..... | 77 |
| 4.2.1.3 Modeli stacionarnih vremenskih nizova | 78 |
| 4.2.1.3.1 Čisti slučajni proces | 79 |
| 4.2.1.3.2 Autoregresijski model..... | 80 |
| 4.2.1.3.3 Model pomičnih prosjeka | 80 |
| 4.2.1.3.4 Mješoviti model | 81 |
| 4.2.1.4 Model nestacionarnih vremenskih nizova..... | 81 |
| 4.2.2 Regresijska analiza..... | 82 |
| 4.2.2.1 Jednostavna linearna regresija | 82 |
| 4.2.2.2 Model višestruke linearne regresije..... | 83 |
| 5 UTVRĐIVANJE GRANGEROVE UZROČNOSTI IZMEĐU POTRAŽNJE ZA PUTNIČKIM ZRAČNIM PROMETOM I PROMETNIH I DRUŠTVENO- EKONOMSKIH POKAZATELJA | 85 |
| 5.1. Transformacija kvartalnih podataka u mjesečne | 88 |
| 5.2. Analiza vremenskih nizova za prognoziranja potražnje u putničkom zračnom prometu..... | 91 |
| 5.3 Stacionarnost vremenskog niza | 94 |

| | |
|---|------------|
| 5.4 Kointegracija vremenskog niza | 96 |
| 5.5 Analiza uzročnosti odabranih prometnih pokazatelja i društveno-ekonomskih čimbenika | 101 |
| 6 VREMENSKI UZROČNI MODEL PROGNOZIRANJA POTRAŽNJE ZA PUTNIČKIM ZRAČNIM PRIJEVOZOM U POSTRECESIJSKIM RAZDOBLJIMA.... | 107 |
| 6.1 Utvrđivanje uzročnosti vremenskih nizova vremenskim uzročnim modelom | 108 |
| 6.1.1 Prilagođenost vremenskog uzročnog modela..... | 109 |
| 6.1.2 Kompleksnost vremenskoga uzročnog modela..... | 111 |
| 6.1.3 Dijagrami uzročnosti vremenskoga uzročnog modela | 115 |
| 6.1.4 Utvrđivanje uzročnosti vremenskim uzročnim modelom za kraći vremenski period..... | 124 |
| 6.1.5 Utvrđivanje uzročnosti vremenskim uzročnim modelom prije izbijanja krize uzrokovane pandemijom COVID-19 | 130 |
| 6.2 Prognoziranje potražnje u zračnom prometu vremenskim uzročnim modelom..... | 135 |
| 6.3 Usporedba performansi i rezultata vremenskoga uzročnog modela s ARIMA modelom radi prognoziranja prometne potražnje u zračnom prometu..... | 142 |
| 6.4 Usporedba modela za prognozu vremenskih nizova | 144 |
| 7 SMJERNICE ZA BRŽI OPORAVAK ZRAČNIH PRIJEVOZNIKA NAKON RECESIJE | 150 |
| 7.1. Analiza okolnosti krize uzrokovane pandemijom bolesti COVID-19..... | 150 |
| 7.2. Mitigacijske mjere zračnih prijevoznika kao odgovor na krizu uzrokovanu pandemijom bolesti COVID-19..... | 152 |
| 8 ZAKLJUČAK | 157 |
| LITERATURA | 162 |
| POPIS TABLICA, GRAFIČKIH PRIKAZA I SLIKA..... | 170 |
| PRILOZI..... | 179 |
| Prilog 1: Izvodi iz <i>eViews</i> a o provedenoj analizi Grangerove uzročnosti za prevezene prihodovne putnike u domaćem prometu | 179 |
| Prilog 2: Izvodi iz <i>eViews</i> a o provedenoj analizi Grangerove uzročnosti za prevezene prihodovne putnike u međunarodnom prometu..... | 196 |

| | |
|---|-----|
| Prilog 3: Izvodi iz <i>eViewsa</i> o provedenoj analizi Grangerove uzročnosti za ostvarene putničke kilometre u domaćem prometu | 213 |
| Prilog 4: Izvodi iz <i>eViewsa</i> o provedenoj analizi Grangerove uzročnosti za ostvarene putničke kilometre u međunarodnom prometu..... | 229 |

1 UVOD

Važnost prognoziranja očituje se u mogućnosti predviđanja budućih događaja koji su kritični ulazni podatak za većinu procesa planiranja, odlučivanja, ali i upravljanja prometnim sustavima. Kvantificiranje buduće potražnje za zračnim prometom nužan je preduvjet planiranja svih aktivnosti i tehnoloških procesa zračnih prijevoznika na taktičkoj i strateškoj razini: planiranja reda letenja, rasporeda rada posada, održavanja, flote i mreže linija, upravljanja kapacitetima zrakoplova te menadžmenta i marketinga. Važnost prognoziranja potražnje u zračnom prometu poprima još značajniju ulogu prilikom kriznih događaja i recesija. Karakteristike zračnog prijevoza poput volatilnosti, rigidnosti i sezonalnosti izrazito su važan razlog predviđanja buduće potražnje za zračnim prometom – potrebno je planirati ponudu usluga kako bi se resursi učinkovitije iskoristili.

Kako bi se osigurala preciznost i pouzdanost dobivenih rezultata, potrebno je osigurati visoku kvalitetu podataka, provesti detaljnu analizu i primijeniti odgovarajuće metode i tehnike. Potražnja za zračnim prijevozom usko je povezana s društveno-ekonomskim pojavama i kretanjima. Svjetska gospodarska klima i stopa gospodarskog rasta određuju razinu industrijske i gospodarske aktivnosti u svakoj zemlji i općenito razinu i prirodu međunarodne trgovine. Razina gospodarske aktivnosti i trgovine izravno utječe na rast potražnje za poslovnim putovanjima. Neizravno utječe i na potražnju za turističkim putovanjima, budući da utječe na razinu i rast osobnih dohodaka, posebno veličinu diskrecijskih dohodaka koji ostaju na raspolaganju nakon podmirenja svih osnovnih životnih potreba i iz kojih se poduzimaju privatna putovanja. Stanje gospodarstva ključan je čimbenik u razvoju zračnog prometa. Prognoze gospodarskog rasta temeljne su pretpostavke poslovnih i razvojnih planova iz perspektive svih sudionika lanca vrijednosti civilnoga zračnog prometa. Industrija zračnog prometa potiče međunarodnu trgovinu, omogućava poslovnim subjektima širom svijeta brz i efikasan pristup različitim tržištima. Osim društveno-ekonomskih pokazatelja, potražnju za zračnim prijevozom mogu odrediti i posebni događaji, na primjer, vojni sukobi, teroristički napadi, sportski događaji, javnozdravstvene krize te geološke aktivnosti, kao što su vulkanske erupcije ili potresi.

Pandemija bolesti COVID-19 jedan je od događaja sa značajnim utjecajem na industriju zračnog prijevoza, jačim od prethodnih kriznih događaja, poput terorističkog napada na SAD 2001., epidemije bolesti SARS 2003. ili globalne financijske krize 2008. U prvom valu pandemije, između ožujka i lipnja 2020., na globalnoj je razini bilo prizemljeno oko 17 000 zrakoplova. Nakon

prijašnjih recesija koje su šokirale industriju zračnog prometa, rast zračnog prometa ostao je prilično stabilan u srednjoročnom i dugoročnom razdoblju, no pad uzrokovan pandemijom nema presedana. Kako bi smanjile širenje virusa, zemlje diljem svijeta uvele su različite restrikcije koje su uključivale obustavu domaćih i međunarodnih putovanja. Smanjenje broja putnika, posebno u zračnom prometu, koje je proizašlo iz vladinih restrikcija i strahova pojedinaca od zaraze virusom upotrebom sredstava masovnog prijevoza, jedan je od društvenih i ekonomskih učinaka koji se mogu povezati s krizom zbog bolesti COVID-19.

1.1 Predmet istraživanja

Predmet istraživanja ovoga doktorskog rada jest prognoziranje potražnje za putničkim zračnim prijevozom nakon recesije. U radu su prikazane različite metode predviđanja prometne potražnje, a prezentiran je vremenski uzročni model predviđanja prometne potražnje u putničkom zračnom prometu koji na temelju ulaznih podataka služi za prognoziranje oporavka u postrecesijskim razdobljima, kao i za prognoziranje potražnje u normalnim okolnostima.

1.2 Svrha i ciljevi

U radu se analizira problem uzročne veze između potražnje za putničkim zračnim prijevozom i relevantnih društveno-ekonomskih i prometnih pokazatelja kako bi se kvantificirao budući rast potražnje za putničkim zračnim prijevozom. Poseban naglasak istraživanja je na oporavku nakon recesija bez obzira na njihov uzrok, obuhvat i trajanje. Cilj predloženog istraživanja jest izrada modela oporavka putničkoga zračnog prometa nakon pada prometa i gospodarskih aktivnosti uzrokovanih recesijama, uvažavajući njihove specifične značajke i uzroke.

Svrha istraživanja jest pružiti razumijevanje uzročne veze između potražnje za putničkim zračnim prijevozom i relevantnih društveno-ekonomskih i prometnih pokazatelja te kvantificirati budući rast potražnje za putničkim zračnim prijevozom, kao i pružiti relevantne informacije i smjernice za industriju putničkoga zračnog prijevoza, regulatorna tijela i druge dionike kako bi se bolje pripremili za oporavak nakon recesija i donijeli informirane odluke o planiranju i razvoju putničkoga zračnog prometa.

Hipoteze istraživanja su:

H1: Postoji uzročnost između različitih prometnih i društveno-ekonomskih pokazatelja i potražnje u putničkome zračnom prometu, a u uvjetima kriza i globalnih poremećaja ta je uzročnost izraženija;

H2: Uporabom vremenskoga uzročnog modela zasnovanog na identificiranim vezama između dinamike potražnje u zračnom prometu i odabranih prometnih i društveno-ekonomskih pokazatelja moguće je preciznije predvidjeti obrazac oporavka putničkoga zračnog prometa.

1.3 Dosadašnja istraživanja

Različiti znanstveni radovi ističu uzročni odnos između potražnje za zračnim prijevozom i društveno-ekonomskih pokazatelja. Primijenjena metodologija u ovim radovima uglavnom se temelji na Grangerovoj analizi uzročnosti vremenskih nizova [1]. Grangerova uzročnost je statistička metoda koja se primjenjuje za utvrđivanje uzročno-posljedičnih odnosa između dvije varijable pomoću analize vremenskih nizova. Ta se metoda temelji na ideji da bi, ako je jedna varijabla uzrok promjena u drugoj varijabli, informacija o povijesnoj vrijednosti prve varijable trebala poboljšati predviđanje budućih vrijednosti druge varijable. Grangerova uzročnost upotrebljava testove hipoteza kako bi se utvrdilo postoji li statistički značajan uzročni odnos između dvije varijable. Ta je metoda široko primijenjena u istraživanjima ekonomije, financija, marketinga, meteorologije, prometa i drugih područja koja se temelje na analizi vremenskih nizova.

U [2] se istražuju odnosi između bruto domaćeg proizvoda (BDP) i domaćega zračnog putničkog prometa u Brazilu. Posebno su istražene reakcije prijevoznika na recesije i uzročne odnose prometnih i društveno-ekonomskih pokazatelja. S obzirom na nedostatak prethodnih istraživanja koja tretiraju ovu problematiku, autori predlažu prilagođeni ekonometrijski pristup koji se može rabiti kao input za modele predviđanja potražnje koji uključuju analizu vremenskih nizova u području zračnog prometa. Njihovi rezultati pokazuju da postoji dvosmjerna uzročna veza između BDP-a i putničkoga zračnog prometa u Brazilu. To znači da povećanje BDP-a može dovesti do povećanja putničkoga zračnog prometa, ali isto tako i povećanje putničkoga zračnog prometa može potaknuti rast BDP-a. Autori također navode da je ta uzročna veza možda jača u razdobljima brzoga gospodarskog rasta jer se povećava broj poslovnih putovanja, a kako raste BDP, tako raste i broj turističkih putovanja zbog porasta diskrecijskog dohotka. Međutim, u razdobljima ekonomske stagnacije, putnički zračni promet može pasti, što dovodi do pada BDP-a. U zaključku,

Fernandes i Pacheco ističu da je važno uzeti u obzir uzročnu vezu između BDP-a i putničkoga zračnog prometa pri analizi kretanja gospodarskih aktivnosti i zračnog prometa.

Van De Vijver i sur. [3] također provode Grangerovu analizu vremenskih nizova kako bi ispitali uzročnu vezu između obujma trgovine (interpretirane pomoću stopa uvoza i izvoza) i putničkoga zračnog prometa na odabranim parovima zemalja Azije i Pacifika. Isti autori u [4] analiziraju vezu između različitih stopa zaposlenja (kao pokazatelja razvijenosti regije) i potražnje za zračnim prijevozom na području Europe. Pomoću Grangerove analize uzročnosti u [5] autori dokazuju da postoji snažna kratkoročna i dugoročna veza između lokalnoga gospodarstva i regionalnoga zračnog prometa u Australiji. Autori u [6] ispituju uzročnu vezu između gospodarstva i zračnog prometa južnoazijskih zemalja te pronalaze dugoročnu jednosmjernu Grangerovu uzročnost između putničkoga zračnog prometa i BDP-a. Autori Xu i sur. u [7] primjenjuju Grangerovu uzročnost na setu kvartalnih podataka kako bi ispitali odnose između BDP-a i domaćega putničkog zračnog prometa u odabranim kineskim pokrajinama. Rezultati pokazuju da postoji snažna dugoročna dvosmjerna ovisnost BDP-a i domaćega putničkog prometa, a da u kratkoročnom razdoblju postoji jednosmjerna uzročna veza između BDP-a i domaćega putničkog zračnog prometa.

U [8] autori uzimaju u obzir i turizam kao pokazatelj kretanja zračnog prometa te provode Grangerovu analizu uzročnosti kako bi utvrdili postoji li uzročna veza između zračnog prijevoza, turizma, ekonomskog napretka i zaposlenosti. Osim navedenih istraživanja koja su usmjerena na potražnju u putničkom zračnom prijevozu, autori Button i Yuan su u [9] istraživali potražnju za prijevozom tereta u zračnom prometu. Izrađena je analiza uzročnosti između stope zaposlenosti, osobnog dohotka, osobnog dohotka po glavi stanovnika i volumenu tereta te je utvrđen pozitivan uzročni odnos između količine prevezenog tereta i navedenih društveno-ekonomskih pokazatelja.

Istraživanja su pokazala da prometni učinci koji se odnose na prijevoz putnika i tereta u zračnom prometu različito reagiraju na ekonomske šokove [10]. Pearce u [11] utvrđuje kako je oporavak zračnog prometa nakon globalne financijske krize 2008. bio snažan i da su se upravo međunarodni putnički zračni promet i prijevoz tereta vratili na razine prije recesije u manje od 18 mjeseci. U radu [12] zaključeno je kako su se prilagodbe u industriji zračnog prometa nakon gospodarskih šokova dogodile na geografski koherentan način. Autori su u [13], proučavajući povijest ekonomskih kriza u SAD-u kako bi identificirali uzorke u trajektorijama gospodarskog

oporavka nakon kriza, utvrdili kako su recesije povezane s financijskim krizama općenito praćene brzim oporavcima. Međutim, kada su te recesije povezane s financijskim krizama, oporavak je često sporiji. Istaknuto je da su financijske krize u SAD-u često uzrokovane lošim upravljanjem kreditnim rizicima i da su regulativne mjere i reforme često uspješne u smanjenju vjerojatnosti budućih kriza. Uz to, rad pokazuje da su neke vrste institucionalnih promjena pomogle u smanjenju vjerojatnosti financijskih kriza. Bonham i sur. u [14] su, istražujući recesiju kao posljedicu terorističkog napada 11. rujna i njezin utjecaj na havajski turizam, utvrdili prisutnosti velikih regionalnih razlika u stopama oporavka, o čemu svjedoči razina turizma u kopnenom dijelu SAD-a koja znatno zaostaje za havajskim turizmom koji je dobio poticaj rasta zbog preusmjerenja američkih turista na Havaje umjesto putovanja u inozemstvo.

Nekoliko je recentnih radova vezanih uz oporavak industrije zračnog prijevoza od posljedica pandemije bolesti COVID-19. Glavni je fokus studije [15] prikupljanje i priprema mjesečnih podataka o prometu putnika u zračnom prijevozu na globalnoj razini radi analize utjecaja zabrane putovanja na industriju zračnog prometa. Autori u [16] procjenjuju vrijeme potrebno da se potražnja za zračnim prijevozom oporavi na razine prije pandemije pomoću ARIMAX (engl. *Extended Autoregressive Integrated Moving Average*) metode. U svom modelu upotrebljavaju, uz podatke o BDP-u i cijenama goriva, i procjene prognoze makroekonomskih dimenzija na globalnoj razini u različitim regijama kao ulazne podatke, ali na godišnjoj razini. Te su procjene izrađene na temelju prognoza Svjetske trgovinske organizacije (engl. *World Trade Organization – WTO*) kako bi se ispitali utjecaji različitih scenarija na makroekonomske ishode pomoću globalnog modela *Dynamic Computable General Equilibrium* koji je u skladu s istraživanjima koja se odnose na prethodne epidemije [17]. U [18] autori s obzirom na epidemiološke pretpostavke temeljene na prijašnjem iskustvu pandemija, uzimaju u obzir ukupni BDP, BDP po glavi stanovnika, inflaciju, stabilnost fluktuacije tečaja, međunarodnu trgovinu i stopu zaposlenosti kako bi predložili različite scenarije oporavka. Predviđeno je sedam mogućih scenarija na temelju različitih čimbenika, poput duljine trajanja pandemije, dubine recesije, različitih političkih mjera, razine globalne suradnje, tehnološkog napretka i promjena ponašanja potrošača. Autori su zaključili da će posljedice pandemije ovisiti o različitim čimbenicima i da će se vjerojatno razlikovati u različitim zemljama. Među sedam scenarija koje su predvidjeli, najgori je „pandemijski scenarij“, u kojem bi se pandemija produljila na tri godine, a globalni gospodarski pad bio bi dubok i dugotrajan. Najbolji

je „lokalizirani scenarij“, u kojem bi se pandemija brzo suzbila i to na tzv. lokalnom području zemlje izbijanja epidemije, a globalni gospodarski oporavak bio bi brz.

U [19] autori rabe vremenski uzročni model (engl. *Temporal Causal Model*) temeljen na Grangerovoj uzročnosti radi utvrđivanja uzročnosti odabranih vremenskih nizova indikatora turističke aktivnosti te ključnih društvenih pokazatelja i pokazatelja okruženja.

Osim navedenih društveno-ekonomskih pokazatelja kao važan pokazatelj potražnje za zračnim prijevozom ističe se i tzv. faktor spremnosti na putovanje. Istraživanje koje je provela IATA u kolovozu 2020., pokazalo je da bi 30 % ispitanika čekalo šest mjeseci ili više prije nego što bi razmotrilo komercijalna putovanja zrakoplovom, a dodatnih 15 % izjavilo je da ne planira putovati prije nego što prođe godinu dana ili više od prestanka pandemije. To istraživanje sugerira da se spremnost na putovanja zračnim prijevozom značajno smanjila u odnosu na predpandemijsko razdoblje. U [20] se razmatra putnička percepcija putovanja u okolnostima pandemije, pri čemu autori razmatraju 23 moguća prediktora razvrstana u pet kategorija koji mogu utjecati na spremnost putnika na poslovna i privatna putovanja. U svom istraživanju autori su utvrdili značajke putnika koji bi bili spremni putovati zrakoplovom tijekom pandemije bolesti COVID-19 i nakon nje. Rezultati pokazuju da čimbenici poput brzine širenja virusa, zdravstvenih mjera na odredištu, povjerenja u zdravstveni sustav te financijske sigurnosti i fleksibilnosti putnika utječu na njihovu volju da putuju.

U [21] autori pružaju informacije o utjecaju pandemije bolesti COVID-19 na kapacitet i potražnju u putničkom zračnom prometu te ističu potrebu istraživanja uzročnosti radi prepoznavanja ključnih pokazatelja koji pokreću potražnju za zračnim prijevozom tijekom i nakon pandemije. Linden u [22] predlaže praktične, kratkoročne preporuke oporavka industrije zračnog prometa koje uključuju strateško usmjeravanje ili preorijentaciju poslovanja te sugerira razmatranje tzv. faktora neizvjesnosti prilikom strateškoga dugoročnog planiranja procesa u zračnom prometu.

Autori u [23] istražuju uzročno-posljedični odnos između osobnih dohodaka i potražnje za putničkim zračnim prometom kako bi se pružio uvid u buduća kretanja industrije zračnog prometa, s posebnim naglaskom na period oporavka nakon krize. Autori primjenjuju bruto domaći proizvod kao zamjensku varijablu za analizu osobnog dohotka i cijene sirove nafte. Rezultati istraživanja ukazuju na to da će oporavak putničkoga zračnog prometa biti sporiji od oporavka gospodarstva.

Problem oporavka industrije zračnog prometa nakon recesije tretiran je i u velikom broju stručnih publikacija koje izdaju krovne udruge u industriji zračnog prometa: Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva (engl. *International Civil Aviation Organization – ICAO*) i Međunarodno udruženje zračnih prijevoznika (engl. *International Air Transport Organization – IATA*).

Kako problem oporavka industrije zračnog prometa ne može biti razmatran bez uvida u kretanja različitih društveno-ekonomskih pokazatelja, radi prikupljanja i razumijevanja statističkih podataka o zračnom prometu i društveno-ekonomskih pokazatelja upotrijebljene su publikacije različitih federalnih agencija Sjedinjenih Američkih Država poput: Zavoda za prometnu statistiku (engl. *Bureau of Transportation Statistics*), Uprave za energiju (engl. *U.S. Energy Information Administration*), Ureda za popis stanovništva (engl. *US Census Bureau*), Ureda za radnu statistiku SAD-a (engl. *Bureau of Labour Statistics*), Ureda za ekonomsku analizu SAD-a (engl. *Bureau of Economic Analysis*) i Federalne banke rezervi (engl. *Federal Reserve Bank of St. Louis*). Upotrijebljeni su i podaci Međunarodnog monetarnog fonda (engl. *International monetary fund*) i Svjetske turističke organizacije Ujedinjenih naroda (engl. *United Nations World Tourism Organization*).

Radi razumijevanja odnosa između prometnih i društveno-ekonomskih pokazatelja te kreiranja prognoza potražnje za zračnim prometom razmotrene su, a potom i primijenjene, različite statističke i ekonometrijske tehnike i metode na temelju različitih relevantnih izvora koji obrađuju primjenu statistike i ekonometrije – općenito i u tehnologiji prometa.

1.4 Znanstvene metode

U doktorskom su radu primijenjene različite metode znanstvenog istraživanja u skladu s postavljenim problemom, svrhom i ciljem istraživanja. Istraživanje je provedeno u fazama: prikupljanje informacija, odabir metoda, primjene metoda, prognoziranje i evaluacija.

U fazi prikupljanja informacija upotrijebljene su metode analize sekundarnih podataka i kombinacije više izvora podataka. Za ovaj predmet istraživanja odabrane su prediktorske varijable na temelju prethodnih istraživanja, poput bruto domaćeg proizvoda, cijene sirove nafte i mlaznoga goriva, stope nezaposlenosti i indeksa industrijske proizvodnje. Osim prethodno istraživanih prediktorskih varijabli prikupljeni su i podaci koji su posredno značajni za potražnju u zračnom

prometu, a koji u ranijim istraživanjima nisu uzeti u obzir. Neki od njih su: stopa vlasništva nekretnine, vjerojatnost recesije, indeks neizvjesnosti, realni efektivni tečaj prema posebnim pravima vučenja i stope efektivnog tečaja. Skup podataka za istraživanje obuhvaća Sjedinjene Američke Države i obuhvaća period od travnja 1990. do veljače 2022. i to na mjesečnoj razini.

U drugoj i trećoj fazi istraživanja odabrane su i primijenjene metode za analizu podataka. Budući da su neki podaci dostupni na mjesečnoj, a drugi na kvartalnoj razini, provedena je konverzija kvartalnih podataka u mjesečne upotrebom metode kubične *spline* interpolacije kako bi se konstruirale nove točke podataka unutar raspona diskretnog skupa poznatih točaka podataka. Analizom vremenskog niza, upotrebom ARIMA modela, utvrđena je opravdanost upotrebe mjesečnih podataka za kratkoročne prognoze.

Grangerova analiza uzročnosti upotrijebljena je za utvrđivanje vrste uzročne veze u odabranim vremenskim nizovima. Kako bi se izbjegli lažni rezultati, sve su varijable testirane na stacionarnost i kointegraciju kako bi se ispitalo postojanje dugoročne veze na temelju rezultata testova jediničnog korijena. U idućem je koraku analiziran smjer Grangerove uzročnosti između vremenskih nizova, a vrsta upotrijebljenog testa uzročnosti određena je na temelju rezultata kointegracijskog testa. Pomoću vremenskoga uzročnog modela identificirane su ključne veze u podacima vremenskih nizova koje omogućuju predviđanje tijeka vremenskih nizova na temelju tih odnosa.

Na temelju rezultata provedenih testova uzročnosti odabrane su prediktorske varijable i *target* varijable za istraživanje i kreiranje prognoze potražnje u putničkom zračnom prometu. Nakon utvrđivanja najznačajnijih uzroka pokazatelja prometne potražnje vremenskim uzročnim modelom, kreirane su kratkoročne prognoze potražnje u putničkom i teretnome zračnom prometu. Za pokazatelje prometne potražnje u putničkom zračnom prometu kreirane su i prognoze primjenom ARIMA modela (*benchmark* modelom za prognozu potražnje u zračnom prijevozu), nakon čega je slijedila komparacija modela.

Na temelju dobivenih rezultata izrađene prognoze potražnje za zračnim prijevozom, definirane su smjernice za brži oporavak zračnih prijevoznika nakon recesije te su predložene konkretne mjere za oporavak industrije zračnog prijevoza u postrecesijskim razdobljima. Predloženi vremenski uzročni model može pomoći u razumijevanju ključnih veza između različitih

varijabli u industriji zračnog prometa te omogućiti bolje predviđanje dinamike kretanja vremenskih nizova na temelju tih odnosa.

1.5 Struktura rada

Uvodni dio rada predstavlja predmet istraživanja, definira svrhu i ciljeve istraživanja. Nadalje, daje se pregled dosadašnjih istraživanja u području istraživanja uzroka kretanja zračnog prometa i opisuju znanstvene metode koje će se upotrebljavati tijekom istraživanja. Na kraju poglavlja navodi se struktura rada kako bi se čitatelju omogućio pregled sadržaja.

Drugo poglavlje, *Potražnja u zračnom prometu*, opisuje značajke potražnje u zračnom prometu. Zakon potražnje i elastičnost potražnje obrađuju se kao ključni koncepti u razumijevanju ponašanja putnika. Također, istražuju se čimbenici koji utječu na dinamiku rasta i razvoja putničkoga zračnog prometa te se opisuju karakteristike potražnje u tom sektoru.

Poglavlje *Prometni i društveno-ekonomski pokazatelji upotrijebljeni u istraživanju* analizira različite pokazatelje, kao što su prevezeni prihodovni putnici, ostvareni putnički kilometri, ostvareni tonski kilometri, robni tonski kilometri, raspoloživa sjedala kilometri te se proučavaju pokazatelji gospodarskog rasta, populacije i tržišta rada, cijena i inflacije, valutne politike, osobnih financija, ekonomske nestabilnosti te turističke aktivnosti.

Četvrto poglavlje, *Prognoziranje potražnje za uslugama zračnog prijevoza*, istražuje metode prognoziranja potražnje za uslugama zračnog prijevoza. Opisuju se kvalitativne metode, kao što su fokus-grupa, istraživanje tržišta, barometarske prognoze, delfi-metoda i povijesna analogija. Također, analiziraju se kvantitativne metode poput metoda analize vremenskih nizova i regresijske analize te se opisuju različiti modeli koji se primjenjuju za prognoziranje potražnje.

Peto poglavlje, *Utvrđivanje Grangerove uzročnosti između potražnje za putničkim zračnim prometom i prometnih i društveno-ekonomskih pokazatelja*, bavi se Grangerovom uzročnošću, kao i transformacijom i analizom prikupljenih vremenskih nizova. Prikazuje se transformacija kvartalnih podataka u mjesečne podatke te se analiziraju vremenski nizovi za prognoziranje potražnje u putničkome zračnom prometu. Nakon transformacije podataka vremenski su nizovi testirani na stacionarnost. Ako se niz pokazao nestacionarnim, nizovi su diferencirani onoliko puta koliko je potrebno da niz postane stacionaran. U sljedećem su koraku nizovi testirani na

kointegraciju, a potom je, na temelju testa kointegracije, proveden Grangerov test uzročnosti. Tim je testom utvrđena uzročna veza između prometnih pokazatelja i društveno-ekonomskih pokazatelja koja može biti jednosmjerna, obostrana ili nepostojeća.

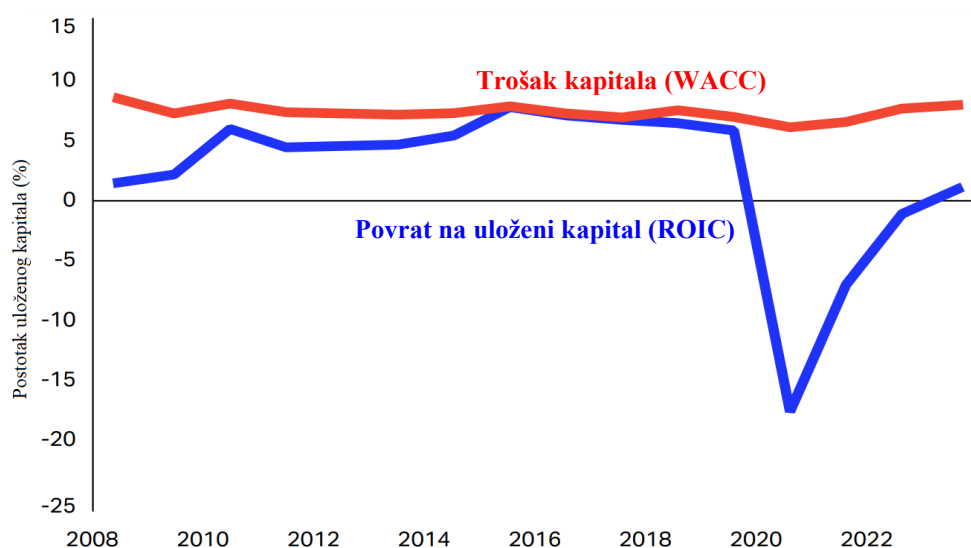
Poglavlje koje slijedi, *Vremenski uzročni model prognoziranja potražnje za putničkim zračnim prijevozom u postrecesijskim razdobljima*, usredotočuje se na vremenski uzročni model za prognoziranje potražnje u zračnom prometu. Detaljno se objašnjava utvrđivanje uzročnosti vremenskih nizova pomoću vremenskoga uzročnog modela te se analizira prilagođenost i kompleksnost takvog modela. Nadalje, opisuju se dijagrami uzročnosti vremenskoga uzročnog modela i provodi se usporedba performansi i rezultata vremenskoga uzročnog modela s ARIMA modelom radi prognoziranja prometne potražnje u zračnom prometu. Prognozirane vrijednosti vremenskim uzročnim i ARIMA modelom uspoređene su s realiziranim prometom kako bi se procijenila kvaliteta i točnost modela. Metrika poput upotrijebljenog koeficijenta determinacije rabi se za kvantitativnu procjenu performansi modela. Na temelju kvantitativne procjene i usporedbe s realiziranim prometom doneseni su zaključci o prikladnosti i pouzdanosti modela.

Sedmo poglavlje istražuje smjernice za brži oporavak zračnih prijevoznika nakon recesije, s posebnim osvrtom na analizu okolnosti krize uzrokovane pandemijom bolesti COVID-19. Ovaj dio istraživanja također razmatra mitigacijske mjere zračnih prijevoznika kao odgovor na krizu uzrokovanu pandemijom.

U zaključnom poglavlju rada prezentirani su sažeti rezultati istraživanja i ističu se ključne spoznaje dobivene iz analize uzročnosti potražnje u zračnom prometu te značaj predloženoga vremenskog uzročnog modela za prognoziranje potražnje u putničkom zračnom prometu.

2 POTRAŽNJA U ZRAČNOM PROMETU

Industriju zračnog prometa karakteriziraju cikličke oscilacije i izrazito je osjetljiva na vanjske čimbenike. Temeljni trend industrije zračnog prometa uvijek je bio rast potražnje, ali po godišnjoj stopi koja opada. Većina industrija ili poslovanja s visokim rastom potražnje za svojim proizvodima ili uslugama uživa u značajnim profitnim marginama. Međutim, to nije slučaj u industriji zračnog prometa što je svojevrstan paradoks ove industrije. Financijska je uspješnost zračnih prijevoznika na globalnoj razini vrlo marginalna, a to je jasno vidljivo na grafičkom prikazu 1 koji prikazuje postotak prosječnog povrata na uloženi kapital (engl. *Return of Invested Capital* – ROIC) i prosječnog troška kapitala (engl. *Weighted Average Cost of Capital* – WACC). Iz grafa je vidljivo kako zračni prijevoznici ostvaruju gubitke na globalnoj razini jer u smislu razine ostvarenoga operativnog profita, odnosno povrata na kapital prijevoznici ostvaruju gubitke.



Grafički prikaz 1: Prosječan povrat na uloženi kapital i prosječan trošak kapitala zračnih prijevoznika na globalnoj razini od 2008. do 2022. godine
Izvor: [24]

S obzirom na relativno male profitne marže, financijsko stanje industrije zračnog prometa značajno ovisi o globalnim ekonomskim uvjetima.

Potražnju se može definirati kao sposobnost i spremnost da se kupi određena količina dobara ili usluga po različitim cijenama u određenome vremenskom razdoblju pod uvjetima da će se sva druga svojstva potražnje osim cijene, koja se proučava, smatrati konstantnima i nepromijenjenima.

Razumijevanje teorije potražnje i funkcije potražnje jedan je od najvažnijih aspekata za bilo koji poslovni poduhvat jer će karakteristike potražnje određivati obrasce i karakteristike ponude.

Kvantifikacija potražnje varira od industrije do industrije. U industriji zračnog prometa potražnja se obično izražava u broju prevezenih prihodovnih putnika, ostvarenih putničkih kilometara i ostvarenih tonskih kilometara. Razlog za normalizaciju po kilometrima jest činjenica da podaci o broju prevezenih putnika pružaju samo djelomične informacije – putnik koji putuje, primjerice, na ruti od 300-tinjak kilometara nije jednako vrijedan zračnom prijevozniku kao putnik koji putuje na ruti od više tisuća kilometara. Stoga izražavanje potražnje u ostvarenim putničkim kilometrima osigurava jednoznačno i precizno iskazivanje prometnog učinka koje uvažava i prijedenu udaljenost te je preferirana metrika za analizu potražnje u industriji zračnog prometa.

2.1 Zakon potražnje

Zakon potražnje je zakonitost koja izražava smjer promjene potraživane količine nekog dobra u odnosu na smjer promjene njegove cijene. U većini slučajeva prema zakonu potražnje potrošači su skloni po višoj cijeni kupovati manju, a po nižoj cijeni kupovati veću količinu nekog dobra. U radu je, osim ako nije drukčije navedeno, riječ o prometnoj potražnji u putničkome zračnom prometu i naglasak je na karakteristikama i faktorima potražnje za zračnim prometom na određenom tržištu.

Zakon potražnje u zračnom prometu odnosi se na situaciju u kojoj putnik odlučuje platiti određenu cijenu za let i pritom određuje koliko je spreman platiti. Ako cijena leta prijeđe određeni iznos, putnik će smatrati da je previsoka i neće kupiti kartu. Koliko će se smanjiti količina potražnje s rastom cijene, ovisit će o karakteristikama i preferencijama potrošača, a ta osjetljivost potražnje na cijenu naziva se elastičnost potražnje. Bez obzira na to kolika je ta osjetljivost, zakon potražnje kaže da će količina potražnje pasti s porastom cijene.

Izvedena potražnja važan je aspekt analize potražnje zračnog prijevoza jer potražnja u zračnom prometu proizlazi iz potražnje za uporabom drugog dobra ili usluge. Drugim riječima, potražnja za zračnim prijevozom proizlazi iz čimbenika koji nisu sam prijevoz. Jednom kad su se odlučili putovati, putnici biraju između različitih vrsta prijevoza, a kasnije i između različitih zračnih prijevoznika. Međutim, njihova temeljna potražnja proizlazi iz razloga za putovanje. To znači da apsolutno smanjenje cijena možda neće nužno uzrokovati povećanje potražnje za

putovanjima čak i ako svi konkurenti na određenoj ruti istovremeno smanje cijene. U tržištu izvedene potražnje samo su relativna smanjenja cijena važna jer se ukupna količina potražnje ne može nužno povećati smanjenjem cijena. Tržišta izvedene potražnje obično predstavljaju *null sum game*¹ u smislu ravnoteže odlučivanja. U kontekstu industrije zračnog prijevoza, pojam *null sum game* odnosi se na konkurenciju među prijevoznicima. Industrija zračnog prometa se često smatra izvedenom ili konkurentnom igrom nulte sume jer se dobit jednog prijevoznika postiže na štetu drugih. Primjerice, kada jedan prijevoznik povećava svoj udio na tržištu ili ostvaruje veći profit, to obično znači da drugi prijevoznici gube dio svoga tržišnog udjela ili profitabilnosti. Ta situacija nastaje iz nekoliko razloga: industriju zračnog prijevoza karakterizira velika konkurencija s mnogo igrača koji se natječu na istom tržištu; postoje ograničeni resursi, poput kapaciteta aerodroma i zračnih koridora koji su podijeljeni između prijevoznika; potražnja za zračnim prijevozom obično nije elastična, što znači da smanjenje cijena neće nužno rezultirati proporcionalnim povećanjem potražnje.

2.2 Elastičnost potražnje

Elastičnost potražnje je mjera osjetljivosti promjene potražnje na promjenu svih čimbenika koji utječu na potražnju. Općenito, čimbenici koji utječu na potražnju proizvoda ili usluga su:

- cijena proizvoda ili usluge
- dohodak potrošača
- cijene povezanih (komplementarnih ili zamjenskih) proizvoda ili usluga
- ostali specifični čimbenici.

Jedna od najvažnijih promjena na tržištu koja izravno utječe na potražnju jest promjena cijene. Cjenovna elastičnost potražnje mjeri intenzitet reakcije potražene količine (Q) na promjenu cijene (P). Ova mjera pokazuje utjecaj promjene cijene na veličinu potražnje uz pretpostavku da se ostali čimbenici ne mijenjaju. Koeficijent elastičnosti (E_p) izračunava se kao postotna promjena potražnje podijeljena postotnom promjenom cijene (1):

¹ *Null sum game* (hrv. igra nulte sume) – izraz se odnosi na situaciju u kojoj ukupni dobitak ili gubitak svih sudionika igre iznosi nula.

$$E_p = \frac{\text{postotna promjena potražnje}}{\text{postotna promjena cijene}} = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} \quad (1)$$

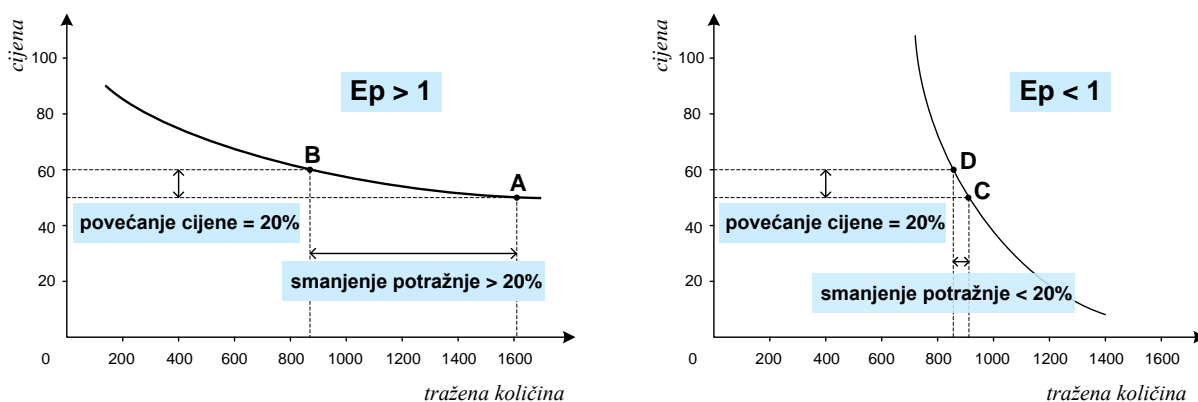
Postoje različiti čimbenici koji utječu na cjenovnu elastičnost potražnje, uključujući:

- nužnost proizvoda ili usluge: potražnja za luksuznim proizvodima obično ima veću elastičnost, što znači da se potražnja više mijenja u odgovoru na promjene cijene
- raspoloživost zamjenskih proizvoda: ako postoji više zamjenskih proizvoda koji mogu zamijeniti proizvod ili uslugu u slučaju povećanja cijene, tada je elastičnost veća
- vrijeme dostupno za reakciju: ako je potrošačima pruženo vremensko razdoblje za reagiranje na promjenu cijene veće, tada je i elastičnost veća
- udio proizvoda u budžetu kupca: proizvodi koji zauzimaju veliki udio u budžetu kupca imaju veću elastičnost što znači da će potrošači više reagirati na promjene cijene tih proizvoda [25].

Postoje tri moguće opcije za koeficijent elastičnosti potražnje u odnosu na cijenu:

1. Elastična potražnja ($E_p > 1$): relativna promjena u traženoj količini veća je od relativne promjene u cijeni
2. Jedinično elastična potražnja ($E_p = 1$): relativna promjena u traženoj količini jednaka je relativnoj promjeni cijene
3. Neelastična potražnja ($E_p < 1$): relativna promjena u traženoj količini manja je od relativne promjene cijene [26].

Grafički prikaz 2 prikazuje krivulje elastične i neelastične potražnje u odnosu na promjenu cijene. Ako se pri povećanju cijene za 20 % tražena količina smanji za više od 20 %, to ukazuje na elastičnu potražnju. Ako se pri povećanju cijene za 20 % tražena količina smanji za manje od 20 %, tada je riječ o neelastičnoj potražnji. Položenija krivulja potražnje ukazuje na veću elastičnost potražnje, dok strmija krivulja potražnje ukazuje na manju elastičnost potražnje.



Grafički prikaz 2: Primjeri krivulja elastične i neelastične potražnje

Izvor: [26]

Savršeno neelastična potražnja je ona u kojoj tražena količina ne reagira na promjene cijene, bez obzira na njihovu veličinu, a graf je okomit na x-os. Koeficijent savršeno neelastične potražnje jednak je 0.

Savršeno elastična potražnja je ona u kojoj čak i najmanja promjena cijene uzrokuje beskonačno veliko povećanje tražene količine. Koeficijent savršeno elastične potražnje jednak je beskonačnosti, a graf je paralelan s x-osi.

Budući da promjena cijene obično dovodi do promjene potražnje u suprotnom smjeru, očekivalo bi se da je vrijednost koeficijenta cjenovne elastičnosti potražnje negativna. Međutim, konvencionalno se uzima da je vrijednost koeficijenta cjenovne elastičnosti potražnje uvijek pozitivna, iako se u literaturi ponekad može susresti i negativni izraz cjenovne elastičnosti.

Općenito, potražnja za poslovnim putovanjima manje je elastična u usporedbi s potražnjom za privatnim putovanjima. To znači da će se u slučaju povećanja cijene karata potražnja za poslovnim putovanjima smanjiti za manji postotak u odnosu na postotak povećanja cijene, dok će se potražnja za privatnim putovanjima smanjiti za veći postotak u odnosu na postotak povećanja cijene.

2.3 Čimbenici dinamike rasta i razvoja putničkoga zračnog prometa

Potražnja za zračnim prometom temelji se na spremnosti potencijalnih putnika da putuju, što ovisi o razlozima putovanja. Potražnja za uslugama na tržištu zračnog prijevoza može se definirati

kao onaj segment putnika, stvarnih ili potencijalnih, koji su spremni platiti cijenu po kojoj će zrakoplovnim kompanijama biti isplativo da njih ili njihovu robu prevezu do određenog mjesta. Pritom se razlikuju dva segmenta potražnje od kojih se jedan odnosi na putnike koji su se već koristili uslugama zrakoplovne kompanije, a drugi na nove potencijalne putnike [27]. Čak i ako bi putovanje između O-D para² bilo besplatno, potražnja bi se mogla tek neznatno povećati zbog povećanja broja turista i drugih putnika koji putuju iz zabave, ali ne bi se značajno povećala jer se temeljni čimbenici koji utječu na želju za putovanjem nisu promijenili [28].

Veličina potražnje za uslugama putničkoga zračnog prometa posljedica je interakcije niza čimbenika koji različitom snagom utječu na pojedine segmente putnika. Općenito, ti se čimbenici mogu razvrstati u jednu od sljedećih dviju skupina:

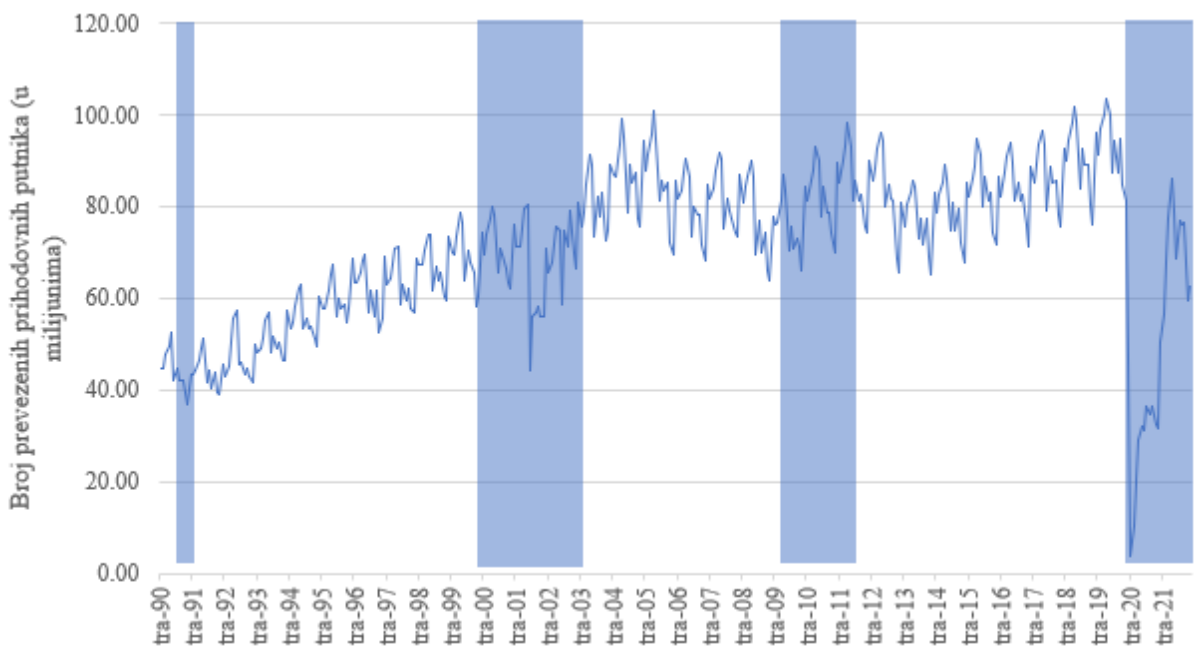
1. opći čimbenici koji utječu na sva tržišta
2. posebni čimbenici, značajni za jedno tržište ili nekoliko O-D tržišta [26].

Razine osobnih i diskrecijskih dohodaka najznačajniji su opći čimbenici koji utječu na veličinu prometne potražnje. Ubrzane stope rasta prometa na određenim tržištima obično su bile posljedica ili brzog rasta osobnih dohodaka ili pada cijena tarifa. Opće gospodarske prilike također utječu na rast prometa. Svjetska gospodarska klima i stopa gospodarskog rasta u određenim zemljama ili regijama svijeta utječu na potražnju na različite složene načine. Oni određuju razinu industrijske i gospodarske aktivnosti u svakoj zemlji i općenito razinu i prirodu međunarodne trgovine. Razina gospodarske aktivnosti i trgovine izravno utječe na rast potražnje za poslovnim putovanjima. Neizravno, također, utječe na potražnju za turističkim putovanjima jer utječe na razinu i rast osobnih i diskrecijskih dohodaka. Ekonomske čimbenike kao što su osobni dohodak ili gospodarska aktivnost treba razumijevati unutar demografskog konteksta. Veličina i distribucija populacije na nekom tržištu nameću glavna ograničenja za razinu potencijalne potražnje. Društveno okruženje također je važan čimbenik jer određuje broj dana odmora dostupnih za putovanja ili slobodno vrijeme i društvene stavove prema putovanjima.

Cikličke oscilacije u zračnom prometu gotovo su uvijek povezane s ekonomskim ciklusima, ali su ponekad uzrokovane i nekim drugim značajnim globalnim ili regionalnim čimbenicima. Na grafičkom prikazu 2 prikazano je kretanje broja prevezenih prihodovnih putnika koje su prevezli

² O-D par (engl. *origin-destination pair*) – par aerodroma koji predstavljaju mjesto polaska i krajnje odredište jednog putovanja u zračnom prometu

američki zračni prijevoznici u SAD-u u domaćem i međunarodnom prometu od travnja 1990. do veljače 2022. godine.



Grafički prikaz 3: Kretanje broja prevezenih prihodovnih putnika koje su prevezli američki zračni prijevoznici u domaćem i međunarodnom prometu od travnja 1990. do veljače 2022. godine.

Izvor: [29]

Odabrani period obuhvaća čak pet značajnih kriza u industriji zračnog prometa Sjedinjenih Američkih Država: Zaljevski rat (1990. – 1991. godine) zbog kojeg je skočila cijena goriva i time natjerala čak sedam većih zračnih prijevoznika (uključujući i *PanAm*) u stečaj iz kojeg se nisu oporavili, teroristički napad na Sjedinjene Američke Države (11. rujna 2001.), epidemije bolesti SARS (2003. godine), globalne financijske krize (2008. godine) i najnovije krize uzrokovane epidemijom COVID-19 (započele u prvom tromjesečju 2020. godine). Te su krize rezultirale iznimno negativnim utjecajem na profitabilnost ne samo svih svjetskih zračnih prijevoznika nego i industrije zračnog prometa u cjelini.

2.4 Karakteristike potražnje u zračnom prometu

Potražnja za zračnim prometom ima jedinstvene karakteristike koje su specifične za industriju zračnog prometa:

- fluktuacije
- cikličnost
- sezonalnost i vršno opterećenje
- jednosmjernan tok kretanja
- ograničenost trajanja.

Prva karakteristika potražnje za zračnim prijevozom jest ta da se, za razliku od potražnje za mnogim drugim proizvodima, potražnja za zračnim prijevozom stalno mijenja i nije ista za dva različita leta na istoj liniji.

Ciklička priroda poslovanja industrije zračnog prometa očituje se u povezanosti s dinamikom kretanja nacionalnoga gospodarstva i odnosi se na dugoročni trend rasta i pada ekonomske aktivnosti. Četiri do pet godina loših rezultata općenito slijede uzleti, odnosno pet ili šest godina poboljšanja rezultata. Međutim, čak i u dobrim godinama, profitne marže su niske. Profiti nakon kamata i poreza rijetko postižu čak i 2 % prihoda [28].

Sljedeća karakteristika potražnje u zračnom prijevozu jest sezonalnost. Za razliku od cikličnosti, koja se odnosi na dugoročni trend, sezonalnost se odnosi na kratkoročne trendove. Najčešći je oblik sezonalnosti povećanje potražnje tijekom ljetnih mjeseci, a zatim pad tijekom zimskih mjeseci. Taj se trend posebno odnosi na turistička odredišta [30]. Kako je sezonalnost prilično predvidljiva, zračni prijevoznici mogu povećati kapacitet povećanjem učestalosti letova na postojećoj ruti ili uvođenjem samo sezonske usluge. Zračni prijevoznici bi mogli dodati kapacitete u opterećenijoj sezoni, ali to zahtijeva preusmjeravanje zrakoplova s drugih ruta ili višak kapaciteta u rezervi, što je izuzetno skupo. Sezonalnost može biti znatan financijski, operativni i logistički teret za zračne prijevoznike jer moraju biti u mogućnosti zadovoljiti sezonsku potražnju, ali također moraju osigurati sredstva za ostatak godine. Zbog toga zračni prijevoznici često imaju opsežne rasporede održavanja zrakoplova tijekom zimskih mjeseci kada je njihov red letenja manje intenzivan.

Jednosmjernost tokova kretanja karakteristika je zračnog prijevoza u posebnim situacijama, primjerice, u slučaju značajnih događaja poput sportskih natjecanja – zračni prijevoznici prevoze velik broj putnika u jednom smjeru, a u povratku se vraćaju prazni.

Ograničenost trajanja važna je karakteristika zračnog prometa. Naime, ponuđena usluga prijevoza ima ograničeno trajanje i smatra se tzv. lako pokvarljivom robom. Za razliku od proizvoda koje je lako skladištiti i ponuditi u narednom periodu, uslugu prijevoza nije moguće skladištiti. Zato je za zračne prijevoznike od velike važnosti dobro procijeniti potražnju za uslugama prijevoza kako bi se odgovorilo odgovarajućom ponudom [30].

2.5 Potražnja za zračnim prometom u postrecesijskim razdobljima

Poslovni se ciklusi javljaju kad se ekonomska djelatnost ubrzava ili usporava. Poslovni ciklus je tok ukupne društvene proizvodnje dohodaka i zaposlenosti koji obično traje od dvije do deset godina, obilježen je velikom ekspanzijom ili kontrakcijom u većini sektora gospodarstva [31], a obično se dijeli u dvije glavne faze: recesiju i ekspanziju. Minimalne i maksimalne vršne vrijednosti obilježavaju točke obrata ciklusa. Silazna se faza poslovnog ciklusa zove recesija, koja se često definira kao razdoblje u kojem se bruto domaći proizvod smanjuje tijekom barem dva uzastopna tromjesečja. Model ciklusa je nepravilan, pa tako ne postoje dva potpuno ista poslovna ciklusa. Međutim, u dva poslovna ciklusa može postojati velika sličnost. U vrijeme recesije kao dijela poslovnog ciklusa postoje uobičajene karakteristike recesije: smanjenje kupovne moći, smanjenje realnog bruto domaćeg proizvoda uslijed povećanja zaliha u proizvodnji, smanjenje poslovnih investicija, povećanje nezaposlenosti, usporavanje stope inflacije uslijed usporavanja proizvodnje i, u konačnici, smanjenje profita poduzeća. Sve su to pokazatelji recesije. U terminima ekspanzije riječ je o zrcaljenju promatranih pokazatelja – pokazatelji koji su se smanjivali tijekom recesije, sada rastu, a oni koji su rasli tijekom recesije, sada se smanjuju.

Industrija zračnog prometa bila je pod značajnim utjecajem recesija različitih uzroka od 90-ih godina prošloga stoljeća. Najznačajnije recesije uključuju recesiju ranih 90-ih 20. st., recesiju početkom 21. st. i globalnu financijsku krizu 2008. – 2009. te, konačno, kriza uzrokovana pandemijom bolesti COVID-19.

Tijekom recesije ranih 90-ih godina prošloga stoljeća, industrija zračnog prometa bila je značajno pogođena smanjenjem poslovnih putovanja i općim smanjenjem osobne potrošnje. Industrija je doživjela značajan pad prihoda, a mnogi su zračni prijevoznici bankrotirali. Nekoliko zračnih prijevoznika potpuno je nestalo s tržišta, a oni koji su preživjeli, morali su napraviti značajne promjene u svojim poslovnim modelima kako bi opstali na tržištu.

Recesija koja je nastupila u Sjedinjenim Američkim Državama, a prelila se djelomično i na ostatak svijeta krajem prošlog i početkom ovog stoljeća naziva se *dot-com* recesijom zbog povezanosti s internetskom industrijom koja je tada započela uspon. U tom razdoblju mnoge nove tehnološke tvrtke osnovane su na temelju novih poslovnih modela koji su se oslanjali na internet i novu internetsku tehnologiju, a mnoge od tih tvrtki uspjele su privući veliku količinu investicijskog kapitala. Međutim, mnoge od njih nisu uspjele dugoročno održati profitabilnost i otišle su u stečaj. Kada su mnogi investitori počeli povlačiti svoj novac iz tih tvrtki, cijene dionica počele su padati i to je dovelo do recesije koja je pogodila ne samo internetsku industriju već i cijelu ekonomiju SAD-a. Mnoge su tehnološke tvrtke propale, što je dovelo do smanjenja poslovnih putovanja. Osim toga, teroristički napad na Sjedinjene Američke Države 11. rujna 2001. imao je dubok utjecaj na industriju zračnog prometa. Nakon terorističkih napada, zbog pojačanih zaštitnih mjera i općeg straha među putnicima, znatno je smanjena potražnja za zračnim prometom. U prvih pet mjeseci nakon napada došlo je do značajnoga kratkotrajnog utjecaja koji je smanjio potražnju za putovanjima za više od 31 % (mjereno u ostvarenim putničkim kilometrima u SAD-u). Međutim, nakon što je taj kratkotrajni utjecaj oslabio, potražnja za putovanjima ostala je 7,4 % niža od očekivanog nivoa s obzirom na faktore poput ekonomskog rasta i cijena avionskih karata, kao i činjenice da su mnogi putnici smanjili ili izbjegavali putovanje zrakoplovom suočeni s novim percipiranim rizikom koji je bio povezan s letenjem [32]. Iako se početna panika izazvana strahom od letenja uglavnom smanjila, putovanje zrakom postalo je vremenski zahtjevnije i kompliciranije u zračnim lukama zbog postroženih zaštitnih pregleda što je ponovno rezultiralo značajnim padom prihoda industrije zračnog prijevoza.

Tijekom 2003. godine došlo je do izbijanja epidemije teškoga akutnog respiratornog sindroma (engl. *Severe Acute Respiratory Syndrome – SARS*) što je uzrokovalo značajni pad putovanja zračnim putem u/prema Aziji, posebno u zemljama u kojima je bolest bila najraširenija, poput Kine i Hong Konga. To smanjenje zračnog prometa utjecalo je, uz azijsku, i na američku industriju zračnog prometa budući da su mnogi zračni prijevoznici imali operacije prema Aziji / iz Azije. Kao odgovor na smanjenu potražnju za putovanjima, američki zračni prijevoznici smanjili su ponudu letova prema Aziji, posebice prema Kini i Hong Kongu. Prema podacima Zavoda za prometnu statistiku (engl. *Bureau of Transportation Statistics – BTS*) Sjedinjenih Američkih Država, broj putnika koji putuju prema Kini i Hong Kongu / iz Kine i Hong Konga linijama američkih zračnih prijevoznika smanjio se za više od 30 % u drugom kvartalu 2003. godine u

usporedbi s istim razdobljem prethodne godine [29]. Azijsko-pacifički zračni prijevoznici izgubili su oko 8 % godišnjeg prometa (mjereno u ostvarenim putničkim kilometrima). Procjenjuje se da je to rezultiralo gubitkom prihoda od 6 milijardi američkih dolara. Gubitak za sjevernoameričke zračne prijevoznike procjenjuje se na pad od 3,7 % ukupnoga međunarodnog prometa (mjereno u ostvarenim putničkim kilometrima), što je rezultiralo gubitkom prihoda od 1 milijarde dolara [33]. Utjecaj epidemije SARS na američku industriju zračnog prometa nije bio tako ozbiljan kao utjecaj terorističkih napada 11. rujna 2001. godine, ali je doveo do pada potražnje za zračnim prijevozom i financijskih gubitaka za neke američke zračne prijevoznike.

Globalna financijska kriza (2008. – 2009.) još je jedna značajna gospodarska kriza koja je imala dubok utjecaj na industriju zračnog prometa. Recesija je dovela do smanjenja osobnih dohodaka i mnogi su se ljudi odlučili odreći putovanja zrakoplovom kao svojevrsnoga nepotrebnog troška za podmirenje kojeg bi trebali posegnuti iz vlastitog diskrecijskog dohotka. Uz to, cijena goriva bila je visoka u tom periodu, što je predstavljalo dodatni financijski pritisak na industriju zračnog prometa, kao i rast cijena zrakoplovnih karata.

Kao odgovor na te ekonomske padove, industrija zračnog prometa se globalno, pa tako i u Sjedinjenim Američkim Državama, morala prilagoditi i unijeti značajne promjene u svoje poslovne modele. Mnogi zračni prijevoznici usredotočili su se na mjere smanjenja troškova, kao što su smanjenje broja letova, otpuštanje zaposlenika i smanjenje flote. Osim toga, zračni su prijevoznici implementirali programe vjernosti i druge poticaje kako bi potaknuli kupce da nastave letjeti tijekom teških ekonomskih vremena. Industrija je doživjela značajan rast nakon 2010. godine, a mnogi su zračni prijevoznici uspjeli povećati svoju profitabilnost.

Javnozdravstvena kriza uzrokovana koronavirusom SARS-CoV-2, koja je započela krajem 2019. godine u Kini i proširila se globalno tijekom prvog tromjesečja 2020. godine, smatra se najvećim društvenim i ekonomskim šokom nakon Drugoga svjetskog rata. Njezin je utjecaj na način života, radne prakse, poslovanje i trgovinu značajan, ali procjena tog utjecaja i dalje je vrlo izazovna. Predviđanje dugoročnih poremećaja u prometnim sustavima i gospodarstvu u cjelini također je teško, s obzirom na to da takvi sustavi utječu na prostornu distribuciju stanovništva i gospodarskih aktivnosti te imaju pozitivne vanjske učinke (npr. prometna povezanost i socijalna kohezija) i negativne (npr. emisije CO₂ i globalno zatopljenje). Industrija zračnog prometa nesumnjivo je jedan od sektora koji je najviše pogođen ekonomskim problemima izazvanim

krizom zbog bolesti COVID-19. Na potražnju (a time i na ponudu) domaćega zračnog prometa utjecali su socijalno distanciranje, mjere izolacije i smanjenje gospodarskih aktivnosti. U 2020. godini zabilježen je pad ostvarenih putničkih kilometara svjetskih zračnih prijevoznika od 69,7 % u odnosu na 2019. godinu [34]. Ono što se dogodilo 2020. godine pokazalo je da su potrebni novi poslovni modeli upravljanja zračnim prijevoznicima i zračnim lukama. Osim toga, ponovno uspostavljanje globalne povezanosti zračnim prometom ključno je za gospodarski oporavak.

U veljači 2020. putnički kapacitet u međunarodnome zračnom prometu smanjio se za 10 %, na što je uglavnom utjecao promet iz zemalja koje su doživjele rano izbijanje epidemije i onih koje su duboko povezane s Kinom, te prema njima. U ožujku 2020. kapacitet je dodatno smanjen za 48 % na globalnoj razini [35]. Najznačajniji pad u potražnji za zračnim prometom ostvaren u povijesti moderne industrije zračnog prometa dosegnut je u travnju 2020. zbog oštrog ograničenja nametnutih diljem svijeta za domaći i međunarodni zračni promet. Od 18. svibnja 2020. gotovo sva svjetska odredišta podvrgnuta su nekom obliku ograničenja putovanja. Oko 85 % odredišta u potpunosti je ili djelomično zatvorilo svoje granice, a daljnjih 5 % gotovo je u potpunosti obustavilo međunarodne letove. U sljedeća tri mjeseca zbog mjera ograničenja vezanih uz COVID-19 došlo je do smanjenja putničkog prometa za više od 60 %. To se pak pretočilo u značajan gubitak resursa, u smislu novca i radne snage [35].

Tablica 1: Utjecaj pandemije bolesti COVID-19 na zračne prijevoznike u različitim regijama u 2020. godini

| | | Kapacitet (%) | Putnici (u milijunima) | Prihodi (u milijardama USD) |
|------------------|--------------------|---------------|------------------------|-----------------------------|
| Sjeverna Amerika | domaći promet | -41,2 | -517,937 | -61,034 |
| | međunarodni promet | -63,1 | -115,989 | -31,729 |
| Europa | domaći promet | -40,8 | -143,661 | -11,811 |
| | međunarodni promet | -64,8 | -624,991 | -91,719 |
| Azija i Pacifik | domaći promet | -35,1 | -565,174 | -39,786 |
| | međunarodni promet | -74,0 | -420,996 | -88,991 |
| Srednji istok | domaći promet | -45,7 | -22,89 | -2,163 |
| | međunarodni promet | -64,5 | -113,978 | -20,802 |
| Latinska Amerika | domaći promet | -52,7 | -130,246 | -10,903 |
| | međunarodni promet | -59,3 | -82,668 | -16,758 |
| Afrika | domaći promet | -55,4 | -27,4 | -2,484 |
| | međunarodni promet | -63,8 | -58,385 | -12,371 |

Izvor: [36]

U tablici 1 prikazan je utjecaj pandemije bolesti COVID-19, odnosno njezinih posljedica na industriju zračnog prometa u različitim regijama svijeta u 2020. godini. Podaci predstavljaju usporedbu stvarnog stanja za 2020. godinu s planiranim kapacitetima, brojem putnika i prihodima te su iskazani za domaći i međunarodni putnički promet.

3 PROMETNI I DRUŠTVENO-EKONOMSKI POKAZATELJI UPOTRIJEBLJENI U ISTRAŽIVANJU

Polaznu osnovu analize neke pojave u vremenu čini statistički vremenski niz. Vremenski je niz skup kronološki uređenih veličina u određenom rasponu vremena. Vrijednosti koje tvore niz zovu se frekvencije niza, a broj frekvencija predstavlja dužinu niza [37].

Kako bi se provela statistička analiza, potrebno je da su frekvencije jednog vremenskog niza međusobno usporedive. To znači da se pojmovna i prostorna definicija pojave u cijelom rasponu vremena ne smiju mijenjati. Pretpostavka je izravne usporedivosti frekvencija i jednakost intervala promatranja. Intervali promatranja (udaljenosti vremenskih točaka) obično su kalendarska razdoblja: mjesec, kvartal, godina. Osnovni vremenski interval ovisi o cilju statističke analize, odnosno o prirodi promatrane pojave [38].

Statistička analiza vremenskih nizova ima zadatak pružiti podlogu za donošenje zaključaka o karakteristikama razvoja pojava u vremenu. Kombinacijom vremenskih nizova s vremenskim presjecima dobiju se tzv. združeni podaci. Posebna vrsta združenih podataka, u kojima se kroz različite vremenske točke pojavljuju iste vremenski presječne jedinice zovu se panel ili uzdužni (longitudinalni) podaci. Panel podaci predstavljaju združena opažanja vremenskog presjeka koji imaju dvije dimenzije, prostornu i vremensku, odnosno to je skup podataka u kojima se prati razvoj pojave u nekom periodu. Panel podaci se sve više rabe u empirijskim istraživanjima što je posljedica sve lakše i šire dostupnosti informacija. Primjeri dobre prakse i uporabe panel podataka dolaze iz Sjedinjenih Američkih Država gdje je i započelo organizirano prikupljanje podataka.

Podaci na nacionalnoj razini Sjedinjenih Američkih Država odabrani su za istraživanje zbog kontinuiteta geografske određenosti države iz koje proizlazi komparabilnost metodologije obrade podataka što je nužan uvjet uporabe podataka. Kako bi se omogućila preciznost prognoze, odabran je set podataka na mjesečnoj razini za vremenski horizont koji obuhvaća period od travnja 1990. do veljače 2022. godine. Početak perioda (travanj 1990.) odabran je kao prikladan na temelju činjenice da je sredinom 1990. godine započela kriza u SAD-u uzrokovana Zaljevskim ratom, a veljača 2022. odabrana je kao period prije početka ruske invazije na Ukrajinu u ožujku 2022. Potencijal utjecaja te krize na taj je način uklonjen, a mogao bi biti značajan i utjecati na rezultate testova uzročnosti s obzirom na američku uključenost u Sjevernoatlantski savez (engl. *North Atlantic Treaty Organisation* – NATO).

Istraživanje se temelji na podacima koji predstavljaju potražnju za putničkim zračnim prometom: broj prevezenih prihodovnih putnika (u domaćem i međunarodnom prometu) i ostvareni putnički kilometri (u domaćem i međunarodnom prometu). Osim tih podataka u istraživanju su uporabljeni i podaci o ostvarenim tonskim kilometrima (u domaćem i međunarodnom prometu), robnim tonskim kilometrima (u domaćem i međunarodnom prometu) i raspoloživim putničkim kilometrima (u domaćem i međunarodnom prometu). Svi ti podaci prikupljeni su iz javno objavljenih podataka Zavoda za prometnu statistiku (engl. *Bureau of Transportation Statistics* – BTS) Ministarstva prometa (engl. *Department of Transport*) Sjedinjenih Američkih Država, odnosno tablice *Air Carrier Summary : T1: U.S. Air Carrier Traffic And Capacity Summary by Service Class* [29]. U tablici su sadržani podaci o prometu koje prijavljuju američki zračni prijevoznici u Sjedinjenim Američkim Državama. Mjesečni sažetak sastavljen je prema entitetima prijevoznika (geografskim regijama u kojima prijevoznik posluje) i klasama usluga te uključuje raspoloživa sjedala-milje (engl. *Available seat miles* – ASMs), raspoložive tonske milje (engl. *Available tonne miles* – ATMs), prevezene prihodovne putnike (engl. *Revenue passengers* – RPs), ostvarene putničke milje (engl. *Revenue passenger miles* – RPMs), ostvarene tonske milje (engl. *Revenue tonne miles* – RTMs), robne tonske milje (engl. *Revenue tonne miles freight* – FTMs). Podaci su prikupljeni za redoviti i izvanredni prijevoz, i to tako da je ponuđeno više kategorija klasa prijevoza – za putnike i teret. U tablici su ponuđeni pojedinačni podaci za svakog prijevoznika za svaki mjesec, i to za različite klase prijevoza, kao i za različite destinacije (domaći ili međunarodni promet). Nakon zbrajanja pojedinačnih vrijednosti za svaki mjesec, rabe se zbrojevi podataka na mjesečnoj razini, distribuirani prema potrebi istraživanja. Uporabljeni podaci predstavljaju agregirane podatke o prometnoj potražnji i ponudi u putničkom i teretnom zračnom prometu američkih zračnih prijevoznika u domaćem i međunarodnom prometu za odabrani vremenski interval.

Osim podataka koji predstavljaju prometne pokazatelje industrije zračnog prometa, uporabljeni su i različiti podaci koji predstavljaju društveno-ekonomske čimbenike. Ti su podaci preuzeti iz različitih izvora i navedeni su u tablici 2.

Tablica 2: Popis društveno-ekonomskih pokazatelja i izvora podataka

| Pokazatelj | Frekvencija | Izvor |
|---|--------------------|---|
| Bruto domaći proizvod | kvartalni | Međunarodni monetarni fond (engl. <i>International monetary fund</i> – IMF) |
| Cijena sirove nafte | mjesečni | Uprava za energiju (engl. <i>U.S. Energy Information Administration</i>) |
| Cijena goriva za mlazne motore | mjesečni | Uprava za energiju (engl. <i>U.S. Energy Information Administration</i>) |
| Populacija | mjesečni | Ured za popis stanovništva (engl. <i>US Census Bureau</i>) |
| Stopa nezaposlenosti | mjesečni | Međunarodni monetarni fond (engl. <i>International monetary fund</i> – IMF) |
| Stopa radne snage | mjesečni | Ured za radnu statistiku SAD-a (engl. <i>Bureau of Labour Statistics</i> – BLS) |
| Broj zaposlenih u industriji zračnog prijevoza | mjesečni | Ured za radnu statistiku SAD-a (engl. <i>Bureau of Labour Statistics</i> – BLS) |
| Indeks troškova zaposlenja | kvartalni | Ured za radnu statistiku SAD-a (engl. <i>Bureau of Labour Statistics</i> – BLS) |
| Indeks cijena proizvođača | mjesečni | Međunarodni monetarni fond (engl. <i>International monetary fund</i> – IMF) |
| Indeks potrošačkih cijena | mjesečni | Međunarodni monetarni fond (engl. <i>International monetary fund</i> – IMF) |
| Indeks industrijske proizvodnje | mjesečni | Međunarodni monetarni fond (engl. <i>International monetary fund</i> – IMF) |
| Indeks uvoznih cijena | mjesečni | Ured za radnu statistiku SAD-a (engl. <i>Bureau of Labour Statistics</i> – BLS) |
| Indeks izvoznih cijena | mjesečni | Ured za radnu statistiku SAD-a (engl. <i>Bureau of Labour Statistics</i> – BLS) |
| Stopa nacionalne valute prema posebnim pravima vučenja | mjesečni | Međunarodni monetarni fond (engl. <i>International monetary fund</i> – IMF) |
| Realni efektivni tečaj prema indeksu potrošačkih cijena | mjesečni | Međunarodni monetarni fond (engl. <i>International monetary fund</i> – IMF) |

| | | |
|--|-----------|--|
| Realni efektivni tečaj prema indeksu jediničnih troškova | mjesečni | Međunarodni monetarni fond (engl. <i>International monetary fund</i> – IMF) |
| Osobni dohodak | mjesečni | Ured za ekonomsku analizu SAD-a (engl. <i>Bureau of Economic Analysis</i> – BEA) |
| Raspoloživi osobni dohodak | mjesečni | Ured za ekonomsku analizu SAD-a (engl. <i>Bureau of Economic Analysis</i> – BEA) |
| Stopa osobne štednje | mjesečni | Ured za ekonomsku analizu SAD-a (engl. <i>Bureau of Economic Analysis</i> – BEA) |
| Stopa vlasništva nekretnina | kvartalni | Ured za popis stanovništva (engl. <i>US Census Bureau</i>) |
| Vjerojatnost recesije | mjesečni | Federalna banka rezervi (engl. <i>Federal Reserve Bank of St. Louis</i>) |
| Indeks nezvjesnosti ekonomske politike | mjesečni | Federalna banka rezervi (engl. <i>Federal Reserve Bank of St. Louis</i>) |
| Indeks podudarne ekonomske aktivnosti | mjesečni | Federalna banka rezervi (engl. <i>Federal Reserve Bank of St. Louis</i>) |
| Međunarodni turistički dolasci | mjesečni | Svjetska turistička organizacija Ujedinjenih naroda (engl. <i>United Nations World Tourism Organization</i> – UNWTO) |
| Cijena zrakoplovnih karata kao komponenta indeksa cijena potrošača | mjesečni | Ured za radnu statistiku SAD-a (engl. <i>Bureau of Labour Statistics</i> – BLS) |

Ti su društveno-ekonomski pokazatelji grupirani u podskupine:

1. Pokazatelji gospodarskog rasta: bruto domaći proizvod, cijena sirove nafte, cijena goriva za mlazne motore
2. Pokazatelji populacije i tržišta rada: populacija, stopa nezaposlenosti, broj zaposlenih u industriji zračnog prijevoza, stopa radne snage
3. Pokazatelji cijena i inflacije: indeks troškova zaposlenja, indeks cijena proizvođača, indeks potrošačkih cijena, indeks industrijske proizvodnje, indeks uvoznih cijena, indeks izvoznih cijena
4. Pokazatelji valutne politike: stopa nacionalne valute prema SDR-u, realni efektivni tečaj prema indeksu potrošačkih cijena, realni efektivni tečaj prema indeksu jediničnih troškova

5. Pokazatelji osobnih financija: osobni dohodak, raspoloživi osobni dohodak, stopa osobne štednje i stopa vlasništva nekretnina
6. Pokazatelji ekonomske nestabilnosti: vjerojatnost recesije, indeks neizvjesnosti ekonomske politike, indeks podudarne ekonomske aktivnosti
7. Pokazatelji turističke aktivnosti: međunarodni turistički dolasci, cijena zrakoplovnih karata kao komponenta indeksa potrošačkih cijena.

Podjela društveno-ekonomskih pokazatelja na podskupine napravljena je na temelju njihove međusobne povezanosti i njihova općenitog značaja za gospodarstvo, što može imati posljedice na kretanje putničkoga zračnog prometa.

3.1 Prometni pokazatelji

Prometni učinci procesa zračnog prijevoza vrlo su kompleksni, pa se pedantna i temeljita statistička obrada mora nedvosmisleno precizirati i definirati tako da se ne ostavlja prostor za odstupanja, nedoumice i nejasnoće. Postoji 12 temeljnih kategorija prometnih učinaka [39] koji su obuhvaćeni iskazom veličine transportnog rezultata zračnog prijevoza pri čemu se uključuju i svi učinci drugih marketinških prijevoznika na letovima operativnog prijevoznika, a isključuju vlastiti učinci na zrakoplovima drugih operatora [27].

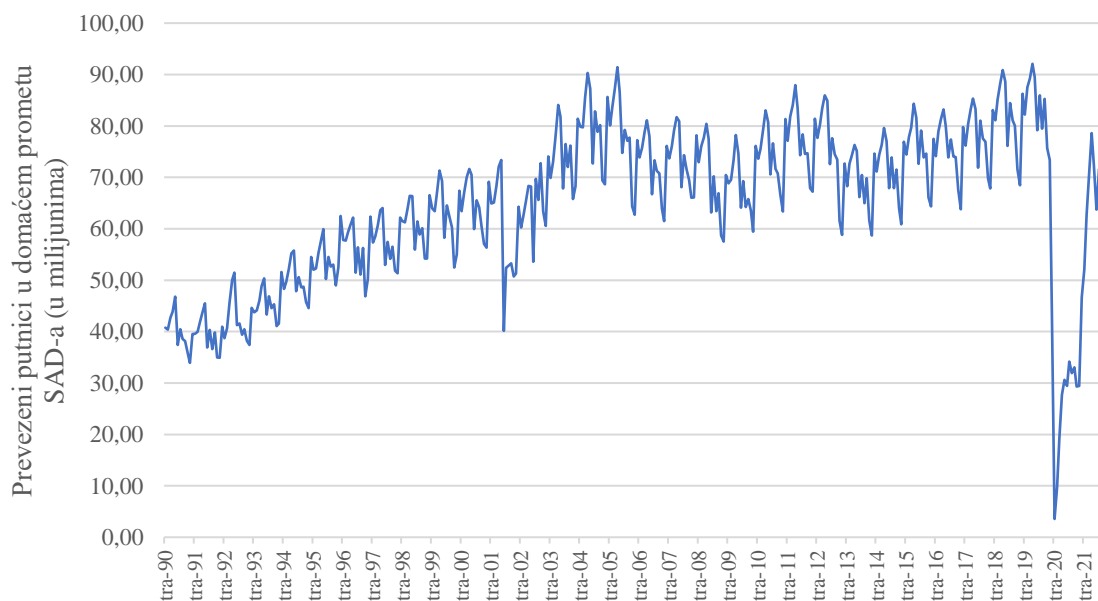
3.1.1 Prevezeni prihodovni putnici

Prevezeni prihodovni putnici (engl. *Revenue Passengers* – RP) statistički je pojam i ključni pokazatelj koji se upotrebljava u industriji zračnog prometa za praćenje prometa i potražnje putnika. Izračunava se zbrajanjem broja prihodovnih putnika koji su se ukrcali na letove određenoga zračnog prijevoznika na mjesečnoj razini. Zavod za prometnu statistiku SAD-a izvješćuje o broju prevezenih prihodovnih putnika za svaki komercijalni let u redovitom i izvanrednom prijevozu. Prevezeni prihodovni putnici važna su mjera za zračne prijevoznike jer odražava razinu potražnje za zračnim prijevozom i pomaže u donošenju odluka o rutama, redu letova i ponuđenom kapacitetu.

ICAO je na godišnjoj skupštini 1998. izglasao i usvojio novu metodologiju prebrojavanja prihodovnih putnika. Novom metodološkom definicijom u prihodovne putnike ne pripadaju putnici koji imaju tzv. agentski (AD) ili kompanijski (ID) popust do 50 %. Paradoks takvog prebrojavanja

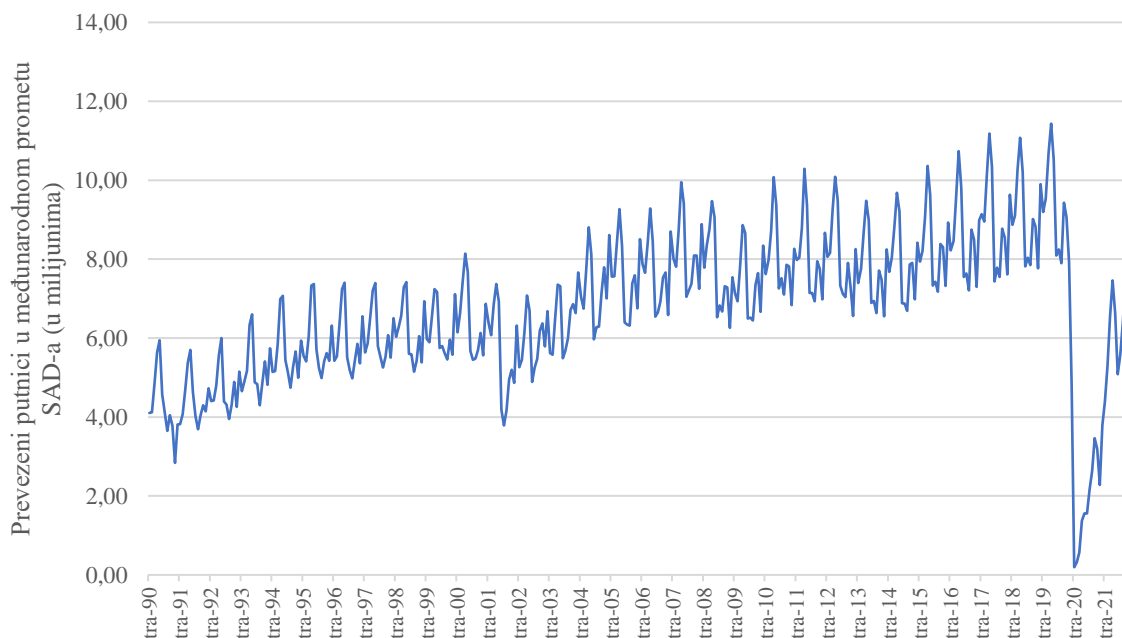
sastoji se u činjenici da takvi putnici unatoč naizgled visokom popustu od čak 50 % često plaćaju zrakoplovnu kartu za prijevoz u znatno većem iznosu od obične prodajne, tzv. tržišne, tarife koja se plasira na tržištu u specijalnim okolnostima (promotivne tarife, sezonske tarife itd.) kada je prometna potražnja izrazito niska. Osim navedenih kategorija putnika metodologija prebrojavanja prihodovnih putnika iz 2001. godine uključuje i putnike s nagradnim kartama programa za putnike koji često lete (engl. *frequent flyer program*), putnike koji putuju s tarifama tipa „dva za jedan“, tj. u prijevozu kao kompenzaciji za uskraćeni ukrcaj (engl. *denied boarding*), međutim, isključuje putnike koji se prevoze besplatno i sve kompanijske i agentske popuste bez obzira na postotak popusta (50 %, 75 % i 90 %), kao i prijevoz djece do dvije godine (tzv. *infant*) koja ne zauzimaju sjedala [27].

Kao najčešće uporabljen pokazatelj putničke potražnje – broj prevezenih putnika (u domaćem i/ili međunarodnom prometu, ovisno o istraživanju) – upotrijebljen je u različitim radovima [3, 4, 6, 16, 23, 40 – 45] radi utvrđivanja uzročnosti između raznih društveno-ekonomskih pokazatelja i potražnje za zračnim prijevozom.



Grafički prikaz 4: Broj prevezenih prihodovnih putnika američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [29]



Grafički prikaz 5: Broj prevezenih prihodovnih putnika američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [29]

Na grafičkim prikazima 4 i 5 prikazano je kretanje broja prevezenih putnika zračnih prijevoznika SAD-a u redovitom i izvanrednom prijevozu na domaćim i međunarodnim rutama. Oba grafa jasno ukazuju na postojanje trend komponente, kao i komponente sezonalnosti, a ujedno su vrlo izražena i krizna razdoblja koja predstavljaju svojevrsnu cikličnost poslovanja u industriji zračnog prometa.

3.1.2 Ostvareni putnički kilometri

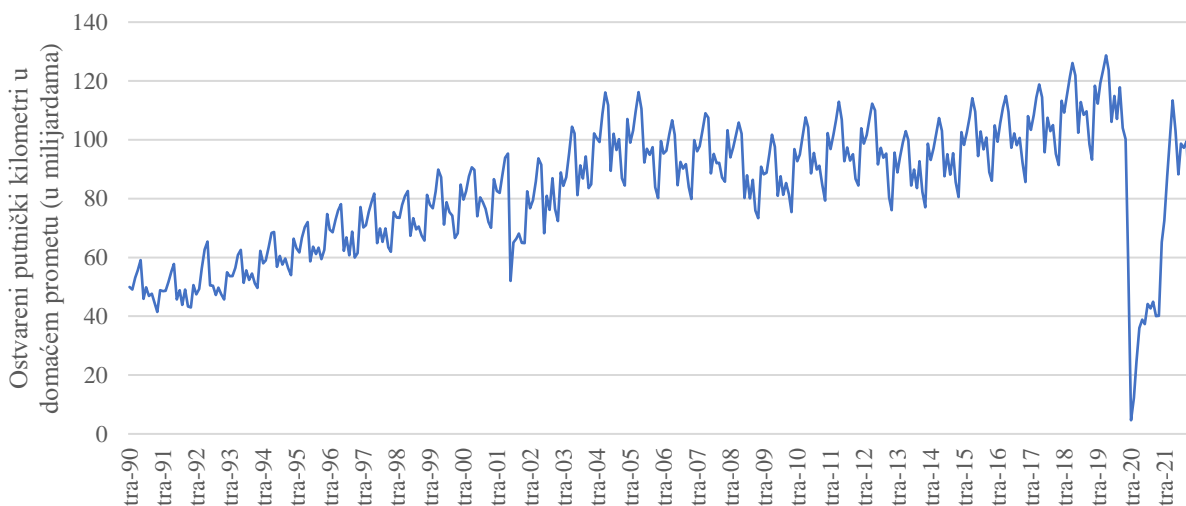
Ostvareni putnički kilometri (engl. *revenue passenger kilometers* – RPK) predstavljaju potražnju putnika na određenom tržištu. Dobivaju se sumiranjem produkata dobivenih množenjem broja prevezenih prihodovnih putnika na svakoj pojedinačnoj dionici leta i prijeđene udaljenosti na toj dionici leta izražene u kilometrima (u anglosaksonskom sustavu mjernih jedinica – miljama). Mogu se računati u domaćem, međunarodnom i ukupnom prometu.

Metodologija valorizacije prometnih učinaka uključuje i dinamičku kategoriju udaljenosti prijevoza kao potvrdu teze da je vrjednije prevesti isti broj putnika na veću udaljenost prijevoza. Putnički kilometri dobivaju se jednostavnim postupkom množenja broja prevezenih putnika s

brojem prijeđenih kilometara za svaki obavljeni prijevozni učinak iz točke A u točku B. Jedan putnički kilometar predstavlja transportni učinak koji se dobije kada se jedan putnik preveze na udaljenost od jednog kilometra. Veličina i rasprostranjenost rutne mreže na koju se odlučuje zračni prijevoznik u suglasju s procijenjenim potrebama tržišta zračnog prijevoza, najkvalitetnije se uočava upravo navedenim pokazateljem kada se radi o putničkom prijevozu [27].

Podaci koji sadrže jedinicu puta u miljama, s obzirom na to da se radi o podacima za Sjedinjene Američke Države, pretvoreni su u kilometre prilikom postupka uređivanja podataka jednostavnom formulom pretvorbe milja u kilometre – umnažanjem prikupljenih podataka na mjesečnoj razini s 1,609344 kako bi se dobio podatak u (ostvarenim putničkim) kilometrima.

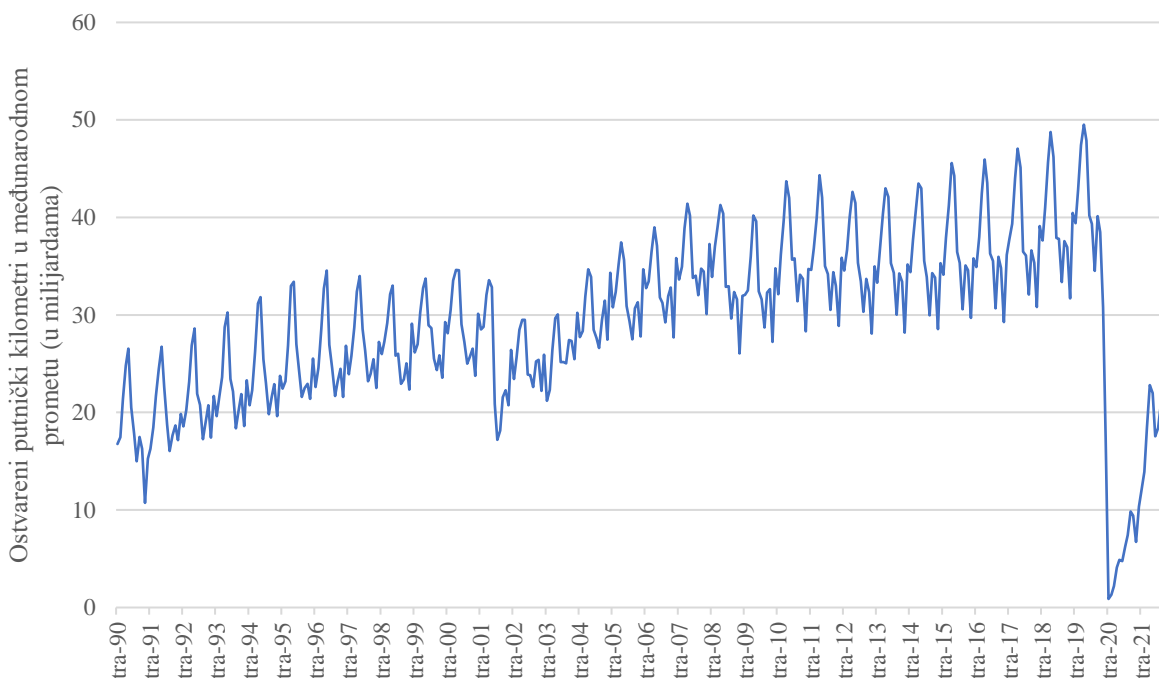
Kretanje ostvarenih putničkih kilometara u promatranom razdoblju prikazano je na grafičkom prikazu 6. Na grafu su jasno uočljivi padovi učinaka putničkog prijevoza u SAD-u uslijed ranije spomenutih kriza koje su utjecale na putnički zračni promet u promatranom periodu. Može se, također, primijetiti uzlazni trend, kao i komponenta sezonalnosti u zračnom prijevozu – u ljetnoj sezoni promet raste, u zimskoj se smanjuje, i tako iz godine u godinu.



Grafički prikaz 6: Ostvareni putnički kilometri američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [29]

Na grafičkom prikazu 7 prikazano je kretanje ostvarenih putničkih kilometara u promatranom razdoblju u međunarodnom prometu američkih zračnih prijevoznika. Na tom se grafu također mogu uočiti trend, sezonska i komponenta cikličnosti.



Grafčki prikaz 7: Ostvareni putnički kilometri američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [29]

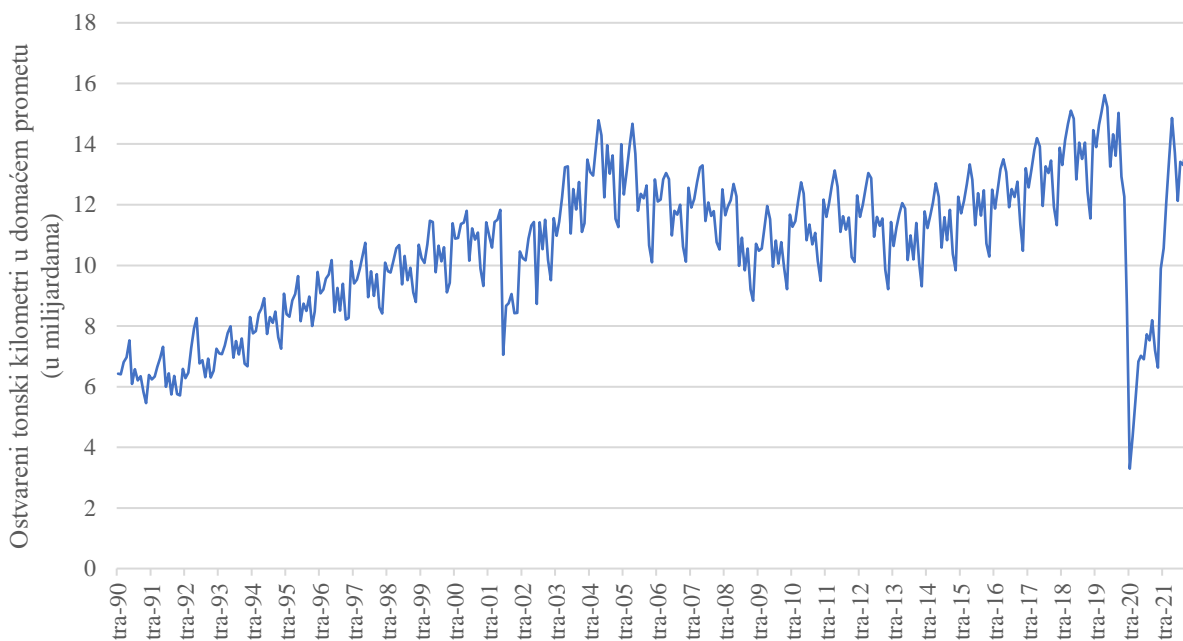
Taj je pokazatelj upotrijebljen u [10, 46] kao pokazatelj potražnje za putničkim zračnim prijevozom radi utvrđivanja uzročnosti između raznih društveno-ekonomskih pokazatelja i potražnje za zračnim prijevozom.

3.1.3 Ostvareni tonski kilometri

Ostvareni tonski kilometri (engl. *revenue tonne kilometres* – RTK) jednaki su sumi produkata dobivenih množenjem broja tona prihodovnog putničkog, robnog i poštanskog učinka (svih triju temeljnih prijevoznih kategorija) na svakom letu s duljinom leta [27]. Mogu se računati u domaćem, međunarodnom i ukupnom prometu.

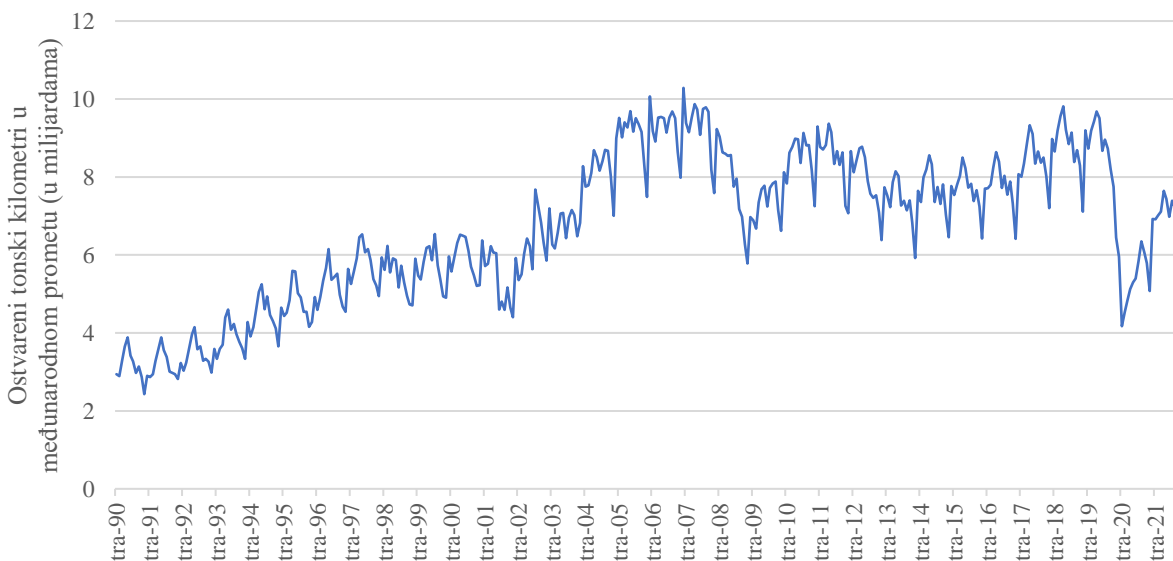
Na grafičkom prikazu 8 prikazano je kretanje ostvarenih tonskih kilometara u domaćem prometu američkih zračnih prijevoznika, dok je na grafičkom prikazu 9 prikazano kretanje ostvarenih tonskih kilometara u međunarodnom prometu američkih zračnih prijevoznika. Krivulje oba grafa ukazuju na trend i sezonsku komponentu, kao i na cikličnost uzrokovanu kriznim

razdobljima – teroristički napad na Sjedinjene Američke Države, globalna financijska kriza i kriza uzrokovana pandemijom bolesti COVID-19.



Grafički prikaz 8: Ostvareni tonski kilometri američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [29]



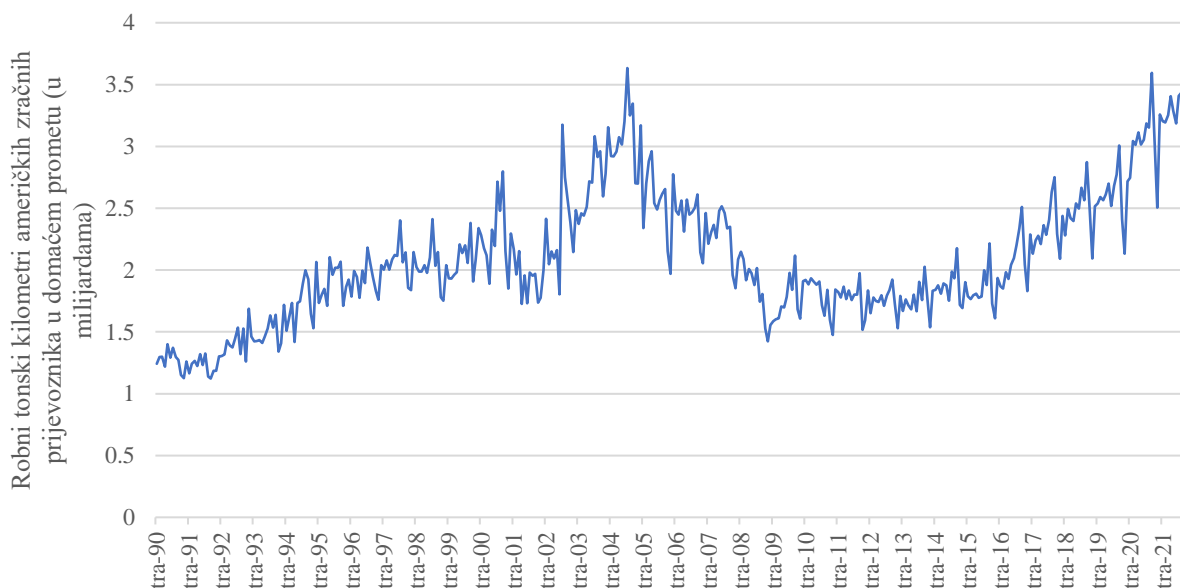
Grafički prikaz 9: Ostvareni tonski kilometri američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [29]

3.1.4 Robni tonski kilometri

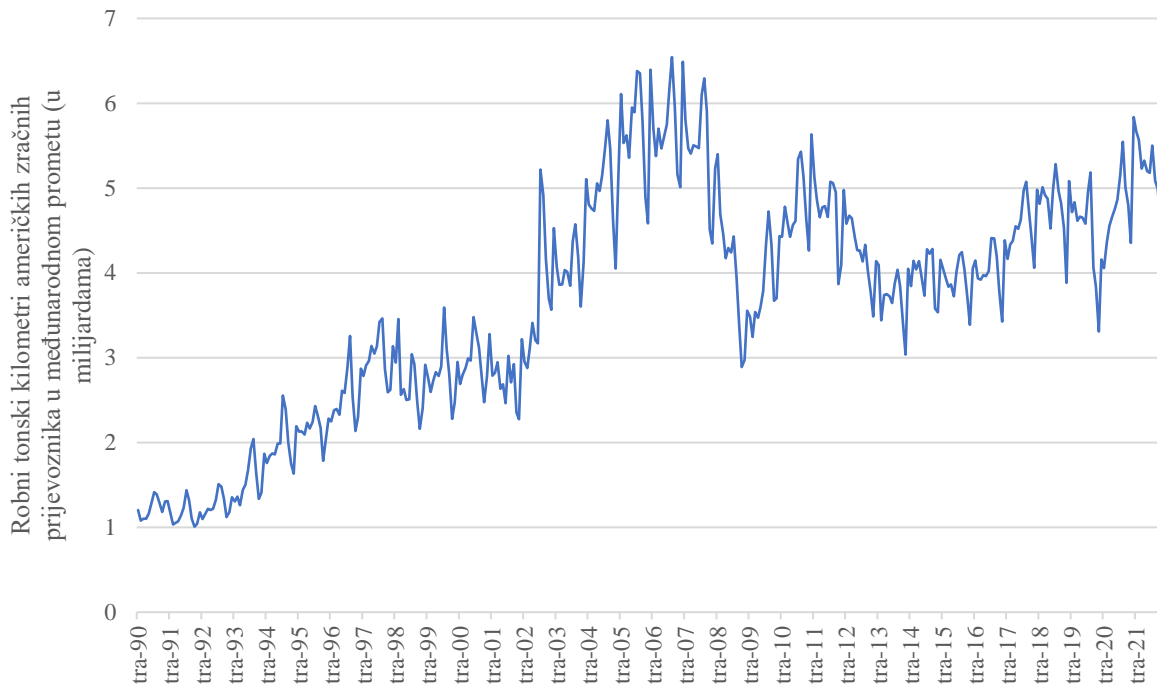
Robni tonski kilometri (engl. *freight tonne kilometres* – FTK) odgovaraju sumi produkata dobivenih multipliciranjem broja tona robe, ekspresnih i diplomatskih pošiljaka na svakoj pojedinačnoj dionici leta s kilometarskom duljinom leta. Mogu se računati u domaćem, međunarodnom i ukupnom prometu.

Na grafičkom prikazu 10 i 11 prikazana je krivulja kretanja robnih tonskih kilometara u periodu od travnja 1990. do veljače 2022. Na tom prikazu moguće je uočiti kako trend komponenta nije toliko izražena i očita kao na prethodnim grafovima. Iako postoje padovi, u periodima kriznih razdoblja nisu toliko izraženi niti toliko intenzivni kao u putničkome zračnom prometu. Dapače, u domaćem prometu može se uočiti rast ostvarenih robnih tonskih kilometara u periodu krize uzrokovane pandemijom COVID-19. Razlog je tomu taj što je teretni promet relativno manje pogođen u usporedbi s putničkim prometom, koji je osjetljiviji na vanjske utjecaje [48].



Grafički prikaz 10: Robni tonski kilometri američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [29]



Grafički prikaz 11: Robni tonski kilometri američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu od travnja 1990. do veljače 2022.

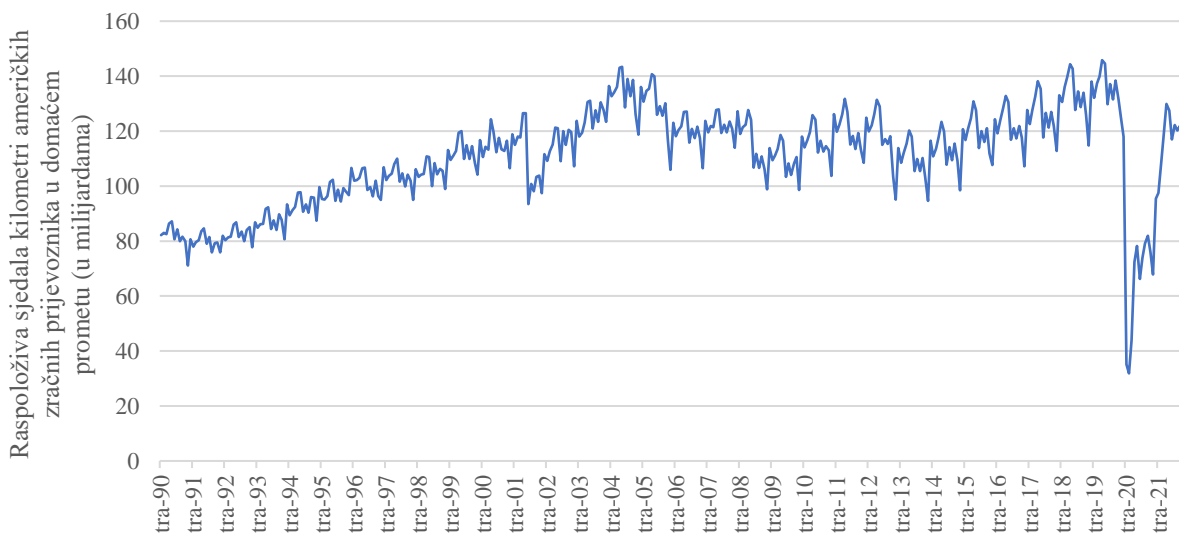
Izvor: [29]

Taj je pokazatelj upotrijebljen u [6, 9, 16, 42] kao pokazatelj potražnje za teretnim zračnim prijevozom radi utvrđivanja uzročnosti između raznih društveno-ekonomskih pokazatelja i potražnje za zračnim prijevozom.

3.1.5 Raspoloživa sjedala kilometri

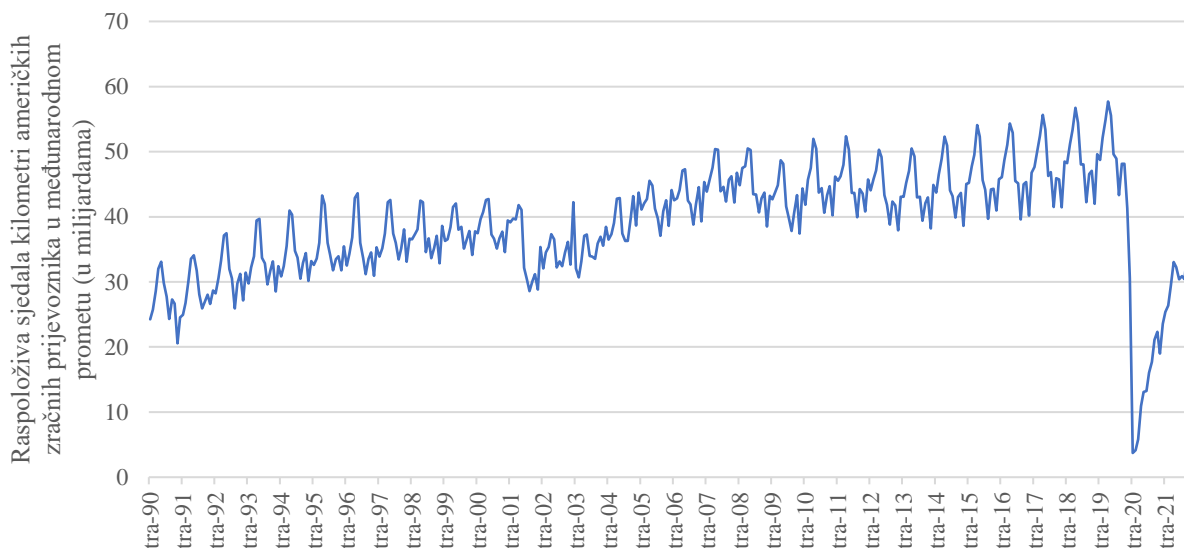
Raspoloživa sjedala kilometri (engl. *available seat kilometres* – ASK) jednaki su sumi produkata dobivenih množenjem broja raspoloživih sjedala za prodaju na svakom letu s duljinom leta. Sjedala koja nisu raspoloživa za prijevoz putnika zbog težine goriva ili tereta, trebaju biti isključena iz kalkulacija. Mogu se računati u domaćem, međunarodnom i ukupnom prometu. Zračni prijevoznici pokušavaju uskladiti ponudu s potražnjom na ponuđenim rutama. Ponuđeni višak kapaciteta može dovesti do smanjenih marži zbog viših fiksnih troškova, stoga je povećanje kapaciteta pozitivno samo ako je podržano odgovarajućim porastom potražnje za zračnim prijevozom.

Na grafičkim prikazima 12 i 13 prikazano je kretanje raspoloživih sjedala kilometara američkih zračnih prijevoznika u domaćem i međunarodnom prometu. Grafovi su vrlo slični ostvarenim putničkim kilometrima s obzirom na to da ponuda slijedi potražnju za zračnim prometom.



Grafički prikaz 12: *Raspoloživa sjedala kilometri američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu od travnja 1990. do veljače 2022.*

Izvor: [29]



Grafički prikaz 13: *Raspoloživa sjedala kilometri američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu od travnja 1990. do veljače 2022.*

Izvor: [29]

Taj je pokazatelj (ili varijacije pokazatelja poput raspoloživih sjedala) upotrijebljen u [3, 47, 49] kao pokazatelj potražnje za putničkim zračnim prijevozom, kako bi se utvrdila uzročnost između raznih društveno-ekonomskih pokazatelja i potražnje za zračnim prijevozom.

3.2 Društveno-ekonomski pokazatelji

Društveno-ekonomski pokazatelji uporabljeni za istraživanje grupirani su u podskupine na temelju zajedničkih karakteristika. U nastavku su objašnjeni i grafički prikazani odabrani pokazatelji populacije i tržišta rada, pokazatelji gospodarskog rasta, pokazatelji cijena i inflacije, pokazatelji valutne politike, pokazatelji osobnih financija, pokazatelji ekonomske nestabilnosti, pokazatelji turističke aktivnosti.

3.2.1 Pokazatelji gospodarskog rasta

Pokazatelji gospodarskog rasta, kao što su bruto domaći proizvod (BDP) ili cijena nafte, odnosno goriva, mogu biti korisni u prognoziranju potražnje za zračnim prijevozom jer kretanje tih pokazatelja obično korelira s potražnjom za putovanjima [50]. Kada gospodarstvo raste, obično se povećava i dohodak kućanstava, što može dovesti do većih investicija u putovanja [50]. S druge strane, ako gospodarstvo stagnira ili pada, to može imati negativan utjecaj na potražnju za putovanjima, posebno u slučajevima kada su ljudi zabrinuti zbog nezaposlenosti i financijske nesigurnosti. Stoga, praćenje kretanja pokazatelja gospodarskog rasta može biti korisno u procjeni budućih trendova u potražnji za zračnim prijevozom [16].

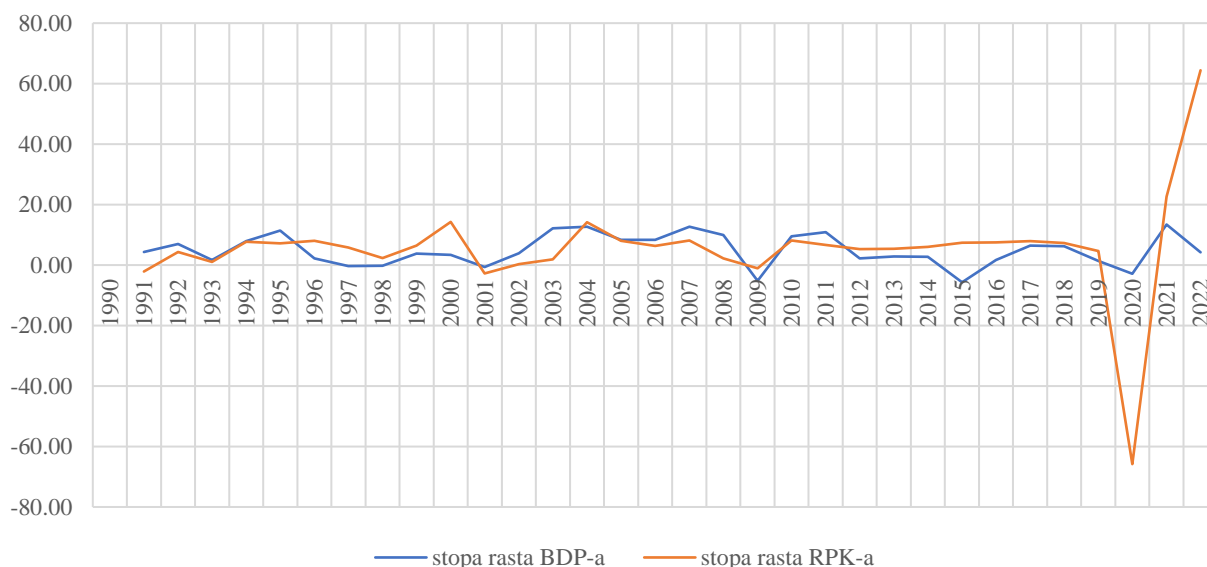
3.2.1.1 Bruto domaći proizvod

Bruto domaći proizvod, BDP (engl. *Gross Domestic Product* – GDP) makroekonomski je pokazatelj koji se smatra najboljom pojedinačnom mjerom gospodarskog stanja društva. Predstavlja ukupnu novostvorenu (dodanu) vrijednost u proizvodnji dobara i usluga u granicama jedne države. Četiri komponente bruto domaćeg proizvoda su osobna potrošnja, poslovna ulaganja, državna potrošnja i neto izvoz.

Postoje dva osnovna načina iskazivanja bruto domaćeg proizvoda: realni i nominalni BDP. Realni BDP iskazuje vrijednost u stalnim cijenama, dok nominalni BDP iskazuje vrijednost u

tekućim cijenama. Nominalni BDP ukupna je novčana vrijednost finalnih dobara i usluga proizvedenih u danoj godini čije su vrijednosti izražene u tržišnim cijenama te godine. Realni BDP otklanja promjene cijena iz nominalnog i izračunava BDP u konstantnim cijenama. Kretanja realnog BDP-a predstavljaju najrašireniju raspoloživu mjeru razine i rasta proizvodnje. Kretanja služe za promatranje pulsa ekonomije jedne države.

Postoji vrlo jaka korelacija između godišnjih stopa rasta svjetskog BDP-a i stope rasta zračnog prijevoza, mjerene u ostvarenim putničkim kilometrima, što je prikazano na grafičkom prikazu 14. Odnos između potražnje za zračnim prijevozom i svjetskog BDP-a otprilike je dva prema jedan [50].



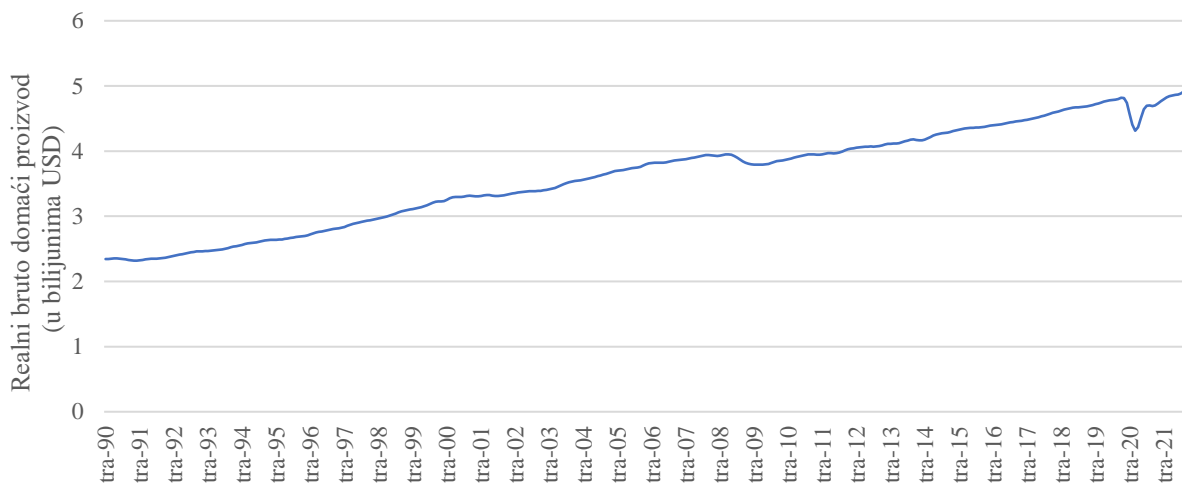
Grafički prikaz 14: Kretanje stopa rasta svjetskog BDP-a i ostvarenih putničkih kilometara

Izvor: [51, 52]

Kretanja bruto domaćeg proizvoda (realni, nominalni ili po glavi stanovnika) najčešće su upotrebljeni društveno-ekonomski pokazatelj koji se upotrebljava u [6, 7, 16, 40 – 46] prilikom istraživanja korelacije i/ili uzročnosti između potražnje za zračnim prometom i društvenim i ekonomskim razvojem promatranog tržišta.

Na grafičkom prikazu 15 prikazano je kretanje bruto domaćeg proizvoda u bilijunima američkih dolara za Sjedinjene Američke Države u promatranom razdoblju. Trend rasta BDP-a je jasan, međutim vidljive su stagnacije u rastu, usporavanje rasta i blagi otkloni kao posljedice

recesija u periodu od 1990. – 2020. godine. Najznačajniji pad BDP-a vidljiv je upravo kao posljedica krize uzrokovane koronavirusom u prvom tromjesečju 2020. godine.



Grafički prikaz 15: Realni bruto domaći proizvod Sjedinjenih Američkih Država od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [53]

U SAD-u BDP se objavljuje kvartalno: praćenje kretanja BDP-a pomaže u procjeni rasta ili pada gospodarstva i pomaže u donošenju odluka o monetarnoj i fiskalnoj politici. Iako su podaci o bruto domaćem proizvodu važni za praćenje kretanja gospodarstva na dnevnoj i mjesečnoj razini, objavljivanje mjesečnih podataka o BDP-u nije praktično zbog više razloga. Prikupljanje podataka o BDP-u za cijelu ekonomiju države zahtijeva vrijeme. Podaci se prikupljaju od tvrtki i organizacija u cijeloj zemlji, što je složen proces koji može potrajati. Zatim, mnogi elementi BDP-a temelje se na kvartalnim ili godišnjim podacima, kao što su investicije i isplata plaća. Zbog toga bi mjesečni podaci o BDP-u često bili nestabilni i nepouzdana jer bi bili podložni fluktuacijama koje se javljaju na kratkoročnoj osnovi. Također, ekonomski se podaci analiziraju na temelju usporedbe s prethodnim razdobljima, tj. s prethodnim kvartalima ili godinama. Kvartalni podaci o BDP-u pružaju dovoljno vremena za razumijevanje i procjenu trendova u gospodarstvu i donošenje odluka o politici. Uza sve to objavljivanje mjesečnih podataka o BDP-u moglo bi izazvati paniku na tržištima i utjecati na vrijednost financijskih instrumenata. Zbog svega se toga objavljivanje podataka o BDP-u obično ograničava na kvartalno i godišnje razdoblje.

S obzirom na to da su podaci bruto domaćeg proizvoda prikupljeni i objavljeni na kvartalnoj razini, potrebna je transformacija kvartalnih podataka u mjesečne podatke. S nižih je frekvencija na više frekvencije moguće transformirati varijable pomoću statističkih metoda interpolacije.

Interpolacija je metoda izračuna vrijednosti funkcije u novim točkama koje se nalaze unutar intervala definiranog diskretnim skupom podataka.

Najčešća metoda za transformaciju nižih frekvencija u više frekvencije metoda je kubične *spline* interpolacije. Njome se konstruiraju nove točke podataka unutar raspona diskretnog skupa poznatih točaka podataka. Kubična *spline* interpolacija omogućava pouzdanu interpolaciju između podataka čiji su argumenti uređeni kao uzlazni nizovi.

Podaci prikazani na grafičkom prikazu 18 mjesečni su podaci dobiveni interpolacijom na temelju objavljenih kvartalnih podataka. Objašnjenje postupka interpolacije podataka može se pronaći u poglavlju 5.

3.2.1.2 Cijena sirove nafte

Cijena sirove nafte cijena je koju plaća američka vlada za sirovu naftu kad se ona prvi put kupi od domaćih proizvođača. Taj se podatak upotrebljava kao referentna vrijednost za cijenu sirove nafte u SAD-u i rabi se za određivanje poreza na energiju, određivanje cijene benzina i određivanje cijene drugih proizvoda povezanih s naftom. Kretanje cijene sirove nafte za promatrano razdoblje (travanj 1990. – veljača 2022.) prikazano je na grafičkom prikazu 16. Cijena sirove nafte određuje se uzimanjem prosjeka zaključne cijene terminskih ugovora za sirovu naftu kojima se trguje na Njujorškoj robnoj burzi (engl. *New York Mercantile Exchange* – NYMEX) mjesec prije kupovine nafte. Cijena sirove nafte temelji se na mjernoj jedinici američkog dolara po barelu³.

³ Barel – mjerna jedinica za volumen. Jedan barel (42 američka ili 35 imperijalnih galona) je 158,9872949 litara. Danas se u svijetu najčešće rabi kao mjerna jedinica za količinu nafte.



Grafički prikaz 16: Cijena sirove nafte na NYMEX-u u periodu od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [54]

Istraživanja [16, 44] novijeg datuma uzimaju u obzir i ovaj pokazatelj kao važan za utvrđivanje uzročnosti, kao i za prognoziranje potražnje, u zračnom prometu s obzirom na važnost utjecaja cijene goriva na kreiranje cijena zrakoplovnih karata, ali i kao pokazatelj gospodarskog rasta promatranog tržišta. S povećanjem cijena sirove nafte, a time i goriva, rastu i operativni troškovi zračnih prijevoznika, što je u prošlosti rezultiralo racionalnijom ponudom kapaciteta – raspoloživih sjedala kilometara. Razdoblje između 2010. i 2012. godine karakterizirale su relativno visoke cijene goriva – prosječna cijena bila je oko 70 % viša nego u razdoblju od 2003. do 2005. godine. Međutim, disciplinirano upravljanje kapacitetima u zračnom prometu (mjereno omjerom rasta raspoloživih sjedala milja u odnosu na rast BDP-a) rezultiralo je znatno većom maržom u tom razdoblju u usporedbi s razdobljem od 2003. do 2005. godine. Veći operativni troškovi prisilili su zračne prijevoznike da ponovno procijene profitabilnost ruta te su u nekim slučajevima odlučili prekinuti letove na određenim rutama jer bi njihovo održavanje bilo skuplje od držanja zrakoplova na tlu.

3.2.1.3 Trenutna cijena mlaznoga goriva

Ova cijena predstavlja trošak barela goriva za mlazne motore koji se isporučuje na američku obalu Meksičkog zaljeva po tzv. *spot* cijeni, što znači da se prodaje za trenutnu isporuku umjesto za buduću isporuku. Služi kao referentna točka za cijenu goriva za mlazne motore u Sjedinjenim Američkim Državama.

Trenutna (*spot*) cijena mlaznoga goriva važna je jer predstavlja referentnu točku za pregovaranje o cijenama između kupaca i prodavača goriva za mlazne motore. Primjerice, zračni prijevoznici rabe *spot* cijenu kao referencu u pregovaranju prilikom sklapanja *hedging* ugovora o kupnji goriva. *Spot* cijena može utjecati i na profitabilnost zračnih prijevoznika jer je gorivo jedan od glavnih operativnih troškova u industriji zračnog prometa. Cijena mlaznoga goriva u pravilu se definira u američkim dolarima, kao i cijene ostalih naftnih derivata. Zračni se prijevoznici, stoga, suočavaju s rizikom kretanja tečaja, gdje nemaju adekvatnu zaštitu od tečajnih fluktuacija. Malo zračnih prijevoznika izvan SAD-a ima dovoljno prihoda u američkim dolarima za pružanje takve zaštite. Međutim, ponekad se događa da se tečajevi kreću tako da ublažavaju povećanje cijena goriva. To je bio slučaj 2004. godine za mnoge europske prijevoznike, kada je slabiji dolar nadoknadio dio povećanja cijena goriva izraženih u dolarima. Većina većih aviokompanija već godinama osigurava rizik od valutnih fluktuacija [55].

Hedging goriva u industriji zračnog prometa proces je zaštite od rizika volatilnosti cijena goriva kupovinom financijskih instrumenata koji će nadoknaditi eventualni porast cijena goriva u budućnosti. To je uobičajena praksa u industriji zračnog prometa jer cijene goriva često podliježu velikim fluktuacijama zbog različitih vanjskih čimbenika, poput geopolitičkih napetosti, prirodnih katastrofa ili neočekivanih tržišnih uvjeta. Posljednjih 30-ak godina značajan broj zračnih prijevoznika u većoj je ili manjoj mjeri usvojio strategije *hedginga* protiv promjena cijena goriva kako bi učinkovitije upravljali rizicima. Međutim, ne ograničavaju se samo na jednostavno osiguranje po poznatoj cijeni u budućnosti. Umjesto toga upotrebljavaju kombinaciju financijskih derivata uz elemente zaštite od dodatnih rizika povezanih s fluktuacijama valutnih tečajeva. Složenost ovih zaštitnih strategija povećava se s raznovrsnim i sofisticiranim financijskim instrumentima koji su na raspolaganju, što zahtijeva angažman specijaliziranih konzultanata. Iako je to koristan mehanizam zaštite od fluktuacije cijene goriva, koja značajno utječe na operativne troškove zračnih prijevoznika, postoje i slučajevi u kojima su prijevoznici ostvarili gubitke. *Lufthansa* je uslijed pada cijena goriva ostvarila ukupni gubitak na temelju *hedginga* za 2014. godinu u iznosu od 149 milijuna eura, od čega na četvrti kvartal otpada 96 milijuna eura gubitka. S druge strane, *Southwest Airlines*, poznat kao prijevoznik s najboljim rezultatima *hedginga* goriva, umanjio je za 3,5 milijarde dolara račun mlaznoga goriva u razdoblju od 1999. do 2008. godine [27].

Osim svega toga, cijena mlaznoga goriva može utjecati i na širu ekonomiju jer može utjecati na cijenu zračnog prijevoza i cijene robe koje se prevoze zrakom. Na taj način cijena mlaznoga goriva može imati kaskadni učinak na druge industrije i potrošače.



Grafički prikaz 17: Cijena mlaznoga goriva za Meksički zaljev SAD-a od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [56]

Na grafičkom prikazu 17 prikazana je trenutna (*spot*) cijena mlaznoga goriva u periodu od travnja 1990. do veljače 2022.

3.2.2 Pokazatelji populacije i tržišta rada

Rast populacije i pokazatelji tržišta rada, kao što su stopa nezaposlenosti i radne snage, važni su čimbenici potražnje u zračnom prometu: kad je populacija velika i nezaposlenost niska, ljudi imaju veće prihode i više slobodnog vremena, što ih potiče da putuju češće i na udaljenije destinacije [42].

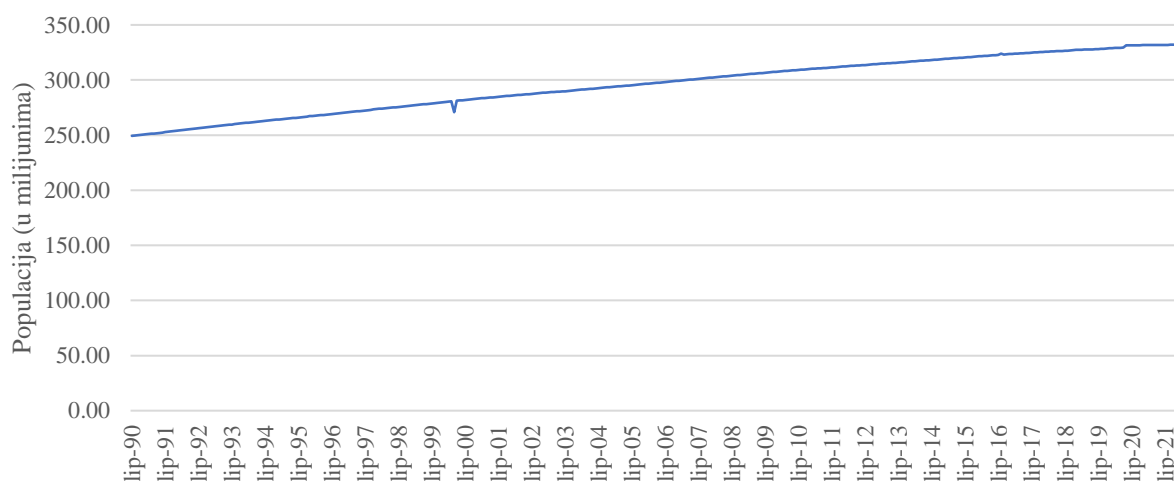
Populacija i tržište rada važni su pokazatelji za prognoziranje potražnje za zračnim prijevozom jer omogućuju procjenu financijske situacije potencijalnih putnika, njihovih životnih stilova, navika i preferencija. To pomaže zračnim prijevoznicima u prilagodbi njihova poslovanja i marketinških strategija kako bi privukli putnike i optimizirali svoje poslovanje.

3.2.2.1 Populacija

Populacija, odnosno stanovništvo, definira se kao zbroj svih državljana koji su prisutni u zemlji ili su privremeno odsutni iz zemlje te stranaca koji su trajno nastanjeni u zemlji. Ovaj pokazatelj pokazuje broj ljudi koji obično žive na nekom području. Ukupno stanovništvo uključuje i: nacionalne oružane snage stacionirane u inozemstvu, pomorce na moru, diplomatsko osoblje koje se nalazi u inozemstvu, strance civile koji borave u zemlji, raseljene osobe koje borave u zemlji. Međutim, isključuje strane oružane snage stacionirane u zemlji, strano diplomatsko osoblje koje se nalazi u zemlji te strance civile koji se privremeno nalaze u zemlji. Projekcije broja stanovnika uobičajeni su demografski alat. One pružaju osnovu za druge statističke projekcije, pomažući vladama i tvrtkama u donošenju ključnih odluka, kako za kreiranje politika, tako i za planiranje poslovanja.

U [42, 45, 46] prilikom istraživanja odnosa uzročnosti između potražnje za zračnim prijevozom i raznih društveno-ekonomskih pokazatelja upravo je pokazatelj rasta populacije uporabljen kao jedan od pokazatelja društveno-ekonomskih kretanja promatranog tržišta zračnog prijevoza.

Taj se pokazatelj može mjeriti godišnjom stopom rasta i/ili milijunima ljudi. Za predmetno istraživanje upotrijebljeni su stvarni podaci u milijunima stanovnika. Prikazan je na grafičkom prikazu 18.



Grafički prikaz 18: Populacija Sjedinjenih Američkih Država od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [57]

3.2.2.2 Stopa radne snage

Stopa radne snage postotak je radno sposobnog stanovništva i uključuje sve zaposlene osobe, kao i one koje su nezaposlene i aktivno traže posao. Ne uključuje osobe koje ne rade i ne traže posao, poput studenata, umirovljenika i roditelja koji se brinu o djeci.

Stopa radne snage važan je ekonomski pokazatelj tržišta rada. Visoka stopa radne snage obično ukazuje na snažnu potražnju za radnom snagom i nisku razinu obeshrabrenih radnika koji su odustali od traženja posla. S druge strane, niska stopa radne snage može ukazivati na slabije uvjete tržišta rada, s velikim brojem ljudi koji su nesposobni za posao ili ga ne žele pronaći. Razumijevanje kretanja stope radne snage može pomoći u razvoju politika i programa koji promoviraju stvaranje radnih mjesta i poboljšanje ishoda tržišta rada.

Stopa radne snage prikuplja se na mjesečnoj razini, pa ove podatke makroekonomisti rabe kao početni ekonomski pokazatelj trenutnih kretanja na tržištu rada. Stopa radne snage pomaže državnim agencijama, financijskim tržištima i istraživačima u procjeni ukupnog „zdravlja“ gospodarstva. Taj je podatak (kao i stopa zaposlenih) upotrijebljen i u [7, 8 i 23] koji istražuju odnose korelacije i/ili uzročnosti između pokazatelja potražnje za zračnim prometom i društveno-ekonomskih kretanja.

Dugoročne promjene u sudjelovanju radne snage mogu odražavati sekularne ekonomske trendove koji nisu povezani s cjelokupnim stanjem gospodarstva. Na primjer, demografske promjene, kao što je starenje stanovništva, mogu dovesti do sekularnog porasta napuštanja radne snage, smanjenja radne snage i smanjenja stope sudjelovanja u radnoj snazi. Na grafičkom prikazu 19 vidljiv je trend pada stope radne snage u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022. Neki od razloga takvog trenda uključuju sljedeće: veće naknade za nezaposlene, želja za višim plaćama te smanjen interes za slabo plaćene poslove, veća stopa umirovljenja zbog starenja stanovništva, sporiji rast stanovništva.



Grafički prikaz 19: Stopa radne snage u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [58]

3.2.2.3 Stopa nezaposlenosti

Stopa nezaposlenosti (engl. *unemployment rate*) je broj nezaposlenih podijeljen s brojem ukupne radne snage. Stopa nezaposlenosti ima važan utjecaj na ekonomiju na različite načine. Visoka stopa nezaposlenosti može dovesti do smanjenja potrošnje jer nezaposleni imaju manje raspoloživih sredstava za potrošnju. To može dovesti do smanjenja prodaje proizvoda i usluga, što može utjecati na poslovne prihode i profitabilnost. Visoka stopa nezaposlenosti također može dovesti do smanjenja poreznih prihoda države i povećanja socijalnih izdataka. S druge strane, niska stopa nezaposlenosti može dovesti do povećanja plaća jer su poslodavci prisiljeni povećati plaće kako bi privukli i zadržali radnike. Nadalje, to može uzrokovati rast potrošnje i povećanje proizvodnje, što može pozitivno utjecati na gospodarski rast. Međutim, preniska stopa nezaposlenosti može također dovesti do inflacije jer se cijene povećavaju kada potražnja nadilazi ponudu. Upravo iz tog razloga stopa nezaposlenosti može biti koristan pokazatelj potražnje za zračnim prometom što su istraživali i autori u [46, 47].

Povećanje stopa nezaposlenosti izravna je posljedica bilo koje recesije. Kako se proizvodnja smanjuje, poduzeća trebaju manje radnika. Priroda te veze poznata je kao Okunov zakon – teorija koja povezuje stopu rasta gospodarstva i stopu nezaposlenosti. Prema Okunovom zakonu, postoji inverzna relacija između stopa rasta BDP-a i stope nezaposlenosti. To znači da povećanje stope gospodarskog rasta uzrokuje pad stope nezaposlenosti, a pad stope gospodarskog rasta, uzrokuje

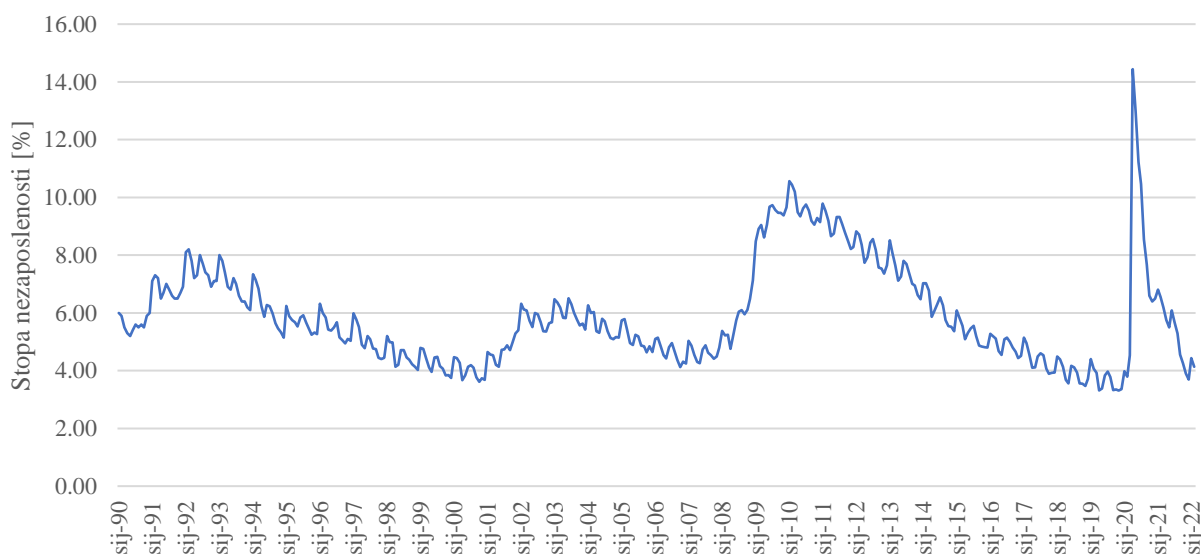
rast stope nezaposlenosti, i to tako da se na svaka 2 % smanjenja BDP-a stopa nezaposlenosti poveća 1 postotni bod [31].

To pravilo, međutim, nije uvijek strogo ispunjeno i može biti pogođeno utjecajem različitih varijabli, kao što su globalni ekonomski uvjeti, promjene u produktivnosti i drugi faktori koji utječu na gospodarski rast. Također, Okunov se zakon odnosi samo na kratkoročne promjene u gospodarstvu, a ne na dugoročne trendove i strukturne probleme u tržištu rada.

Moguće je identificirati tri osnovne vrste nezaposlenosti:

- frikcijsku: radnici su između dva zaposlenja ili trenutno izvan radne snage
- strukturnu: otpušteni radnici u recesijom pogođenim područjima proizvodnje
- cikličku: otpušteni radnici kada je cjelokupna ekonomija pogođena recesijom.

Na grafičkom prikazu 20 prikazano je kretanje stope nezaposlenosti u Sjedinjenim Američkim Državama u promatranom periodu. Na prikazu se mogu jasno primijetiti ciklički skokovi povezani s recesijama koje su imale značajan utjecaj na cjelokupnu ekonomiju SAD-a.



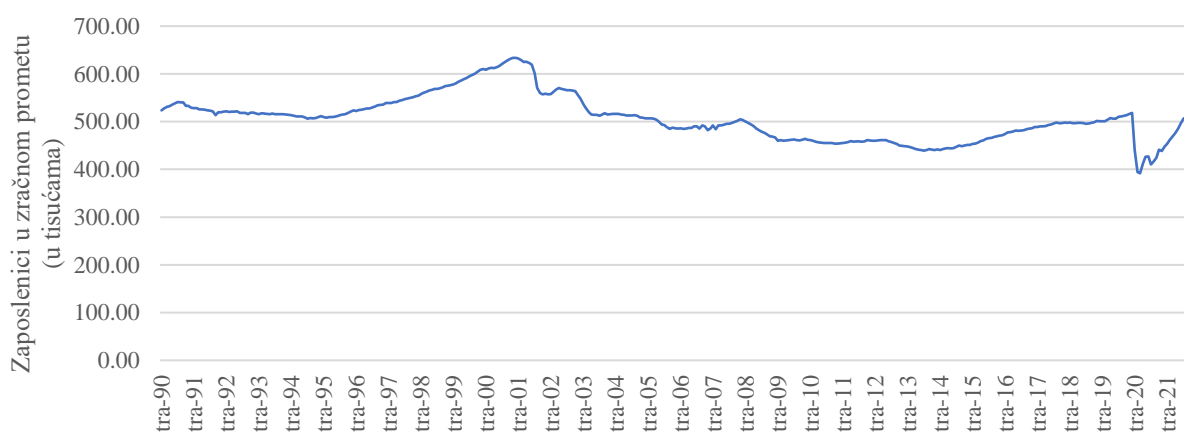
Grafički prikaz 20: Stopa nezaposlenosti u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [59]

3.2.2.4 Broj zaposlenih u industriji zračnog prometa

Broj zaposlenih u industriji zračnog prometa obuhvaća sve zaposlene u industriji zračnog prometa u Sjedinjenim Američkim Državama. Podatke na mjesečnoj razini prikuplja i objavljuje Ured za radnu statistiku SAD-a na temelju obrazaca koje dostavljaju poslodavci. Ti podaci su značajni u kontekstu kretanja zaposlenih u samoj industriji. Autori u [4] istražuju uzročne odnose između broja zaposlenih u određenoj industriji (uslužnim djelatnostima i manufakturama) i broja prevezenih putnika za različite države Europe.

Na grafičkom prikazu 21 prikazano je kretanje broja zaposlenih u industriji zračnog prometa od travnja 1990. do veljače 2022. u Sjedinjenim Američkim Državama.



Grafički prikaz 21: Broj zaposlenih u zračnom prometu od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [60]

3.2.3 Pokazatelji cijena i inflacije

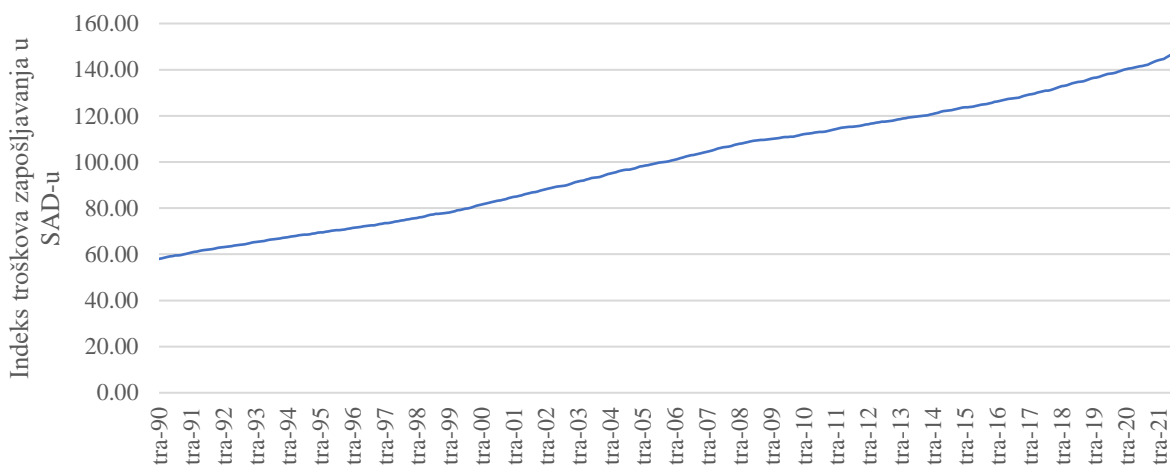
Pokazatelji cijena i inflacija imaju značajan utjecaj na potražnju u zračnom prometu. U općem slučaju, povećanje cijena zrakoplovnih karata i/ili povećanje inflacije može dovesti do smanjenja potražnje za putovanjima u zračnom prometu.

3.2.3.1 Indeks troškova zapošljavanja

Indeks troškova zapošljavanja (engl. *Employment Cost Index* – ECI) kvartalna je mjera promjene cijene rada, definirana kao naknada po radnom satu zaposlenika. Pokazatelj je troškovnih

pritisaka unutar poduzeća koji bi mogli dovesti do inflacije cijena gotovih proizvoda i usluga. Indeks mjeri promjene u troškovima naknada ne samo za plaće i nadnice već i za opsežan popis naknada. Kao indeks s fiksnom težinom, ECI kontrolira promjene koje se događaju tijekom vremena i omogućuje analitičarima i istraživačima da kvantificiraju promjene u sastavu radne snage u smislu vrsta poslova ili industrija. Ideja je da se pritisak na plaće povećava ukorak s inflacijom jer naknade obično rastu prije nego što tvrtke povise cijene za potrošače. Stoga se inflacijskim vjetrom u leđa smatra kada indeks troškova zapošljavanja pokazuje strmiju crtu trenda ili porast veći od očekivanog za određeno razdoblje. Osim toga, kako inflacija raste, prinosi i kamatne stope također rastu, što rezultira smanjenjem cijena obveznica.

Ekvivalent ovom indeksu u Europskoj uniji jest indeks troškova rada (engl. *Labour Cost Indeks – LCI*). Rast troškova rada može povećati cijene proizvoda i usluga, uključujući cijene zrakoplovnih karata. To može smanjiti potražnju za letovima jer će neki putnici odlučiti da ne žele platiti veće cijene za putovanje zrakoplovom. Također, povećanje troškova rada može utjecati na operativne troškove zračnih prijevoznika, što može dovesti do smanjenja ponude letova ili ukidanja nekih linija. To isto tako može smanjiti potražnju za letovima jer ostaju manje mogućnosti putovanja na određenim rutama.



Grafički prikaz 22: Indeks troškova zapošljavanja u SAD-u od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [61]

Na grafičkom prikazu 22 prikazano je kretanje indeksa troškova zapošljavanja u Sjedinjenim Američkim Državama te način na koji je stopa rasla u periodu od travnja 1990. do veljače 2022.

3.2.3.2 Indeks cijena proizvođača

Indeks cijena proizvođača (engl. *Producer Price Index – PPI*) mjeri prosječnu promjenu tijekom vremena u prodajnim cijenama koje domaći proizvođači primaju za svoju proizvodnju. PPI obuhvaća širok raspon roba, uključujući sirovine, poluproizvode i gotove proizvode.

Indeks cijena potrošača izračunava se na temelju promjena cijena proizvoda i usluga koje proizvođači nude na tržištu. Često se izračunava za različite sektore proizvodnje, poput industrijske proizvodnje, industrije zračnog prometa, turizma itd. Ovaj se indeks često upotrebljava kao pokazatelj inflacijskog pritiska na gospodarstvo.

Indeks cijena proizvođača rabi se kao indikator inflacijskih pritisaka na razini proizvodnje i trgovine na veliko. Povećanje cijena na razini proizvođača obično ukazuje na rastući pritisak inflacije na razini potrošačkih cijena, što može utjecati na kupovnu moć potrošača i poslovne troškove.

Na grafičkom prikazu 23 vidljivo je kretanje indeksa cijena proizvođača u Sjedinjenim Američkim Državama za sve sektore proizvodnje u periodu od travnja 1990. do veljače 2022.



Grafički prikaz 23: Indeks cijena proizvođača u SAD-u od travnja 1990. do veljače 2022.

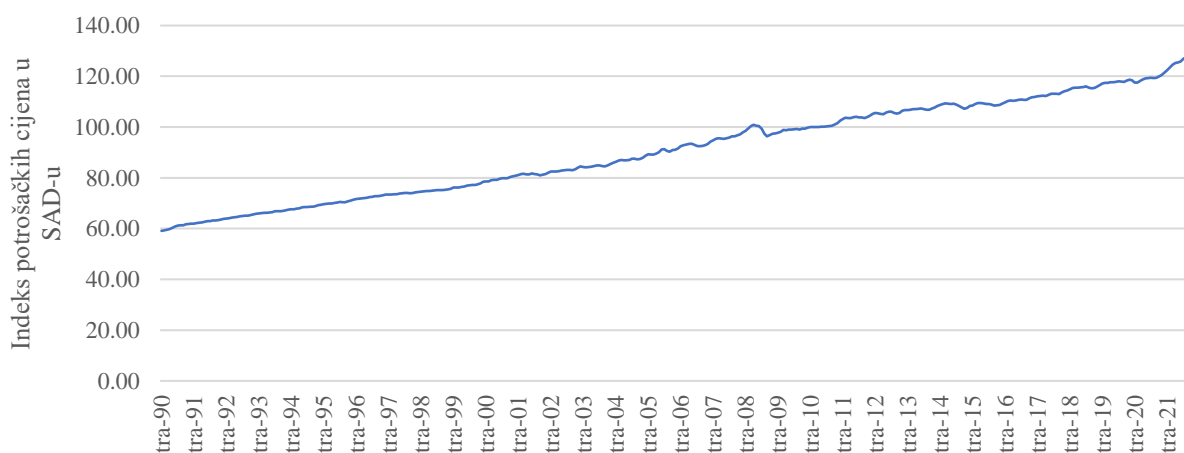
Izvor: [59]

3.2.3.3 Indeks potrošačkih cijena

Indeks potrošačkih cijena (engl. *Consumer Price Index – CPI*) smatra se najrasprostranjenijom mjerom inflacije. Indeks potrošačkih cijena pokazatelj je promjena maloprodajnih cijena koji se periodično izračunava kako bi se utvrdila postotna promjena cijena u nekom razdoblju. Služi kao instrument za mjerenje inflacije, odnosno stabilnosti cijena. Ovaj indeks pokazuje promjene kupovne moći stanovništva [62].

U [43] autor razmatra i indeks potrošačkih cijena kao važan društveno-ekonomski pokazatelj u istraživanju uzročnog odnosa između potražnje za zračnim prometom i ekonomije promatranog tržišta.

Na grafičkom prikazu 24 prikazano je kretanje indeksa potrošačkih cijena u Sjedinjenim Američkim Državama u periodu od travnja 1990. do travnja 2022.



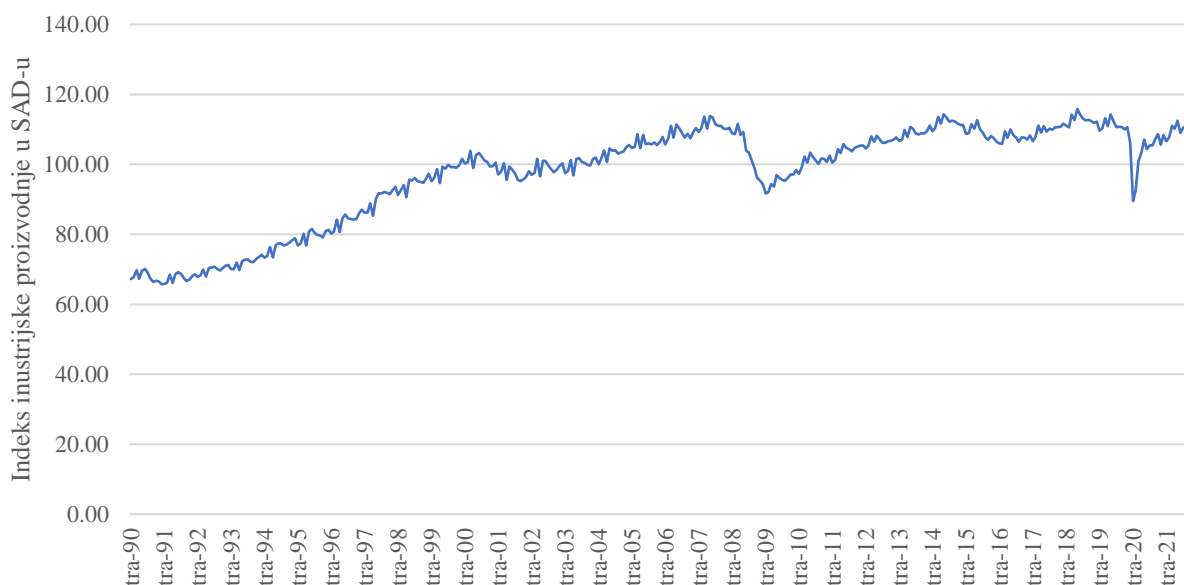
Grafički prikaz 24: Indeks potrošačkih cijena u SAD-u od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [59]

CPI je mjera promjene cijena dobara i usluga koje kućanstva kupuju u svojoj ulozi potrošača. Često se upotrebljava i kao zamjenska mjera inflacije za cijelu ekonomiju, djelomice zbog učestalosti i pravovremenosti kojom se objavljuje. Često se navodi kao odgovarajuća mjera za prilagodbu plaćanja (kao što su plaće, najamnine, kamate i mirovine) za učinke inflacije. Može imati značajne financijske posljedice za planiranje poslovanja različitih tvrtki, pa tako i na poslovanje zračnih prijevoznika.

3.2.3.4 Indeks industrijske proizvodnje

Indeks industrijske proizvodnje (engl. *Industrial Production Indeks*) pokazatelj je varijacije obujma industrijske proizvodnje. Izračunava se mjesečno za cjelokupnu industriju i za pojedine industrijske grane. Na grafičkom prikazu 25 prikazano je kretanje indeksa industrijske proizvodnje za cjelokupnu industriju Sjedinjenih Američkih Država.



Grafički prikaz 25: Indeks industrijske proizvodnje u SAD-u od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [58]

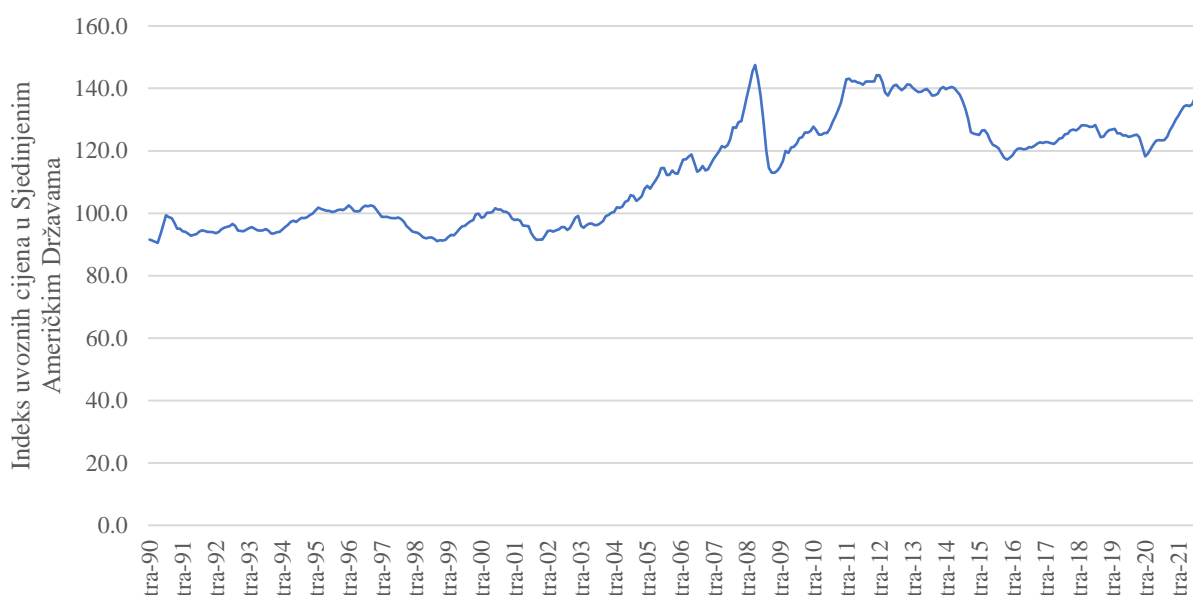
Indeks industrijske proizvodnje često se upotrebljava kao pokazatelj gospodarskog rasta i djeluje kao jedan od ključnih pokazatelja gospodarske aktivnosti u industrijskom sektoru. Rast u industrijskoj proizvodnji obično ukazuje na poboljšanje u gospodarstvu, dok smanjenje proizvodnje obično ukazuje na ekonomsku stagnaciju ili recesiju. Ovaj se indeks također upotrebljava za praćenje trendova u industriji i za donošenje odluka o investiranju i poslovanju.

Autor u [43] razmatra i indeks proizvodnje prilikom utvrđivanja uzročnog odnosa između potražnje za zračnim prometom i ekonomije Nigerije – zbog čega uzima u obzir indeks manufakturne proizvodnje.

3.2.3.5 Indeks uvoznih i izvoznih cijena

Indeksi uvoznih i izvoznih cijena (engl. *Import and export price index*) predstavljaju jedan od tri glavna pokazatelja koji pomažu Uredu za statistiku rada u mjerenju promjena cijena robe i usluga u gospodarstvu SAD-a. Druge dvije metrike uključuju ranije spomenute indeks potrošačkih cijena (CPI) i indeks proizvođačkih cijena (PPI).

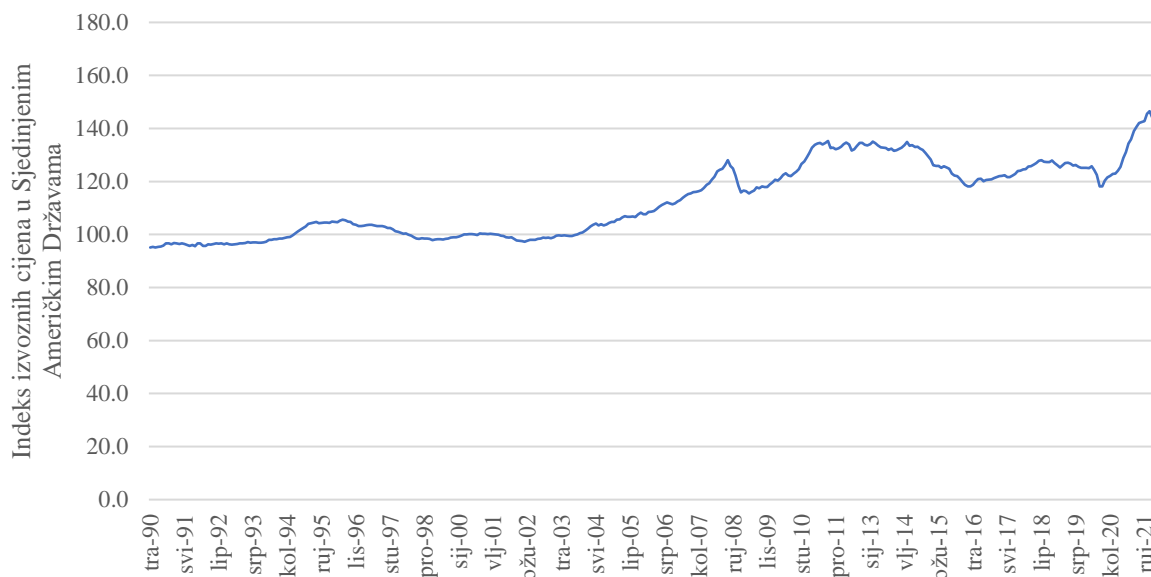
Indeksi uvoznih i izvoznih cijena mjere su kojima se prate promjene cijena roba i usluga koje se uvoze ili izvoze iz jedne zemlje u drugu. Ti su pokazatelji upotrijebljeni u [3, 63] kao pokazatelj inflacije promatranog tržišta u odnosu na pokazatelje potražnje za zračnim prometom.



Grafički prikaz 26: Indeks uvoznih cijena u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [64]

Na grafičkom prikazu 26 prikazano je kretanje indeksa uvoznih cijena, dok je na grafičkom prikazu 27 prikazano kretanje indeksa izvoznih cijena Sjedinjenih Američkih Država.



Grafički prikaz 27: Indeks izvoznih cijena u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [65]

Indeks uvoznih cijena mjeri promjenu prosječne cijene roba i usluga koje se uvoze u zemlju u određenom razdoblju, dok indeks izvoznih cijena mjeri promjenu prosječne cijene roba i usluga koje se izvoze iz zemlje u istom razdoblju [31]. Indeksi uvoznih i izvoznih cijena obično se upotrebljavaju kao pokazatelji trgovinske ravnoteže i međunarodnih ekonomskih odnosa između zemalja. Njihove fluktuacije mogu ukazati na promjene u globalnoj potražnji i ponudi, političkim i ekonomskim kretanjima te inflacijskim trendovima. Na primjer, porast indeksa uvoznih cijena može ukazivati na rast cijena uvoznih roba i usluga i može uzrokovati inflaciju u zemlji, dok pad indeksa izvoznih cijena može ukazivati na slabiju konkurentnost izvozne industrije i mogući pad ukupnih izvoznih prihoda zemlje.

3.2.4 Pokazatelji valutne politike

Pokazatelji valutne politike rabe se za procjenu i praćenje stabilnosti monetarne i valutne politike jedne države. Upotrebljavaju se u analizama gospodarskih trendova i predviđanju budućih kretanja valutnih tečajeva, kamatnih stopa i drugih elemenata povezanih s valutnom politikom. Pad valute, primjerice, može utjecati na potražnju na pojedinim rutama, pa tako pad vrijednosti američkog dolara može stimulirati turiste iz drugih zemalja s jačom valutom da putuju u Sjedinjene Američke Države [30].

3.2.4.1 Stopa nacionalne valute prema posebnim pravima vučenja

Nacionalna valuta prema posebnim pravima vučenja odnosi se na tečaj između nacionalne valute zemlje i posebnog prava vučenja (engl. *Special Drawing Rights* – SDR), što je međunarodna rezervna aktiva, koju je stvorio Međunarodni monetarni fond (engl. *International Monetary Fund* – IMF). SDR sam po sebi nije valuta, već košarica valuta koja uključuje američki dolar, euro, kineski juan, japanski jen i britansku funtu. Vrijednost SDR-a dnevno određuje MMF na temelju tečajeva tih valuta. Djeluje kao dopuna postojećim novčanim rezervama zemalja članica. Stvoren je kao odgovor na zabrinutost zbog ograničenja zlata i dolara kao jedinog sredstva za podmirivanje međunarodnih računa. SDR povećava međunarodnu likvidnost nadopunjavanjem standardnih rezervnih valuta.

Nacionalna valuta prema SDR-u jest iznos nacionalne valute zemlje koji je potreban za kupnju jednog SDR-a. Ovaj je tečaj važan za zemlje koje drže SDR-ove kao rezervnu imovinu ili ih rabe za međunarodne transakcije jer može utjecati na vrijednost njihovih rezervi ili trošak njihovih transakcija. Za Sjedinjene Američke Države tečaj nacionalne valute prema SDR-u je važan jer utječe na vrijednost međunarodnih pričuva zemlje. Američki je dolar jedna od valuta uključenih u košaricu SDR-a i zbog toga fluktuacije u tečaju između dolara i drugih valuta SDR-a mogu utjecati na vrijednost SDR-a. Budući da je američki dolar glavna svjetska pričuvna valuta, promjene u vrijednosti SDR-a mogu imati implikacije na globalno gospodarstvo. Ako se vrijednost SDR-a poveća u odnosu na dolar, to može dolar učiniti manje privlačnim stranim ulagačima i središnjim bankama, potencijalno smanjujući potražnju za vrijednosnicama državnog trezora SAD-a i drugom imovinom denominiranom u dolarima.

Razumijevanje tečaja nacionalne valute prema SDR-u važno je, stoga, za vladu SAD-a i kreatora gospodarske i monetarne politike, budući da može utjecati na trgovinu i tokove kapitala zemlje, vrijednost njezinih međunarodnih pričuva i troškove zaduživanja.

Na grafičkom prikazu 28 prikazano je kretanje stope nacionalne valute – američkog dolara – prema posebnim pravima vučenja u SAD-u.



Grafčki prikaz 28: Stopa nacionalne valute (američki dolar) prema posebnim pravima vučenja (SDR) u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [66]

3.2.4.2 Realni efektivni tečaj prema indeksu potrošačkih cijena

Realni efektivni devizni tečaj (engl. *Real Effective Exchange Rate* – REER) temeljen na indeksu potrošačkih cijena jest mjera vrijednosti valute zemlje u usporedbi s košaricom drugih valuta, prilagođena za inflaciju. Izračunava se pomoću nominalnog efektivnog deviznog tečaja (engl. *Nominal Effective Exchange Rate* – NEER) i njegovim prilagođavanjem za relativne razine cijena u zemlji i njezinim trgovinskim partnerima. NEER je nominalni efektivni devizni tečaj, odnosno težinska prosječna vrijednost nacionalne valute u odnosu na košaricu stranih valuta koje se upotrebljavaju u međunarodnoj trgovini, ne uzimajući u obzir inflaciju. Izračunava se uzimanjem ponderiranog prosjeka bilateralnih tečajeva između valute zemlje i valuta njezinih trgovinskih partnera.

Za izračun REER-a na temelju CPI-a, NEER se prilagođava za inflaciju dijeljenjem s omjerom domaćeg indeksa potrošačkih cijena (CPI) zemlje i inozemnog CPI-a trgovačkih partnera. Ta prilagodba uzima u obzir relativne promjene u razinama cijena između zemlje i njezinih trgovinskih partnera [67].

$$REER = NEER \times (\text{domaći CPI} / \text{inozemni CPI}) \quad (2)$$

Formula (2) omogućuje prilagodbu nominalne vrijednosti valute uzimajući u obzir razlike u inflaciji između zemlje i njezinih trgovinskih partnera. Rezultat REER-a prikazuje stvarnu vrijednost valute u odnosu na košaricu stranih valuta, uzimajući u obzir inflaciju. Viši REER na temelju CPI-a ukazuje na to da je valuta zemlje precijenjena u odnosu na njezine trgovinske partnere, dok niži REER na temelju CPI-a ukazuje na to da je valuta podcijenjena.



Grafički prikaz 29: Realni efektivni tečaj prema indeksu potrošačkih cijena u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [66]

REER temeljen na CPI-u koristan je alat za kreatore trgovinskih politika jer pruža informacije o konkurentnosti roba i usluga neke zemlje na međunarodnim tržištima. Može se upotrijebiti i za praćenje razlika u inflaciji između zemalja i za procjenu utjecaja kretanja tečaja na trgovinske tokove.

Na grafičkom prikazu 29 prikazano je kretanje realnoga efektivnog tečaja prema indeksu potrošačkih cijena u SAD-u.

3.2.4.3 Realni efektivni tečaj prema indeksu jediničnih troškova

Realni efektivni devizni tečaj temeljen na jediničnim troškovima rada mjera je vrijednosti valute zemlje u usporedbi s košaricom drugih valuta, prilagođen za relativne jedinične troškove rada (engl. *Unit Labor Cost* – ULC) između zemalja. Uzima u obzir cijenu rada u različitim zemljama, što utječe na njihovu konkurentnost u međunarodnoj trgovini.

Realni efektivni devizni tečaj temeljen na jediničnim troškovima rada izračunava se prilagođavanjem nominalnog efektivnog tečaja (NEER) za omjer domaće prosječne cijene rada prema stranim jediničnim troškovima rada [67], kako slijedi (3):

$$REER = NEER \times (\text{domaći ULC} / \text{strani ULC}) \quad (3)$$

Ta prilagodba uzima u obzir relativne razlike u troškovima rada između zemalja, koje mogu utjecati na konkurentnost njihovih dobara i usluga na međunarodnim tržištima. Ako zemlja ima niže troškove rada u odnosu na svoje trgovinske partnere, njezina će roba i usluge biti relativno jeftinije i konkurentnije na stranim tržištima, što može dovesti do aprecijacije njezine valute.

Kreatori politika mogu upotrebljavati REER temeljen na JTR-u za praćenje promjena u konkurentnosti i po potrebi za prilagodbu svoje ekonomske politike. Međutim, važno je napomenuti da su JTR samo jedan od mnogih čimbenika koji mogu utjecati na devizne tečajeve, a i drugi čimbenici, kao što su produktivnost, inflacija i kamatne stope također mogu igrati ulogu.



Grafički prikaz 30: Realni efektivni devizni tečaj temeljen na jediničnim troškovima rada u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [66]

Na grafičkom prikazu 30 prikazano je kretanje realnog efektivnog tečaja prema jediničnim troškovima rada u SAD-u.

3.2.5 Pokazatelji osobnih financija

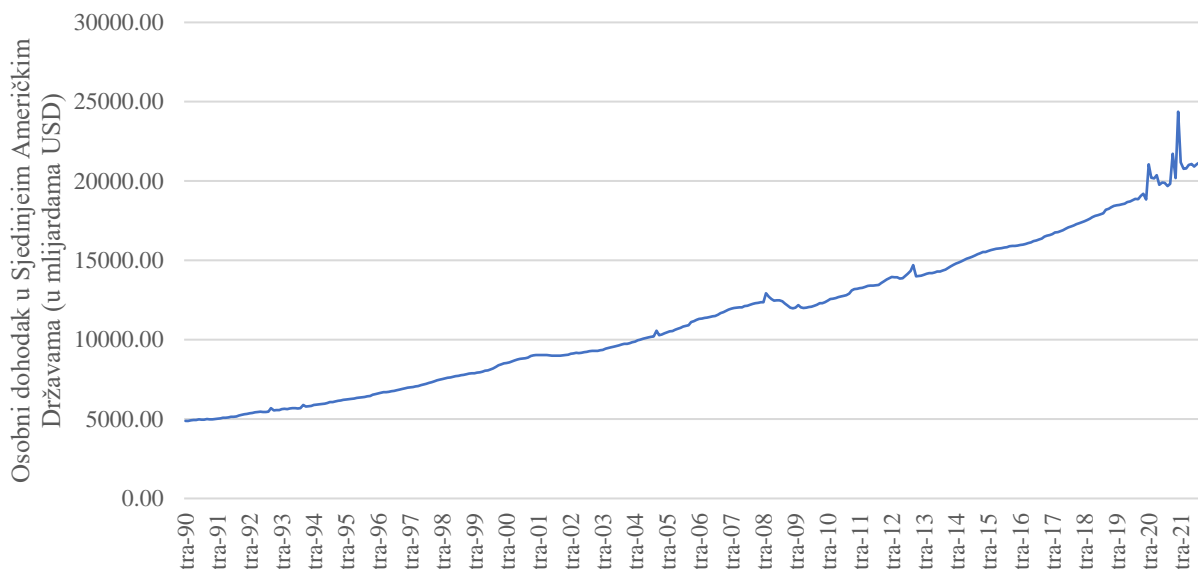
Pokazatelji osobnih financija, poput osobnog dohotka, raspoloživog osobnog dohotka i stope osobne štednje važni su u procjeni potražnje za zračnim prijevozom jer su oni indikatori financijske stabilnosti i sposobnosti potrošača da putuju zrakoplovom. Na primjer, ako osobni dohodak raste, potrošači će vjerojatno imati više novca na raspolaganju za putovanje zrakoplovom, što bi moglo dovesti do povećanja potražnje za zračnim prijevozom. Uz to, ako raspoloživi osobni dohodak raste, potrošači će možda biti skloniji potrošiti više novca na putovanja, uključujući putovanja zrakoplovom.

Stopa štednje je važna jer ukazuje na to koliko si putovanja zrakoplovom potrošači mogu priuštiti, a da se ne suoče s financijskim poteškoćama. Ako je stopa štednje niska, potrošači mogu biti manje spremni potrošiti novac na putovanja zrakoplovom, dok bi viša stopa štednje mogla ukazivati na to da potrošači imaju više novca za putovanja.

Uz to, ti pokazatelji mogu biti važni u procjeni ciljnih tržišta zračnih prijevoznika. Na primjer, ako se primijeti povećanje osobnog dohotka u određenom demografskom segmentu, marketinška kampanja bi se mogla usmjeriti na taj segment kako bi se povećala potražnja za zračnim prijevozom [27].

3.2.5.1 Osobni dohodak

Osobni dohodak (engl. *Personal Income* – PI) jest mjera dohotka prije nego što su odbijeni porezi. Jednak je raspoloživom dohotku uvećanom za neto poreze [31]. Dohodak je osnova za stvaranje bogatstva i ograničavajući je čimbenik u izboru potrošača jer potrošač ne može potrošiti više od ukupnog dohotka, osim ako smanjuje svoju štednju (trenutnu ili buduću) [62].



Grafički prikaz 31: Osobni dohodak u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022.

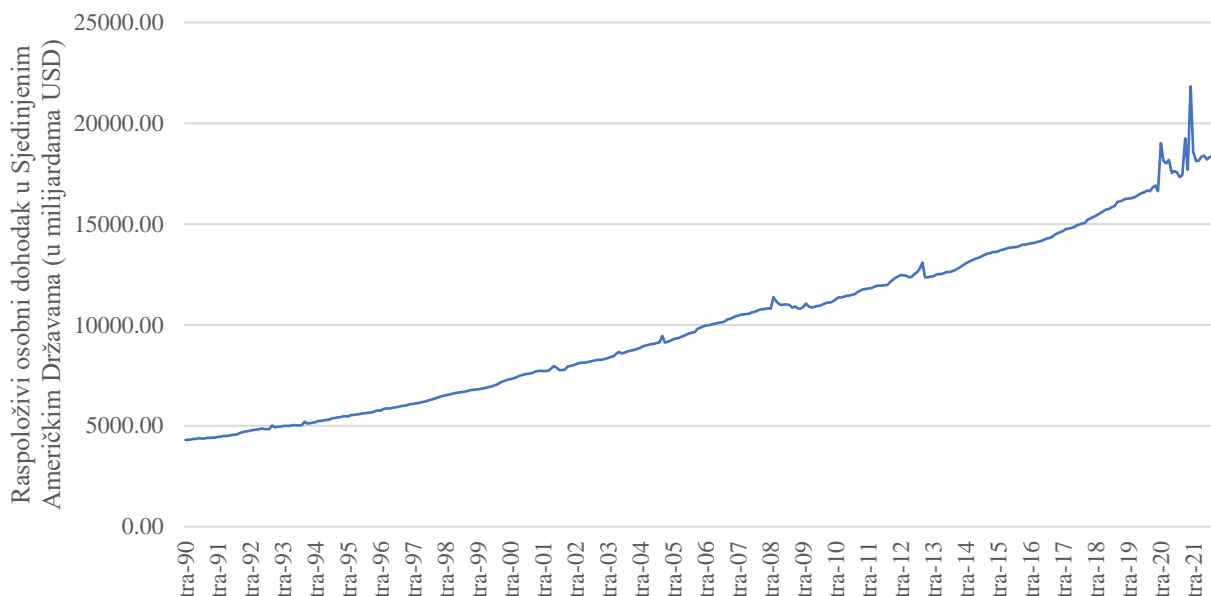
Izvor: [68]

Na grafičkom prikazu 31 prikazano je kretanje osobnog dohotka u Sjedinjenim Američkim Državama. Statistika osobnog dohotka [68] pokazuje prihod koji stanovnici SAD-a ostvaruju od plaća, dodataka koje daje poslodavac, kao što su osiguranje, vlasništvo poduzeća, iznajmljivanje imovine, socijalno osiguranje i druge državne beneficije, kamate i dividende.

Prilikom istraživanja povezanosti potražnje u zračnom prometu i ekonomskog razvoja [9] rabljen je upravo pokazatelj osobnog dohotka kao jedan od društveno-ekonomskih pokazatelja.

3.2.5.2 Raspoloživi osobni dohodak

Raspoloživi osobni dohodak (engl. *Disposable Personal Income* – DPI) iznos je koji ostaje nakon što ljudi plate porez, poznat je i kao dohodak nakon oporezivanja. To je iznos koji kućanstva mogu potrošiti, uštedjeti ili investirati te nije važan samo za dobrobit pojedinaca, već i za cijelo gospodarstvo [69]. Raspoloživi osobni dohodak važan je pokazatelj financijske situacije kućanstva i utječe na njihove potrošačke navike. Visoki raspoloživi osobni dohodak obično ukazuje na to da će kućanstva biti spremnija za potrošnju, dok niski raspoloživi osobni dohodak može ukazivati na to da će se kućanstva više oslanjati na štednju. Razlika između osobnog dohotka i raspoloživoga osobnog dohotka je u tome što se kod raspoloživoga osobnog dohotka oduzimaju porezi i doprinosi, što predstavlja stvarni iznos novca koji osoba može potrošiti ili štedjeti.



Grafčki prikaz 32: Raspoloživi osobni dohodak u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022.

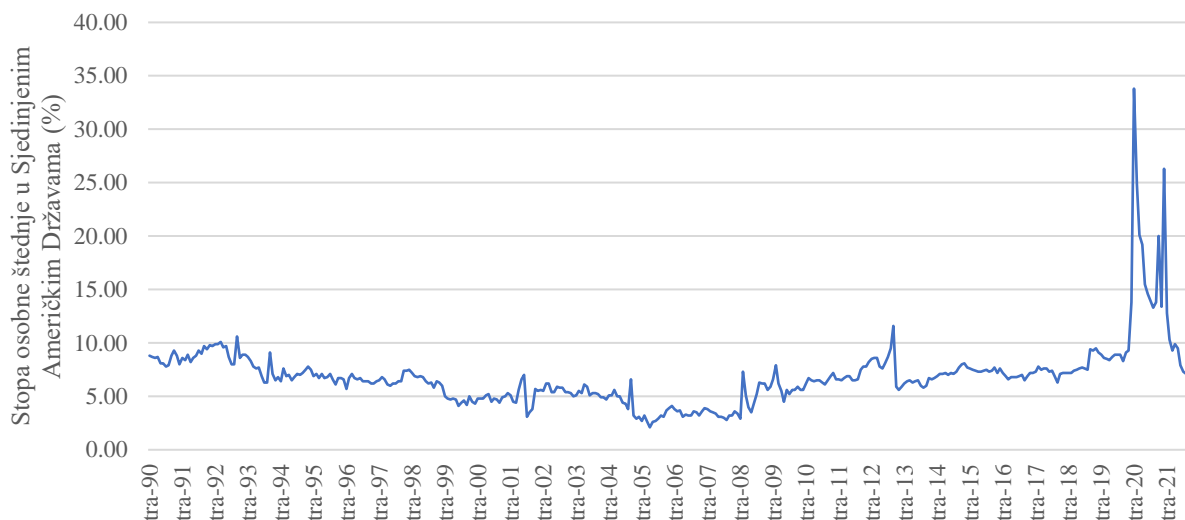
Izvor: [69]

Na grafičkom prikazu 32 prikazano je kretanje raspoloživoga osobnog dohotka u Sjedinjenim Američkim Državama.

U [10] autori upotrebljavaju raspoloživi osobni dohodak u Sjedinjenim Američkim Državama kao pokazatelj kretanja američke ekonomije, kako bi utvrdili dinamički odnos između potražnje za zračnim prometom i ekonomskog rasta Sjedinjenih Američkih Država.

3.2.5.3 Stopa osobne štednje

Stopa osobne štednje (engl. *Personal Saving Rate* – PSR) mjera je koja odražava koliki postotak dohotka pojedinac ili kućanstvo odvaja i čuva kao štednju u odnosu na ukupni dohodak koji ostvaruje. To je iznos novca koji se ne troši, nego se pohranjuje ili investira za buduće potrebe. Izračunava se kao iznos prihoda koji ostane nakon što ljudi potroše novac i plate porez. Stopa osobne štednje može se upotrijebiti kao pokazatelj financijske stabilnosti i sigurnosti kućanstava, a također može ukazati na trendove potrošnje i potencijalni rizik od inflacije. Stopa štednje prati se kako bi se olakšalo predviđanje ponašanja potrošača i gospodarskog rasta.



Grafički prikaz 33: Stopa osobne štednje u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [70]

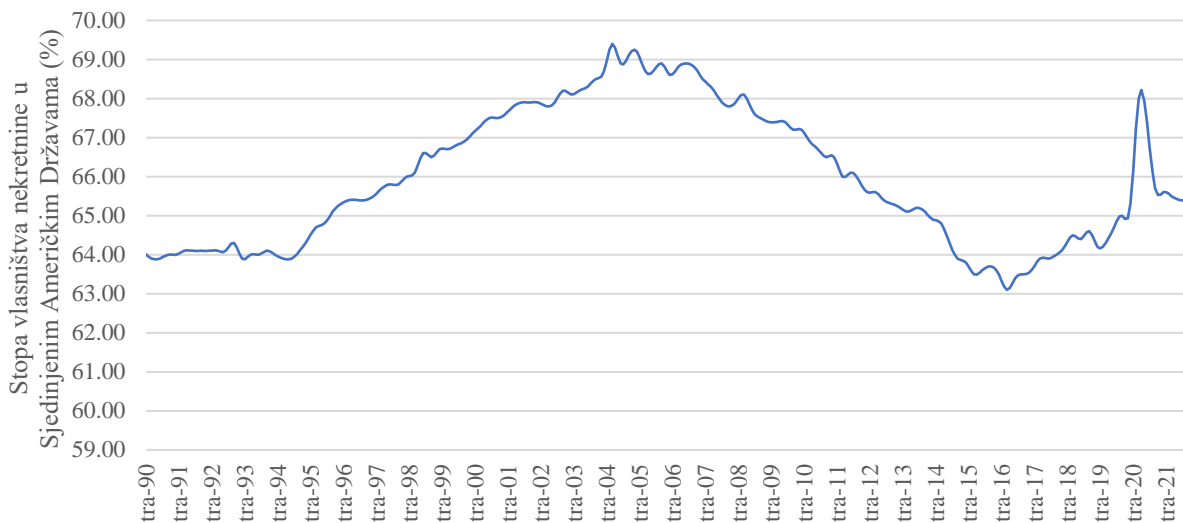
Na grafičkom prikazu 33 prikazana je stopa kretanja osobne štednje u Sjedinjenim Američkim Državama te je posebno značajan rast stope štednje u razdobljima recesije i krize – poseban je skok vidljiv upravo u recentnoj krizi uzrokovanoj koronavirusom.

3.2.5.4 Stopa vlasništva nekretnina

Stopa vlasništva nekretnina (engl. *Homeownership Rate* – HOR) pokazatelj je koji izražava omjer broja kućanstava koja posjeduju nekretninu u odnosu na ukupan broj kućanstava na nekom području ili zemlji. Stopa vlasništva nekretnina obično se izražava u postocima i smatra se jednim od pokazatelja ekonomske stabilnosti i blagostanja kućanstava, kao i ukupnog stanja tržišta nekretnina u nekoj zemlji.

Stopa vlasništva nekretnina makroekonomski je pokazatelj jer se odnosi na širi ekonomski kontekst i pokazuje koliko kućanstava u cijeloj zemlji ima vlastitu nekretninu. Stopa vlasništva nekretnina može se rabiti kao pokazatelj općeg stanja gospodarstva i zrelosti tržišta nekretnina te kao osnova za usporedbu među različitim područjima ili zemljama [31].

Na grafičkom prikazu 34 prikazano je kretanje stope vlasništva nekretnina u Sjedinjenim Američkim Državama.



Grafički prikaz 34: Stopa vlasništva nekretnina u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022.

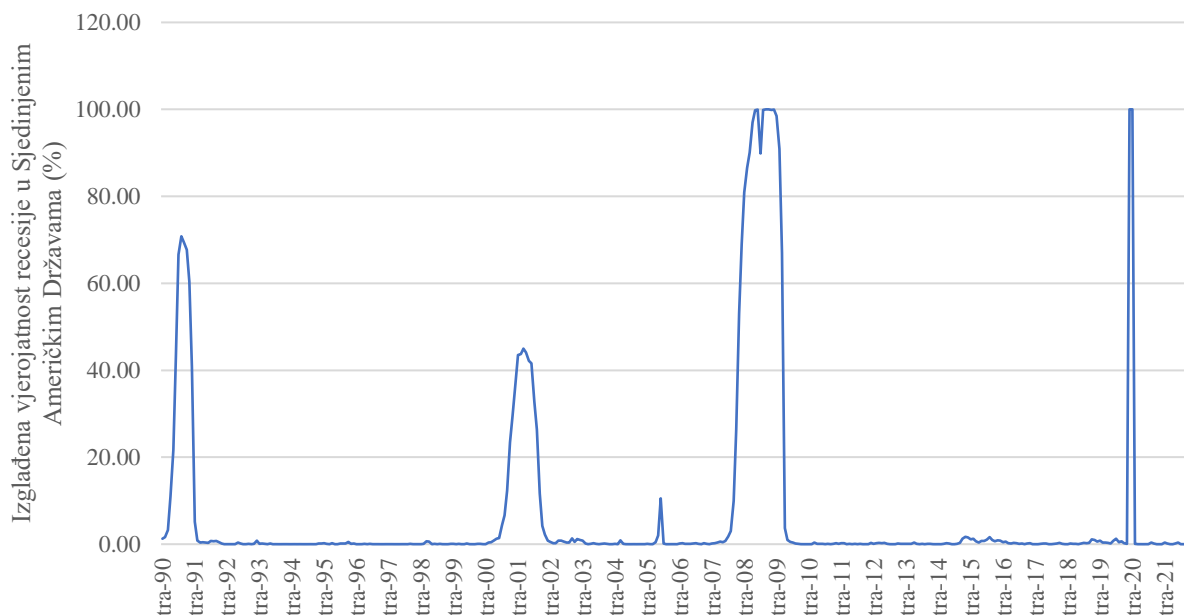
Izvor: [71]

3.2.6 Pokazatelji ekonomske nestabilnosti

Zračni prijevoznici i drugi sudionici u zračnom prometu ovisni su o ekonomskoj stabilnosti tržišta. Ekonomski pad može dovesti do smanjenja potražnje za letovima, što može dovesti do smanjenja prihoda i dobiti zračnih prijevoznika. S druge strane, gospodarski rast i stabilnost mogu povećati potražnju za putovanjima i poboljšati financijske rezultate zračnih prijevoznika.

3.2.6.1 Vjerojatnost recesije

Vjerojatnost recesije za Sjedinjene Američke Države pokazatelj je ekonomske (ne)stabilnosti u Sjedinjenim Američkim Državama koji se temelji na modelu Markovljeve promjene dinamičkog faktora [72]. Radi se o izgladenoj vjerojatnosti recesije (engl. *Smoothed U. S. Recession Probabilities – SUSRP*) koja je generirana upotrebom mjesečnih podataka o zapošljavanju izvan poljoprivrede, industrijskoj proizvodnji, stvarnom osobnom dohotku i stvarnoj proizvodnji i prodaji u trgovini. Ovaj pokazatelj objavljuje Federalna banka rezervi u okviru svoje otvorene baze podataka, a izračunava se na mjesečnoj bazi i upotrebljava se za analizu poslovnih ciklusa na nacionalnoj razini. Kretanje vjerojatnosti recesije za promatrani period prikazano je na grafičkom prikazu 35. Jasno su vidljivi skokovi na krivulji koji se podudaraju s navedenim kriznim periodima u Sjedinjenim Američkim Državama.

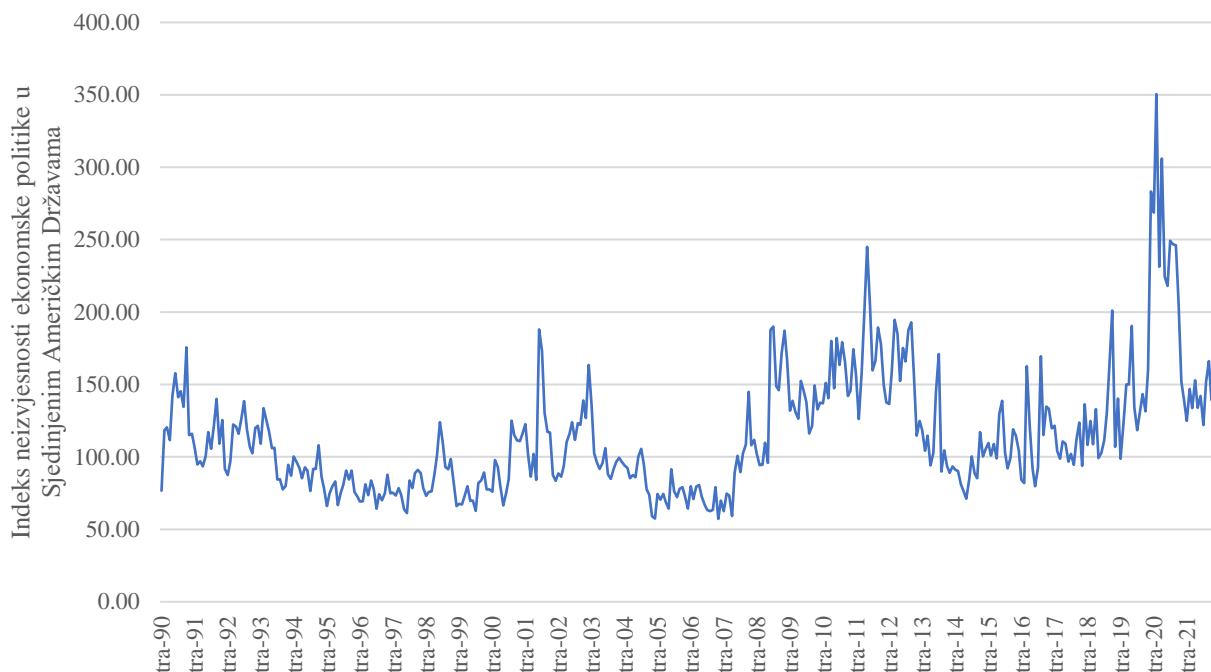


Grafički prikaz 35: Izgladena vjerojatnost recesije u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [73]

3.2.6.2 Indeks neizvjesnosti ekonomske politike

Indeks neizvjesnosti ekonomske politike (engl. *Economic Policy Uncertainty Indeks – EPUI*) mjera je koja se rabi za procjenu razine neizvjesnosti u vezi s ekonomskom politikom u SAD-u. Indeks se temelji na analizi medijskih članaka koji se odnose na ekonomsku politiku, a obuhvaća tri ključna područja neizvjesnosti: ekonomska politika, politički rizik i neizvjesnost vezana uz regulativu. EPU indeks upotrebljava se za mjerenje utjecaja neizvjesnosti na gospodarstvo i financijska tržišta te kao pomoć u donošenju odluka u poslovanju i investiranju. Indeks neizvjesnosti ekonomske politike prikazan je na grafičkom prikazu 36.

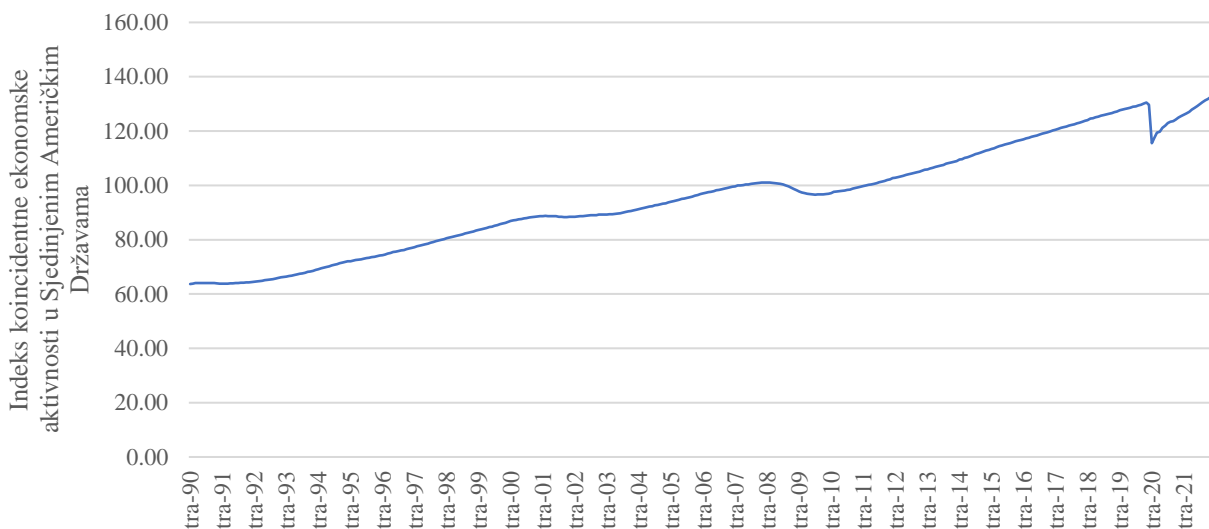


Grafički prikaz 36: Indeks neizvjesnosti ekonomske politike u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [74]

3.2.6.3 Indeks podudarne ekonomske aktivnosti

Indeks podudarne ekonomske aktivnosti (engl. *Coincident Economic Activity Indeks – CEAI*) uključuje četiri pokazatelja: zaposlenost na nepoljoprivrednom sektoru, stopu nezaposlenosti, prosječne radne sate u proizvodnji te nadnice. Trend za indeks svake savezne države od njih pedeset postavljen je tako da odgovara trendu za bruto domaći proizvod, tako da dugoročni rast indeksa države odgovara dugoročnom rastu njezina BDP-a. Za izradu indeksa stanja rabi se dinamički jednofaktorski model. Metoda izračuna indeksa [75] uključuje sustav od pet glavnih jednadžbi: jednu jednadžbu za svaku ulaznu varijablu i jednu jednadžbu za temeljni (latentni) faktor koji se odražava u svakoj od indikatorskih (ulaznih) varijabli. Temeljni čimbenik predstavlja indeks podudarnosti stanja. Model i ulazne varijable dosljedni su u svih 50 država, tako da su indeksi država međusobno usporedivi. Kretanje te varijable prikazano je linijskim grafom na grafičkom prikazu 37.



Grafički prikaz 37: Indeks koincidentne ekonomske aktivnosti u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [76]

3.2.7 Pokazatelji turističke aktivnosti

Turizam je postao jedan od najvidljivijih indikatora ljudskog kretanja na globalnoj razini, koji ima koristi od povećanog prosperiteta, želje za putovanjem i pogodnosti koje nove prometne tehnologije donose u omogućavanju dostupnosti odredišta turistima. Bez prijevoza i infrastrukture koja omogućava prijevoz, ne bi se odvijala mobilnost radi turističkih putovanja, a zasigurno ne u masovnim razmjerima, što je dokumentirano u trenutnim statistikama i pregledima turističkih performansi.

Turizam utječe na promet na više načina od kojih su najznačajniji [77]:

- intenziviranje izgradnje i modernizacije prometne infrastrukture
- porast i modernizacija kapaciteta prometnih sredstava
- uvođenje novih oblika organizacije prometa
- porast prometa putnika i tereta.

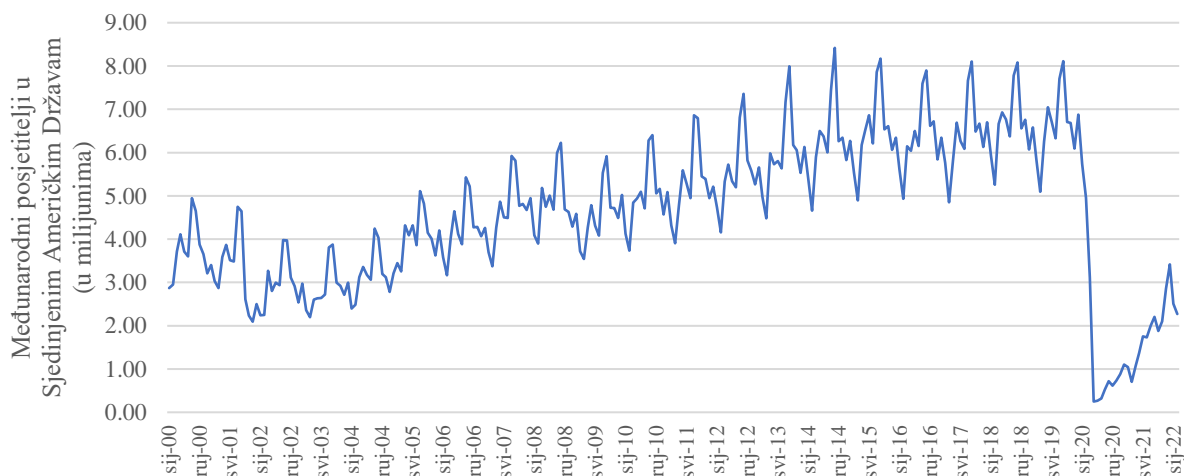
Turizam i zračni promet međusobno su povezane industrije, pri čemu turizam ovisi o zračnom prometu kako bi privukao posjetitelje, a zračni promet ovisi o turizmu kako bi generirao potražnju za svojim uslugama. Povećanje vremena za odmor i trend višekratnog korištenja

godišnjeg odmora dodatno potiču mobilnost turista. Putnici žele iskoristiti svoje slobodno vrijeme i istražiti različite destinacije, uključujući i udaljene lokacije koje su svakako lakše dostupne zračnim prijevozom. Zračni prijevoznici igraju ključnu ulogu u pružanju dostupnosti tih najudaljenijih destinacija putnicima u relativno razumnom vremenskom okviru. Zračni prijevoz omogućuje putnicima brzo i učinkovito putovanje na globalnoj razini. To rezultira većom povezanošću između različitih zemalja i kultura te doprinosi ekonomskom rastu i razvoju turističkih destinacija.

Ta međusobna veza između turizma i zračnog prometa ima pozitivan utjecaj na gospodarstvo, potiče rast industrije putovanja i doprinosi stvaranju radnih mjesta. Također, promovira kulturnu razmjenu, povećava svijest o različitim destinacijama i potiče međunarodnu suradnju [78].

3.2.7.1 Međunarodni turistički dolasci

Općenito je prihvaćena praksa zemalja da slijede smjernice Svjetske turističke organizacije Ujedinjenih naroda (engl. *United Nation World Tourist Organization – UNWTO*) za prikupljanje podataka o dolascima na temelju zemlje prebivališta (engl. *country of residence – COR*). Međunarodni turistički dolasci definiraju se brojem međunarodnih posjetitelja koji se kvalificira kao međunarodni posjetitelj u odnosu na referentnu zemlju – ako na turističkom putovanju jest ili nije stanovnik koji putuje u referentnu zemlju ili stanovnik koji putuje izvan nje [78].



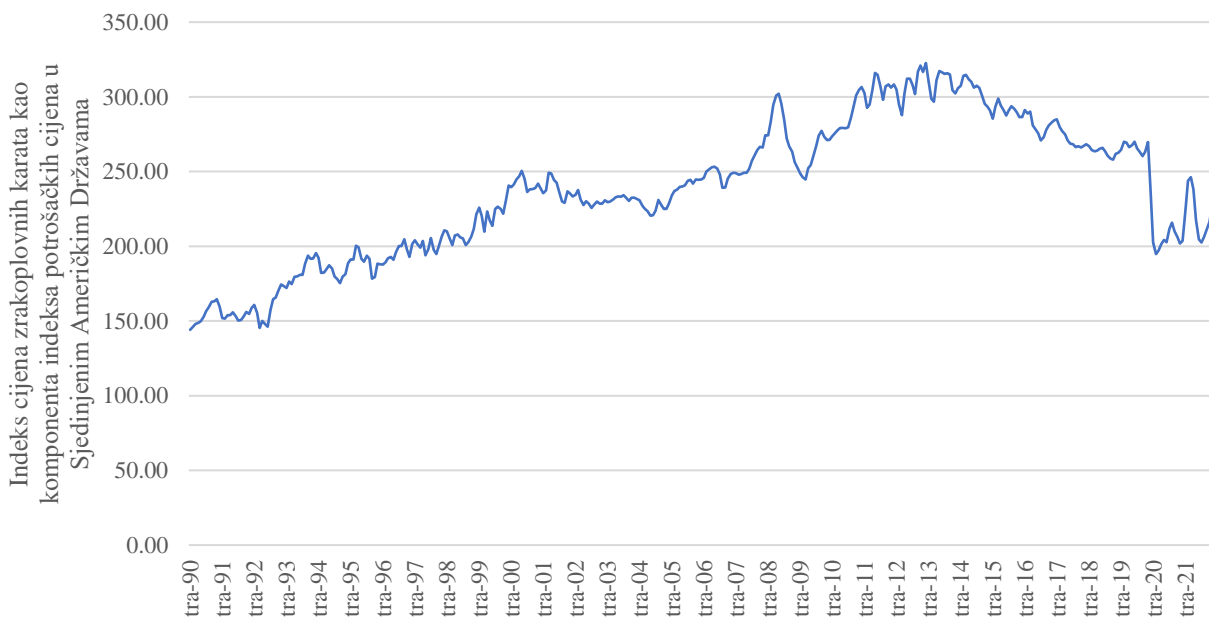
Grafički prikaz 38: Međunarodni posjetitelji u Sjedinjenim Američkim Državama od siječnja 2000. do veljače 2022.

Izvor: [80]

Sjedinjene Američke Države od 2000. skupljaju i objavljuju podatke o međunarodnim dolascima na mjesečnoj razini, a podaci uključuju: informaciju o viznom razredu, minimalno jedno ili više noćenja, informaciju o zemlji prebivališta. Na grafičkom prikazu 38 prikazano je kretanje međunarodnih posjetitelja u Sjedinjenim Američkim Državama. Kao i na ranijim grafičkim prikazima potražnje u zračnom prometu jasno je vidljiv pad broja međunarodnih posjetitelja u periodima recesija koje su značajno utjecale na SAD.

3.2.7.2 Indeks cijena zrakoplovnih karata kao komponenta indeksa potrošačkih cijena

Indeks cijena zrakoplovnih karata kao komponenta indeksa potrošačkih cijena (CPI) uključuje cijene zrakoplovnih karata kao komponentu indeksa javnog prijevoza. Indeks javnog prijevoza objavljuje se u svim objavljenim područjima CPI-a. Indeks cijena zrakoplovnih karata objavljuje se mjesečno na razini SAD-a i prikazan je na grafičkom prikazu 39. Prikladna za određivanje cijene sva su redovita domaća i međunarodna komercijalna putovanja zrakoplovom američkih zračnih prijevoznika koji polaze iz svakoga grada koji obuhvaća uzorak na kojem se temelji indeks potrošačkih cijena.



Grafički prikaz 39: Indeks cijena zrakoplovnih karata kao komponenta indeksa potrošačkih cijena u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022.

Izvor: [81]

4 PROGNOZIRANJE POTRAŽNJE ZA USLUGAMA ZRAČNOG PRIJEVOZA

U različitim industrijama svakodnevno se donose poslovne odluke na bazi povijesnih podataka kako bi se ostvarila očekivanja temeljena na predviđanjima. Predviđanje dinamike razvoja zračnog prometa jedno je od najnesigurnijih i najsenzitivnijih područja procesa upravljanja u poslovanju zračnog prijevoznika u cjelini jer utječe na čitav niz poslovnih procesa jednog zračnog prijevoznika – od planiranja reda letenja, posada, održavanja, flote i mreže linija do upravljanja kapacitetima zrakoplova, a uključuje i planiranje marketinških aktivnosti. Prognoza predstavlja upravljački alat u procesu donošenja odluka – s ciljem stvaranja doživljaja budućih uvjeta u kojima bi se trebala realizirati neka aktivnost – dok planiranje podrazumijeva donošenje odluka na temelju kojih će se u budućnosti poduzeti određene aktivnosti [30]. Na temelju prognozirane potražnje zračni prijevoznici usuglašavaju ponudu kako bi ostvarili profit te istovremeno ispunili očekivanja putnika.

Za potrebe razumijevanja istraživanja važno je razlikovati pojmove predviđanje, prognoziranje i projiciranje jer nisu sinonimi. Predviđanje (engl. *prediction*) ima globalni karakter sagledavanja povijesnih podataka kako bi se prikupile informacije o mogućim kretanjima neke pojave u budućnosti. Prognoza (engl. *forecast*) je objektivno fokusiranija na objekt istraživanja pojave i može se definirati kao primjena metoda, kvalitativnih i kvantitativnih, uz poznavanje relevantne statistike i pokazatelja pojave koja se proučava [30]. Projekcija (engl. *projection*) je najuži termin koji daje ocjenu kako jedna varijabla utječe na ponašanje druge varijable (npr. rast BDP-a i rast broja putnika u zračnom prijevozu), odnosno daje odgovor što bi se moglo dogoditi u budućnosti u pretpostavljenim uvjetima [27].

Prognoze se dijele na kratkoročne, srednjoročne i dugoročne. Kratkoročne prognoze su one koje se odnose na kraći period, do godinu i pol unaprijed [50]. Kratkoročne se prognoze upotrebljavaju na operativnoj razini planiranja zračnih prijevoznika. Srednjoročne se prognoze odnose na period od godinu do pet godina unaprijed i rabe se na taktičkoj razini planiranja zračnih prijevoznika, dok se dugoročne prognoze rade na period od pet godina nadalje. One se upotrebljavaju u strateškom planiranju zračnih prijevoznika.

Osim što se prognoze mogu razlikovati prema periodu predviđanja, razlikuju se i makrorazina i mikrorazina prognoziranja [30]. Makroprognoziranje potražnje obično se provodi na nacionalnoj ili globalnoj razini, a odnosi se na predviđanje ukupne potražnje za zračnim

prijevozom. Ova razina prognoziranja uključuje analizu dugoročnih trendova i čimbenika koji utječu na potražnju, poput gospodarskog rasta, promjena demografskih obrazaca, povećanja turizma i drugih makroekonomskih faktora. Primjerice, ta razina analize može se upotrijebiti za procjenu potražnje za zračnim prijevozom u idućih nekoliko godina. S druge strane, mikroprognoziranje potražnje obično se provodi na regionalnoj ili lokalnoj razini, a odnosi se na detaljnu analizu potražnje za određenim letovima, linijama ili uslugama. Ta razina prognoziranja uključuje analizu kratkoročnih trendova i čimbenika koji utječu na potražnju, poput sezonskih varijacija, posebnih događaja, popunjavanja sjedala na određenom letu i drugih mikroekonomskih faktora. Primjerice, ta razina analize može se upotrijebiti za procjenu potražnje za određenim letom tijekom sljedećeg tjedna. Uz to, mikroprognoziranje potražnje obično uključuje i analizu konkurencije, kao i čimbenika koji utječu na cijenu karata, poput troškova goriva i drugih operativnih troškova. Ukratko, dok se makroprognoziranje odnosi na široku analizu agregirane potražnje na nacionalnoj ili globalnoj razini, mikroprognoziranje se fokusira na detaljnu analizu potražnje za određenom linijom, letom ili cjenovnim razredom tog leta. Oba su pristupa važna za procjenu i planiranje poslovanja u zračnom prometu.

Metode prognoziranja prometne potražnje dijele se na dvije osnovne skupine: kvalitativne metode i kvantitativne metode. Kvalitativne se metode primjenjuju kad za određenu pojavu ne postoje kvantitativni podaci, a uključuju, primjerice, izvršnu prosudbu, istraživanje tržišta i delfi-tehnike. Kvantitativnim se metodama prognoziranja analizira kretanje neke pojave u prošlosti i čimbenika koji su na takvo kretanje utjecali te se zatim kvantificiraju ovisnosti među njima, a predviđanja budućih kretanja baziraju se na odgovarajućem produžetku dosadašnjeg trenda. Moguće je izraditi kratkoročne, srednjoročne i dugoročne prognoze. Kratkoročne i srednjoročne prognoze temelje se na prepoznavanju, modeliranju i ekstrapolaciji uzoraka koji se mogu naći u povijesnim podacima promatrane pojave ili čimbenika. Ti povijesni podaci uglavnom su inertni i ne mijenjaju se dramatično ni iznenada. Također, uključuju kronološke sekvence opažanja varijable koja je od interesa za proučavanje pojave koja se predviđa – takva se opažanja nazivaju vremenskim nizovima.

Osim dosljedne primjene metodologije, za izradu kvalitetnih prognoza od ključne su važnosti četiri kritične vještine:

- znanja o industriji zračnog prijevoza

- znanja o ekonomskim principima i statistici
- kompjutorske aplikacije
- komunikacija [28].

Prilikom odabira prognostičke metode važno je odrediti glavni cilj prognoze. Potrebno je ustanoviti radi li se o prognoziranju putničke ili teretne potražnje, predviđanju reakcije potražnje na neku promjenu u poslovanju (kao što je povećanje cijene karata ili promjena u učestalosti letova), ili je cilj predvidjeti potražnju na novoj ruti. Iako sve tehnike omogućuju predviđanje rasta prometa u normalnim uvjetima, samo neke su prikladne za predviđanje reakcije potražnje ili prognoziranje prometa na novoj ruti. Ako zračni prijevoznik planira otvoriti potpuno novu rutu, nema mnogo izbora osim upotrebe kvalitativne tehnike ili gravitacijskog modela [50].

Nakon što se odrede tehnike prognoziranja prikladne za vrstu prognoze koja se provodi, brzina i dostupnost podataka postaju sljedeći važni kriteriji. Dostupnost podataka ključna je za određene tehnike. Modeli vremenskih nizova zahtijevaju točne i detaljne podatke o prometu tijekom razumnog vremenskog razdoblja. Regresijski modeli trebaju sve to, ali i odgovarajuće podatke o nezavisnim varijablama koje su uključene u model. Ako podaci o prometu ili podaci o različitim društveno-ekonomskim varijablama nisu poznati ili dostupni, tada se prognostičar mora okrenuti kvalitativnim metodama. Trošak također može biti važan faktor. Manji zračni prijevoznici možda neće biti spremni podnijeti visoke troškove istraživanja tržišta, dok bi sofisticirano uzročno predviđanje za njih značilo angažiranje konzultanata, a konzultanti nisu jeftini.

U sljedećim poglavljima opisane su najčešće primijenjene metode prognoziranja kojima se koriste zračni prijevoznici prilikom planiranja na operativnoj, taktičkoj i strateškoj razini poslovanja.

4.1 Kvalitativne metode prognoziranja

Kvalitativne metode prognoziranja ne upotrebljavaju statističke baze podataka niti pružaju mjere točnosti prognoza jer se temelje na mišljenjima, anketama i uvjerenjima. Jedna je od glavnih prednosti kvalitativnih prognoza fleksibilnost, koja omogućuje lako prilagođavanje prognozama kako bi se odrazile promjene u gospodarstvu ili okruženju. Fleksibilnost kvalitativnog prognoziranja također omogućuje prepoznavanje ranih signala promjena i anomalija u podacima.

Međutim, jedno od ograničenja kvalitativnih prognoza jest to što može biti teško pratiti i izolirati primarnu varijablu koja uzrokuje promjene u zavisnoj varijabli. Osim toga, nedostatak testova za točnost uvijek stvara situaciju u kojoj nema načina da se zna koliko je dobra prognoza.

Iako postoji mnogo različitih kvalitativnih metoda prognoziranja, u nastavku su navedene one najčešće primjenjivane u industriji zračnog prometa.

4.1.1 Fokus-grupa

Fokus-grupa neformalna je procedura gdje grupa ispitanika (8 – 12) diskutira o zadanoj temi, a istraživači koje navedena grupa ne vidi prate, evidentiraju, uspoređuju i rezimiraju rezultate njihovih diskusija i odgovora na postavljena pitanja [27]. Fokus-grupe mogu biti prilično učinkovite u procjeni novih opcija proizvoda, poput zabavnih sustava tijekom leta, međutim, sudionici fokus-grupe možda neće pružiti potpuno iskrene odgovore i često mogu osjećati pritisak prihvatiti tuđi stav. Osim toga, ako fokus-grupa nije reprezentativan uzorak ciljne populacije, tada odgovori ne predstavljaju ciljanu populaciju i zapravo nemaju vrijednost. Zračni prijevoznik, formirajući fokus-grupu, može doći do povratnih informacija i komentara svojih potencijalnih putnika. Zračni prijevoznici obično primjenjuju fokus-grupe u planiranju, marketingu ili identificiranju prave razine usluge tijekom leta [28].

4.1.2 Istraživanje tržišta

Istraživanje tržišta (engl. *market survey*) podrazumijeva prikupljanje i analizu podataka koji se odnose na stavove, osobine, ponašanje i mišljenje ispitanika. Najčešća metoda istraživanja tržišta je upitnik, ali postoje i mnoge druge metode. Ovisno o prirodi postavljenih pitanja, upitnici mogu pružiti istraživaču kvantitativne i kvalitativne rezultate. Jedna od glavnih prednosti upitnika jest ta da su jednostavni za upotrebu i ne zahtijevaju naprednu teoriju ili ekonometrijsku analizu za interpretaciju rezultata. Potencijalni je nedostatak upitnika taj da točnost ovisi o veličini i reaktivnosti uzorka. U industriji zračnog prometa upitnici se često rabe kako bi se poboljšala usluga [28].

4.1.3 Barometarske prognoze

Barometarska prognoza uključuje upotrebu trenutnih vrijednosti određenih pokazatelja kako bi se pomoglo u predviđanju budućih vrijednosti drugih varijabli (npr. smatra se da je BDP vodeći pokazatelj za kreiranje odgovarajućih prognoza u zračnom prometu) [50]. Vodeći je pokazatelj (engl. *leading indicator*) varijabla čije trenutne promjene daju naznaku budućih promjena kod drugih varijabli. Zaostali pokazatelj (engl. *lagging indicator*) je varijabla čije promjene obično slijede promjene u drugim ekonomskim varijablama [28]. Ta se metoda oslanja na kvalitativne informacije i subjektivne procjene stručnjaka ili analitičara kako bi se predvidjeli budući trendovi i promjene. Barometarska analiza uključuje praćenje i tumačenje različitih ekonomskih, političkih, društvenih i drugih faktora koji mogu utjecati na budući razvoj tržišta ili gospodarstva. Na temelju tih subjektivnih procjena, donose se kvalitativne prognoze i predviđanja. Ova se metoda često primjenjuje kada nema dovoljno kvantitativnih podataka ili kada su kvantitativne metode nepouzdana ili nedostupne.

4.1.4 Delfi-metoda

Delfi-metoda počinje s individualnim prognozama grupe stručnjaka, nakon čega se tijekom više iteracija provode usporedbe, konzultacije i usklađivanja prognoza. Nakon toga se mogu obaviti korekcije i dobiti konačna prognoza. U industriji zračnog prometa često se rabe IATA petogodišnje prognoze koje se rade za svako rutno područje zasebno. Delfi-metoda se često upotrebljava u procesu izrade ovih prognoza, a u tome sudjeluju stručnjaci za makroekonomska istraživanja, predstavnici zračnih prijevoznika, zračnih luka, proizvođača zrakoplova te vlada. Nakon usklađivanja svih izvora dobivaju se objektivni elementi za predviđanje rasta zračnog prijevoza za svako područje [27].

4.1.5 Povijesna analogija

Povijesna analogija je jednostavna tehnika prognoziranja u kojoj se budućnost predviđa na temelju povijesnih događaja. Iako mnoge kvantitativne metode prognoziranja rabe povijesne podatke kako bi predvidjele budućnost, povijesna analogija je po definiciji kvalitativna metoda. Uspjeh povijesne analogije uglavnom ovisi o dubini znanja i povijesti koju posjeduje prognozer.

Prognozer sa širim poznavanjem industrije tijekom dugog razdoblja vjerojatno će dati bolju prognozu budućnosti od nedavno zaposlenog radnika, stoga je povijesna analogija samo onoliko dobra koliko je dobar prognozer koji ju primjenjuje [28].

4.2. Kvantitativne metode prognoziranja

Za razliku od kvalitativnih metoda, kvantitativne metode rabe statističke podatke za analizu i prognoziranje budućeg kretanja određenih varijabli. Kvantitativnim se metodama prognoziranja analizira kretanje neke pojave u prošlosti (izraženo broječanim vrijednostima) i čimbenici koji su na takvo kretanje utjecali te se zatim kvantificiraju međusobne ovisnosti, a sama predviđanja budućih kretanja baziraju se na odgovarajućem produžetku dosadašnjeg trenda [26].

4.2.1 Metode analize vremenskih nizova

U civilnom zračnom prometu najčešće rabljene prognostičke metode su metode projekcije vremenskih nizova koje se temelje na povijesnim podacima (ostvarenjima u prošlosti) kao svojevrsnom osnovicom za prognoziranje budućih razvojnih učinaka.

Iako u slučaju izmijenjenih okolnosti koje su utjecale na vrijednosti podataka u prošlosti, te prognoze gube na vrijednosti, pouzdane su ako vrijedi:

1. da su uvjeti koji utječu na veličinu podataka stabilni i očekuje se da se neće bitno mijenjati u budućem razdoblju na koje se odnosi prognoza
2. da se predviđanje odnosi na kraći vremenski period u kojem se ne očekuju bitne promjene
3. da je potrebno načiniti osnovnu prognozu koja će se moći dodatno prilagođavati eventualnim budućim promjenama.

Dva su osnovna pristupa i, posljedično, metode analize vremenskog niza:

1. utvrđivanje analitičkih izraza kojima se opisuje razvoj razine pojave u vremenu
2. opisivanje dinamičke strukture pojave, odnosno mjerenje stupnja i smjera korelacije članova niza [26].

Metode dekompozicije vremenskog niza, metode pomičnih prosjeka i razne metode izgladivanja pripadaju metodama analize vremenskih nizova kojima se može predvidjeti razina

pojave dok razni autoregresijski i njima srodni modeli mjere stupanj statističke veze između članova niza, a primjenjuju se za opisivanje pojava koje ne sadrže sistematske komponente.

Vrijednosti zavisnih varijabli u primjeni te metode determinirane su dugoročnim vremenskim trendom rasta različitih čimbenika, cikličke varijacije kojima se valorizira utjecaj poslovnih ciklusa i fluktuacija, sezonalne varijacije i neregularne varijacije kao globalne i regionalne nepogode.

Statistička analiza kretanja razine neke pojave u vremenu polazi od klasične raščlambe vremenskog niza na komponente, pri čemu vremenska serija ne mora sadržavati i, u pravilu, ne sadrži sve navedene komponente:

- T_t je trend komponenta koja izražava osnovnu dugoročnu tendenciju razvoja pojave u vremenu, a izbor matematičke funkcije trenda koja se najbolje prilagođava razdiobi vremenskog niza, utvrđuje se pomoću razlika podataka uzastopnih vremenskih jedinica
- C_t je ciklička komponenta koja izražava periodično ponavljanje određenih vrijednosti svake dvije godine i više
- S_t je sezonska komponenta i izražava fluktuacije oko trenda koje se ponavljaju na sličan način u periodu koji je jednak godini dana ili je kraći; sezonalnost je osnovna značajka potražnje za uslugama u zračnom prometu i uočavanje te komponente ima važnu ulogu za točnost predviđanja buduće potražnje
- e_t je slučajna, iregularna ili rezidualna komponenta koja izražava nesistematske utjecaje na razvoj pojave, a ostaje nakon uklanjanja sistematskih komponenata (trend, sezonska i ciklička) [37, 38].

U analizi vremenskih nizova prvi je korak prikazivanje podataka grafičkim prikazom koji omogućuju uočavanje trendova i oscilacija pojave. Varijacije pojave u različitim vremenskim periodima mogu se kretati u različitim smjerovima, zbog čega je važno utvrditi trend. U statistici, trend je karakteristična i zakonomjerna linija kretanja pojave kroz vrijeme, koja se sastoji od prosječnih i teorijskih vrijednosti kroz koje bi promatrana pojava prolazila bez utjecaja sezonskih ili slučajnih čimbenika. Trend se ponekad naziva dinamičkim srednjim vrijednostima jer izražava prosječno stanje pojave u promatranom razdoblju. Ekstrapolacijom trenda moguće je predvidjeti buduća kretanja pojave [26].

4.2.1.1 Metode dekompozicije vremenskog niza

Metode dekompozicije vremenskog niza baziraju prognozu na izdvajanju osnovnih komponenata iz vremenskih serija: trenda, cikličnih, sezonskih i slučajnih komponenata. Za svaku od tih komponenata rabi se ekstrapolacija kako bi se prognozirale buduće vrijednosti, a nakon toga se zasebne prognoze spajaju kako bi se dobila ukupna prognoza.

Postoje dva osnovna modela dekompozicije vremenskih serija: aditivni i multiplikativni model. Aditivni model pretpostavlja da su sezonska i nepravilna komponenta neovisne o trendu, da se amplituda sezonskih varijacija ne mijenja s vremenom te da je godišnji prosjek sezonskih fluktuacija jednak nuli. Multiplikativni se model oslanja na pretpostavke da je amplituda sezonske komponente upravo proporcionalna razini trenda te da je varijanca nepravilne komponente upravo proporcionalna veličini sistematskih komponenata (trend, sezonska i ciklička). Pseudo-aditivni model predstavlja kombinaciju aditivnog i multiplikativnog modela, pri čemu se pretpostavlja da su sezonska i nepravilna komponenta međusobno neovisne, ali obje ovise o trendu.

Opći oblik aditivnog modela glasi (4):

$$Z_t = T_t + C_t + S_t + e_t \quad (4)$$

Opći model multiplikativnog modela komponentu trenda množi s koeficijentima sezonalnosti, cikličnosti i rezidualnim koeficijentom te ima oblik (5):

$$Z_t = T_t \cdot I_{C_t} \cdot I_{S_t} \cdot I_{e_t} \quad (5)$$

Dok su u aditivnom modelu svi članovi izraženi u mjernim jedinicama pojave, u multiplikativnom modelu samo je trend komponenta u originalnim mjernim jedinicama, a ostale su komponente izražene kao indeksi.

4.2.1.2 Metode izgladivanja

Metode izgladivanja često se smatraju *ad-hoc* ili naivnim metodama prognoziranja jer su zapravo heurističke, unatoč tome što imaju valjanu teoretsku podlogu. One se obično primjenjuju za kratkoročne prognoze za nizove s malim varijacijama. Slučajni ili nepredvidivi utjecaji u nizu izgladuju se uzimanjem prosjeka, a zatim se na temelju izgladenih vrijednosti prognoziraju buduće

vrijednosti. U tom slučaju, posljednja izgladljena vrijednost obično se upotrebljava kao prognostička vrijednost za buduća razdoblja.

Prognozirane se vrijednosti u trenutku t sastoje od jedne komponente ili triju osnovnih komponenata:

- L_t – razina (engl. *level*) je tipična ili „prosječna“ vrijednost oko koje se grupiraju podaci,
- T_t – trend je osnovna dugoročna tendencija kretanja (rasta ili pada) vrijednosti u nizu (najčešće linearni)
- S_t – čimbenik sezonalnosti.

4.2.1.2.1 Metode pomičnih prosjeka

Pomični prosjeci su nizovi podataka koji se izračunavaju kao jednostavni ili ponderirani prosjeci podskupova osnovnog skupa podataka. Za uređeni niz od n elemenata i k elemenata koji pripadaju podskupu (gdje je $k < n$), prvi element u nizu pokretnih prosjeka jednak je aritmetičkoj sredini prvih k elemenata, drugi element se dobiva kao prosjek k elemenata pomaknutih za 1 te se tako nastavlja za ostale elemente. Pokretni se prosjeci najčešće rabe za eliminaciju kratkoročnih fluktuacija i prepoznavanje dugoročne tendencije među elementima niza. Pritom su pojmovi „kratkoročni“ i „dugoročni“ relativni te ovise o karakteru podataka i ciljevima istraživanja, a ogledaju se u odabranoj duljini podskupa i ponderima [26].

Metoda ima dva značajna ograničenja: zahtijeva velik broj povijesnih opažanja kako bi metoda pružila adekvatnu prognozu i dodjeljuje jednake težine svim opažanjima. To proturječi uobičajenim empirijskim dokazima kod kojih opažanja novijeg datuma imaju veću vrijednost na prognozu [82]. Kako bi se doskočilo tim ograničenjima, osmišljene su metode eksponencijalnog izgladivanja.

4.2.1.2.2 Metode eksponencijalnog izgladivanja

Metode eksponencijalnog izgladivanja nalikuju metodama pomičnih prosjeka zbog metode izgladivanja povijesnih podataka kako bi se eliminirale iregularnosti [82]. Metoda eksponencijalnog izgladivanja neizravno uzima u obzir prethodna razdoblja rabeći vrijednost

prognoze iz prethodnog razdoblja za pomoć u određivanju prognozirane vrijednosti. To stvara situaciju u kojoj se težina vrijednosti eksponencijalno smanjuje kako vrijeme prolazi.

Opća formula eksponencijalnog izgladivanja glasi (6):

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) F_t \quad (6)$$

gdje je:

- F_{t+1} prognozirana vrijednost za nadolazeće razdoblje
- Y_t stvarna vrijednost iz prethodnih razdoblja
- F_t prognozirana vrijednost za prethodno razdoblje
- α koeficijent izgladivanja koji poprima vrijednosti između 0 i 1.

Koeficijent izgladivanja pomaže odrediti koliki utjecaj stvarna vrijednost iz prethodnog razdoblja i prognozirana vrijednost iz prethodnog razdoblja imaju na prognozu u nadolazećem razdoblju. Što je koeficijent izgladivanja veći, to će stvarna vrijednost imati veći utjecaj. Kao i kod ranije metode prognoziranja, prognozer mora procijeniti vrijednost koeficijenta izgladivanja. Iako veći koeficijenti izgladivanja obično pružaju točnije prognoze, opći je cilj prognoze što veća točnost. Pošto formula sadrži pojam na desnoj strani koji pokazuje prethodno prognoziranu vrijednost, postavlja se pitanje odakle dolazi ta vrijednost za prvo promatranje. Odgovor je da je ta vrijednost jednaka stvarnoj vrijednosti prvog razdoblja. To znači da bez obzira na vrijednost koja je odabrana za konstantu, prva vrijednost prognoze bit će jednaka prvoj vrijednosti serije. Naknadne vrijednosti, naravno, razlikovat će se između konstanti jer će stvarne i prognozirane vrijednosti biti različite [28].

4.2.1.3 Modeli stacionarnih vremenskih nizova

Najvažniji modeli stacionarnih stohastičkih procesa su model čistog slučajnog procesa, autoregresijski model, model pomičnih prosjeka te mješoviti model koji uključuje prethodne modele kao posebne slučajeve.

Kako bi se adekvatno istražile i razumjele specifične karakteristike vremenskih nizova, potrebno je shvatiti tri osnovne karakteristike vremenskih nizova: stacionarnost, autokorelacija i diferenciranje.

Stacionarni vremenski niz je onaj čija se svojstva (poput srednje vrijednosti, varijance i kovarijance) ne mijenjaju s vremenom i ostaju konstantna tijekom vremena. Testiranje stacionarnosti je važno jer mnoge analize vremenskih nizova pretpostavljaju stacionarnost vremenskog niza. Ako niz nije stacionaran, tada se može primijeniti transformacija podataka, poput diferenciranja ili logaritmiranja, kako bi se postigla stacionarnost. U suprotnom, primjena ekonometrijskih modela na nestacionarni niz može dovesti do nevaljanosti rezultata i interpretacije, što može imati ozbiljne posljedice u donošenju odluka i predviđanju budućih vrijednosti [83].

Osim stacionarnosti, autokorelacija (engl. *autocorrelation*) je važan „alat“ analize vremenskog niza u domeni vremena. Funkcija autokorelacije (7) definira se kao omjer funkcije autokovarijance i varijance u funkciji vremenske udaljenosti k , tj:

$$\text{Corr}(Z_t, Z_{t+m}) = \frac{\gamma(k)}{\sigma^2} = \rho(k) \quad (7)$$

Koeficijent autokorelacije $\rho(k)$ definira se kao koeficijent korelacije između članova stohastičkog procesa razmaknutih za k vremenskih razdoblja. Vrijednost koeficijenta se kreće od -1 do 1 i pruža važne uvide u uzorak promatranih podataka. Ako su podaci posve slučajni, stohastični, koeficijent je često vrlo blizu nuli [82].

Treći važan koncept jest pojam diferenciranja (engl. *differencing*) podataka. Za vremenske nizove koji ne pokazuju karakteristike stacionarnosti, upotrebljava se diferenciranje kako bi se uklonila trend komponenta iz vremenskog niza. Tehnika diferenciranja vremenskog niza vrlo je jednostavna: prvo se opažanje oduzima od drugog, drugo od trećeg i tako dalje [82].

4.2.1.3.1 Čisti slučajni proces

Čisti slučajni proces ili proces bijelog šuma (engl. *white noise*) jest proces koji se rijetko pojavljuje u praksi, ali je važan sastavni dio svakog modela vremenskog niza jer su često greške relacija modela vremenskog niza generirane takvim procesom. Proces se definira kao niz nekoreliranih jednako distribuiranih slučajnih varijabli $\{\varepsilon_t, t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$ s konačnim očekivanjem (za koje se pretpostavlja da je jednako nuli) i s konačnom varijancom.

4.2.1.3.2 Autoregresijski model

Autoregresijskim modelima, $AR(p)$, se opisuju stohastički procesi koji generiraju vremenske nizove čije su vrijednosti autokorelirane.

Autoregresijski model reda p je oblika (8):

$$Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (8)$$

Član procesa Y_t u razdoblju t ovisi o članovima procesa u p prethodnih razdoblja i o slučajnoj varijabli ε_t . Pretpostavlja se da je proces $\{\varepsilon_t, t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$ čisti slučajni proces i naziva se proces grešaka relacije, proces inovacija i šokova. $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ su autoregresijski parametri [83].

Autoregresijski proces prvog reda $AR(1)$, također poznat kao Markovljev proces, određuje tekuću vrijednost procesa na temelju vrijednosti u prethodnom razdoblju. Taj se proces rabi za modeliranje stacionarnih vremenskih nizova u kojima su susjedni članovi niza povezani. Za modeliranje stacionarnih vremenskih nizova u kojima su članovi razmaknuti za dva vremenska razdoblja upotrebljava se $AR(2)$ proces. Za određivanje reda $AR(p)$ modela analiziraju se korelacijske funkcije – empirijska autokorelacijska funkcija (engl. *sample autocorrelation function* – SACF) i empirijska parcijalna autokorelacijska funkcija (engl. *partial sample autocorrelation function* – SPACF). Te se funkcije uspoređuju s teorijskim funkcijama kako bi se donijela odluka o prikladnom modelu. Ako su vrijednosti SPACF statistički značajne za pomake koji su manji od p ili njemu jednaki, i ako su vrijednosti SACF silazne, uz vrijednosti SPACF koje su približno jednake nuli za pomake od p , tada je prikladan model $AR(p)$.

4.2.1.3.3 Model pomičnih prosjeka

Model pomičnih prosjeka, $MA(q)$, model je kojim se opisuju stohastički procesi koji generiraju vremenski niz čija je vrijednost tekućeg perioda povezana s greškama relacije tekućeg i prethodnih razdoblja [83]. Model pomičnih prosjeka reda q je oblika:

$$Y_t = \theta_0 + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (9)$$

θ_1 do θ_q nepoznati su parametri modela pomičnih prosjeka, a θ_0 je konstantan član. Za određivanje reda q modela pomičnih prosjeka analiziraju se grafički prikazi SACF i SPACF

funkcija i uspoređuju s teorijskim. Ako su vrijednosti SACF statistički značajne samo za pomake koji su manji od q ili njemu jednaki, a za ostale veće pomake približno jednake nuli te ako vrijednosti SPACF opadaju s pomakom k , odgovarajući je model $MA(q)$ model.

4.2.1.3.4 Mješoviti model

Svaki stacionaran i invertibilan stohastički proces može se prikazati ili kao autoregresijski proces beskonačnog reda $AR(\infty)$ ili kao proces pomičnih prosjeka beskonačnog reda $MA(\infty)$. Povezanost između stacionarnih $AR(p)$ procesa konačnog reda i $MA(\infty)$ procesa te invertibilnih $MA(q)$ procesa konačnog reda i $AR(\infty)$ procesa očituje se u povezanosti između njihovih autokorelacijskih i parcijalnih autokorelacijskih funkcija.

Mješoviti $ARMA(p, q)$ model istovremeno uključuju i članove autoregresijskog modela i članove modela pomičnih prosjeka. Jednadžba (10) modela je:

$$\phi(B)Y_t = \delta + \theta(B)\varepsilon_t \quad (10)$$

gdje je B operator pomaka, a ϕ autoregresijski parametar, a θ parametar modela pomičnih prosjeka.

4.2.1.4 Model nestacionarnih vremenskih nizova

U praksi je nestacionarnost vremenskih nizova češća od stacionarnosti, posebno u analizama prometa i gospodarskim analizama. Postoje razni čimbenici koji doprinose nestacionarnosti, kao što su prisutnost trenda, promjena varijance procesa tijekom vremena te prisutnost sezonskih i/ili cikličkih komponenti. Iako je nestacionarnost moguće uočiti iz njegova grafičkog prikaza ili iz grafičkog prikaza empirijskih funkcija (čije su vrijednosti značajne i sporo opadaju), potrebno je provesti formalan statistički test.

Uobičajeni model nestacionarnih vremenskih nizova je model autoregresivnih integriranih pomičnih prosjeka (engl. *Autoregressive Integrated Moving Average* – $ARIMA(p, d, q)$) gdje p predstavlja red autoregresije modela, q red pomičnih prosjeka, dok d predstavlja stupanj diferencijacije vremenskih nizova kako bi niz postao stacionaran [82]. Proizlazi da su $ARIMA(p, d, q)$ modeli prikladni za opisivanje vremenskih nizova koji, diferenciranjem d puta, postaju

stacionarni i opisuju se ARMA (p, q) modelom. Slovo „I“ u nazivu ARIMA označava integraciju ili sumiranje koje treba provesti nad diferenciranim nizom da bi se dobile originalne vrijednosti niza – ako se diferenciranje dobiva kao razlika originalnih vrijednosti, tada se originalne vrijednosti dobivaju suprotnom operacijom – sumiranjem diferenciranih vrijednosti [83].

4.2.2 Regresijska analiza

Regresijska analiza najčešće je primjenjivana metodologija u ekonometriji, a bavi se opisivanjem ovisnosti jedne varijable o jednoj ili više drugih varijabli. Varijabla od primarnog interesa, čije se varijacije objašnjavaju pomoću varijacija drugih varijabli, naziva se zavisnom varijablom, a varijable kojima se objašnjavaju varijacije zavisne varijable, nazivaju se nezavisnim varijablama. Modeli kojima se objašnjava stohastička povezanost između zavisne varijable i odabranog skupa nezavisnih varijabli su regresijski modeli [83].

Regresijskim modelom smatra se klasa stohastičkih modela izraženih jednom jednadžbom u kojoj je zavisna varijabla y izražena kao funkcija nezavisnih varijabli x_1, x_2, \dots, x_k . Stohastična povezanost između zavisne varijable i nezavisnih varijabli karakterizirana je time da za svaki vektor opaženih vrijednosti nezavisnih varijabli $[x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}]$ postoji distribucija vrijednosti zavisne varijable. Kako bi se odnos tih varijabli opisao, u model se uvodi slučajna varijabla koja se zbraja ili množi s determinističkim dijelom modela:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_k) + \varepsilon \quad (11)$$

ili

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_k) \cdot \varepsilon \quad (12)$$

4.2.2.1 Jednostavna linearna regresija

Model jednostavne linearne regresije najjednostavniji je regresijski model, a općenitiji model višestruke linearne regresije u mnogočemu je samo njegovo logično poopćenje [83].

Polazne pretpostavke u analizi modela linearne regresije jesu:

1. Veza između zavisne varijable y i nezavisne varijable x je linearna.

2. Varijabla x je deterministička varijabla ili postoji pretpostavka kako su vrijednosti varijable x fiksne u ponovljenim matricama – matrica X jednaka je za svaki novi uzorak. To je moguće samo u slučaju ponovljenih pokusa, u kojima se uvjeti pod kojima se izvodi eksperiment mogu fiksirati. Kako kod neeksperimentalnih podataka to nije slučaj, uvedena je spomenuta pretpostavka kako bi se zanemario utjecaj varijacija u x i pažnja usredotočila samo na vezu između varijabli y i x . U tom slučaju treba uvesti pretpostavke o distribuciji vjerojatnosti slučajnih varijabli ε_i .
3. Greške relacije u prosjeku ne utječu na zavisnu varijablu, što se formalno izražava kao $E(\varepsilon_i) = 0$, za svaki $i = 1, 2, \dots, n$.
4. Zbog jednostavnosti se pretpostavlja da je analizirani uzorak izabran na slučajan način te da su stoga bilo koje dvije slučajne varijable ε_i međusobno nezavisne, a time su i nekorelirane.
5. Polazi se također od pretpostavke da su ε_i normalno distribuirane slučajne varijable s jednakom varijancom.

Pod prognostičkom vrijednosti varijable y na osnovi regresijskog modela podrazumijeva se njezina procijenjena vrijednost za novu vrijednost nezavisne varijable na osnovi prošlih i sadašnjih informacija ugrađenih u model. S obzirom na porijeklo prikupljenih empirijskih vrijednosti varijabli uključenih u model mogu se razlikovati vremenski i prostorni regresijski modeli, ovisno o tome jesu li varijable uključene u model vremenske serije ili se vrijednosti pojedinih varijabli odnose na pojave mjerene na različitim mjestima u fiksnom trenutku.

4.2.2.2 Model višestruke linearne regresije

Model višestruke linearne regresije matematički je model koji opisuje linearni odnos između jedne zavisne varijable i dvije ili više nezavisnih varijabli. U odnosu na jednostavnu linearnu regresiju, višestruka linearna regresija omogućava modeliranje složenijih odnosa između zavisne varijable i nezavisnih varijabli. Jednostavna linearna regresija upotrebljava se kada postoji samo jedna nezavisna varijabla, a zavisna varijabla je kontinuirana. U slučaju višestruke linearne regresije, postoji više nezavisnih varijabli i zavisna je varijabla također kontinuirana [37].

Opći je oblik modela višestruke regresije [83]:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_k) + \varepsilon \quad (13)$$

ili

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_k) \cdot \varepsilon \quad (14)$$

U navedenom modelu y je zavisna varijabla čije se varijacije izražavaju pomoću nezavisnih varijabli $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_k$. Varijabla ε izražava nepoznata odstupanja od funkcionalnog odnosa. Prva jednačnja je aditivni, a druga multiplikativni oblik modela.

Model višestruke linearne regresije može se zapisati kao:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_j x_j + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon \quad (15)$$

gdje su $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ nepoznati parametri, a ε je slučajna varijabla.

5 UTVRĐIVANJE GRANGEROVE UZROČNOSTI IZMEĐU POTRAŽNJE ZA PUTNIČKIM ZRAČNIM PROMETOM I PROMETNIH I DRUŠTVENO-EKONOMSKIH POKAZATELJA

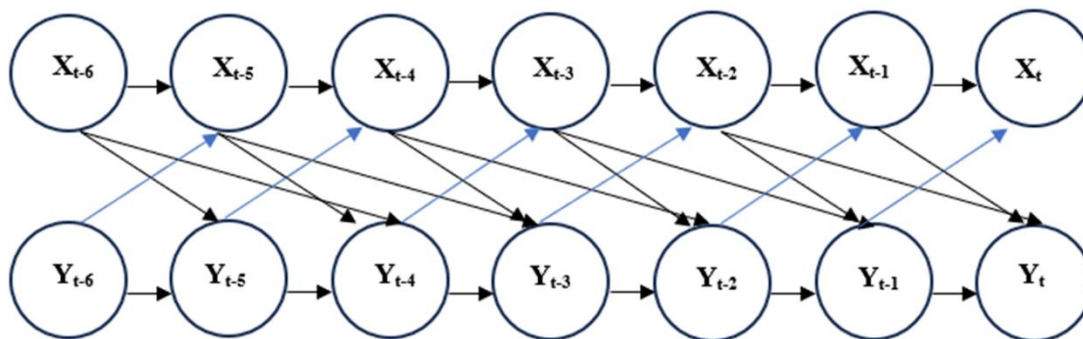
U svakodnevnom se životu pojam uzročnost rabi kada se podrazumijeva da događaj X uzrokuje događaj Y . Tada događaj Y nastupa kao posljedica događaja X . U ekonometrijskom smislu uzročnost se razlikuje od takvog poimanja pojma uzročnosti. Uzročnost se analizira u stohastičkom, a ne u filozofskom smislu.

Ako se želi ispitati uzrokuje li neka pojava X pojavu Y , problem se svodi na ispitivanje koliki se dio dinamike varijable Y u tekućem periodu može objasniti dinamikom same varijable u prethodnim razdobljima i hoće li se dinamika pojave Y bolje objasniti ako se u analizu uključe prethodne vrijednosti varijable X [84].

Grangerova uzročnost proučava povezanost između dva vremenska niza u smislu da jedan vremenski niz može objasniti promjene u drugom vremenskom nizu [1]. Taj je koncept nazvan prema Cliveu Grangeru, britanskom ekonomistu, dobitniku Nobelove nagrade za ekonomiju, koji je prvi opisao ovaj statistički koncept u svojim radovima 60-ih godina prošloga stoljeća. Grangerova uzročnost zasniva se na ideji da ako jedan vremenski niz (niz X) može poboljšati predikciju drugog vremenskog niza (niza Y), tada se može reći da niz X uzrokuje niz Y . Sa statističkog gledišta tvrdnja je ekvivalentna statističkoj značajnosti svih pomaka varijable X u jednadžbi dinamike varijable Y . Međutim, to ne znači da je niz X nužno uzrok niza Y u smislu uzroka i posljedice u tradicionalnom smislu, već znači da promjene u nizu X mogu pomoći u predviđanju promjena u nizu Y .

Test Grangerove uzročnosti daje informaciju o smjeru utjecaja između varijabli u analizi, pa tako postoji:

- jednosmjerna uzročnost gdje X uzrokuje Y
- jednosmjerna uzročnost gdje Y uzrokuje X
- obostrana uzročnost
- nema uzročnosti.



Grafički prikaz 40: Tipični scenarij Grangerove obostrane uzročnosti

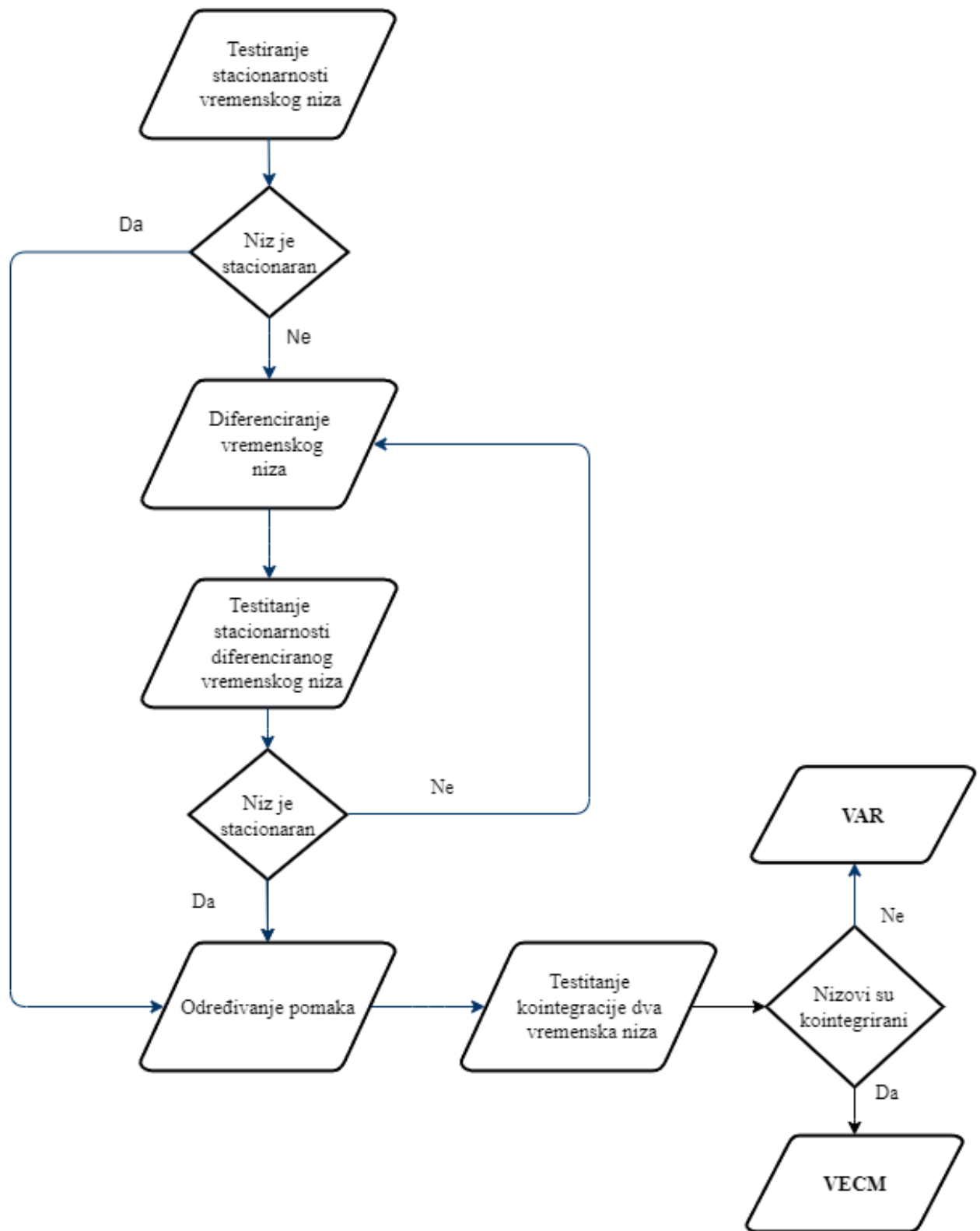
Izvor: [85]

Grafički prikaz 40 prikazuje tipični scenarij u kojem Grangerova obostrana uzročnost funkcionira: ako bi sve strelice između X i Y bile odsutne, Y_t bi bila uvjetno neovisna o prošlim vrijednostima X , odnosno ne bilo Grangerove uzročnosti između X i Y . Ako bi strelice među nizovima bile samo jednosmjerne, bila bi riječ o jednosmjernoj uzročnosti između varijabli. Međutim, kod obostrane uzročnosti prošle vrijednosti X uzrokuju vrijednosti Y , dok prošle vrijednosti Y također uzrokuju X [85].

Testiranje Grangerove uzročnosti sastoji se od više koraka, prikazanih na grafičkom prikazu 41.

Prvi je korak testiranje vremenskog niza na stacionarnost. To se provodi testom jediničnog korijena vremenskog niza. Utvrđivanje jediničnog korijena vremenskog niza odnosi se na svojstvo vremenskog niza u kojem postoji jedan autokorelacijski proces ili više njih koji uzrokuju da niz ne konvergira prema određenoj srednjoj vrijednosti ili trendu. Postojanje jediničnog korijena znači da je niz nestacionaran.

Međutim, nepostojanje jediničnog korijena ne znači nužno da je niz stacionaran. U tom slučaju može se zaključiti da eventualna nestacionarnost ne proizlazi iz jediničnog korijena karakterističnog polinoma već ima neki drugi uzrok, primjerice nekakav trend. Ako se utvrdi nestacionarnost podataka, izvest će se transformacija izvornog vremenskog niza kako bi se moglo nastaviti s analizom. Najčešći je pristup transformaciji vremenskog niza diferenciranje vremenskih nizova kako bi se postigla stacionarnost. Diferenciranje uključuje izračunavanje razlike između susjednih vrijednosti u nizu.



Grafički prikaz 41: Koraci provedbe Grangerovog testa uzročnosti

Nakon testa stacionarnosti slijedi utvrđivanje pomaka (engl. *lag*). Pomak se može definirati kao vremenski interval između dva uzastopna mjerenja ili promatranja u vremenskom nizu. Često se u modelima koji upotrebljavaju vremenske serije uključuje varijabla vremenskog pomaka. Na primjer, kada prođe značajan vremenski period između promjene cijene zrakoplovne karte i njezina utjecaja na potražnju putnika, rabi se varijabla pomak. Ako je vremenski pomak između promjena nezavisnih varijabli i njihova utjecaja na zavisnu varijablu dovoljno dug, tada se ta varijabla uključuje u model [82].

Vremenski se niz testira na kointegraciju kako bi se ispitalo postojanje dugoročne veze na temelju rezultata testova jediničnoga korijena. Ako su dva vremenska niza nestacionarna, ali je njihova linearna kombinacija stacionarna, tada su dva vremenska niza kointegrirana. Vrsta upotrijebljenog testa Grangerove analize uzročnosti određuje se rezultatima testa kointegracije. Ako nizovi imaju dugoročni ravnotežni odnos, kointegrirani su, primjenjuje se vektorski model ispravljanja pogrešaka (engl. *Vector Error Correction Model* – VECM). U slučaju da Johansenov test kointegracije pokazuje da nizovi nemaju dugoročni ravnotežni odnos, dakle nisu kointegrirani, primjenjuje se standardni Grangerov test uzročnosti – vektorski autoregresivni (engl. *Vector Autoregression* – VAR) model.

Za testiranje stacionarnosti vremenskih nizova rabljen je programski alat *IBM SPSS Statistics* i instalacijski dodatak (ekstenzija) *STATS TSTESTS* koja sadrži prošireni Dickey-Fullerov ADF test, dok je za testiranje kointegracije i Grangerov test uzročnosti uporabljen programski alat *eViews* i Johansenov test kointegracije.

5.1. Transformacija kvartalnih podataka u mjesečne

Grangerov test uzročnosti proučava odnos između vremenskih nizova. Ako se za testiranje upotrebljavaju kvartalni podaci, informacije o promjenama na mjesečnoj razini mogu biti izgubljene. Pretvaranjem podataka iz kvartalnog oblika u mjesečni oblik omogućuje se detaljnija analiza i identifikacija uzoraka koje bi inače mogle biti nevidljive na kvartalnoj razini. Također, važno je osigurati da svi vremenski nizovi koji se upotrebljavaju u testu imaju istu frekvenciju mjerenja. Ako su neki podaci dostupni samo na kvartalnoj razini, pretvaranje u mjesečne podatke omogućuje usklađivanje svih serija i održavanje konzistentnosti u analizi.

Mjesečni podaci pružaju detaljniji uvid u promjene i trendove na kraćim vremenskim intervalima. Pretvaranje kvartalnih podataka u mjesečne podatke može povećati snagu Grangerovog testa. Mjerenja na mjesečnoj razini pružaju više informacija i bolju statističku preciznost u otkrivanju uzročnosti između vremenskih serija.

Varijable je moguće transformirati s nižih frekvencija na više frekvencije pomoću statističkih metoda interpolacije. Interpolacija je metoda izračuna vrijednosti funkcije u novim točkama koje se nalaze unutar intervala definiranog diskretnim skupom podataka.

Kubična *spline* interpolacija tehnika je interpolacije koja se rabi za približno rekonstruiranje glatke funkcije iz diskretnog skupa podataka. Ova metoda upotrebljava kubične polinome kako bi se interpolirala funkcija na određenim intervalima između točaka podataka. Njome se konstruiraju nove točke podataka unutar raspona diskretnog skupa poznatih točaka podataka. Kubična *spline* interpolacija omogućava pouzdanu interpolaciju između podataka čiji su argumenti uređeni kao uzlazni nizovi.

Za kubičnu *spline* interpolaciju nizova koji uključuju kvartalne podatke, uporabljeno je razvojno okruženje MATLAB i već ugrađena funkcija „*spline()*“. MATLAB ima ugrađenu funkciju „*spline()*“ koja zahtijeva tri ulaza: popis x kvartala koji se žele transformirati; popis y vrijednosti iz kvartalnih podataka i popis xx vrijednosti za željene mjesečne vremenske intervale (84). Funkcija „*spline()*“ formulira $n-1$ kubičnih polinoma, procjenjuje ih prema željenim x vrijednostima i daje popis interpoliranih mjesečnih y vrijednosti. Tromjesečni podaci predstavljaju prosječnu vrijednost u kvartalu. To znači da ih treba tretirati kao sredinu četvrtine. Za $Q1$ (prvi kvartal) to je drugi mjesec, za $Q2$ (drugi kvartal) to je 5. mjesec, i tako dalje. Nakon definiranja x (izvorne kvartalne vrijednosti – $Q1$, $Q2$, $Q3$ i $Q4$), y (izvorne vrijednosti varijable u svakom kvartalu) i xx (željenog mjeseca, odnosno podjele kvartala na mjesece) u MATLAB-u, pokrene se funkcija „ $yy = spline(x,y,xx)$ “. Na taj se način stvara novi vektor yy s interpoliranim mjesečnim vrijednostima y koje su tražene na mjesečnoj razini. Tom su metodom kvartalni podaci *bruto domaći proizvod*, *indeks troškova zaposlenja* i *stopa vlasništva nekretnina* transformirani u mjesečne podatke. Nakon transformacije vremenskog niza prvi je korak u analizi vremenskih nizova izrada grafičkog prikaza podataka iz prošlosti na kojemu se može uočiti tendencija kretanja i oscilacije promatrane pojave. Grafički prikazi upotrijebljenih podataka prikazani su u poglavlju 3, a u tablici 3 navedeni su vremenski nizovi upotrijebljeni u istraživanju i njihove kratice.

Tablica 3: Popis vremenskih nizova upotrijebljenih u istraživanju i njihovih kratica

| Promatrani vremenski niz | Oznaka |
|---|---------------|
| Prevezeni prihodovni putnici (domaći promet) | RPd |
| Prevezeni prihodovni putnici (međunarodni promet) | RPi |
| Ostvareni putnički kilometri (domaći promet) | RPKd |
| Ostvareni putnički kilometri (međunarodni promet) | RPKi |
| Ostvareni tonski kilometri (domaći promet) | RTKd |
| Ostvareni tonski kilometri (međunarodni promet) | RTKi |
| Robni tonski kilometri (domaći promet) | FTKd |
| Robni tonski kilometri (međunarodni promet) | FTKi |
| Raspoloživa sjedala kilometri (domaći promet) | ASKd |
| Raspoloživa sjedala kilometri (međunarodni promet) | ASKi |
| Populacija (u milijunima) | S01 |
| Stopa radne snage | S02 |
| Stopa nezaposlenosti | S03 |
| Broj zaposlenih u industriji zračnog prometa (u tisućama) | S04 |
| BDP (u milijunima USD) | S05 |
| Cijena sirove nafte (USD/barelu) | S06 |
| Cijena mlaznog goriva (USD/barelu) | S07 |
| Indeks troškova zapošljavanja | S08 |
| Indeks cijena proizvođača | S09 |
| Indeks potrošačkih cijena | S10 |
| Indeks industrijske proizvodnje | S11 |
| Indeks uvoznih cijena | S12 |
| Indeks izvoznih cijena | S13 |
| Stopa nacionalne politike prema posebnim pravima vučenja | S14 |
| Realni efektivni tečaj prema indeksu potrošačkih cijena | S15 |
| Realni efektivni tečaj prema indeksu jediničnih troškova | S16 |
| Osobni dohodak (u milijardama USD) | S17 |
| Raspoloživi osobni dohodak (u milijardama USD) | S18 |
| Stopa osobne štednje | S19 |
| Stopa vlasništva nekretnina | S20 |
| Vjerojatnost recesije | S21 |
| Indeks neizvjesnosti ekonomske politike | S22 |
| Indeks podudarne ekonomske aktivnosti | S23 |
| Međunarodni turistički dolasci | S24 |
| Indeks cijena zrakoplovnih karata kao komponenta indeksa potrošačkih cijena | S25 |

5.2. Analiza vremenskih nizova za prognoziranja potražnje u putničkom zračnom prometu

Ranije objašnjeni vremenski nizovi prevezenih prihodovnih putnika i ostvarenih putničkih kilometara služe kao ključne zavisne varijable u istraživanju uzročnosti i prognoziranju potražnje u putničkome zračnom prometu. Upotrijebljeni se vremenski nizovi sastoje od mjesečnih podataka, iako je češći slučaj u znanstvenoj literaturi da se rabe godišnji podaci. Mjesečni su podaci često teže dostupni i prikupljaju se s većim naporom u usporedbi s godišnjim podacima, međutim mogu dati bolje rezultate u kratkoročnom prognoziranju potražnje.

Velik broj makroekonomskih pojava (u koje možemo uključiti i prometnu potražnju) može se dovoljno dobro opisati ARIMA (p, d, q) modelima. ARIMA modeli često se primjenjuju kako bi se opisala statistička svojstva vremenskog niza [83]. U ARIMA modelu tekuća vrijednost procesa Y_t u potpunosti je određena svojim prošlim vrijednostima $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}$ (koji predstavljaju komponentu autoregresije – AR) i prethodnim greškama relacije $\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, \varepsilon_{t-q}$ (koji predstavljaju komponentu pomičnih prosjeka – MA). Model ne uključuje dodatne eksplanatorne varijable koje mogu objasniti vremenski niz. Većina makroekonomskih pojava integrirana je reda 1 (niz nije stacionaran i potrebno ga je jednom integrirati ili diferencirati kako bi postao stacionaran) i sadrži autoregresijske komponente i komponente modela pomičnih prosjeka.

Često su prometni vremenski nizovi podložni utjecaju sezone – fluktuacije pojave ponavljaju se na sličan način u razdoblju od godine dana ili kraćem. Sezonski utjecaji su u zračnom prometu veoma česti, posebice u putničkome zračnom prometu. Najčešće je sezonski period jednak godini dana, a da bi se uočile takve sezonske varijacije, vremenski niz mora biti mjesečni ili kvartalni.

Analizom vremenskih nizova moguće je utvrditi opravdanost upotrebe mjesečnih podataka, s obzirom na mogućnost prisutne sezonalnosti u promatranim vremenskim nizovima. Iako na grafičkim prikazima koji predstavljaju kretanja prevezenih prihodovnih putnika i ostvarenih putničkih kilometara u domaćem i međunarodnom prometu postoje naznake sezonalnosti, u nastavku će nizovi biti analizirani pomoću ARIMA modela u *IBM SPSS Statistics* programu, pomoću funkcije „Forecasting“ – „Create Traditional Model“ – „Expert modeler“.

Rezultat provedene analize na svim promatranim prometnim pokazateljima (RPd, RPi, RPKd, RPKi, RTKd, RTKi, FTKd, FTKi, ASKd, ASKi) prikazan je na slici 1. Izrazi ARIMA (p, d, q) i

(P , D , Q) odnose se na redove autoregresije (AR), diferenciranja (I) i pokretnog prosjeka (MA) za nesezonsku i sezonsku komponentu, redom.

Vremenski niz RPd (*prevezeni prihodovni putnici u domaćem prometu*) opisan je kao ARIMA(1,1,0)(0,1,1). Prva zagrada opisuje nesezonske karakteristike vremenskog niza: (1,1,0) predstavlja autoregresivni model prvog reda ($p = 1$), koji uzima u obzir prethodne vrijednosti vremenskog niza i diferenciranje prvog reda ($d = 1$) kako bi se postigla stacionarnost. Druga zagrada (0,1,1) opisuje sezonsku karakteristiku vremenskog niza – predstavlja model pokretnog prosjeka prvog reda ($Q = 1$) koji upotrebljava jedno diferenciranje ($D=1$) kako bi se postigla stacionarnost.

| | | | Model Type |
|----------|------|----------|----------------------|
| Model ID | RPd | Model_1 | ARIMA(1,1,0)(0,1,1) |
| | RPi | Model_2 | ARIMA(0,1,0)(0,1,1) |
| | RPKd | Model_3 | ARIMA(0,1,0)(0,1,1) |
| | RPKi | Model_4 | ARIMA(0,1,0)(0,1,1) |
| | RTKd | Model_5 | ARIMA(1,1,10)(0,1,1) |
| | RTKi | Model_6 | ARIMA(0,1,4)(0,1,1) |
| | FTKd | Model_7 | ARIMA(2,1,9)(0,1,1) |
| | FTKi | Model_8 | ARIMA(1,1,0)(0,1,1) |
| | ASKd | Model_9 | ARIMA(0,1,2)(0,1,1) |
| | ASKi | Model_10 | ARIMA(2,1,0)(0,1,1) |

Slika 1: Prikaz rezultata IBM SPSS Statistics ARIMA modela

Vremenski niz RPi (*prevezeni prihodovni putnici u međunarodnom prometu*) je ARIMA(0,1,0)(0,1,1) model i predstavlja vremenski niz s jednim diferenciranjem i sezonskim pokretnim prosjekom. Iste karakteristike vremenskih nizova vrijede i za druga dva promatrana niza – RPKd i RPKi.

Vremenski niz RTKd (*ostvareni tonski kilometri u domaćem prometu*) modeliran je kao ARIMA(1,1,10)(0,1,1). Prva zagrada (1,1,10) označava ARIMA model s prvim redom autoregresije ($p = 1$), prvim redom diferenciranja ($d = 1$) i redom pokretnog prosjeka gdje je $q =$

10⁴. Ta se komponenta odnosi na modeliranje nesezonskih fluktuacija. Druga zagrada (0,1,1) označava ARIMA model bez autoregresivne komponente ($P = 0$), s prvom razlikom ($D = 1$) i pokretnim prosjekom prvog reda ($Q = 1$). Ta se komponenta odnosi na modeliranje sezonskih fluktuacija.

Za vremenski niz *ostvoreni tonski kilometri u međunarodnom prometu* (RTKi) utvrđen je ARIMA (0,1,4)(0,1,1) koji predstavlja ARIMA model prvog reda diferenciranja ($d = 1$), s pokretnim prosjekom četvrtog reda ($q = 4$) i bez autoregresivne komponente ($p = 0$). Također, sadrži i ARIMA model bez autoregresivne komponente ($P = 0$), s prvom razlikom ($D = 1$) i pokretnim prosjekom prvog reda ($Q = 1$).

Robni tonski kilometri u domaćem prometu (FTKd) pokazuju karakteristike ARIMA(2,1,9)(0,1,1) modela – to je model s drugim redom autoregresije ($p = 2$), prvom razlikom ($d = 1$), devetim redom pokretnog prosjeka ($q = 9$), bez autoregresivne komponente u sezonskom dijelu ($P = 0$), prvom razlikom sezonske komponente ($D = 1$) i pokretnim prosjekom prvog reda u sezonskom dijelu ($Q = 1$).

Vremenski niz FTKi (*robni tonski kilometri u međunarodnom prometu*) opisan je kao ARIMA(1,1,0)(0,1,1) što odgovara karakteristikama prethodno opisanog vremenskog niza RPi.

Kad su posrijedi sezonske komponente nizova, ASKd i ASKi (*raspoloživa sjedala kilometri u domaćem i međunarodnom prometu*) ukazuju na vremenski niz s jednim diferenciranjem i sezonskim pokretnim prosjekom, dok se ASKd i ASKi razlikuju u rasporedu redova autoregresije (AR) i pokretnog prosjeka (MA) u ARIMA modelu.

Na osnovi provedenih ARIMA modeliranja vremenskih nizova, utvrđuje se kako svi promatrani vremenski nizovi otkrivaju jednaku sezonsku komponentu (vremenski niz s jednim diferenciranjem i sezonskim pokretnim prosjekom) te je primjereno vremenske serije analizirati i prognozirati na mjesečnom nivou.

⁴ Kada je $q = 10$, to znači da se u modelu upotrebljava pokretni prosjek desetog reda, odnosno da se upotrebljava deset prethodnih rezidualnih vrijednosti za modeliranje trenutne vrijednosti.

5.3 Stacionarnost vremenskog niza

Testiranje stacionarnosti vremenskog niza važan je korak u analizi vremenskih nizova jer je stacionarnost preduvjet za primjenu mnogih statističkih metoda. Stacionarni niz je niz čija se svojstva (poput srednje vrijednosti, varijance i kovarijance) ne mijenjaju s vremenom i ostaju konstantna tijekom vremena. Testiranje stacionarnosti je važno jer mnoge analize vremenskih nizova, uključujući i Grangerov test uzročnosti, pretpostavljaju stacionarnost vremenskog niza. Ako niz nije stacionaran, tada se može primijeniti transformacija podataka, poput diferenciranja ili logaritmiranja, kako bi se postigla stacionarnost. U suprotnom, primjena statističkih metoda na nestacionarni niz može dovesti do nevaljanih rezultata i interpretacije rezultata, što može imati ozbiljne posljedice u donošenju odluka i predviđanju budućih vrijednosti.

Vremenski niz smatra se stacionarnim u širem smislu ako očekivana vrijednost i varijanca uzorka ne ovise o vremenu t te ako kovarijanca dvaju članova niza Y_t i Y_{t+s} razmaknutih za s razdoblja ovisi o razmaku s , ali ne o vremenu t . Testiranje stacionarnosti vremenskih nizova prvi je korak u analizi vremenskih nizova jer uvrštavanje nestacionarnih vremenskih nizova u ekonometrijski model može dovesti do pogrešnog zaključka o povezanosti između varijabli [83].

Testovi jediničnog korijena namijenjeni su testiranju reda integriranosti varijable. Jedinični korijen ukazuje na prisutnost stohastičkog trenda i implicira da vremenski niz nije stacionaran. Ako test jediničnog korijena odbaci hipotezu o jediničnom korijenu, to sugerira da vremenski niz ima stacionarno ponašanje. Najzastupljeniji test za testiranje jediničnog korijena je prošireni Dickey-Fullerov ADF test (engl. *Augmented Dickey Fuller test*).

Hipoteze ADF testa su:

H0: Niz je nestacionaran (ima jedinični korijen)

H1: Niz je stacionaran (nema jedinični korijen).

Odluka se donosi na temelju p-vrijednosti, odnosno nivoa signifikantnosti. Ako je p-vrijednost veća od 0,05, nulta hipoteza se prihvaća – niz se smatra nestacionarnim. Ako je p-vrijednost manja od 0,05, tada se nulta hipoteza odbacuje i slijedi da je niz stacionaran. Najprije se analiziraju varijable u razinama i ako niz nije stacionaran, diferencira se i ispituje se stacionarnost niza prvih diferencija. Nadalje, ako niz prvih diferencija nije stacionaran, postupak se ponavlja dok

se niz ne diferencira dovoljno puta kako bi postao stacionaran, što je prikazano u grafičkom prikazu 30.

Tablica 4: Utvrđivanje stacionarnosti promatranih vremenskih nizova

| Oznaka | p-vrijednost | p-vrijednost prve diferencije | p-vrijednost druge diferencije |
|-------------|--------------|-------------------------------|--------------------------------|
| RPd | 0.01021 | | |
| RPi | 0.01000 | | |
| RPKd | 0.01000 | | |
| RPKi | 0.07056 | 0 | |
| RTKd | 0.01000 | | |
| RTKi | 0.30545 | 0.0001 | |
| FTKd | 0.71354 | 0.0034 | |
| FTKi | 0.13627 | 0.0026 | |
| ASKd | 0.01000 | | |
| ASKi | 0.03537 | | |
| S01 | 0.99000 | 0 | |
| S02 | 0.57243 | 0 | |
| S03 | 0.31588 | 0 | |
| S04 | 0.63192 | 0 | |
| S05 | 0.68123 | 0.928 | 0 |
| S06 | 0.33717 | 0 | |
| S07 | 0.29141 | 0 | |
| S08 | 0.43426 | 0.2097 | 0.0018 |
| S09 | 0.29303 | 0 | |
| S10 | 0.95621 | 0 | |
| S11 | 0.48293 | 0.0005 | |
| S12 | 0.43553 | 0 | |
| S13 | 0.64336 | 0 | |
| S14 | 0.62618 | 0 | |
| S15 | 0.76271 | 0 | |
| S16 | 0.85545 | 0 | |
| S17 | 0.99000 | 0.0081 | |
| S18 | 0.94760 | 0.0362 | |
| S19 | 0.26266 | 0.0033 | |
| S20 | 0.83154 | 0.001 | |
| S21 | 0.01000 | | |
| S22 | 0.03711 | | |
| S23 | 0.49983 | 0 | |
| S24 | 0.89000 | 0.0135 | |
| S25 | 0.95082 | 0 | |

Svi vremenski nizovi prikupljeni u istraživanju testirani su na stacionarnost te su neki nizovi pokazali karakteristike nestacionarnosti koristeći ADF test. Iz tablice 4 vidljivo je kako vremenski

niz ostvareni putnički kilometri pokazuje karakteristike stacionarnosti niza, odnosno kako je p-vrijednost 0,01, što je svakako manje od 0,05 pri čemu se prihvaća H_1 : niz je stacionaran. Vremenski niz koji predstavlja populaciju ipak nije stacionaran, što potvrđuje prošireni Dickey-Fullerov test stacionarnosti, odnosno p-vrijednost prikazana u tablici 4. Vrijednost p iznosi čak 0,99 što je višestruko veće od 0,05 koliko je potrebno da se odbaci nulta hipoteza. Za ovu varijablu se nulta hipoteza prihvaća i utvrđuje se karakteristika nestacionarnosti niza. Niz se potom diferencira i testira se stacionarnost diferenciranog niza. Utvrđuje se stacionarnost diferenciranog niza varijable populacija. Za varijablu bruto domaći proizvod utvrđena je nestacionarnost niza, pa čak i nestacionarnost prve diferencije niza te je provedena druga diferencijacija niza, nakon čega je utvrđena stacionarnost.

Iz tablice 4 vidljivo je kako je nestacionarnost vremenskih nizova češće pravilo nego izuzetak. To potvrđuje i pretpostavke o nestacionarnosti pojava koje proizlaze iz gospodarskih, društvenih i gospodarskih analiza [83]. Nestacionarnost pojava može biti posljedica trend komponente, stoga prosječna razina pojave nije konstantna. Iako je stacionarnost niza moguće uočiti iz njegova grafičkog prikaza, potrebno je provesti i formalan statistički test.

5.4 Kointegracija vremenskog niza

Kointegracija vremenskih nizova statistička je metoda koja se rabi za proučavanje odnosa između dviju ili više vremenskih serija koje pokazuju dugoročnu vezu. To znači da promjene u jednom vremenskom nizu mogu utjecati na promjene u drugom nizu u dugoročnom smislu. Uz to, kointegracija se često rabi za predviđanje budućih vrijednosti vremenskih nizova. Ako postoji kointegracija između dva vremenska niza, to znači da se jedan niz može upotrijebiti za predviđanje vrijednosti drugog niza.

Kointegracija je svojstvo koje mogu posjedovati vremenski nizovi. Ako su dva vremenska niza nestacionarna, ali je njihova linearna kombinacija stacionarna, tada su dva vremenska niza kointegrirana. Niz (Y_t) je $I(d)$, pri čemu je $d = 0, 1, \dots$ ako se diferenciranjem tog niza d puta dobije stacionaran niz.

Kointegracija se može testirati pomoću različitih statističkih testova, ali najčešće se upotrebljava Johansenov test za kointegraciju koji provjerava hipotezu o postojanju kointegracije između vremenskih serija.

Kointegrirane varijable su nestacionarne varijable između kojih postoji dugoročna ravnoteža. Uvjet za postojanje kointegracije jest da obje pojave sadrže trend, tj. da su integrirane s istim redom integracije [83].

Promatrani nizovi prometnih pokazatelja (*prevezeni prihodovni putnici u domaćem i međunarodnom prometu* i *ostvareni putnički kilometri u domaćem i međunarodnom prometu*) i društveno-ekonomskih pokazatelja testirani su na kointegraciju koristeći analitički program *eViews*. Za utvrđivanje pomaka između dviju varijabli upotrijebljena je funkcija „*lag lenght criteria*“, a od ponuđenih kriterija za utvrđivanje pomaka upotrijebljen je SC (engl. *Schwarz information criterion*). Prilikom utvrđivanja optimalnog pomaka najčešće se primjenjuje AIC (engl. *Akaike Information Criterion*) i SC kriterij. Informacijski kriteriji mjere koliko „dobro“ model opisuje podatke, a svaki kriterij na specifičan način pronalazi optimum između poboljšanja kakvoće modela (dodavanjem varijabli u model) i dovoljnog broja stupnjeva slobode (reduciranje varijabli u modelu) [83].

SC kriterij odabran je na temelju relevantnih recentnih istraživanja [23, 41, 47] Grangerove uzročnosti, imajući na umu kako je odabir između ta dva kriterija zapravo kompromis između prikladnosti modela i složenosti modela. Ako se odabire veći pomak (kao u slučaju AIC kriterija), model je prikladniji, no istodobno se smanjuje statistička preciznost u daljnjem istraživanju kointegracije i uzročnosti. Iz tog je razloga pomak odabran na temelju SC kriterija. Pomaci su prikazani u tablici 5.

Tablica 5: Vremenski pomak dviju promatranih varijabli na temelju SC kriterija

| | RPd | RPi | RPKd | RPKi |
|-------------|------------|------------|-------------|-------------|
| RPd | / | 14 | 14 | 13 |
| RPi | 14 | / | 19 | 18 |
| RPKd | 14 | 19 | / | 13 |
| RPKi | 13 | 18 | 13 | / |
| RTKd | 14 | 14 | 14 | 13 |
| RTKi | 13 | 13 | 13 | 13 |
| FTKd | 14 | 14 | 14 | 13 |
| FTKi | 13 | 14 | 14 | 13 |
| ASKd | 14 | 19 | 16 | 13 |
| ASKi | 14 | 15 | 14 | 13 |
| S01 | 13 | 14 | 14 | 13 |
| S02 | 14 | 15 | 15 | 13 |
| S03 | 14 | 15 | 14 | 13 |

| | | | | |
|------------|----|----|----|----|
| S04 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| S05 | 16 | 16 | 17 | 16 |
| S06 | 7 | 14 | 14 | 13 |
| S07 | 7 | 14 | 14 | 13 |
| S08 | 25 | 15 | 25 | 13 |
| S09 | 8 | 14 | 14 | 13 |
| S10 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| S11 | 16 | 14 | 16 | 15 |
| S12 | 7 | 14 | 14 | 13 |
| S13 | 7 | 14 | 14 | 13 |
| S14 | 7 | 14 | 14 | 13 |
| S15 | 7 | 14 | 14 | 13 |
| S16 | 7 | 14 | 14 | 13 |
| S17 | 17 | 17 | 25 | 16 |
| S18 | 17 | 25 | 25 | 24 |
| S19 | 14 | 15 | 15 | 13 |
| S20 | 25 | 25 | 25 | 24 |
| S21 | 14 | 15 | 14 | 13 |
| S22 | 13 | 14 | 14 | 13 |
| S23 | 14 | 15 | 14 | 13 |
| S24 | 14 | 15 | 14 | 13 |
| S25 | 13 | 14 | 13 | 13 |

Nakon provedene analize pomaka dviju varijabli odabire se Johansenov test kointegracije, odnosno funkcija „*Johansen Cointegration Test*“. Otvara se dijaloški okvir s rezultatima testa na kointegraciju. Na slici 2 prikazan je dijaloški okvir programa *eViews* i provedenog Johansenovog testa na kointegraciju za vremenske nizove *prevezeni prihodovni putnici u domaćem prometu* (RPd) i *prevezeni prihodovni putnici u međunarodnom prometu* (RPi). *EViews* prilikom izvođenja Johansenovog testa definira dvije test veličine: test traga matrice svojstvenih vrijednosti – λ_{trace} test (engl. *trace test*) i test najveće svojstvene vrijednosti – λ_{max} (engl. *maximum eigenvalue*). Za promatrane varijable oba su testa ukazala na nekointegraciju s empirijskom razinom značajnosti, p-vrijednosti, većom od 0,05.

Sample (adjusted): 1991M07 2022M02
 Included observations: 368 after adjustments
 Trend assumption: Linear deterministic trend
 Series: RPD RPI
 Lags interval (in first differences): 1 to 14

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

| Hypothesized No. of CE(s) | Eigenvalue | Trace Statistic | 0.05 Critical Value | Prob.** |
|------------------------------|------------|--------------------|------------------------|---------|
| None | 0.034196 | 14.09856 | 15.49471 | 0.0803 |
| At most 1 | 0.003511 | 1.294200 | 3.841465 | 0.2553 |

Trace test indicates no cointegration at the 0.05 level
 * denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level
 **MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)

Slika 2: Prikaz dijaloškog okvira eViews programa nakon provedenog Johansenovog testa kointegracije kojim je utvrđena nekointegriranost dva niza

Na temelju provedene analize kointegriranosti varijabli utvrđuje se kako su dva niza nekointegrirana te se odabire VAR model potreban za nastavak procjene Grangerove uzročnosti.

Sample (adjusted): 1991M07 2022M02
 Included observations: 368 after adjustments
 Trend assumption: Linear deterministic trend
 Series: D RPKI RPD
 Lags interval (in first differences): 1 to 13

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

| Hypothesized No. of CE(s) | Eigenvalue | Trace Statistic | 0.05 Critical Value | Prob.** |
|------------------------------|------------|--------------------|------------------------|---------|
| None * | 0.072512 | 36.59358 | 15.49471 | 0.0000 |
| At most 1 * | 0.023874 | 8.892197 | 3.841465 | 0.0029 |

Trace test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level
 * denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level
 **MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)

| Hypothesized No. of CE(s) | Eigenvalue | Max-Eigen Statistic | 0.05 Critical Value | Prob.** |
|------------------------------|------------|------------------------|------------------------|---------|
| None * | 0.072512 | 27.70139 | 14.26460 | 0.0002 |
| At most 1 * | 0.023874 | 8.892197 | 3.841465 | 0.0029 |

Max-eigenvalue test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level
 * denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level
 **MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Slika 3: Prikaz dijaloškog okvira eViews programa nakon provedenog Johansenovog testa kointegracije kojim je utvrđena kointegriranost dva niza

Johansenov test kointegracije vremenskih nizova *prevezeni prihodovni putnici u domaćem prometu* i *ostvareni putnički kilometri u međunarodnom prometu* ukazuje na postojanje kointegracije, a rezultati testa prikazani su na slici 3. Za promatrane varijable oba su testa ukazala na postojanje kointegracije s empirijskom razinom značajnosti, p -vrijednosti, manjom od 0,05.

U tablici 6 prikazani su rezultati svih provedenih testova na kointegraciju te je zaključno odabrana metoda za utvrđivanje Grangerove uzročnosti. Za nizove koji su kointegrirani odabire se VECM model, dok se za nekointegrirane nizove odabire VAR model.

Tablica 6: Odabir metode za utvrđivanje Grangerove uzročnosti na temelju provedenog Johansenovog testa na kointegraciju

| | RPd | RPi | RPKd | RPKi |
|-------------|------------|------------|-------------|-------------|
| RPd | / | VAR | VAR | VECM |
| RPi | VAR | / | VAR | VECM |
| RPKd | VAR | VAR | / | VECM |
| RPKi | VECM | VECM | VECM | / |
| RTKd | VAR | VAR | VAR | VECM |
| RTKi | VECM | VECM | VECM | VECM |
| FTKd | VECM | VECM | VECM | VECM |
| FTKi | VECM | VECM | VECM | VECM |
| ASKd | VAR | VAR | VAR | VECM |
| ASKi | VAR | VAR | VAR | VECM |
| S01 | VECM | VECM | VECM | VECM |
| S02 | VECM | VECM | VECM | VECM |
| S03 | VECM | VAR | VECM | VECM |
| S04 | VECM | VAR | VECM | VECM |
| S05 | VECM | VECM | VECM | VECM |
| S06 | VECM | VECM | VECM | VECM |
| S07 | VECM | VECM | VECM | VECM |
| S08 | VAR | VECM | VAR | VECM |
| S09 | VECM | VECM | VECM | VECM |
| S10 | VECM | VAR | VAR | VECM |
| S11 | VECM | VECM | VECM | VECM |
| S12 | VECM | VECM | VECM | VECM |
| S13 | VECM | VECM | VECM | VECM |
| S14 | VECM | VECM | VECM | VECM |
| S15 | VECM | VECM | VECM | VECM |
| S16 | VECM | VECM | VECM | VECM |
| S17 | VECM | VECM | VECM | VECM |
| S18 | VECM | VECM | VECM | VECM |
| S19 | VECM | VAR | VECM | VECM |
| S20 | VAR | VAR | VAR | VECM |
| S21 | VECM | VECM | VECM | VECM |

| | | | | |
|-----|------|------|------|------|
| S22 | VECM | VAR | VECM | VECM |
| S23 | VAR | VAR | VAR | VECM |
| S24 | VECM | VECM | VECM | VECM |
| S25 | VECM | VECM | VECM | VECM |

5.5 Analiza uzročnosti odabranih prometnih pokazatelja i društveno-ekonomskih čimbenika

Nakon provedenih pojedinačnih testova kointegracije za četiri promatrana prometna pokazatelja potražnje (*prevezeni prihodovni putnici i ostvareni putnički kilometri za domaći i međunarodni promet*) u odnosu na ostalih šest prometnih pokazatelja i 25 društveno-ekonomskih pokazatelja, urađeni su testovi Grangerove uzročnosti u programu *eViews*. Testovi su učinjeni na temelju prethodno provedenog testa kointegracije dva vremenska niza. Ako su nizovi nekointegrirani, provedena je VAR analiza, a ako su nizovi međusobno kointegrirani, provedena je VECM analiza.

VAR analiza provodi se tako da se u *eViewsu* odabere opcija „*Open... as VAR*“ te se potom odabire opcija „*Granger causality / Block Exogeneity Wald Test*“. Nakon toga se otvara okvir u kojem se dobivaju rezultati provedenog testa. Prikaz je tabličan i prikazuje dvije tablice – tablicu u kojoj se najprije jedna varijabla smatra zavisnom, a potom druga varijabla. Pretpostavlja se:

H0: Niz *X* ne Granger uzrokuje niz *Y*

H1: Niz *X* Granger uzrokuje niz *Y*.

Ako je empirijska razina značajnosti provedenog testa, *p*-vrijednost, veća od 0,05, nulta hipoteza se prihvaća. Ako je pak *p*-vrijednost manja od 0,05, tada se nulta hipoteza odbacuje i smatra se da niz *X* Granger uzrokuje niz *Y*. Na slici 4 prikazan je *eViews* okvir nakon provedenog Grangerovog testa za nizove *prevezeni prihodovni putnici u domaćem prometu i prevezeni prihodovni putnici u međunarodnom prometu*. U prvom slučaju zavisna varijabla je RPD, dok je nezavisna varijabla RPi. Informacija u stupcu „*Prob.*“ predstavlja *p*-vrijednost testa. S obzirom na to da je *p*-vrijednost testa $p = 0,0000$, utvrđuje se kako se nulta hipoteza odbacuje i niz RPi (*prevezeni prihodovni putnici u međunarodnom prometu*) Granger uzrokuju niz RPD (*prevezeni prihodovni putnici u domaćem prometu*).

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
Included observations: 369

Dependent variable: RPD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPI | 55.44790 | 14 | 0.0000 |
| All | 55.44790 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: RPI

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPD | 119.1816 | 14 | 0.0000 |
| All | 119.1816 | 14 | 0.0000 |

Slika 4: Rješenje provedenog Grangerovog testa uzročnosti za nekointegrirane nizove RPD i RPI u eViewsu

U drugom slučaju zavisna varijabla je RPI, dok je nezavisna varijabla RPD. I za ovaj test p -vrijednost testa je $p = 0,0000$ te se utvrđuje kako se nulta hipoteza odbacuje i niz RPD (*prevezeni prihodovni putnici u domaćem prometu*) Granger uzrokuje niz RPI (*prevezeni prihodovni putnici u međunarodnom prometu*). Dakle, zaključuje se kako su nizovi obostrano uzročni. RPD uzrokuje RPI i RPI uzrokuje RPD.

Na sljedećem primjeru upotrijebljeni su nizovi: *ostvareni putnički kilometri u domaćem prometu* (RPKd) i *indeks troškova zapošljavanja* (S08). Nakon provedenog Johansenovog testa kointegracije, s obzirom na to da su dva niza nekointegrirana, nastavlja se istim prethodno opisanim postupkom na utvrđivanje Grangerove uzročnosti VAR analizom. Na temelju dobivenih rezultata prikazanih na slici 5, donosi se zaključak o smjeru Grangerove uzročnosti. U prvoj tablici na slici 5 vidi se kako niz S08 ne uzrokuje niz RPKd, što se zaključuje na temelju p -vrijednosti koja iznosi $p = 0,4921$. Prihvata se nulta hipoteza, niz S08 ne uzrokuje niz RPKd. U drugoj tablici p -vrijednost poprima vrijednost $p = 0,0000$ zbog čega se odbija nulta hipoteza i donosi se zaključak kako niz RPKd Granger uzrokuje niz S08. Ovdje se, dakle, radi o jednosmjernoj uzročnosti.

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
Included observations: 356

Dependent variable: RPKD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S08) | 24.47434 | 25 | 0.4921 |
| All | 24.47434 | 25 | 0.4921 |

Dependent variable: D(D S08)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPKD | 212.5227 | 25 | 0.0000 |
| All | 212.5227 | 25 | 0.0000 |

Slika 5: Rješenje provedenog Grangerovog testa uzročnosti za nekointegrirane nizove RPKd i S08 u eViewsu

VECM analiza provodi se tako da se u *eViewsu* odabere opcija „Open... as VAR“, u dijaloškom se okviru izmijeni inicijalna postavka „Standard VAR“ u „Vector Error Correction“, pokrene se analiza te se potom odabire opcija „Granger causality / Block Exogeneity Wald Test“. Nakon toga se otvara okvir u kojem se dobivaju rezultati provedenog testa. Prikaz je tabličan i prikazuje dvije tablice – tablicu u kojoj se najprije jedna varijabla smatra zavisnom, a potom druga varijabla. Pretpostavlja se:

H0: Niz X ne Granger uzrokuje niz Y

H1: Niz X Granger uzrokuje niz Y .

U primjeru na slici 6 prikazani su rezultati provedenog Grangerovog testa uzročnosti na nizovima RPKi (*ostvareni putnički kilometri u međunarodnom prometu*) i S05 (*bruto domaći proizvod*). Na temelju p -vrijednosti (koja je manja od 0,05 – dovoljno za odbacivanje nulte hipoteze o nepostojanju Grangerove uzročnosti) utvrđuje se kako postoji obostrana uzročnost između dva promatrana niza.

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
Included observations: 364

Dependent variable: D(D RPKi)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-------------|----------|----|--------|
| D(D S05 ,2) | 282.6317 | 16 | 0.0000 |
| All | 282.6317 | 16 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D S05 ,2)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKi) | 50.71587 | 16 | 0.0000 |
| All | 50.71587 | 16 | 0.0000 |

Slika 6: Rješenje provedenog Grangerovog testa uzročnosti za nekointegrirane nizove RPKi i S05 u eViewsu

Rezultati Grangerovog testa uzročnosti prikazani su u tablici 7. Oznaka i smjer strelice predstavljaju postojanje i smjer uzročnosti. Iako rezultati testa ukazuju na obostranu uzročnost za većinu nizova, to ipak nije uvijek slučaj. Primjerice, iako postoji obostrana Grangerova uzročnost između *indeksa troškova zapošljavanja (S08)* i *prevezenih prihodovnih putnika u međunarodnom prometu (RPi)*, pa tako i *ostvarenih prihodovnih putnika u međunarodnom prometu (RPKi)*, ne postoji obostrana uzročnost kada se uspoređi *indeks troškova zapošljavanja s prevezenim putnicima (RPd)* i *ostvarenim putničkim kilometrima (RPKd)* u domaćem prometu. Smjer je jednosmjernan i to u smjeru *indeksa troškova zapošljavanja* – on je zavisna varijabla na koju utječu prometni pokazatelji. U prilogima 1 – 4 na kraju rada nalaze se prikazi rješenja provedenih Grangerovih testova uzročnosti za sve vremenske nizove u tablici.

Tablica 7: Rezultati Grangerovog testa uzročnosti

| | RPd | RPi | RPKd | RPKi |
|------|-----|-----|------|------|
| RPd | | ↔ | ↔ | ↔ |
| RPi | ↔ | | ↔ | ↔ |
| RPKd | ↔ | ↔ | | ↔ |
| RPKi | ↔ | ↔ | ↔ | |
| RTKd | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| RTKi | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| FTKd | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| FTKi | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |

| | | | | |
|------|---|---|---|---|
| ASKd | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| ASKi | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| S01 | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| S02 | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| S03 | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| S04 | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| S05 | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| S06 | / | → | → | ↔ |
| S07 | / | / | / | ↔ |
| S08 | ← | ↔ | ← | ↔ |
| S09 | / | / | / | → |
| S10 | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| S11 | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| S12 | / | / | / | → |
| S13 | ← | ↔ | ↔ | ↔ |
| S14 | / | / | / | ← |
| S15 | / | / | / | ← |
| S16 | / | / | / | ← |
| S17 | ↔ | ↔ | ← | ↔ |
| S18 | ↔ | ← | ↔ | ↔ |
| S19 | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| S20 | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| S21 | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| S22 | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| S23 | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| S24 | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| S25 | ↔ | ← | ↔ | ↔ |

Pri provođenju ovakvih bivarijantnih testova Grangerove uzročnosti gdje je cilj utvrditi uzročnost između dva niza, važno je istaknuti da subjektivnost može utjecati na sam proces primjene testa Grangerove uzročnosti. Čimbenici subjektivnosti koji mogu utjecati na rezultate su:

- odabir varijabli može biti subjektivan i ovisiti o istraživačevim pretpostavkama ili intuiciji; pogrešan odabir varijabli može dovesti do netočnih rezultata
- odabir adekvatne specifikacije modela koja će se upotrijebiti za testiranje Grangerove uzročnosti (VAR ili VECM) koja uključuje odabir vremenskog horizonta, odabir pomaka (*lagova*) i druge tehničke parametre; ti izbori mogu biti podložni subjektivnosti istraživača

- interpretacija rezultata – iako su statistički testovi objektivni, njihova interpretacija može biti interpretativna i podložna subjektivnosti; istraživač može donositi odluke o kauzalnosti na temelju rezultata testova, ali ta interpretacija može varirati između različitih istraživača.

6 VREMENSKI UZROČNI MODEL PROGNOZIRANJA POTRAŽNJE ZA PUTNIČKIM ZRAČNIM PRIJEVOZOM U POSTRECESIJSKIM RAZDOBLJIMA

Vremenski uzročni model primjenjuje se kako bi se otkrile ključne uzročne veze u vremenskim nizovima te na bazi utvrđene vremenske uzročnosti kreirale prognoze, bez kreiranja *dummy*⁵ varijabli ili subjektivnih pretpostavki istraživača. U kontekstu vremenskoga uzročnog modeliranja, pojam „uzročno“ odnosi se na ranije objašnjenu Grangerovu uzročnost. Pomoću vremenskoga uzročnog modela određuju se skupovi ciljanih (engl. *target*) vremenskih nizova (zavisnih varijabli) i skup nezavisnih vremenskih nizova (engl. *input*) koje bi mogle utjecati na ciljane vremenske nizove, tzv. prediktora. U specifičnom se kontekstu Grangerove uzročnosti *input* varijabla rabi kao potencijalni uzročni faktor za objašnjavanje promjena u zavisnoj varijabli. Grangerova uzročnost ispituje pružaju li povijesne vrijednosti *input* varijable dodatne informacije u predviđanju zavisne, odnosno *target* varijable, uzimajući u obzir povijesne vrijednosti same zavisne varijable. U tom se slučaju *input* varijabla može smatrati nezavisnom varijablom koja ulazi u model za objašnjavanje promjena u zavisnoj varijabli. U daljnjem su tekstu *input* varijable promatrane kao „prediktori“.

Vremenski uzročni model gradi autoregresivni model vremenskih serija za svaki *target* niz i uključuje samo one vremenske nizove koji imaju uzročnu vezu s *target* varijablom. Taj se pristup razlikuje od tradicionalnog modeliranja vremenskih nizova u kojem se moraju eksplicitno specificirati prediktori za ciljani vremenski niz (primjerice, ARIMA modeli). Budući da vremensko uzročno modeliranje obično uključuje izgradnju modela za više povezanih vremenskih nizova, naziva se povezanim sustavom (engl. *model system*) ili sustavom vremenskih serija.

Model se temelji na statističkim i matematičkim metodama koje su primijenjene na vremenske nizove. Ovaj pristup obuhvaća primjenu autoregresivnih modela, vektorskih autoregresivnih modela (VAR), vektorskih autoregresivnih modela korekcije pogreške (VECM) i testa Grangerove uzročnosti. Statističke metode uključuju testiranje hipoteza, procjenu parametara, testiranje stacionarnosti, utvrđivanje *laga*, testiranje kointegracije niza... Te su metode objašnjene

⁵ *Dummy* varijable su binarne varijable koje u statističkim modelima označavaju prisutnost ili odsutnost nekog nenumeričkog svojstva.

u prethodnom poglavlju, a primjenjuju se na vremenske nizove kako bi se identificirale uzročne veze između varijabli u vremenskom kontekstu.

IBM SPSS Statistics statistički je softver koji omogućuje primjenu tih statističkih metoda i modela na vremenske nizove. On pruža alate i funkcionalnosti za analizu vremenskih serija, uključujući mogućnost izrade VAR modela, VECM modela, testiranje Grangerove kauzalnosti i druge tehnike kroz vremenski uzročni model (engl. *Temporal Causal Model* – TCM).

Za potrebe istraživanja upotrijebljeni su već ranije navedeni vremenski nizovi: prometni pokazatelji i društveno-ekonomski pokazatelji od travnja 1990. do veljače 2022. (ako nije drukčije navedeno).

6.1 Utvrđivanje uzročnosti vremenskih nizova vremenskim uzročnim modelom

Kako bi se započelo testiranje, potrebno je odrediti uloge varijabla: koje su prediktorske, a koje *target* varijable. Cilj je istraživanja prognozirati potražnju u zračnom prometu, prvenstveno u putničkome zračnom prometu. Vremenski nizovi koji predstavljaju prometne pokazatelje kojima se uobičajeno prognozira potražnja – *prevezeni prihodovni putnici i ostvareni putnički kilometri* (u domaćem i međunarodnom prometu) uzeti su kao *target* varijable. Uz njih su uporabljeni i prometni pokazatelji za teretni zračni promet (*ostvareni tonski kilometri, robni tonski kilometri*), kao i *raspoloživa sjedala kilometri* (u domaćem i međunarodnom prometu). Dakle, deset vremenskih nizova označeno je kao *target* varijabla.

Društveno-ekonomski pokazatelji (S01 – S25) definiraju se kao prediktorske varijable, uz pretpostavku kako ti vremenski nizovi uzrokuju neke od navedenih prometnih pokazatelja. Tu pretpostavku dokazuje i prethodno proveden Grangerov test uzročnosti.

I bez provedenog Grangerovog testa uzročnosti može se pretpostaviti kako su prometni pokazatelji međusobno povezani, s obzirom na karakteristike zračnog prometa. S obzirom na to da je Grangerovim testom utvrđena obostrana uzročna veza između prometnih pokazatelja, za daljnje istraživanje pretpostavlja se da su ti vremenski nizovi zapravo istodobno i *target* i *input* (prediktorske) varijable. *IBM SPSS Statistics* program omogućava da se varijable označe kao „*both*“ – čime im se dodjeljuje uloga *target* i *input* varijable.

Nakon dodjele uloga pokreće se vremenski uzročni model (engl. *Temporal Causal Model*) u IBM SPSS-u kroz opciju „*Analyze*“ u kojoj se odabire „*Forecasting*“ opcija i potom „*Create Temporal Causal Models...*“. Nakon dodjele prethodno utvrđenih uloga varijabli za promatrane vremenske nizove, odabire se maksimalan broj prediktorskih varijabli za svaku *target* varijablu. U ovom je koraku odabrano 10 *input* varijabli za utvrđivanje svake *target* varijable.

Model omogućava odabir većeg broja prediktorskih varijabli koje će program ispisati, na temelju najboljeg pristajanja modela (engl. *best fit*). To znači da se za prikaz u rezultatima odabiru prediktori koji imaju najbolju sposobnost predviđanja *target* varijabli. To se često postiže uspoređivanjem različitih modela na temelju vrijednosti koeficijenta determinacije R^2 .

Prikazivanje ciljnih varijabli koje su povezane s najbolje prilagođenim modelima, omogućuje bolje razumijevanje veza između ulaznih varijabli (prediktora) i ciljnih (engl. *target*) varijabli. Na taj se način mogu identificirati ciljne varijable koje najbolje odgovaraju odabranim modelima i varijable koje imaju najveći utjecaj na predviđanje ili objašnjavanje tih ciljnih varijabli.

6.1.1 Prilagođenost vremenskog uzročnog modela

Nakon pokretanja TCM modela dobivaju se rezultati testa. Prvi izlaz su informacije o provedenom modelu (engl. *Model Information*) i sažetak informacija o vremenskim periodima (engl. *Temporal Information Summary*) prikazani na slikama 7 i 8.

| | |
|---|-----|
| Number of Forecast Periods | 10 |
| Maximum Number of Predictors per Target | 10 |
| Maximum Lag | 12 |
| Model Tolerance | ,05 |

Slika 7: Izgled dijela sučelja IBM SPSS Statistics za provedeni TCM: informacije o provedenom modelu

Na slici 7 prikazan je broj perioda koji se predviđa, broj prediktora po *target* varijabli i tolerancija modela koja je postavljena na 0,05.

U kontekstu provedbe TCM modela na vremenskim nizovima, „*model tolerance*“ odnosi se na prag ili toleranciju koji se primjenjuju pri određivanju uzročnih veza između varijabli u modelu. Ta vrijednost kontrolira koliko jaka ili značajna mora biti veza između varijabli kako bi se smatrala

relevantnom i uključenom u model. U praksi se tolerancija modela često izražava kao p -vrijednost koja se upotrebljava za testiranje statističke značajnosti veza između varijabli. Ako je p -vrijednost veze manja od tolerancije modela, smatra se da je ta veza statistički značajna i uključuje se u model. S druge strane, ako je p -vrijednost veze veća od tolerancije modela, smatra se da je ta veza statistički neznačajna i isključuje se iz modela.

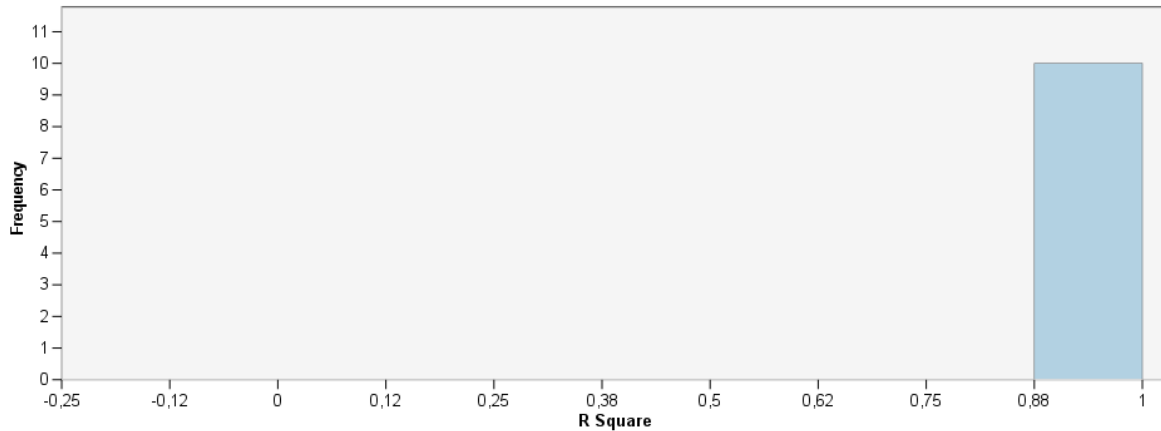
Vrijednost „*model tolerance*“ je prilagodljiva i može se postaviti prema potrebama i specifičnostima analize. Niža vrijednost rezultira strožom selekcijom veza, dok viša vrijednost dopušta uključivanje šireg spektra veza u model. Odabir odgovarajuće vrijednosti treba biti utemeljen na poznavanju područja istraživanja, teoretskim pretpostavkama i ciljevima analize. Ova vrijednost ima utjecaj na rezultate i tumačenje veza u TCM modelu, stoga je važno pravilno procijeniti prag klasifikacije kako bi se postigao relevantan i pouzdan model uzročnosti na vremenskim nizovima.

| | |
|----------------|----------|
| Time Field | Datum |
| Increment | 1 Month |
| Starting Point | APR-1990 |
| Ending Point | FEB-2022 |
| Unique Points | 383 |

Slika 8: Izgled dijela sučelja IBM SPSS Statistics za provedeni TCM: sažetak informacije o promatranim vremenskim periodima

Na slici 8 prikazan je izlaz koji sadrži sažetak informacija o početnom i završnom periodu promatranja, i koliko ima jedinstvenih točaka promatranja – 383 mjeseca u periodu od travnja 1990. do veljače 2022. godine.

Na slici 9 prikazan je histogram prilagođenosti modela za sve *targete* (engl. *Overall Model Quality*). Odabrana je mjera koeficijenta determinacije R^2 za mjeru prilagođenosti modela. Vrijednost koeficijenta determinacije R^2 kreće se od 0 do 1. Male vrijednosti impliciraju da model ne odgovara podacima, a što su vrijednosti bliže 1, model je reprezentativniji. Na prikazanom histogramu vrijednost R^2 je vrlo visoka, što ukazuje na vrlo dobru prilagođenost modela.



Slika 9: Izgled dijela sučelja IBM SPSS Statistics za provedeni TCM: histogram prilagođenosti vremenskoga uzročnog modela za period od travnja 1990. do veljače 2022.

Osim histograma za cjelokupni model, prikazane su i vrijednosti R^2 za svaku odabranu *target* varijablu. Na slici 10 vidljivo je kako su svih deset odabranih *target* varijabli, prometnih pokazatelja, vrlo dobro prilagođeni modelu TCM, s obzirom na to da su vrijednosti više od 0,95.

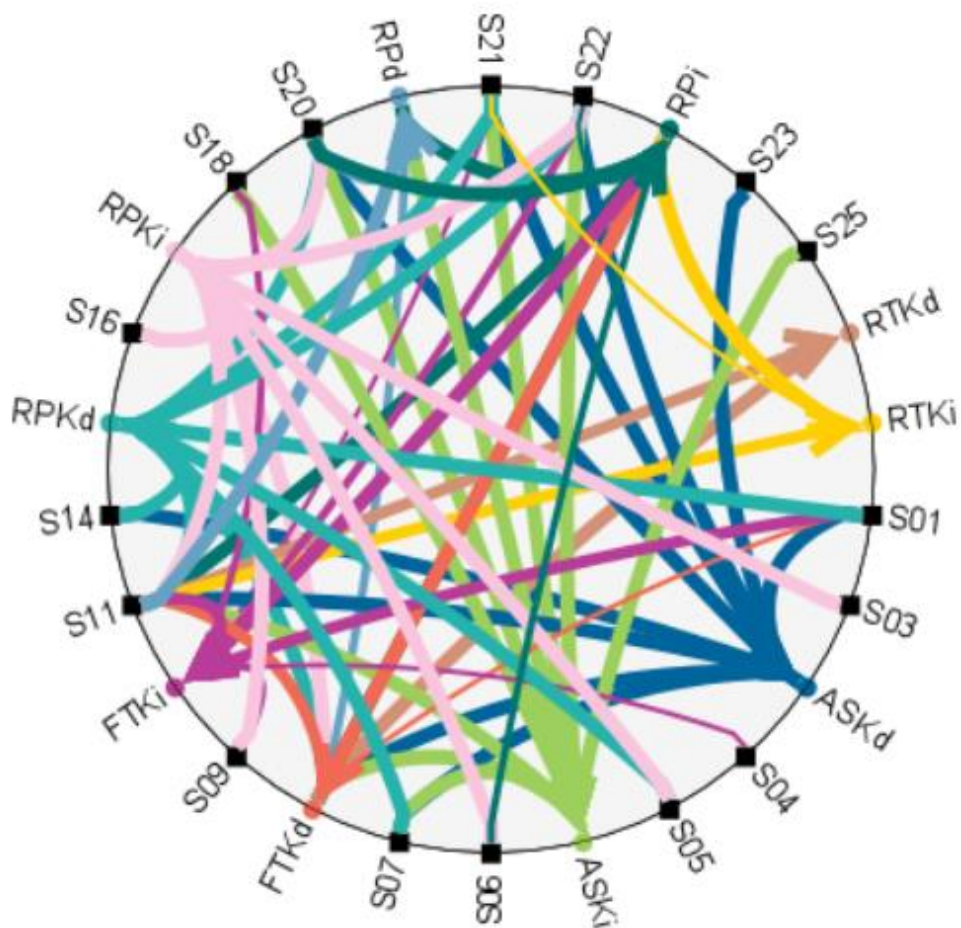
| Model for Target | Model Quality |
|------------------|---------------|
| | R Square |
| FTKi | ,9815 |
| RTKi | ,9807 |
| ASKi | ,9769 |
| RPKd | ,9750 |
| RPKi | ,9749 |
| RPi | ,9744 |
| ASKd | ,9718 |
| RTKd | ,9715 |
| RPd | ,9695 |
| FTKd | ,9527 |

Slika 10: Izgled dijela sučelja IBM SPSS Statistics za provedeni TCM: vrijednosti R^2 za postavljene vremenske uzročne modele za period od travnja 1990. do veljače 2022.

6.1.2 Kompleksnost vremenskoga uzročnog modela

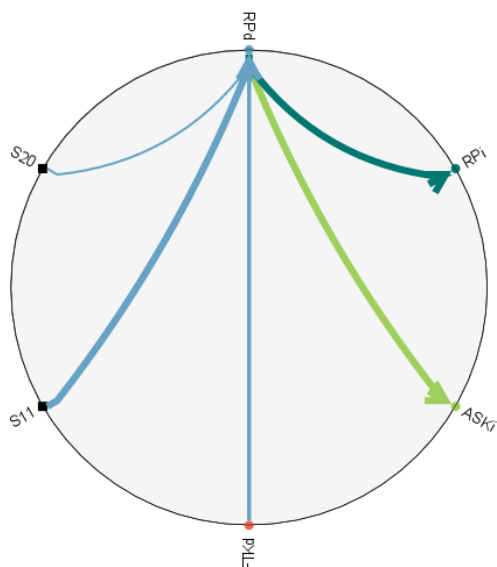
Slika 11 prikazuje kompleksnost simultanog modeliranja više vremenskih serija primjenom vremenskoga uzročnog modela. Na prikazu su uzročne veze između nizova u sustavu. Uzročne

veze između nizova označene su linijama različitih boja i debljina, sa strelicama koje ukazuju na smjer uzročnosti.

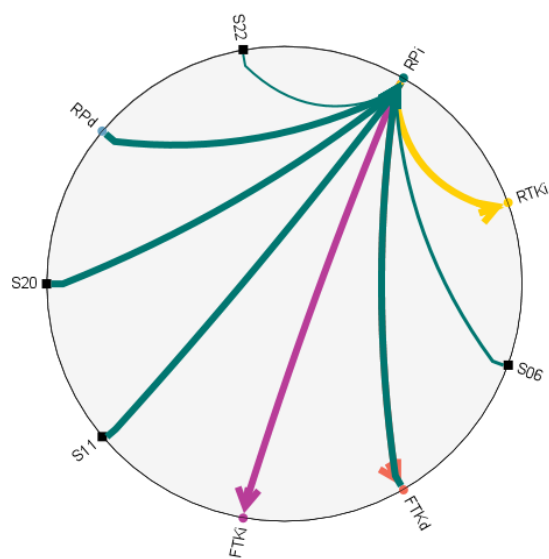


Slika 11: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – grafički prikaz uzročnih veza u vremenskom uzročnom modelu za period od travnja 1990. do veljače 2022.

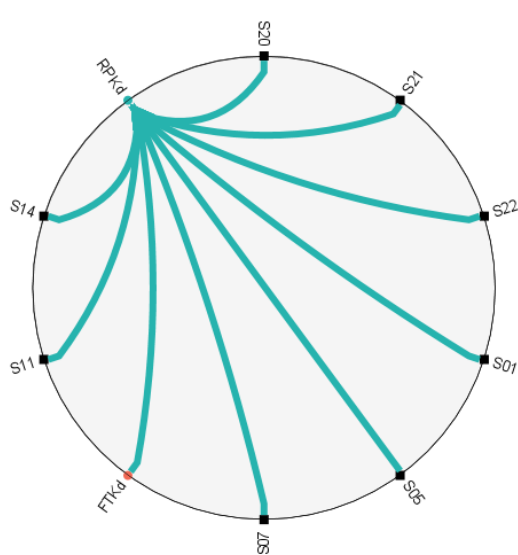
Za bolji prikaz smjerova i značajnosti uzročnosti za pojedine *target* varijable, izdvojeni su prikazi za svaku *target* varijablu, odnosno prometni pokazatelj, na slikama 12 – 21.



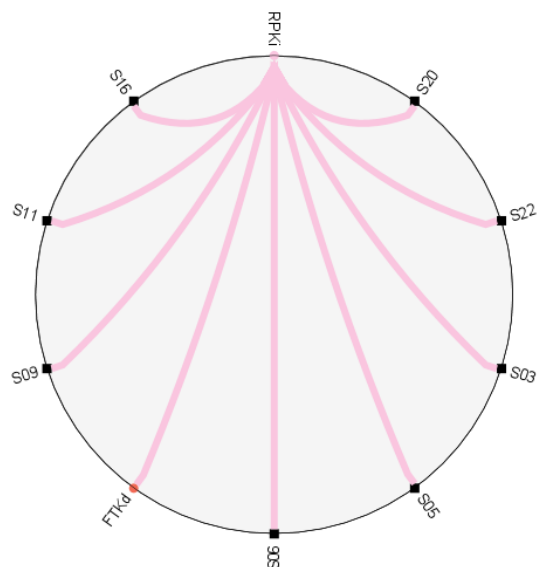
Slika 12: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi najznačajnijih uzročnih veza za varijablu prevezeni prihodovni putnici u domaćem prometu u periodu od travnja 1990. do veljače 2022.



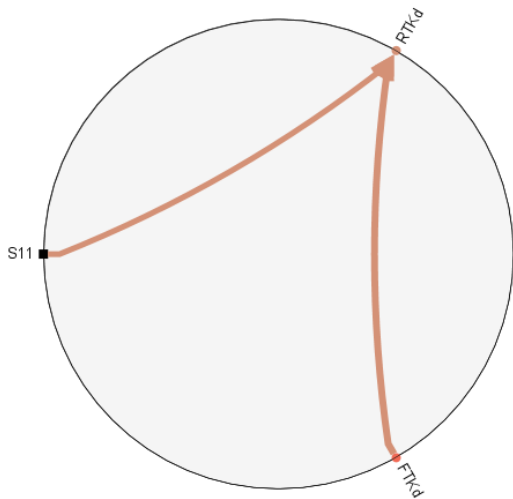
Slika 13: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi najznačajnijih uzročnih veza za varijablu prevezeni prihodovni putnici u međunarodnom prometu u periodu od travnja 1990. do veljače 2022.



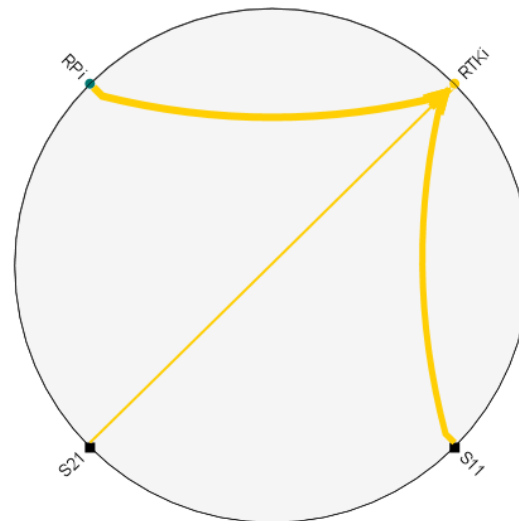
Slika 14: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi najznačajnijih uzročnih veza za varijablu ostvareni putnički kilometri u domaćem prometu u periodu od travnja 1990. do veljače 2022.



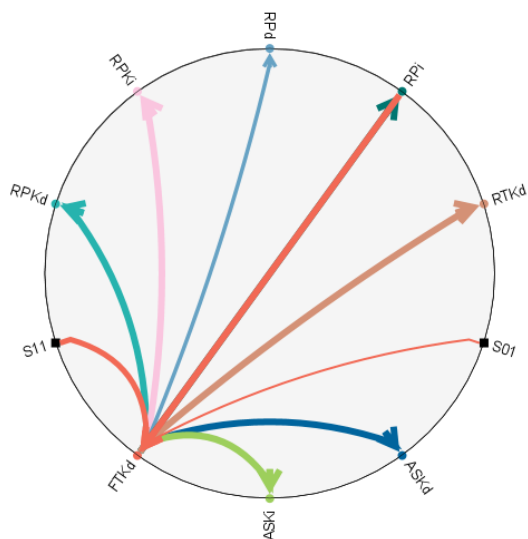
Slika 15: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi najznačajnijih uzročnih veza za varijablu ostvareni putnički kilometri u međunarodnom prometu u periodu od travnja 1990. do veljače 2022.



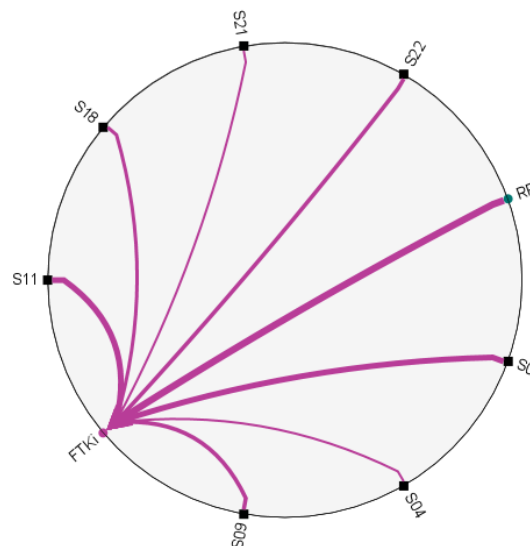
Slika 16: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi najznačajnijih uzročnih veza za varijablu ostvareni tonski kilometri u domaćem prometu u periodu od travnja 1990. do veljače 2022.



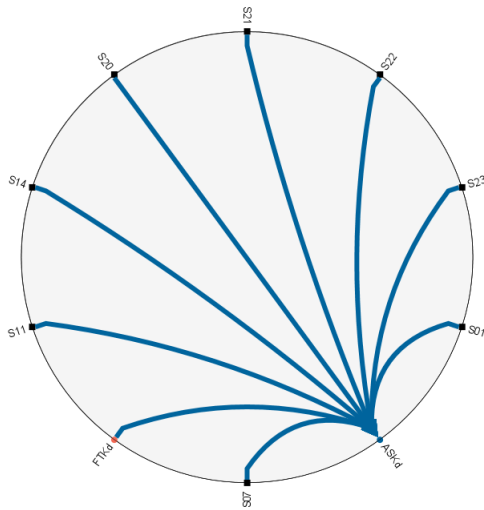
Slika 17: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi najznačajnijih uzročnih veza za varijablu ostvareni tonski kilometri u međunarodnom prometu u periodu od travnja 1990. do veljače 2022.



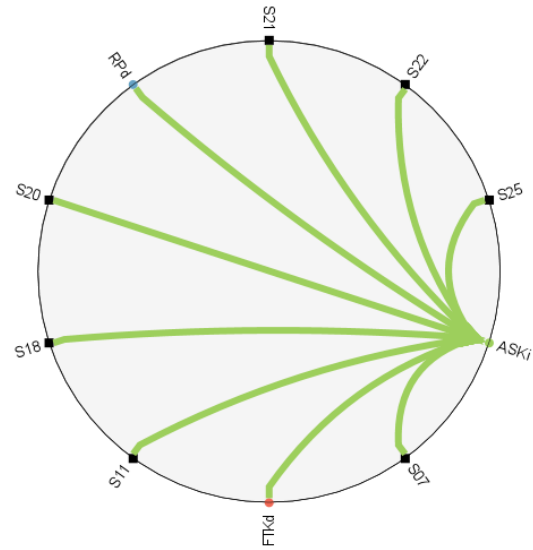
Slika 18: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi najznačajnijih uzročnih veza za varijablu robni tonski kilometri u domaćem prometu u periodu od travnja 1990. do veljače 2022.



Slika 19: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi najznačajnijih uzročnih veza za varijablu robni tonski kilometri u međunarodnom prometu u periodu od travnja 1990. do veljače 2022.



Slika 20: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi najznačajnijih uzročnih veza za varijablu raspoloživa sjedala kilometri u domaćem prometu u periodu od travnja 1990. do veljače 2022.



Slika 21: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi najznačajnijih uzročnih veza za varijablu raspoloživa sjedala kilometri u međunarodnom prometu u periodu od travnja 1990. do veljače 2022.

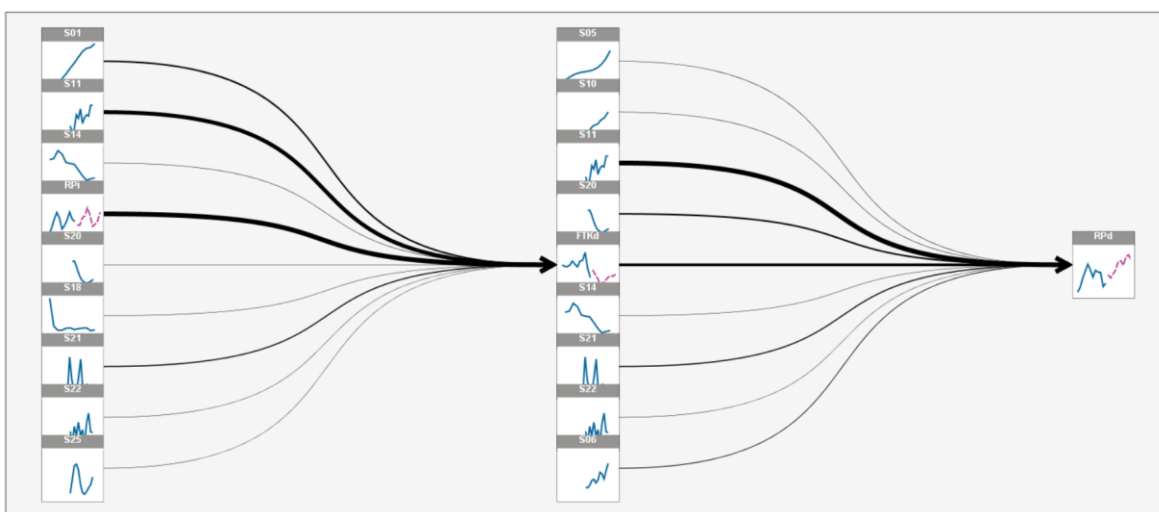
Iz izdvojenih prikaza uzročnosti može se primijetiti kako su neki prometni pokazatelji isključivo *target* varijable i ne djeluju na druge prometne pokazatelje kao prediktori. Zapravo, za postavljene karakteristike TCM modela samo prometni pokazatelji *prevezeni prihodovni putnici* (u domaćem i međunarodnom prometu) i *robni tonski kilometri u domaćem prometu* pokazuju značajan utjecaj na druge prometne pokazatelje, dok ostali prometni pokazatelji nemaju značajan utjecaj.

6.1.3 Dijagrami uzročnosti vremenskoga uzročnog modela

U sljedećim grafičkim prikazima ilustrirani su dijagrami uzročnosti na svaku pojedinu *target* varijablu, i to u dvjema razinama: direktna i posredna uzročnost.

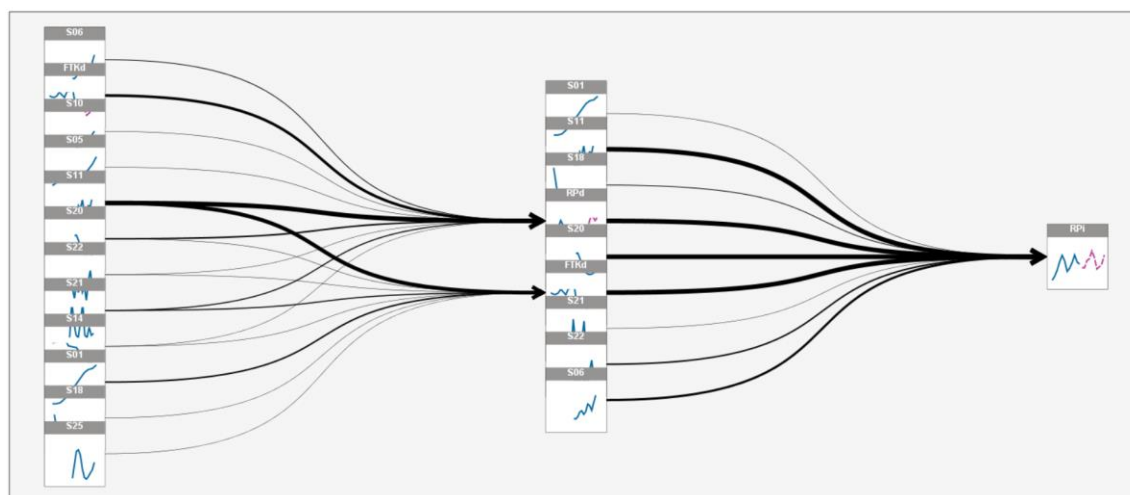
Na dijagramu uzročnosti na grafičkom prikazu 42 vidi se kako postoji uzročna veza između prometnog pokazatelja *robni tonski kilometri u domaćem prometu* i osam društveno-ekonomskih pokazatelja na *target* varijablu *prevezeni prihodovni putnici u domaćem prometu*. Prema provedenoj analizi najznačajniju uzročnost (vidljiva na prikazu kao najdeblja linija uzročnosti) ima *indeks industrijske proizvodnje* (S11), potom *robni tonski kilometri u domaćem prometu* (FTKd), a slijede ih *stopa vlasništva nekretnine* (S20), *vjerojatnost recesije* (S22), *bruto domaći proizvod*

(S05), cijena sirove nafte (S06), indeks potrošačkih cijena (S10), stopa nacionalne politike prema posebnim pravima vučenja (S14), indeks nezvjesnosti (S22).



Grafički prikaz 42: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na prevezene prihodovne putnike američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu za period od travnja 1990. do veljače 2022.

Na dijagramu se vidi i druga razina, ona posredna, i to uzročnost *target* varijable *robni tonski kilometri u domaćem prometu* (FTKd) kao i varijable *prevezeni prihodovni putnici u domaćem prometu* (RPd). Postoji posredna uzročna veza između *populacije* (S01), *bruto domaćeg proizvoda* (S05), *indeksa potrošačkih cijena* (S10), *stope nacionalne politike prema posebnim pravima vučenja* (S14) i *indeksa cijena zrakoplovnih karata* (S25) i *target* varijable *prevezeni prihodovni putnici u međunarodnom prometu* (RPI).

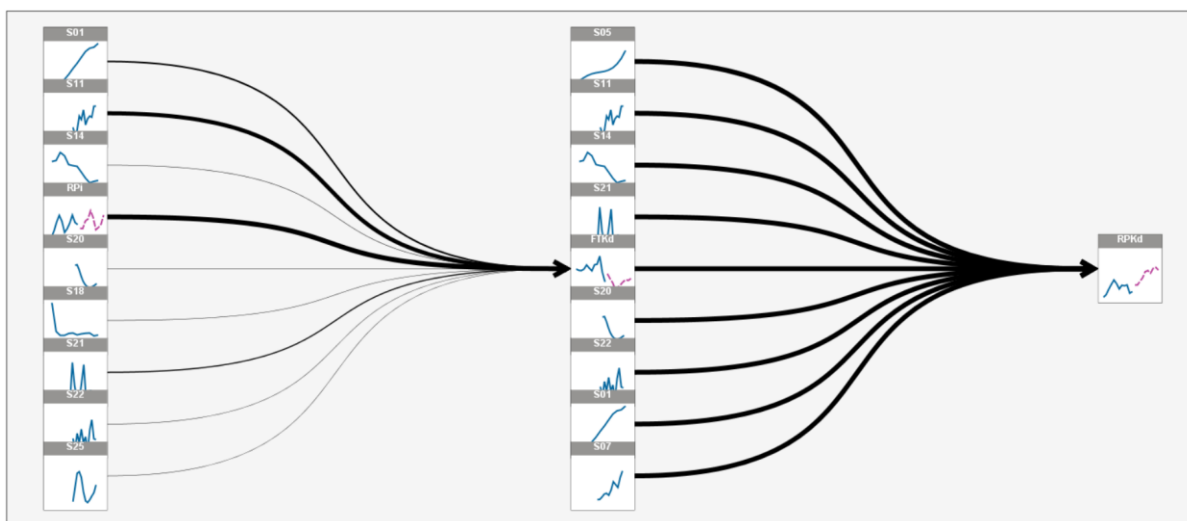


Grafički prikaz 43: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na prevezene prihodovne putnike američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu za period od travnja 1990. do veljače 2022.

Dijagram uzročnosti prikazan na grafičkom prikazu 43 predstavlja značajne uzroke na *target* varijablu *prevezeni prihodovni putnici u međunarodnom prometu (RPi)*. Direktni uzroci te *target* varijable su dva prometna pokazatelja: *prevezeni prihodovni putnici u domaćem prometu (RPd)* i *robni tonski kilometri u domaćem prometu (FTKd)*, kao i društveno-ekonomski pokazatelji: *indeks industrijske proizvodnje (S11)*, *stopa vlasništva nekretnine (S20)*, *cijena nafte (S06)*, i *indeks neizvjesnosti (S22)*, koje slijede, s manjom uzročnošću: *populacija (S01)*, *raspoloživi osobni dohodak (S18)* i *vjerojatnost recesije (S21)*.

Posredna uzročnost prikazana je na dijagramu i prikazuje kako vremenski nizovi *prevezeni prihodovni putnici u domaćem prometu (RPd)* i *robni tonski kilometri u domaćem prometu (FTKd)* djeluju kao uzrok na *ostvarene putničke kilometre u domaćem prometu (RPKd)*.

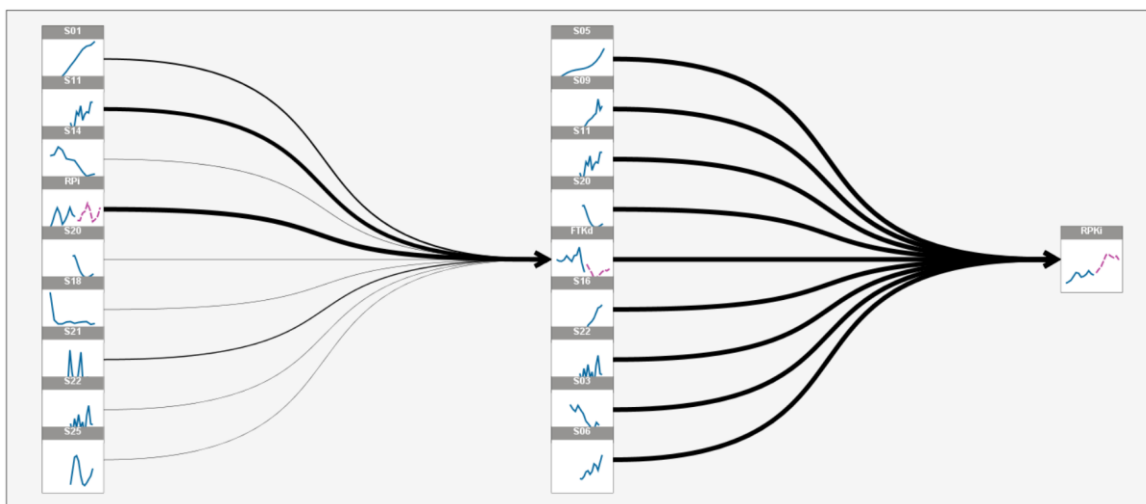
Na grafičkom prikazu 44 vidljiv je dijagram uzročnosti na *ostvarene putničke kilometre u domaćem prometu (RPKd)*. Uzroci tog vremenskog niza su: *populacija (S01)*, *bruto domaći proizvod (S05)*, *cijena mlaznoga goriva (S07)*, *indeks industrijske proizvodnje (S11)*, *stopa nacionalne politike prema posebnim pravima vučenja (S14)*, *stopa vlasništva nekretnine (S20)*, *vjerojatnost recesije (S21)* i *indeks neizvjesnosti (S22)*, uz prometni pokazatelj *robni tonski kilometri (FTKd) u domaćem prometu*.



Grafički prikaz 44: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na *ostvarene putničke kilometre američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu* za period od travnja 1990. do veljače 2022.

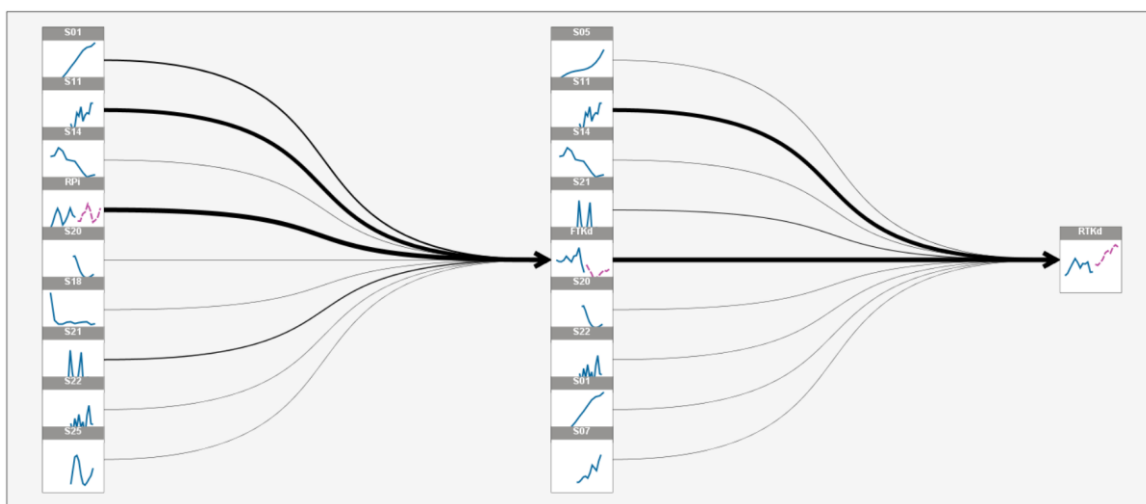
Na grafičkom prikazu 45 ilustriran je dijagram uzročnosti na *ostvarene putničke kilometre u međunarodnom prometu (RPKi)*. Uzroci tog vremenskog niza su: *stopa nezaposlenosti (S03)*,

bruto domaći proizvod (S05), cijena sirove nafte (S06), indeks cijena proizvođača (S09), indeks industrijske proizvodnje (S11), realni efektivni tečaj prema indeksu jediničnih troškova (S16), stopa vlasništva nekretnine (S20) i indeks neizvjesnosti (S22), uz prometni pokazatelj robni tonski kilometri u domaćem prometu (FTKd).



Grafički prikaz 45: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na ostvarene putničke kilometre američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu za period od travnja 1990. do veljače 2022.

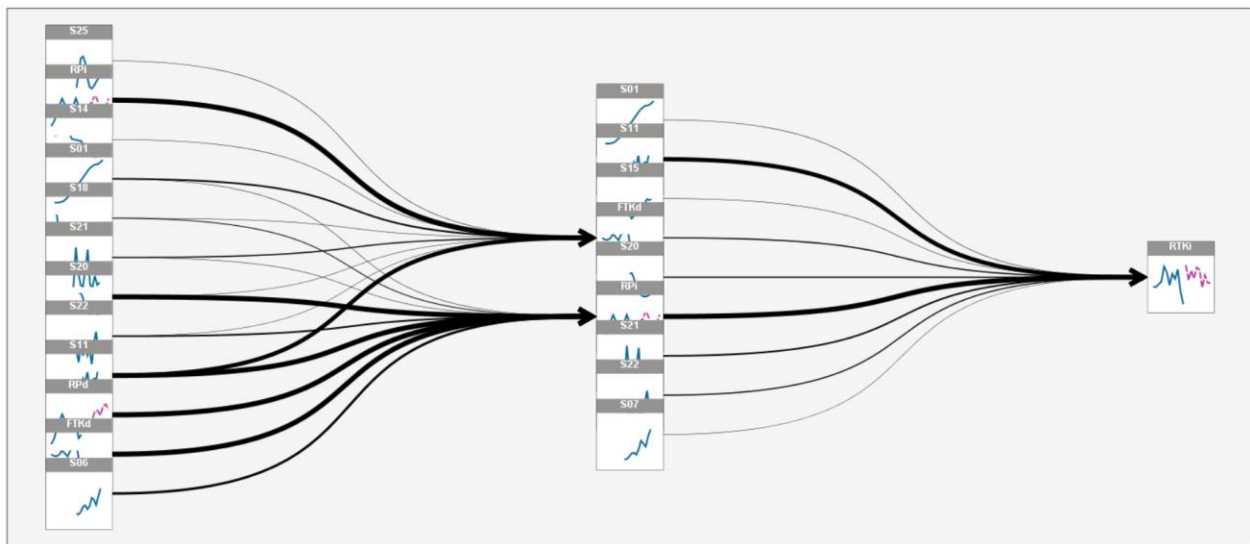
Grafički prikaz 46 ilustrira uzročnost prometnog pokazatelja ostvareni tonski kilometri u domaćem prometu (RTKd).



Grafički prikaz 46: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na ostvarene tonske kilometre američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu za period od travnja 1990. do veljače 2022.

Najznačajniji uzroci su *indeks industrijske proizvodnje* (S11) i *robni tonski kilometri u domaćem prometu* (FTKd). Osim njih, značajnu uzročnost imaju i društveno-ekonomski pokazatelji: *bruto domaći proizvod* (S05), *populacija* (S01), *cijena mlaznoga goriva* (S07), *stopa nacionalne politike prema posebnim pravima vučenja* (S14), *stopa vlasništva nekretnine* (S20), *vjerojatnost recesije* (S21) i *indeks nezvjesnosti* (S22).

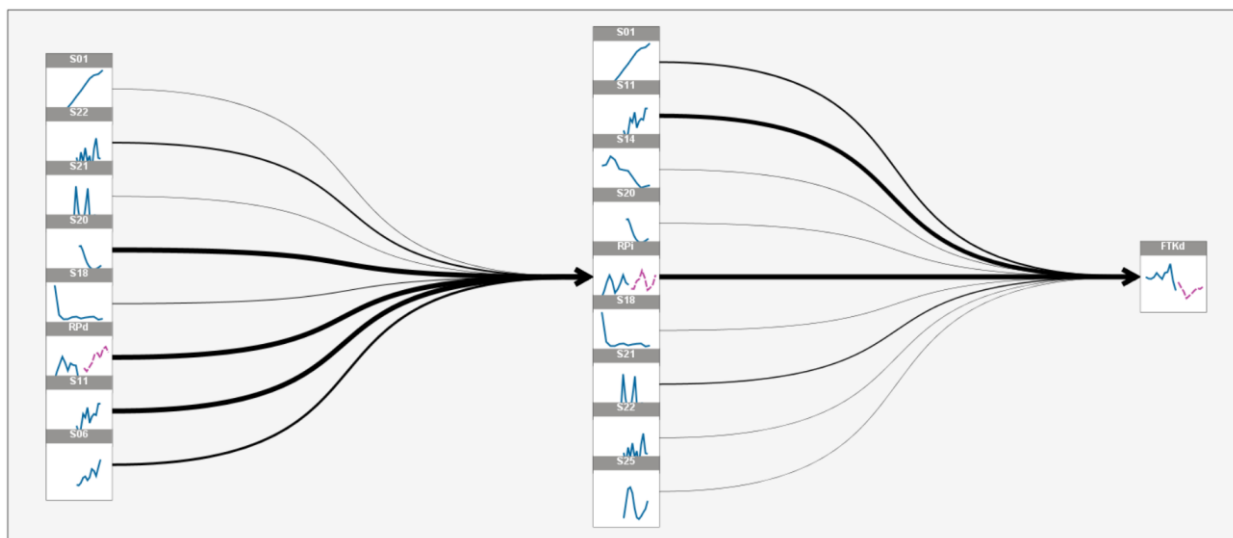
Dijagram uzročnosti *ostvarenih tonskih kilometara u međunarodnom prometu* (RTKi) prikazan na grafičkom prikazu 47 ukazuje na značajnu uzročnost *indeksa industrijske proizvodnje* (S11) i *prevezenih prihodovnih putnika u međunarodnom prometu* (RPi), kao i *robni tonskih kilometara u domaćem prometu* (FTKd). Osim navedenih primjećuje se i uzročnost društveno-ekonomskih pokazatelja: *populacija* (S01), *cijena mlaznoga goriva* (S07), *realni efektivni tečaj prema indeksu potrošačkih cijena* (S15), *stopa vlasništva nekretnine* (S20), *vjerojatnost recesije* (S21) i *indeks nezvjesnosti* (S22).



Grafički prikaz 47: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na ostvarene tonske kilometre američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu za period od travnja 1990. do veljače 2022.

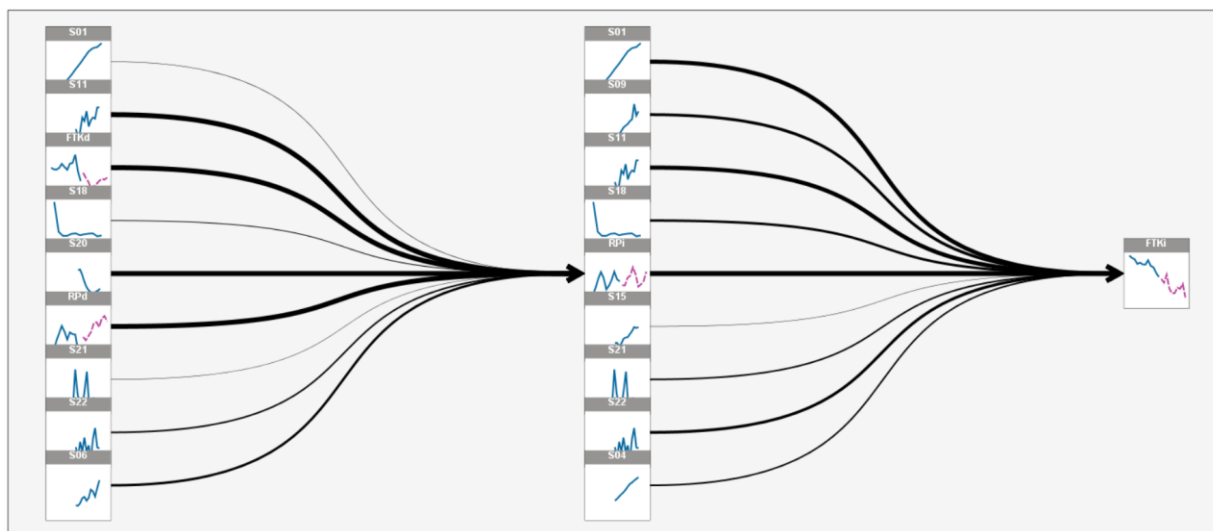
Uzroci prometnog pokazatelja *robni tonski kilometri u domaćem prometu* (FTKd) prikazani su na grafičkom prikazu 48. Taj prometni pokazatelj čest je uzrok drugih prometnih pokazatelja i pokazatelji koji njega uzrokuju nalaze se u drugim razinama uzročnosti, kao posredna uzročnost, ranije navedenim prometnim pokazateljima. Uzroci ovom pokazatelju su *ostvareni putnički kilometri u međunarodnom prometu* (RPi), *indeks industrijske proizvodnje* (S11), *populacija* (S01), *stopa nacionalne politike prema posebnim pravima vučenja* (S14), *raspoloživi osobni dohodak*

(S18), stopa vlasništva nekretnine (S20), vjerojatnost recesije (S21), indeks nezvjesnosti (S22) i indeks cijena zrakoplovnih karata (S25).



Grafički prikaz 48: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na robne tonske kilometre američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu za period od travnja 1990. do veljače 2022.

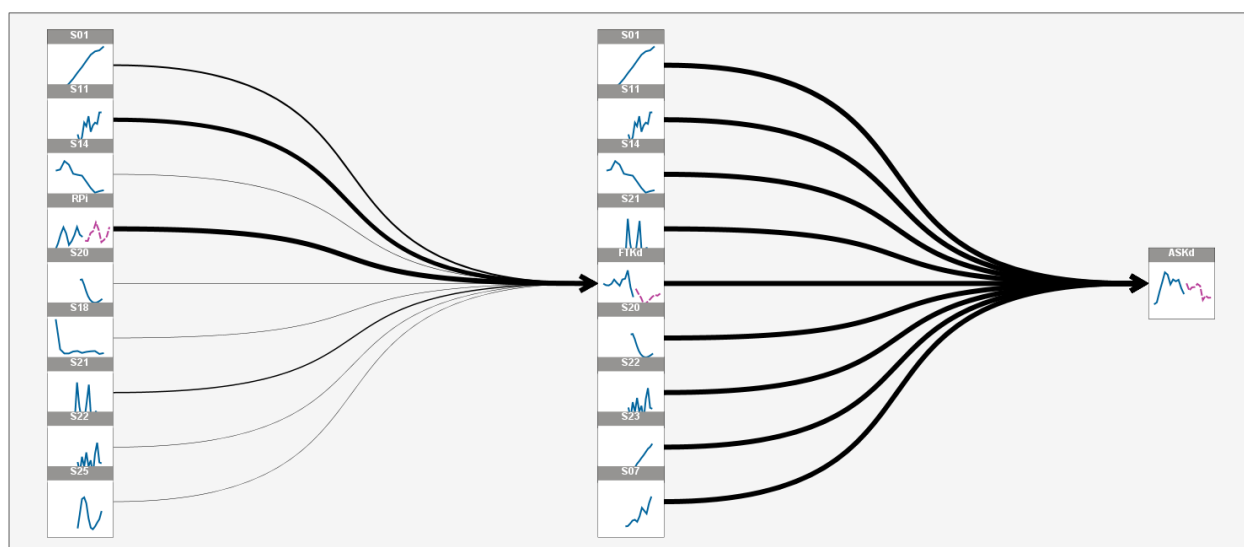
Dijagram uzročnosti *robnih tonskih kilometara u međunarodnom prometu (FTKi)* prikazan na grafičkom prikazu 49 ilustrira kako pokazatelji *prevezeni prihodovni putnici u međunarodnom prometu (RPi)*, *populacija (S01)*, *indeks industrijske proizvodnje (S11)* i *indeks cijena potrošača (S09)* imaju značajan utjecaj na promatrani vremenski niz.



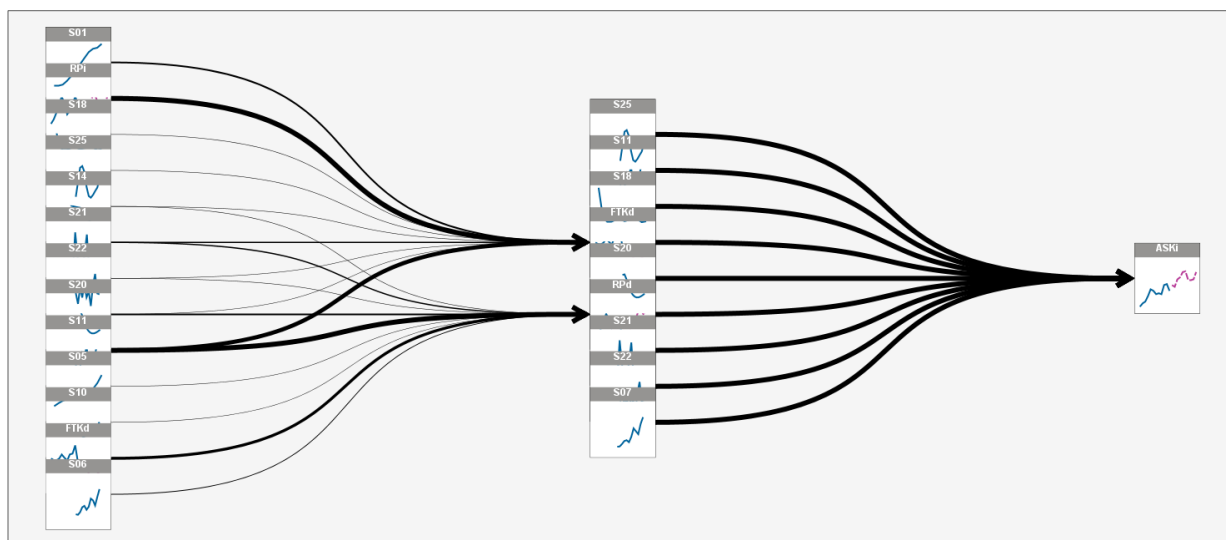
Grafički prikaz 49: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na robne tonske kilometre američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu za period od travnja 1990. do veljače 2022.

Osim navedenih i broj zaposlenih u industriji zračnog prijevoza (S04), raspoloživi osobni dohodak (S18), vjerojatnost recesije (S21), indeks neizvjesnosti (S22) i realni efektivni tečaj prema indeksu potrošačkih cijena (S15) uzrokuju vremenski niz robnih tonskih kilometara u međunarodnom prometu.

Grafički prikazi 50 i 51 prikazuju uzročnost raspoloživih sjedala kilometara u domaćem (ASKd) i međunarodnom prometu (ASKi). Uzroci se gotovo u potpunosti podudaraju za domaći i međunarodni promet. Oba pokazatelja uzrokuju: cijena mlaznoga goriva (S07), indeks industrijske proizvodnje (S11), robni tonski kilometri u domaćem prometu (FTKd), stopa vlasništva nekretnine (S20), vjerojatnost recesije (S21) i indeks neizvjesnosti (S22). Za domaći promet uzroci su također i populacija (S01), stopa nacionalne politike prema pravima vučenja (S14) i indeks podudarne ekonomske politike (S23), dok su za međunarodni promet uzroci: prevezeni prihodovni putnici u međunarodnom prometu (RPi), indeks cijena zrakoplovnih karata (S25) i raspoloživi osobni dohodak (S18).



Grafički prikaz 50: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na raspoloživa sjedala kilometre američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu za period od travnja 1990. do veljače 2022.



Grafički prikaz 51: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na raspoloživa sjedala kilometre američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu za period od travnja 1990. do veljače 2022.

U tablici 8 prikazane su uzročnosti utvrđene vremenskim uzročnim modelom. U stupcu total nalazi se zbroj, odnosno učestalost uzročnosti prediktora na *target* nizove. Uklonjeni su nizovi koji se nisu pokazali statistički značajno uzročnima za promatrane vremenske nizove.

Tablica 8: Uzročnost prometnih pokazatelja na temelju provedenoga vremenskog uzročnog modela za period od travnja 1990. do veljače 2022.

| | RPd | RPi | RPKd | RPKi | RTKd | RTKi | FTKd | FTKi | ASKd | ASKi | TOTAL |
|-------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|
| RPd | | + | | | | | | | | | 1 |
| RPi | | | | | | + | + | + | | + | 4 |
| FTKd | + | + | + | + | + | + | | | + | + | 8 |
| S01 | | + | + | | + | + | + | + | + | | 7 |
| S03 | | | | + | | | | | | | 1 |
| S04 | | | | | | | | + | | | 1 |
| S05 | + | | + | + | + | | | | | | 4 |
| S06 | + | + | | + | | | | | | | 3 |
| S07 | | | + | | + | + | | | + | + | 5 |
| S09 | | | | + | | | | + | | | 2 |
| S10 | + | | | | | | | | | | 1 |
| S11 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | 10 |
| S14 | + | | + | | + | | + | | + | | 5 |
| S15 | | | | | | + | | + | | | 2 |
| S16 | | | | + | | | | | | | 1 |
| S18 | | + | | | | | + | + | | + | 4 |
| S20 | + | + | + | + | + | + | + | | + | + | 9 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----------|
| S21 | + | + | + | | + | + | + | + | + | + | 9 |
| S22 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | 10 |
| S23 | | | | | | | | | + | | 1 |
| S25 | | | | | | | + | | | + | 2 |

Početna pretpostavka prije razvijanja modela, a i česta pretpostavka u znanstvenim radovima, kako BDP ima snažan utjecaj na potražnju u zračnom prometu, putničkom i teretnom, ipak nije toliko učestala za neke pokazatelje u ovom primjeru. Bruto domaći proizvod ima snažan utjecaj na prometne pokazatelje u periodima recesija uzrokovanih financijskim krizama, međutim kriza uzrokovana pandemijom COVID-19 nije imala toliko značajan efekt na pad razina bruto domaćeg proizvoda ni na globalnoj ni na nacionalnim razinama. Iz tog razloga, u okolnostima ovakve recesije uzročna veza tog prediktora nije toliko izražena kada se promatraju upotrijebljeni prometni pokazatelji potražnje u zračnom prometu.

Rezultati provedene analize uzročnosti pokazuju da se neki prediktori javljaju kao uzrok najvećem broju prometnih pokazatelja za promatrani vremenski period. Ti prediktori su:

1. Indeks neizvjesnosti (S22)
2. Indeks industrijske proizvodnje (S11)
3. Vjerojatnost recesije (S21)
4. Stopa vlasništva nekretnine (S20)
5. Robni tonski kilometri u domaćem prometu (FTKd)
6. Populacija (S01)
7. Cijena sirove nafte i cijena mlaznoga goriva (S06 i S07)
8. Bruto domaći proizvod (S05).

Navedeni prepoznati učestali prediktori ukazuju na činjenicu kako je zračni promet izrazito ovisan o gospodarskoj (ne)stabilnosti što znači da je važno uzimati u obzir gospodarska i ekonomska kretanja prilikom modeliranja potražnje u zračnom prometu, za prijevoz putnika i tereta, posebice u dinamičkim okolnostima recesija i ekspanzija. Također, važno je uzeti u obzir i rast populacije, cijene sirove nafte i mlaznoga goriva s obzirom na njihov utjecaj na operativne troškove zračnih prijevoznika, ali i posredno na raspoloživi osobni dohodak ako osobni dohodak ne raste barem po istoj stopi kao i inflacija.

Stopa vlasništva nekretnine kao učestali uzrok prometne potražnje sugerira posrednu važnost ovog pokazatelja kao pokazatelja financijske stabilnosti kućanstva.

6.1.4 Utvrđivanje uzročnosti vremenskim uzročnim modelom za kraći vremenski period

Važno je napomenuti kako vremenski uzročni model rabi samo nizove kojima ne nedostaju podaci. Iz tog je razloga prilikom analize odbačen niz *međunarodni turistički dolasci*. Navedeni niz, naime, obuhvaća period od siječnja 2000. godine, tako da nisu obuhvaćeni podaci od travnja 1990. do prosinca 1999. godine. U nastavku je prezentiran TCM model koji uključuje taj niz kako bi se zaključilo postoji li značajnost u uzročnosti *međunarodnih turističkih dolazaka* na prometne pokazatelje.

Ako se vremenski period skрати i uzmu se u obzir vremenski nizovi u periodu od siječnja 2000. do veljače 2022., moguće je testirati je li opravdano uvoditi vremenski niz *međunarodni turistički dolasci* (S24) u vremenski uzročni model. Na slici 22 prikazane su i vrijednosti R^2 za svaku odabranu *target* varijablu ako se uključi vremenski niz S24 u model (a), i ako se ne uključi (b).

| Model Quality | | Model Quality | |
|------------------|----------|------------------|----------|
| Model for Target | R Square | Model for Target | R Square |
| RPi | ,9852 | RPi | ,9852 |
| ASKi | ,9852 | ASKi | ,9852 |
| RPKi | ,9819 | RPKi | ,9819 |
| RPKd | ,9784 | RPKd | ,9784 |
| RTKi | ,9736 | RTKi | ,9719 |
| RPd | ,9695 | RPd | ,9695 |
| RTKd | ,9681 | RTKd | ,9681 |
| ASKd | ,9676 | ASKd | ,9638 |
| FTKi | ,9635 | FTKi | ,9637 |
| FTKd | ,9594 | FTKd | ,9594 |

a) b)

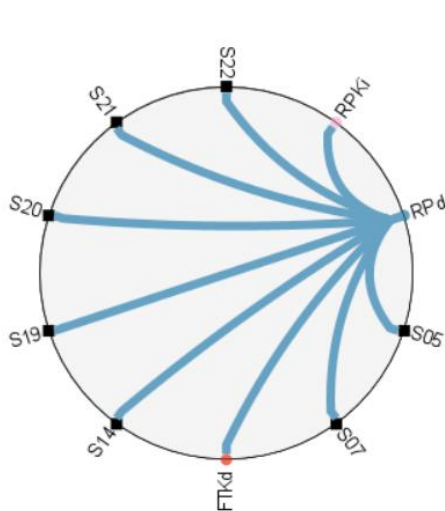
Slika 22: Izgled dijela sučelja IBM SPSS Statistics R^2 testa TCM modela s uključenim nizom S24 (a) i bez njegova uključenja (a)

Iz slike je vidljivo kako su u oba slučaja sve odabrane *target* varijable vrlo dobro prilagođene provedenom modelu TCM, s obzirom na to da su R^2 vrijednosti više od 0,95. Međutim, razlike se mogu primijetiti za prometne pokazatelje *ostvareni putnički kilometri u međunarodnom prometu*

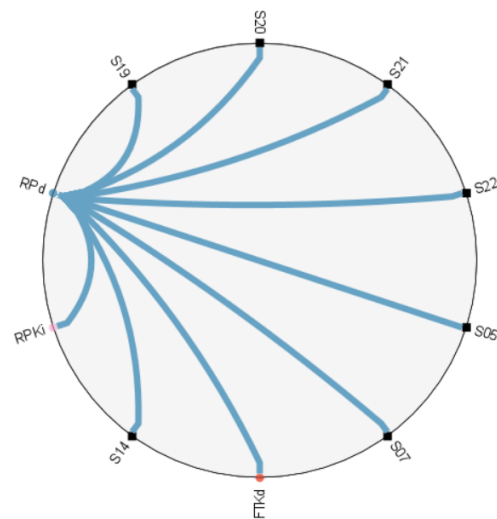
(RPKi), *raspoloživa sjedala kilometri u domaćem prometu (ASKd)* i *robni tonski kilometri u međunarodnom prometu (FTKi)*. S obzirom na to da su te razlike vrlo male, moguće je rabiti model i bez tog vremenskog niza, unatoč uvriježenoj pretpostavci o značajnoj uzročnosti tog društveno-ekonomskog pokazatelja na prometne pokazatelje.

Na temelju razlika između vrijednosti R^2 može se zaključiti kako vremenski niz S24 (*međunarodni turistički dolasci*) uzrokuje vremenske nizove *ostvareni putnički kilometri u međunarodnom prometu (RPKi)*, *raspoloživa sjedala kilometri u domaćem prometu (ASKd)* i *robni tonski kilometri u međunarodnom prometu (FTKi)*.

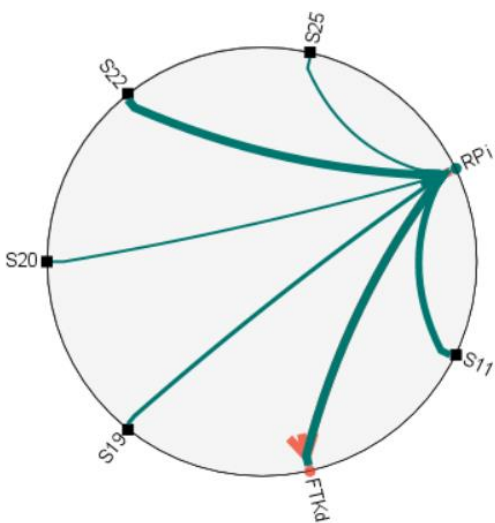
Kako bi se jasnije vidjeli smjerovi i značajnost uzročnosti za pojedine *target* varijable, izdvojeni su prikazi za svaku *target* varijablu, odnosno prometni pokazatelj, na slikama 23 – 42. U lijevom su stupcu prikazane uzročne veze varijabli ako je S24 uključen u model, dok su u desnom stupcu prikazane uzročnosti ako S24 nije uključen u model.



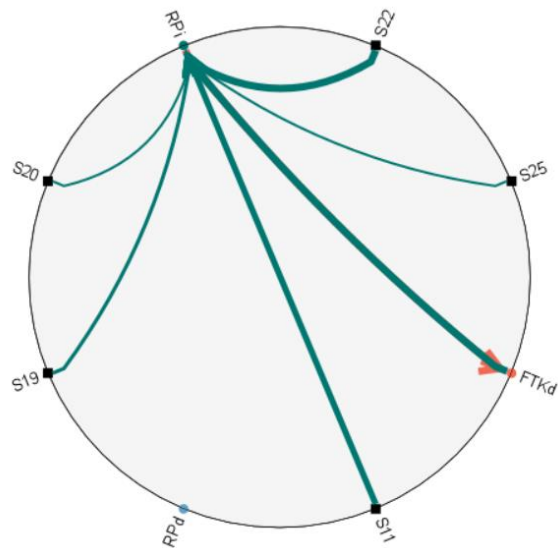
Slika 23: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za prevezene prihodovne putnike u domaćem prometu gdje je S24 uključen u model



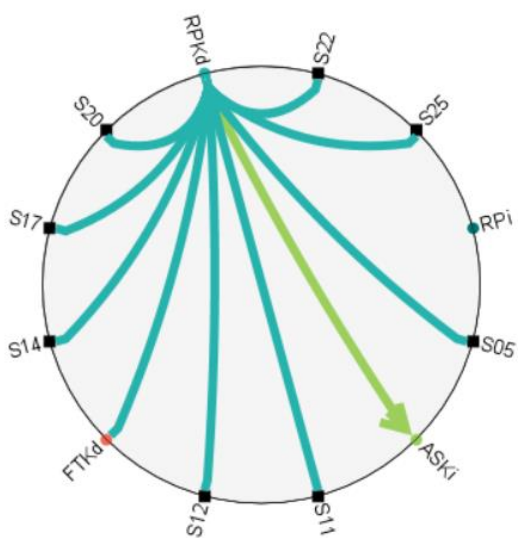
Slika 24: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za prevezene prihodovne putnike u domaćem prometu gdje S24 nije uključen u model



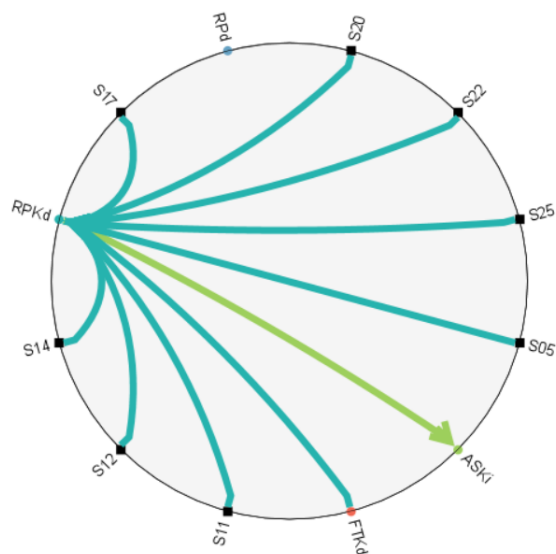
Slika 25: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za prevezene prihodovne putnike u međunarodnom prometu gdje je S24 uključen u model



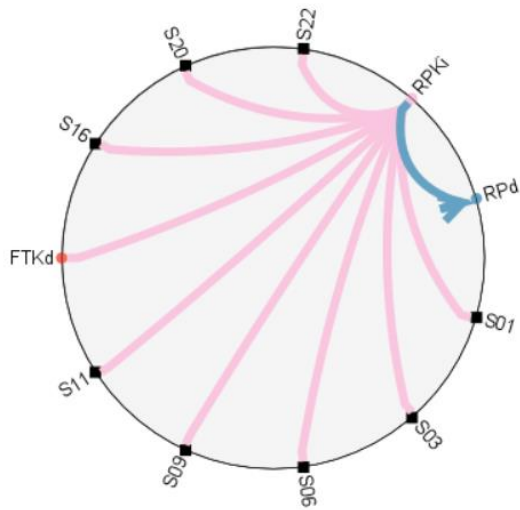
Slika 26: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za prevezene prihodovne putnike u međunarodnom prometu gdje S24 nije uključen u model



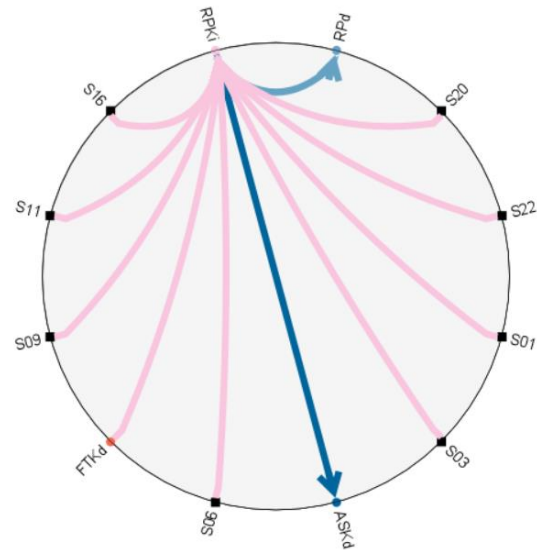
Slika 27: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za ostvarene putničke kilometre u domaćem prometu gdje je S24 uključen u model



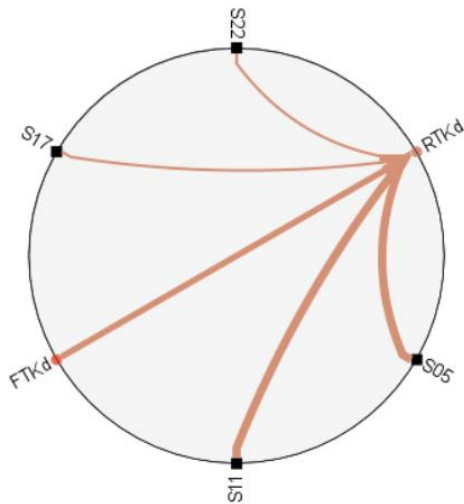
Slika 28: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za ostvarene putničke kilometre u domaćem prometu gdje S24 nije uključen u model



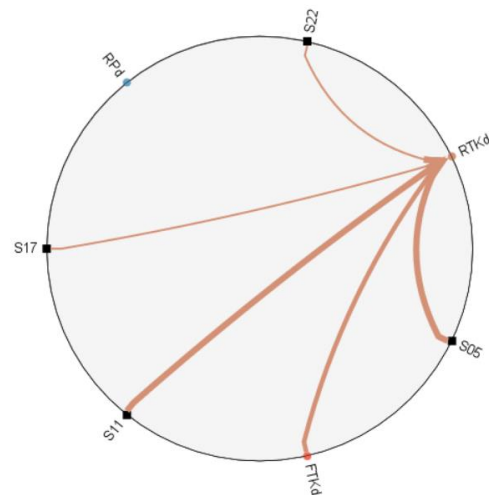
Slika 29: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za ostvarene putničke kilometre u međunarodnom prometu gdje je S24 uključen u model



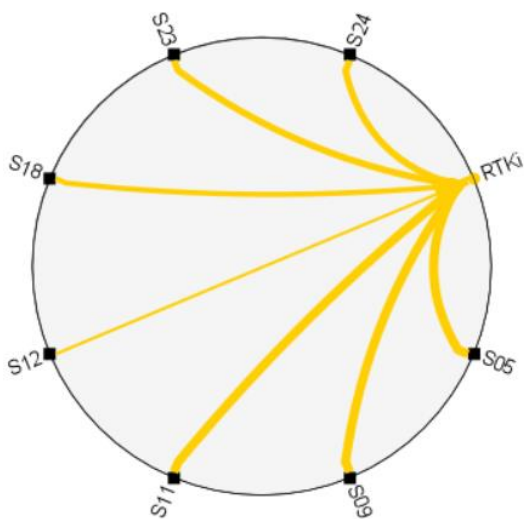
Slika 30: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za ostvarene putničke kilometre u domaćem prometu gdje S24 nije uključen u model



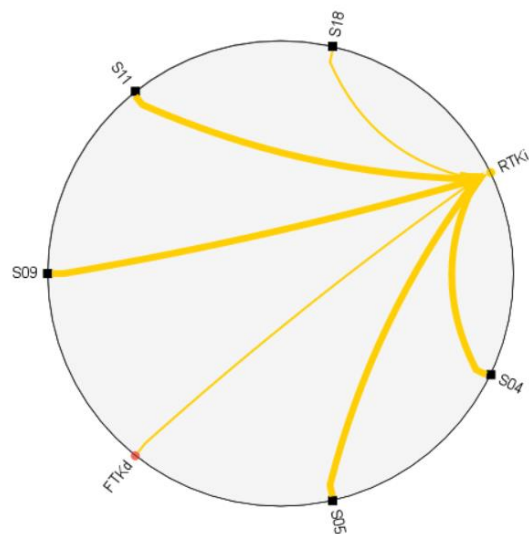
Slika 31: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za ostvarene tonske kilometre u domaćem prometu gdje je S24 uključen u model



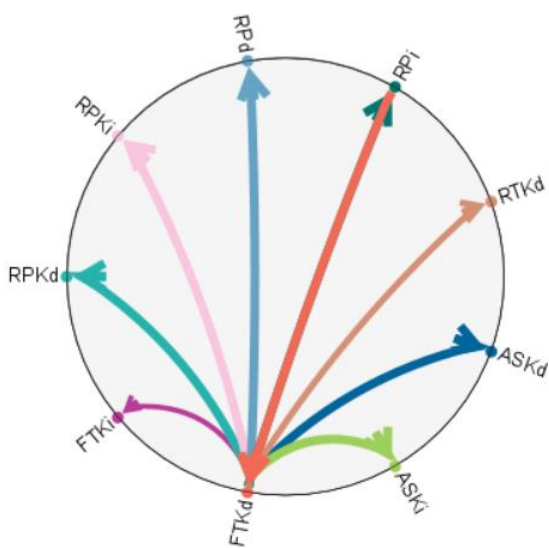
Slika 32: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za ostvarene tonske kilometre u domaćem prometu gdje S24 nije uključen u model



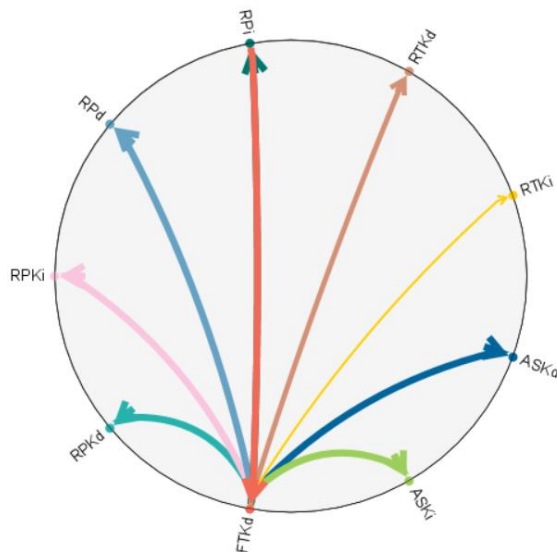
Slika 33: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za ostvarene tonske kilometre u međunarodnom prometu gdje je S24 uključen u model



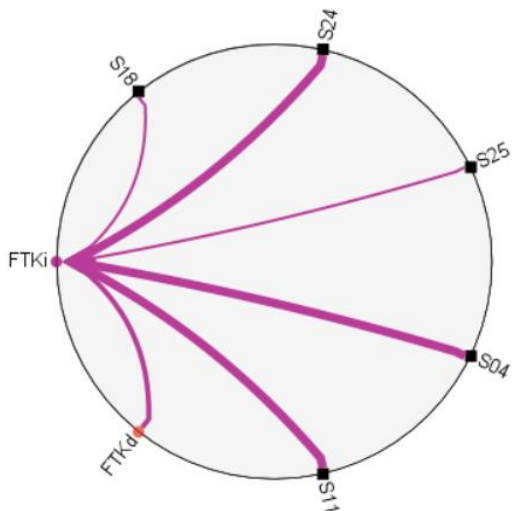
Slika 34: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za ostvarene tonske kilometre u međunarodnom prometu gdje S24 nije uključen u model



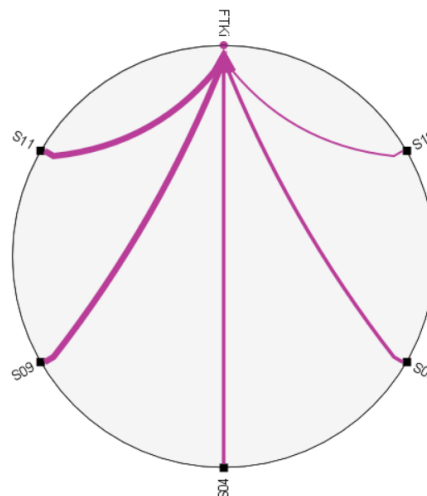
Slika 35: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za robne tonske kilometre u domaćem prometu gdje je S24 uključen u model



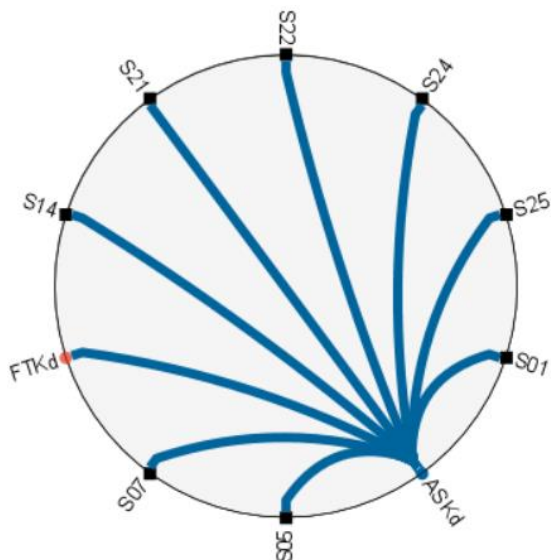
Slika 36: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za robne tonske kilometre u domaćem prometu gdje S24 nije uključen u model



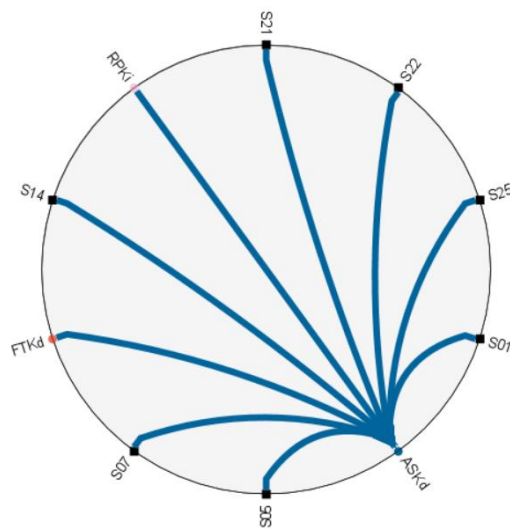
Slika 37: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za robne tonske kilometre u međunarodnom prometu gdje je S24 uključen u model



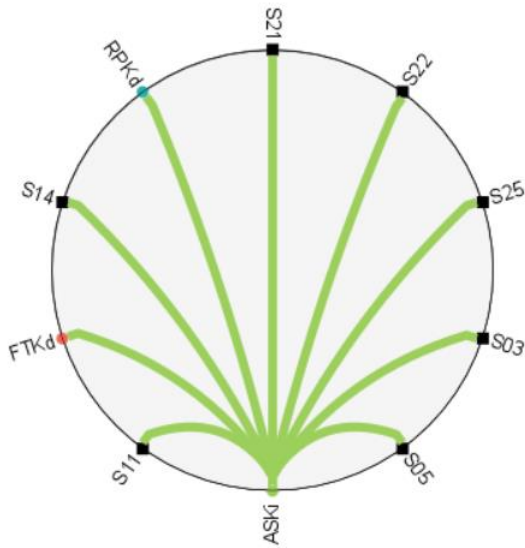
Slika 38: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za robne tonske kilometre u međunarodnom prometu gdje S24 nije uključen u model



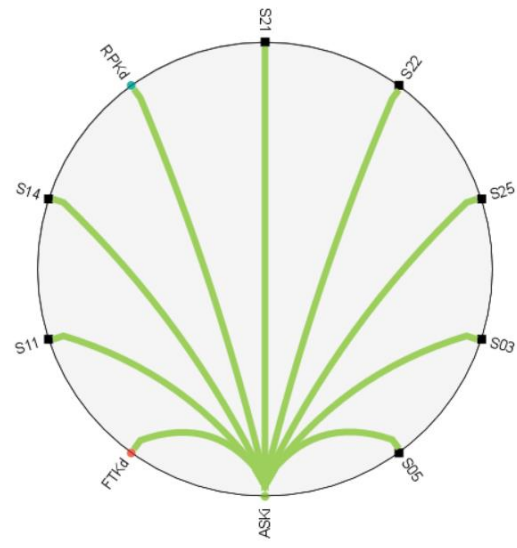
Slika 39: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za raspoloživa sjedala kilometre u domaćem prometu gdje je S24 uključen u model



Slika 40: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za raspoloživa sjedala kilometre u domaćem prometu gdje S24 nije uključen u model



Slika 41: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za raspoloživa sjedala kilometre u međunarodnom prometu gdje je S24 uključen u model



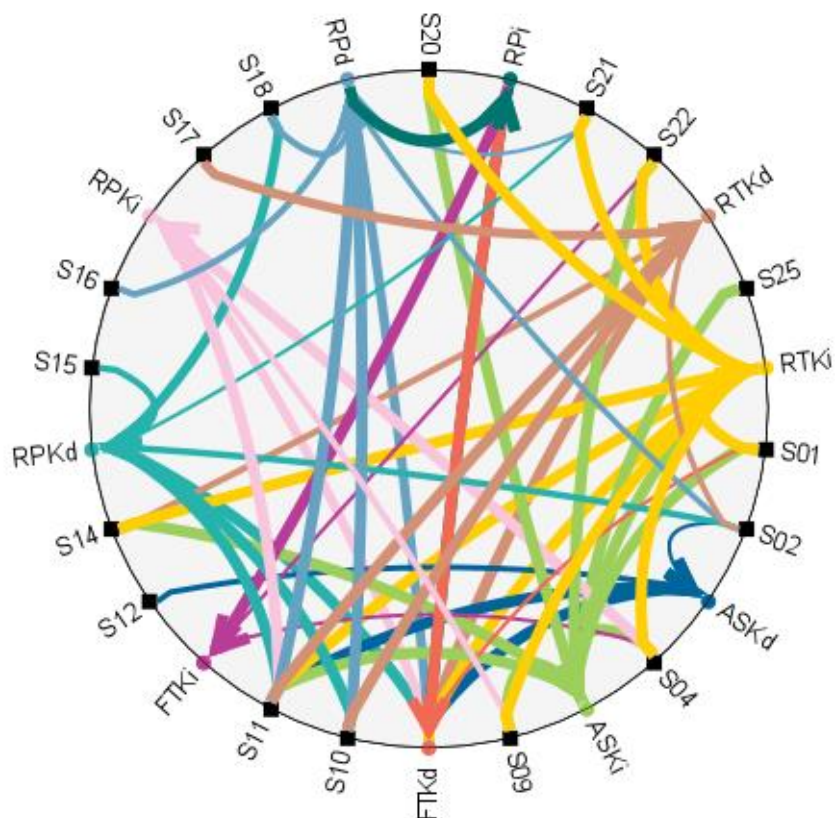
Slika 42: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za raspoloživa sjedala kilometre u međunarodnom prometu gdje S24 nije uključen u model

Usporedbom grafičkih prikaza vidi se kako nedvojbeno postoji uzročnost vremenskog niza *međunarodni turistički dolasci* na tri prometna pokazatelja. Međutim, pomnijim pregledom jasno je kako je direktna uzročnost značajna samo za dva pokazatelja (*robni tonski kilometri* i *raspoloživa sjedala kilometri u domaćem prometu*), dok vremenski niz S24 zapravo posredno djeluje na niz *raspoloživa sjedala kilometri u međunarodnom prometu* preko ASKd vremenskog niza, i to: ako se niz S24 uključi u model, tada niz ASKd ne uzrokuje RPKi, a ako se niz S24 ne uključi u model, tada postoji uzročnost niza ASKd na RPKi.

Kao što je ranije spomenuto, te razlike ipak nisu toliko značajne i ne mijenjaju značajno kvalitetu dobivenih rezultata.

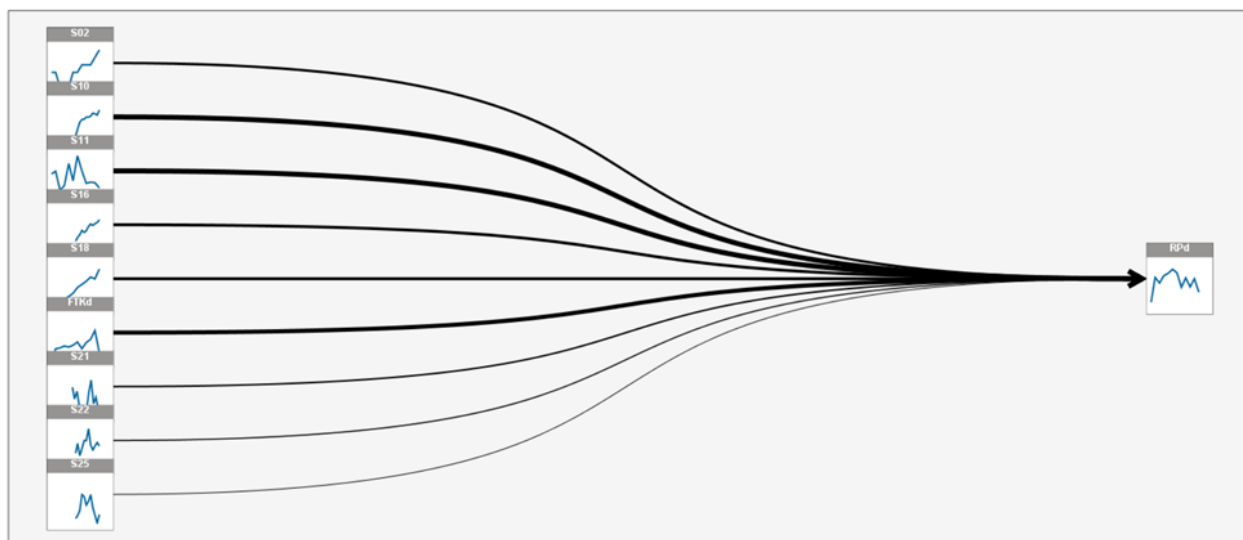
6.1.5 Utvrđivanje uzročnosti vremenskim uzročnim modelom prije izbijanja krize uzrokovane pandemijom COVID-19

Kako bi se utvrdilo postoje li uzroci koji su karakteristični za periode krize u zračnom prometu, vremenskim uzročnim modelom testirani su vremenski nizovi u periodu od travnja 1990. do siječnja 2020. godine – tik pred globalno izbijanje pandemije. Na slici 43 prikazane su značajne međusobne uzročne veze promatranih prediktora i *targeta*, kao i kompleksnost promatranih veza.



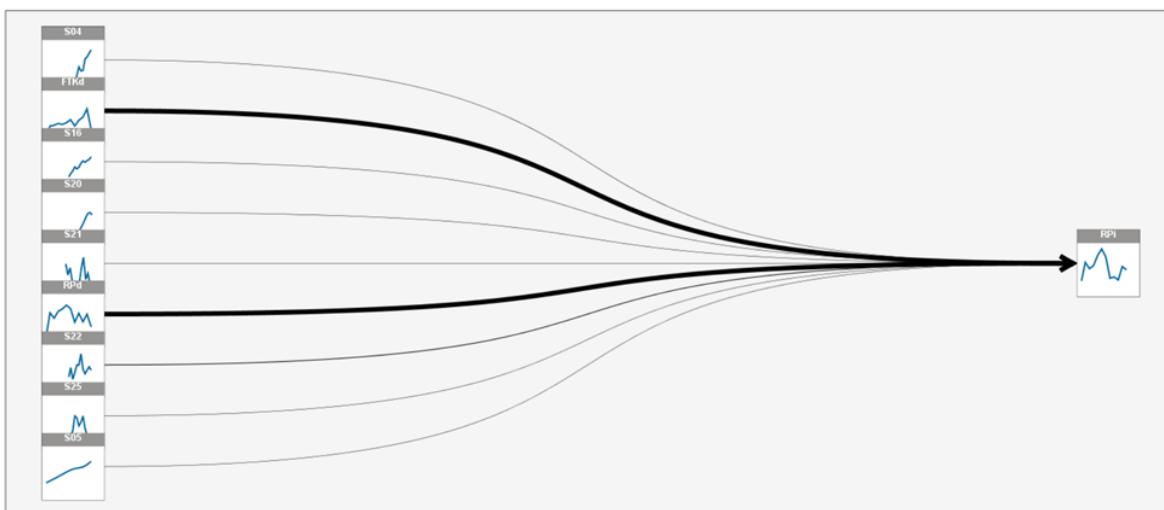
Slika 43: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM: grafički prikaz uzročnih veza u modelu za vremenski period od travnja 1990. do siječnja 2020.

Rezultati testa uzročnosti prikazani su na dijagramima uzročnosti. Na grafičkom prikazu 52 prikazani su direktni uzroci vremenskog niza *prevezeni prihodovni putnici u domaćem prometu* (RPd). Uzroci tog prometnog pokazatelja u razdoblju prije recesije uzrokovane pandemijom COVID-19 su: *robni tonski kilometri u domaćem prometu* (FTKd), *stopa radne snage* (S02), *indeks potrošačkih cijena* (S10), *indeks industrijske proizvodnje* (S11), *realni efektivni tečaj prema indeksu jediničnih troškova* (S16), *raspoloživi osobni dohodak* (S18), *vjerojatnost recesije* (S21), *indeks neizvjesnosti* (S22) i *indeks cijena karata* (S25).



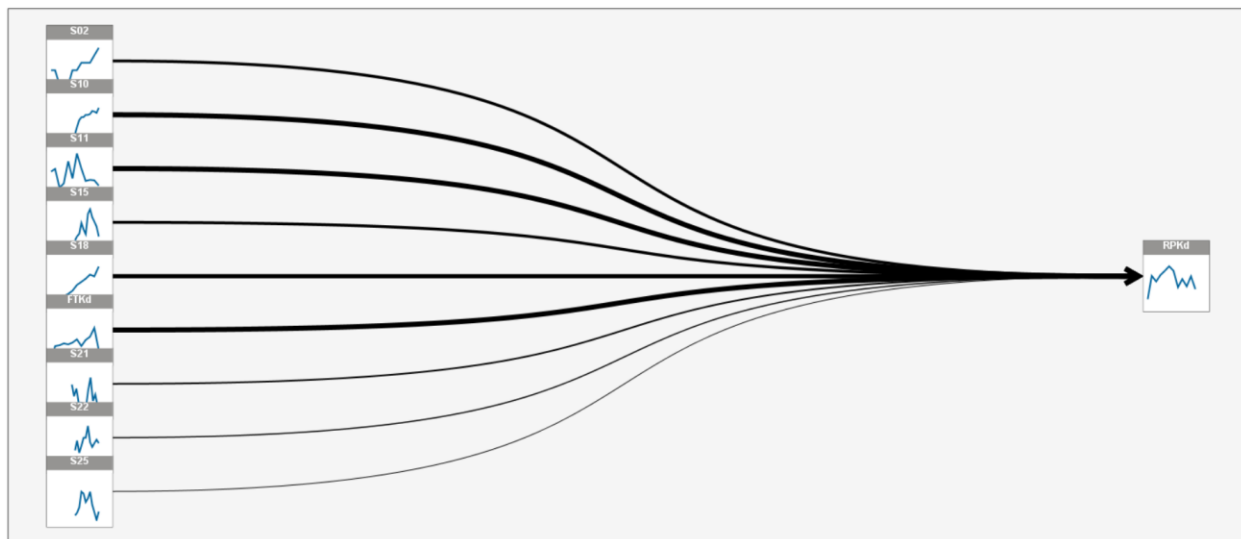
Grafički prikaz 52: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM - dijagram uzročnosti na prevezene prihodovne putnike američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu za period od travnja 1990. do siječnja 2020.

Na grafičkom prikazu 53 prikazani su direktni uzroci vremenskog niza *prevezeni prihodovni putnici u međunarodnom prometu (RPi)*. Uzroci tog prometnog pokazatelja u razdoblju prije recesije uzrokovane pandemijom COVID-19 su: *robni tonski kilometri u domaćem prometu (FTKd)*, *ostvareni putnički kilometri u domaćem prometu (RPKd)*, *broj zaposlenih u industriji zračnog prometa (S04)*, *bruto domaći proizvod (S05)*, *realni efektivni tečaj prema indeksu jediničnih troškova (S16)*, *stopa vlasništva nekretnine (S20)*, *vjerojatnost recesije (S21)*, *indeks neizvjesnosti (S22)* i *indeks cijena karata (S25)*.

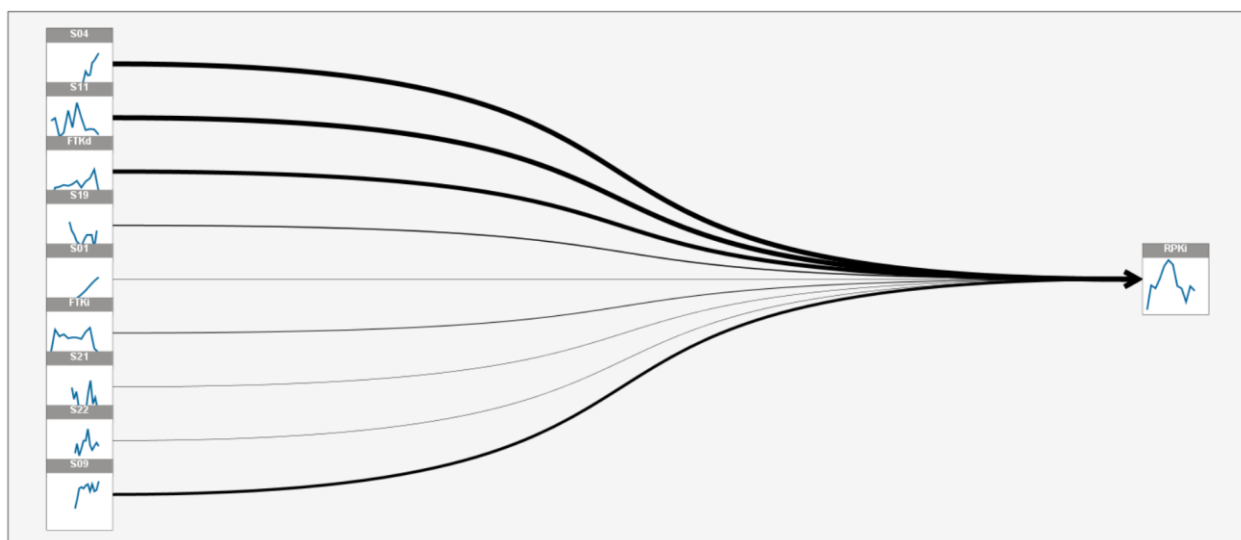


Grafički prikaz 53: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na prevezene prihodovne putnike američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu za period od travnja 1990. do siječnja 2020.

Na grafičkom prikazu 54 prikazani su direktni uzroci vremenskog niza *ostvareni putnički kilometri u domaćem prometu* (RPKd). U razdoblju prije recesije uzrokovane pandemijom COVID-19 vremenskim uzročnim modelom utvrđeno je kako su uzroci: *robni tonski kilometri u domaćem prometu* (FTKd), *stopa radne snage* (S02), *indeks potrošačkih cijena* (S10), *indeks industrijske proizvodnje* (S11), *realni efektivni tečaj prema indeksu potrošačkih cijena* (S15), *vjerojatnost recesije* (S21), *indeks neizvjesnosti* (S22) i *indeks cijena karata* (S25).



Grafički prikaz 54: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na ostvarene putničke kilometre američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu za period od travnja 1990. do siječnja 2020.



Grafički prikaz 55: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na ostvarene putničke kilometre američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu za period od travnja 1990. do siječnja 2020.

Na grafičkom prikazu 55 prikazani su direktni uzroci vremenskog niza *ostvoreni putnički kilometri u međunarodnom prometu* (RPKi). Uzroci su: *robni tonski kilometri u domaćem prometu* (FTKd), *robni tonski kilometri u međunarodnom prometu* (FTKi), *populacija* (S01), *broj zaposlenih u industriji zračnog prometa* (S04), *indeks cijena proizvođača* (S09), *indeks industrijske proizvodnje* (S11), *stopa osobne štednje* (S19), *vjerojatnost recesije* (S21) i *indeks neizvjesnosti* (S22).

U tablici 9 prikazani su uzroci na sve *target* nizove, i rezultati testa uzročnosti provedenog vremenskim uzročnim modelom ukazuju kako se uzroci vremenskih nizova mijenjaju s vremenom, a posebice u okolnostima kriznih perioda, kao što je pandemija COVID-19.

Tablica 9: Uzročnost prometnih pokazatelja na temelju provedenoga vremenskog uzročnog modela za period od travnja 1990. do siječnja 2020.

| | RPd | RPi | RPKd | RPKi | RTKd | RTKi | FTKd | FTKi | ASKd | ASKi | TOTAL |
|-------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|
| RPi | | | | | | | + | + | | | 2 |
| RPKd | | + | | | | | | | | | 1 |
| RTKi | | | | | | | | | | + | 1 |
| FTKd | + | + | + | + | + | + | | | + | | 7 |
| FTKi | | | | + | | | | | | | 1 |
| S01 | | | | + | | + | + | + | + | + | 6 |
| S02 | + | | + | | + | | + | | + | | 5 |
| S03 | | | | | | | | + | | | 1 |
| S04 | | + | | + | + | + | + | + | | + | 7 |
| S05 | | + | | | | | | | + | | 2 |
| S09 | | | | + | | + | | + | | + | 4 |
| S10 | + | | + | | + | | | | | | 3 |
| S11 | + | | + | + | + | + | + | | + | + | 8 |
| S12 | | | | | | | | | + | | 1 |
| S14 | | | | | + | + | + | | | + | 4 |
| S15 | | | + | | | | | | | | 1 |
| S16 | + | + | | | | | | | | | 2 |
| S17 | | | | | + | | | | | | 1 |
| S18 | + | | + | | | | | + | | | 3 |
| S19 | | | + | | | | | | | | 1 |
| S20 | | + | | | | + | + | + | | + | 5 |
| S21 | + | + | + | + | + | + | | + | + | | 8 |
| S22 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | 10 |
| S25 | + | + | + | | | | + | | + | + | 6 |

Prema provedenoj analizi uzroci potražnje u putničkome zračnom prometu različiti su u periodu prije recesije i poslije recesije. Usporedbom tablice 8 i tablice 9 moguće je uočiti kako su u periodima prije krize uzroci bili disperzirani – više uzroka je značajno uzrokovalo više različitih prometnih pokazatelja. U periodu prije krize *bruto domaći proizvod* (S05) uzročno djeluje na manji broj prometnih pokazatelja u odnosu na period koji obuhvaća krizno razdoblje. Značajno je također to što u periodima prije kriznog događaja ne postoji značajna uzročnost između *cijene sirove nafte* (S06) i nekog prometnog pokazatelja, dok u periodu koji obuhvaća pandemiju i posljedice pandemije taj prediktor ipak ima značaj na različite prometne pokazatelje. Isto vrijedi i za prediktor *cijena mlaznoga goriva* (S07).

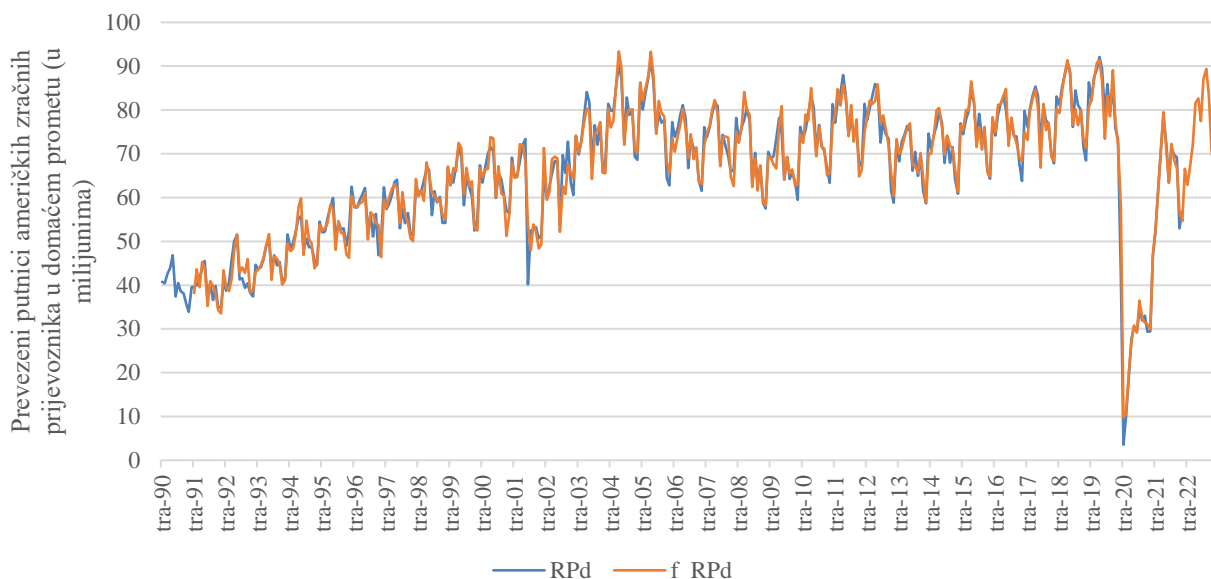
6.2 Prognoziranje potražnje u zračnom prometu vremenskim uzročnim modelom

Postavljen vremenski uzročni model omogućava kreiranje kratkoročnih prognoza na temelju uzročnih odnosa između *target* i prediktorskih vremenskih nizova.

Na temelju unesenih vremenskih nizova na mjesečnoj razini definira se vremenski uzročni model i testira se uzročnost drugih vremenskih nizova na promatrani niz *target* varijable. Kad model utvrdi značajne uzročne odnose između vremenskih nizova, on samostalno radi predviđanje kretanja tih prediktorskih nizova te na temelju tih prognoza kreira prognozu *target* varijable. Dakle, model uzima u obzir značajne uzročne veze i vremenske zavisnosti među nizovima kako bi se stvorila prognoza *target* varijable na temelju naučenih uzoraka i znanja o uzročnim odnosima.

Na grafičkim prikazima u nastavku ilustrirane su prognoze potražnje u putničkom i teretnom zračnom prometu, odnosno prognoze kretanja vremenskih nizova *prevezeni prihodovni putnici* (RPd i RPi), *ostvareni putnički kilometri* (RPKd i RPKi), *ostvareni tonski kilometri* (RTKd i RTKi) i *robni tonski kilometri* (FTKd i FTKi) u domaćem i međunarodnom prometu američkih zračnih prijevoznika. Prognoze su kreirane vremenskim uzročnim modelom, dok su grafički prikazi izrađeni u Excelu na temelju dobivenih podataka iz *IBM SPSS Statistics*. Prognozirani horizont je 12 perioda, odnosno 12 mjeseci unaprijed.

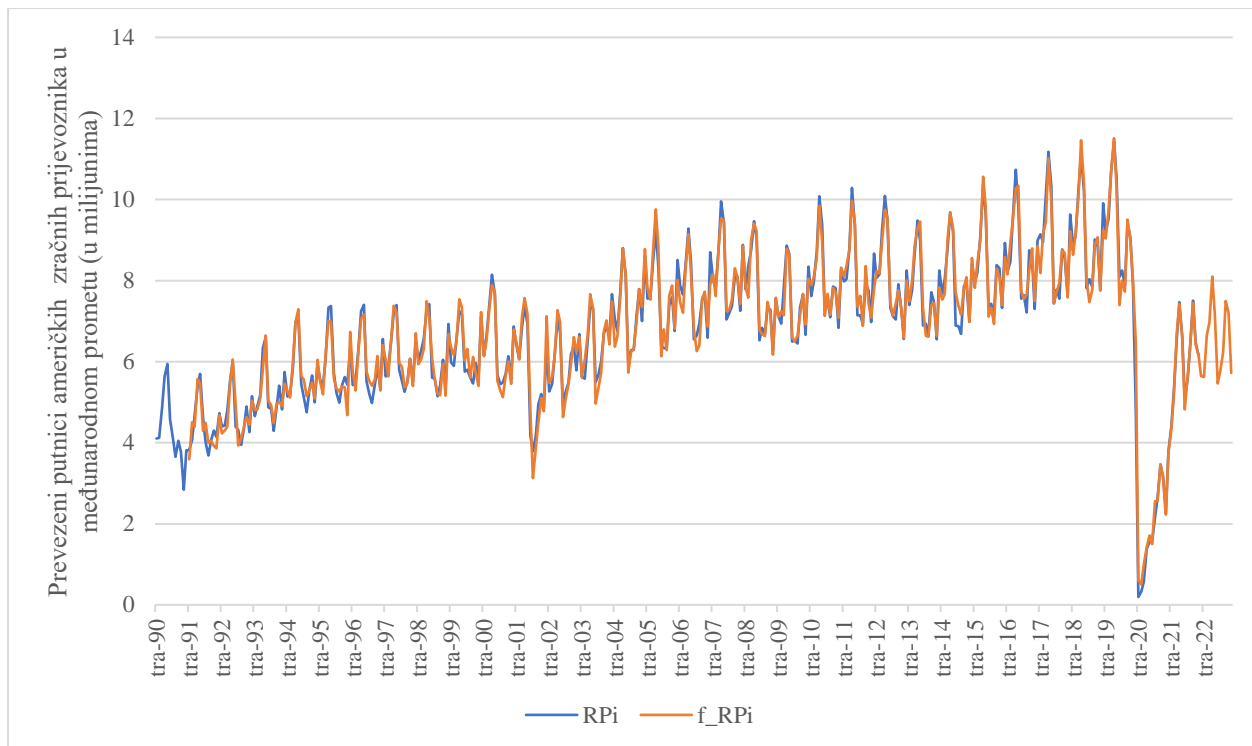
Prognoze su izrađene na temelju 383 prethodna perioda: mjesečnim podacima u periodu od travnja 1990. do veljače 2022. godine.



Grafički prikaz 56: Prognoza kretanja broja prevezenih prihodovnih putnika američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu od travnja 1990. do veljače 2023. izračunata TCM modelom

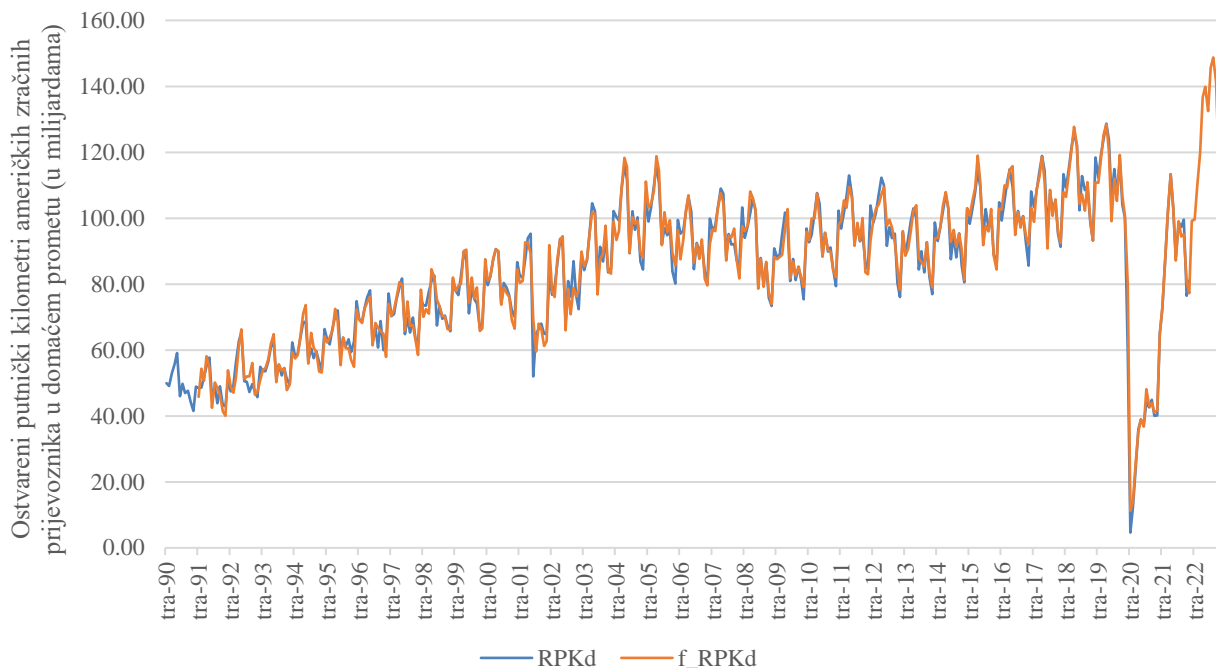
Na grafičkom prikazu 56 prikazano je kretanje vremenskog niza *prevezeni prihodovni putnici u domaćem prometu* (RPd) plavom linijom, dok je crvenom linijom prikazana prognoza (označena kao *f_RPd*) temeljena na prethodnim vrijednostima samog niza i na temelju značajnih uzroka niza, odnosno prognoziranih vrijednosti tih uzročnih nizova: *indeks industrijske proizvodnje* (S11), potom *robni tonski kilometri u domaćem prometu* (FTKd), a slijede ih *stopa vlasništva nekretnine* (S20), *vjerojatnost recesije* (S22), *bruto domaći proizvod* (S05), *cijena sirove nafte* (S06), *indeks potrošačkih cijena* (S11), *stopa nacionalne politike prema posebnim pravima vučenja* (S14), *indeks neizvjesnosti* (S22).

Kretanje vremenskog niza *prevezeni prihodovni putnici u međunarodnom prometu* (RPi) uzrokuju različite prometne i društveno-ekonomske pojave: *prevezeni prihodovni putnici u domaćem prometu* (RPd) i *robni tonski kilometri u domaćem prometu* (RTKd), *indeks industrijske proizvodnje* (S11), *stopa vlasništva nekretnine* (S20), *cijena sirove nafte* (S06), i *indeks neizvjesnosti* (S22). Na grafičkom prikazu 57 plavom je linijom prikazano kretanje RPi niza, dok je crvenom linijom prikazana prognoza (označena kao *f_RPi*) temeljena na prethodnim vrijednostima samog niza i na temelju značajnih uzroka niza, odnosno prognoziranih vrijednosti tih uzročnih nizova.



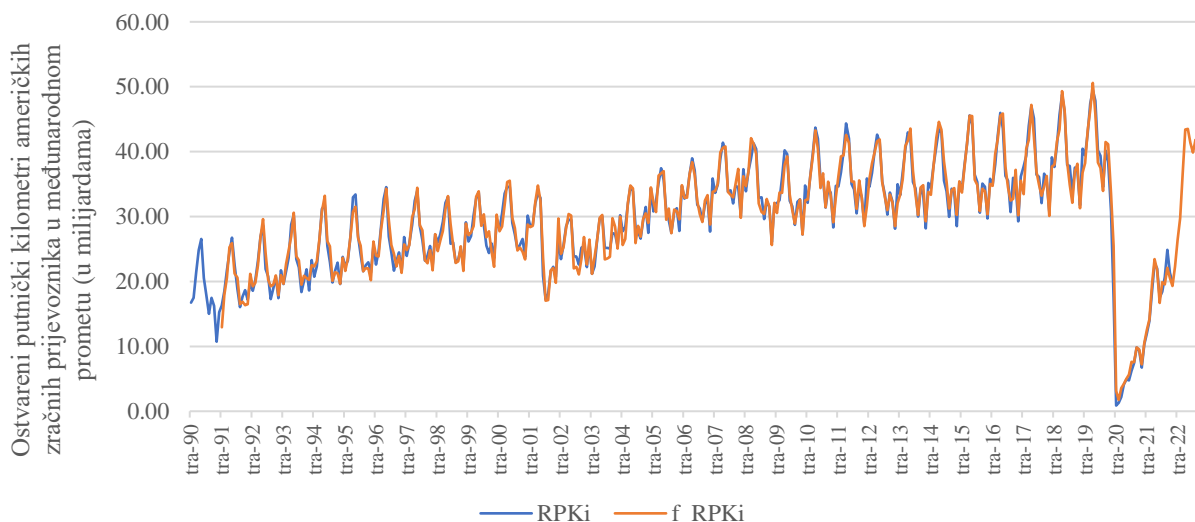
Grafički prikaz 57: Prognoza kretanja broja prevezenih prihodovnih putnika američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu od travnja 1990. do veljače 2023. izračunata TCM modelom

Kretanje vremenskog niza *ostvareni putnički kilometri u domaćem prometu (RPKd)* prikazano je na grafičkom prikazu 58 plavom linijom, dok je crvenom linijom prikazana prognoza (označena kao *f_RPKd*) temeljena na prethodnim vrijednostima samog niza i na temelju značajnih uzroka niza, odnosno prognoziranih vrijednosti tih uzročnih nizova. Najznačajniji uzroci koji utječu na kretanje vremenskog niza RPKd su: *populacija (S01)*, *bruto domaći proizvod (S05)*, *cijena mlaznoga goriva (S07)*, *indeks industrijske proizvodnje (S11)*, *stopa nacionalne politike prema posebnim pravima vučenja (S14)*, *stopa vlasništva nekretnine (S20)*, *vjerojatnost recesije (S21)* i *indeks neizvjesnosti (S22)*, uz prometni pokazatelj *robni tonski kilometri (FTKd)* u domaćem prometu.



Grafički prikaz 58: Prognoza kretanja ostvarenih putničkih kilometara američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu od travnja 1990. do veljače 2023. izračunata TCM modelom

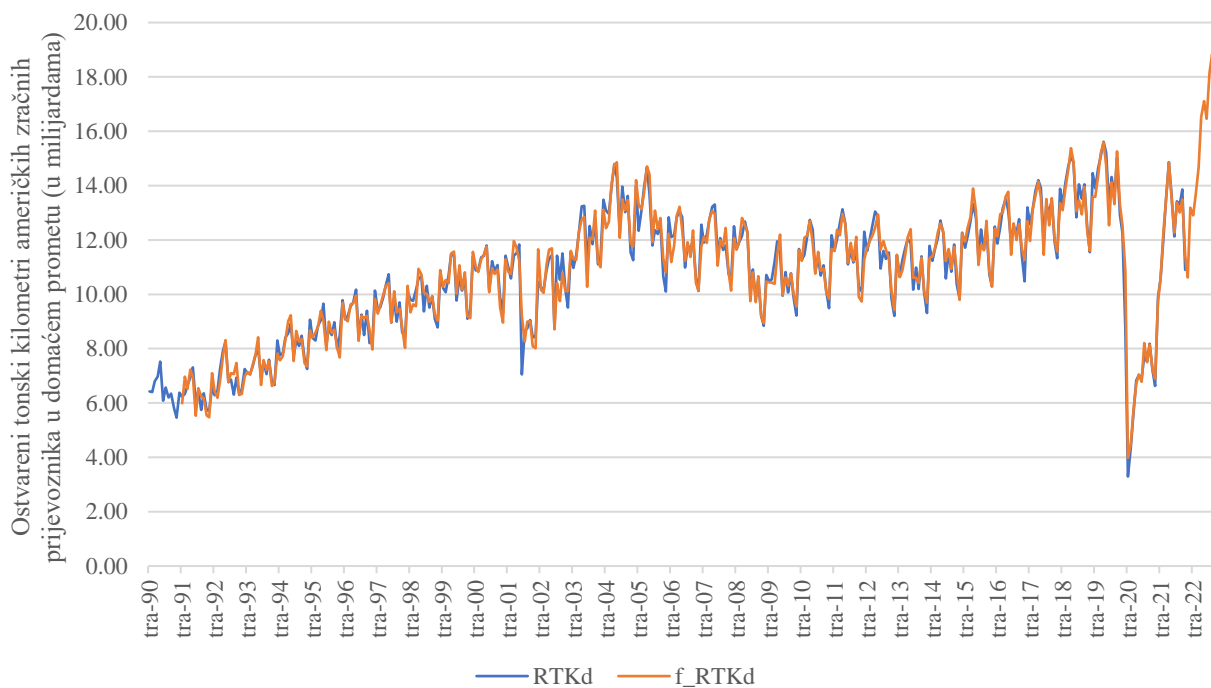
Na grafičkom prikazu 59 prikazano je kretanje vremenskog niza *ostvareni putnički kilometri u međunarodnom prometu* (RPKi) plavom linijom, dok je crvenom linijom prikazana prognoza (označena kao f_RPKi).



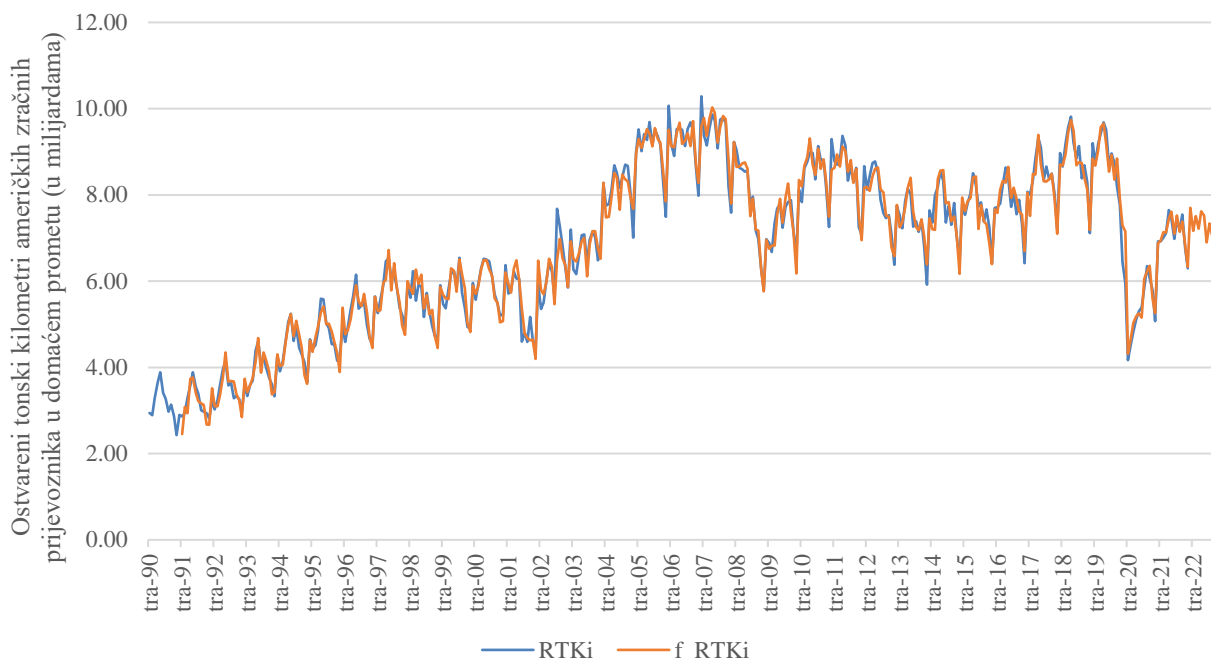
Grafički prikaz 59: Prognoza kretanja ostvarenih putničkih kilometara američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu od travnja 1990. do veljače 2023. izračunata TCM modelom

Na grafičkom prikazu 59 prikazano je kretanje vremenskog niza *ostvoreni putnički kilometri u međunarodnom prometu* (RPKi) plavom linijom, dok je crvenom linijom prikazana prognoza (označena kao *f_RPKi*).

Na grafičkom prikazu 60 ilustrirano je kretanje *ostvarenih tonskih kilometara u domaćem prometu* (RTKd), dok je na grafičkom prikazu 61 prikazano kretanje *u međunarodnom prometu* (RTKi) i prognoze za sljedećih 12 mjeseci.



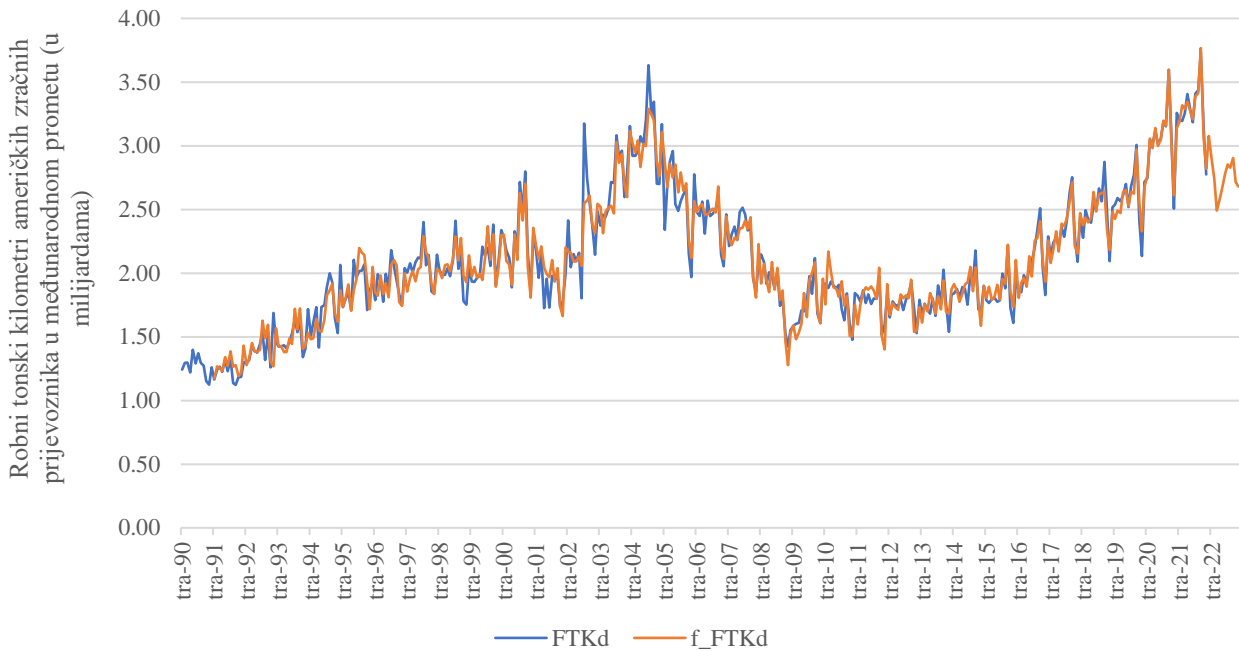
Grafički prikaz 60: Prognoza kretanja ostvarenih tonskih kilometara američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu od travnja 1990. do veljače 2023. izračunata TCM modelom



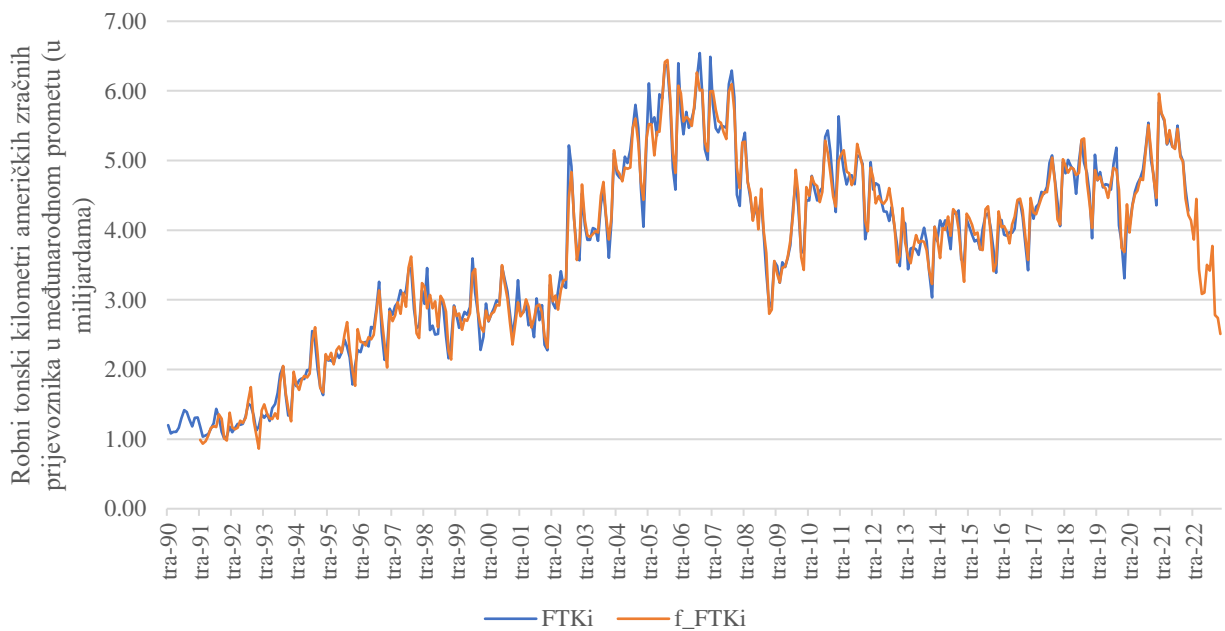
Grafički prikaz 61: Prognoza kretanja ostvarenih tonskih kilometara američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu od travnja 1990. do veljače 2023. izračunata TCM modelom

Osim prognoza u putničkome zračnom prometu, izrađene su i prognoze u teretnome zračnom prometu na temelju uzročnih veza koje djeluju na vremenske nizove koji predstavljaju potražnju u teretnome zračnom prometu, prikazane na grafičkom prikazu 62 i 63.

Naime, nakon postavljenog modela, s obzirom na to da su svi prometni pokazatelji postavljeni kao *target* varijable, kako bi se utvrdila uzročnost svih prometnih pokazatelja, moguće je u nekoliko koraka izraditi prognozu i u teretnome zračnom prometu.



Grafički prikaz 62: Prognoza kretanja robnih tonskih kilometara američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu od travnja 1990. do veljače 2023. izračunata TCM modelom



Grafički prikaz 63: Prognoza kretanja robnih tonskih kilometara američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu od travnja 1990. do veljače 2023. izračunata TCM modelom

6.3 Usporedba performansi i rezultata vremenskoga uzročnog modela s ARIMA modelom radi prognoziranja prometne potražnje u zračnom prometu

Rezultati, odnosno performanse predloženoga vremenskog uzročnog modela upotrijebljenog za prognoziranje prometne potražnje u putničkome zračnom prometu uspoređene su s rezultatima provedenog ARIMA modela na istim zavisnim varijablama koje su primijenjene u TCM modelu, za isti period: od travnja 1990. do veljače 2022.

ARIMA je, kao što je opisano u poglavlju 5, pokrenuta kao dio *IBM SPSS Statistics* funkcije „Forecasting“ – „Create Traditional Model“ – „Expert modeler“. Odabrana je opcija da model uzima u obzir sezonalnost podataka, čije je postojanje ranije utvrđeno.

Kao zavisne varijable za prognoziranje potražnje odabrani su vremenski nizovi koji predstavljaju potražnju u putničkome zračnom prometu: *prevezeni prihodovni putnici* (RPd i RPi) i *ostvareni putnički kilometri u domaćem i međunarodnom prometu* (RPKd i RPKi).

Na slici 44 prikazan je izlaz IBM SPSS Statistics koji predstavlja koeficijent determinacije R^2 kao mjeru prilagođenosti modela.

| Model | Model Fit statistics | |
|--------------|----------------------|--------------------|
| | Stationary R-squared | Number of Outliers |
| RPd-Model_1 | ,8751 | 13 |
| RPi-Model_2 | ,8262 | 11 |
| RPKd-Model_3 | ,4522 | 15 |
| RPKi-Model_4 | ,3594 | 11 |

Slika 44: Izgled dijela sučelja IBM SPSS Statistics za provedeni ARIMA model: vrijednosti R^2 za postavljene modele

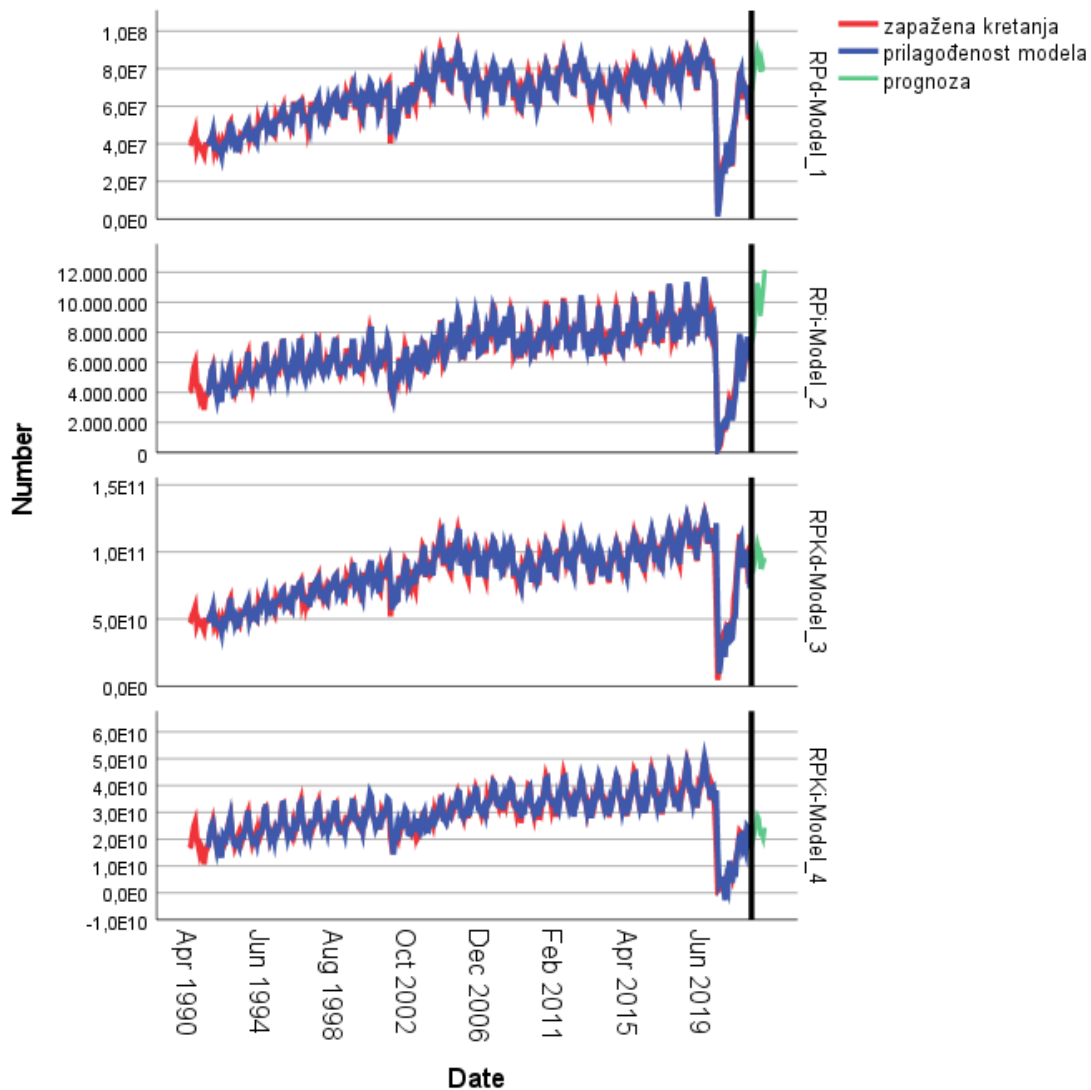
U tablici 10 usporedno su prikazane vrijednosti koeficijenta determinacije R^2 oba modela za četiri vremenska niza. Rezultati ukazuju na to da je TCM model, u smislu prilagođenosti, bolji. Vrijednosti koeficijenta determinacije za sve su nizove veće, a što su vrijednosti veće, to je model prilagođeniji (engl. *goodness of fit*).

Tablica 10: Usporedne vrijednosti koeficijenta determinacije za TCM i ARIMA model

| Vremenski niz | R ² vrijednost TCM modela | R ² vrijednost ARIMA modela |
|---------------|--------------------------------------|--|
| RPd | 0,9695 | 0,8751 |
| RPi | 0,9744 | 0,8262 |
| RPKd | 0,9750 | 0,4522 |
| RPKi | 0,9749 | 0,3594 |

Koeficijent determinacije ukazuje na potrebu prilagodbe ARIMA modela, što se radi najčešće uvođenjem eksplanatorne *dummy* varijable koja bi objasnila ekstremne vrijednosti vremenskog niza – takozvane *outliere*. *Outlieri* u ovim primjerima predstavljaju vrijednosti u vremenskom nizu koje kreiraju strukturni lom niza, odnosno predstavljaju nagle padove (ili skokove) na grafu – trenutke u kojima dolazi do krize u putničkome zračnom prometu.

Na slici 45 prikazan je ispis iz *IBM SPSS Statistics* izlaza nakon provedene prognoze ARIMA modelom za 12 perioda unaprijed, jednako kao i pomoću ranije provedenog TCM modela. Grafovi prikazuju crvenom linijom zabilježena (zapažena) kretanja svakog niza, potom plavom linijom prilagođenost modela, i zelenom linijom prognozirane vrijednosti.



Slika 45: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za prognoze vremenskih nizova ARIMA modelom od travnja 1990. do veljače 2023.

6.4 Usporedba modela za prognozu vremenskih nizova

ARIMA modeli upotrebljavaju se za modeliranje i predviđanje vremenskih nizova na temelju njihovih autoregresivnih, integriranih svojstava i svojstava pomoćnih prosjeka niza te opisuju i predviđaju buduće vrijednosti vremenskog niza. Temelje se na pretpostavci da su promjene u vremenskom nizu rezultat autoregresivnih, integriranih komponenata i komponenata pomičnih prosjeka. Usmjereni su na opisivanje i predviđanje vremenskih nizova, ali ne pružaju direktnu informaciju o uzročnim vezama na te vremenske nizove. ARIMA model razvijen je specifično za predviđanje vremenskih nizova i rabi povijesne vrijednosti vremenskog niza kako bi predvidio

buduće vrijednosti tog istog niza. ARIMA modelima opisuju se mehanička, tj. statistička svojstva vremenskih nizova. Definicije nizova ne temelje se na ekonomskoj teoriji, što je često glavni nedostatak ovog pristupa. Naime, iako se u istraživanju radi o prognoziranju prometnih pokazatelja, za njihovo je prognoziranje potrebno više od pukog razumijevanja statistike. Potrebno je šire i dublje znanje uzroka i efekata koji utječu na potražnju u zračnom prometu, pa tako i na koje pokazatelje ta potražnja direktno ili posredno utječe. U tom kontekstu, moguće je tvrditi da se ARIMA modeli ne temelje na teoriji potražnje u zračnom prometu, što je jedan od nedostataka ovog pristupa.

Vremenski uzročni modeli primarno se primjenjuju za analizu uzročnih veza između vremenskih nizova i pružaju informaciju kako promjene u jednom nizu utječu na promjene u drugom nizu te pružaju uvid u uzročne odnose među varijablama. Grade se na temelju odabira relevantnih varijabli uz testiranje statističke značajnosti uzročnih veza. Pružaju kvalitativnu procjenu uzročnih veza i dopuštaju razumijevanje uzročne strukture između varijabli. Prognoze se postižu primjenom modela koji je izveden iz uzročne strukture i rabi podatke prošlih vrijednosti prediktorske i *target* varijable kako bi se predvidjele buduće vrijednosti.

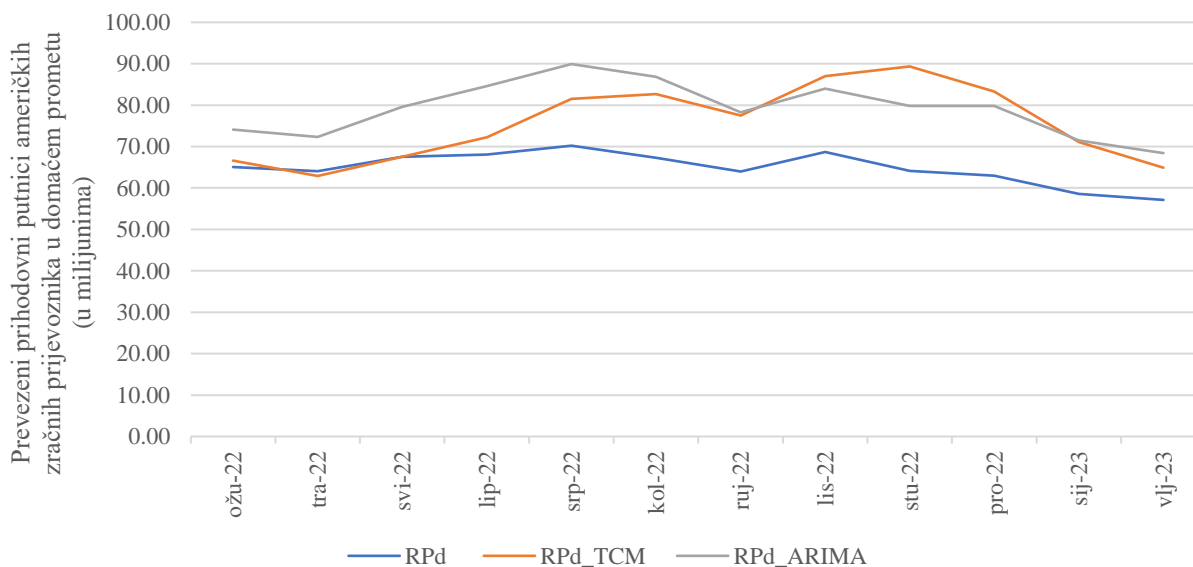
Oba su modela prikladna za kratkoročno prognoziranje, a prognoza u vremenskom uzročnom modelu ima ograničenja i oslanja se na pretpostavke o konstantnosti uzročnih odnosa, što može biti izazovno u dinamičnim okruženjima. Međutim, jednom kreiran sustav vremenskih nizova među kojima postoji vremenska kauzalnost radi samostalno, bez subjektivne intervencije istraživača u model, bez uvođenja *dummy* varijabli i bez stvaranja pretpostavki. Također, modeliranje je, nakon faze prikupljanja i odlučivanja o relevantnim podacima zapravo lako provoditi. Čim se pribave novi podaci, oni se unesu u bazu i moguće je dobiti novu prognozu temeljenu na posljednjim raspoloživim podacima. U dinamičkim okruženjima, odnosno u vremenima recesije, takav je model izuzetno koristan. On odmah analizira okolnosti i uzroke te daje prognozu za nadolazeći period.

U periodima stabilnog poslovanja bez naglih skokova ili padova, kada nema prisutnosti recesija ili izvanrednih događaja, preporučuje se primjena ARIMA modela za prognoziranje potražnje u putničkome zračnom prometu. ARIMA modeli su posebno razvijeni za predviđanje vremenskih nizova i mogu učinkovito modelirati sezonalnost, trendove i fluktuacije u podacima. U ovakvim uvjetima ARIMA modeli mogu pružiti pouzdane predikcije potražnje temeljene na

prethodnim vrijednostima i stohastičkom šumu. Međutim, u dinamičkom okruženju recesija poput ranijih u zračnom prometu, za potrebe poslovnih planiranja u industriji zračnog prometa predloženi vremenski uzročni model bi se pokazao korisnijim upravo zbog mogućnosti tzv. samoažuriranja. Naime, na bazi novih vrijednosti koje bi se unijele u model, uvijek se ispočetka obavlja modeliranje, odnosno kreiranje modela, tako da s nekim novim vrijednostima, u narednom periodu neke druge *input* varijable (prediktori) mogu biti statistički značajne i preuzeti ulogu u prognoziranju *target* varijable. Predloženi je sustav na taj način uvijek aktualan, odnosno ažuran.

Usporedbom ostvarenih prometnih učinaka američkih zračnih prijevoznika u ranije prognoziranom periodu utvrđuje se kako je predloženi vremenski uzročni model prikladniji za kratkoročne prognoze (do 6 mjeseci) u nestabilnim okolnostima.

Na grafičkim prikazima 64 – 67 prikazani su prevezeni prihodovni putnici i ostvareni putnički kilometri američkih zračnih prijevoznika (u domaćem i međunarodnom prometu) u razdoblju od ožujka 2022. do veljače 2023. godine [29]. Usporedno su prikazane prognoze za isto razdoblje koje su generirane upotrebom vremenskoga uzročnog modela i ARIMA modela za isto razdoblje.

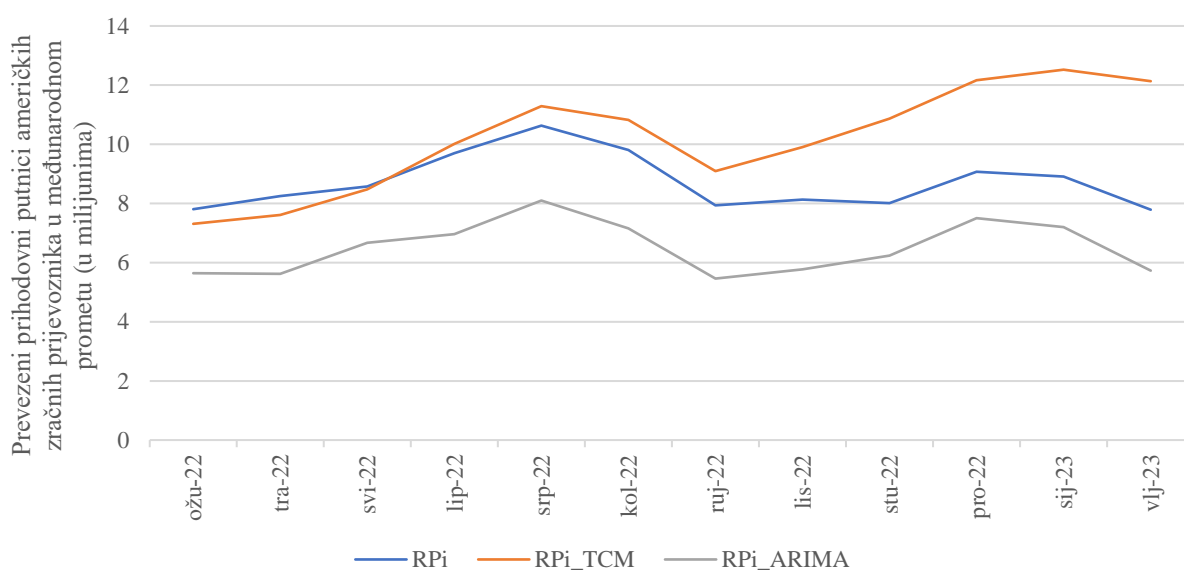


Grafički prikaz 64: Usporedba prognoziranih vrijednosti i ostvarenih učinaka prevezenih prihodovnih putnika američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu od ožujka 2022. do veljače 2023.

Grafički prikaz 64 prikazuje kako, za prva tri mjeseca prognoze, vrijednosti prognozirane vremenskim uzročnim modelom (linija RPd_TCM) odgovaraju stvarnim ostvarenim učincima

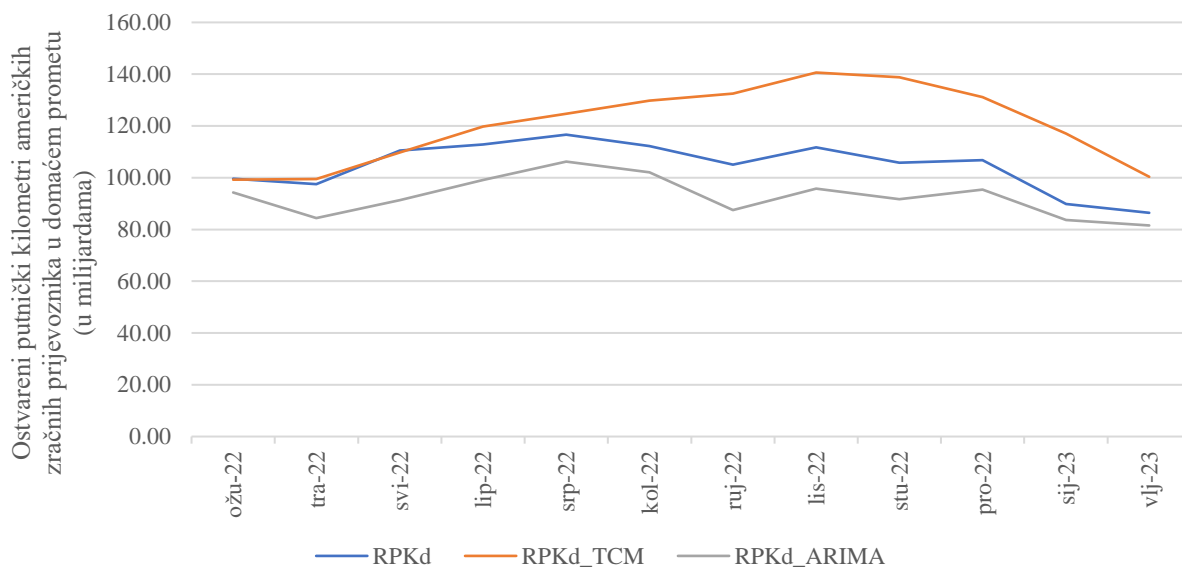
prevezenih prihodovnih putnika američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu. Nakon tog perioda linije se počinju odvajati, no i dalje je prognoza vremenskoga uzročnog modela prikladnija nego prognoza dobivena ARIMA modelom (linija RPd_ARIMA).

Grafički prikaz 65 prikazuje kretanje stvarnih ostvarenih prevezenih prihodovnih putnika u međunarodnom prometu. Na grafu se može primijetiti kako se linije ostvarenih prevezenih putnika (RPi) i prevezenih putnika prognoziranih vremenskim uzročnim modelom (RPi_TCM) međusobno prate, dok linija koja predstavlja prevezene putnike prognozirane ARIMA modelom ipak značajno odudara od stvarnih podataka.

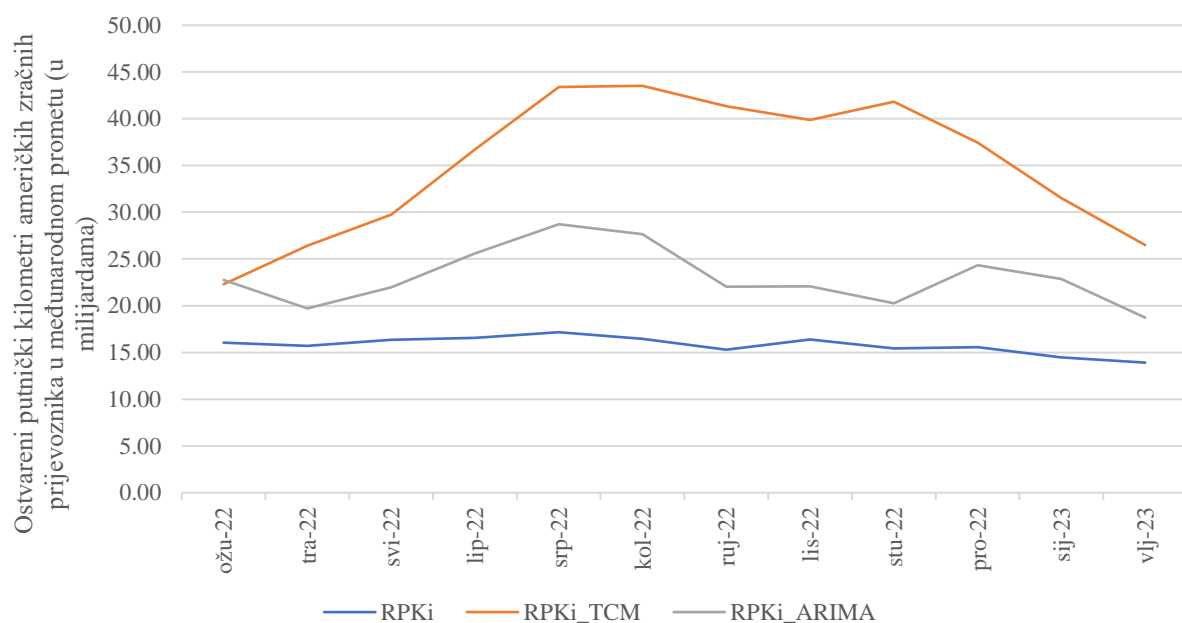


Grafički prikaz 65: Usporedba prognoziranih vrijednosti i ostvarenih učinaka prevezenih prihodovnih putnika američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu od ožujka 2022. do veljače 2023.

Kao i na grafičkom prikazu 64, i na grafičkom prikazu 66 u prvom se tromjesečju stvarno i prognozirano kretanje (na temelju vremenskoga uzročnog modela) ostvarenih putničkih kilometara u domaćem prometu uvelike podudara, međutim nakon 6 mjeseci linija koja predstavlja prognozu ipak se udaljava od stvarnog stanja. Prognoze ARIMA modelom pokazuju ipak bolje rezultate u dugoročnijem periodu za ovaj promatrani pokazatelj.



Grafički prikaz 66: Usporedba prognoziranih vrijednosti i ostvarenih učinaka ostvarenih putničkih kilometara američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu od ožujka 2022. do veljače 2023.



Grafički prikaz 67: Usporedba prognoziranih vrijednosti i ostvarenih učinaka ostvarenih putničkih kilometara američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu od ožujka 2022. do veljače 2023.

Promatrajući kretanje stvarnih podataka ostvarenih putničkih kilometara u međunarodnom prometu, vidi se kako zapravo nijedna prognoza ne daje dobre rezultate u odnosu na stvarno stanje. Razlog tomu može ležati u činjenici da se radi o međunarodnom prometu američkih zračnih

prijevoznika, koji su dobrim dijelom orijentirani na europske i azijske destinacije. Naime, pandemija je u promatranom periodu i dalje trajala, a u azijskim zemljama su na snazi još uvijek bile restrikcije na međunarodna putovanja u dolasku i odlasku. U Kini su restrikcije na međunarodna putovanja bile na snazi sve do siječnja 2023. godine. Osim toga, krajem veljače 2022. godine započela je ruska invazija na Ukrajinu. Do 25. ožujka 2022. 36 zemalja, uključujući zemlje Europske unije, Ujedinjeno Kraljevstvo i Sjedinjene Američke Države, zatvorile su svoj zračni prostor za ruske zračne prijevoznike [86]. Rusija je zauzvrat zabranila zračnim prijevoznicima iz tih zemalja ulazak u Rusiju ili prelijetanje preko nje.

Kako bi prognoze bile što točnije, važno je uzeti u obzir uzroke i okolnosti kretanja određenoga prometnog pokazatelja. Upravo iz tog razloga, oslanjajući se na mogućnost samoažuriranja vremenskoga uzročnog modela, moguće je nakon unosa novih podataka utvrditi kako su se okolnosti promijenile i neki prediktor koji nije ranije uzet u obzir prilikom prognoziranja *targeta* zbog slabe uzročne veze, nakon nanovo provedene analize uzročnosti vremenskim uzročnim modelom pokazuje jaču uzročnu vezu i daje novu prognozu.

7 SMJERNICE ZA BRŽI OPORAVAK ZRAČNIH PRIJEVOZNIKA NAKON RECESIJE

Na temelju rezultata provedenog istraživanja i analize dobre prakse zračnih prijevoznika u nastavku su predložene smjernice za brži oporavak zračnih prijevoznika nakon recesije, kao i konkretne mjere koje bi pridonijele optimizaciji prometno-tehnoloških procesa u novonastalim uvjetima poslovanja zračnih prijevoznika i donošenju poslovnih odluka u procesima planiranja mreže letova, upravljanja i asignacije flote, posade i održavanja te upravljanja kapacitetima zrakoplova.

7.1. Analiza okolnosti krize uzrokovane pandemijom bolesti COVID-19

Kretanje svjetskoga putničkog zračnog prometa podložno je neočekivanim šokovima. Iako priroda i trenutak tih šokova ne mogu biti predviđeni, promatranje kako se industrija oporavila od prethodnih kriznih događaja može pomoći u procjeni kako će se vjerojatno nositi s budućim šokovima. Putnički zračni promet u prošlosti se uvijek brzo i uspješno oporavio od kratkoročnih poremećaja, međutim ne bez posljedica. Brojni zračni prijevoznici otišli su u stečaj, neki su se konsolidirali, dok su neki u potpunosti nestali s tržišta. Naravno, nisu sve posljedice negativne. Kako bi prevladali krizne događaje, zračni su se prijevoznici okrenuli inovativnim praksama kako bi smanjili troškove i povećali učinkovitost. To uključuje uvođenje novih tehnologija, optimizaciju operacija ili razvoj novih načina poslovanja. Te se inovacije često nastavljaju i nakon krize, doprinoseći poboljšanju iskustva putnika. Te su pozitivne posljedice zapravo rezultat adaptacije industrije zračnog prometa na izazove krize i nisu direktna posljedica same krize.

Najveći relativni padovi u putničkom prometu zabilježeni su nakon kombiniranih šokova 2000. – 2001. godine te šoka 2008. godine uzrokovanoga globalnom financijskom krizom – ali u oba se slučaja promet vratio na trend rasta u roku od četiri godine. SARS je bio najozbiljnija epidemija koja je utjecala na potražnju u putničkome zračnom prometu prije 2020. godine. Tijekom vrhunca epidemije (svibanj 2003.) mjesečni ostvareni putnički kilometri (RPK) azijsko-pacifičkih zračnih prijevoznika pali su oko 35 % u odnosu na razdoblje prije krize. Ukupno gledano, tijekom 2003. godine gubitak povjerenja i strahovi od globalnog širenja utjecali su na poslovna i turistička putovanja u regiji, što je rezultiralo gubitkom od 8 % godišnjih RPK-ova azijsko-pacifičkih zračnih

prijevoznika i gubitkom prihoda od 6 milijardi dolara. S druge strane, epidemije ptičje gripe 2005. i 2013. godine imale su blaži i kratkotrajniji utjecaj, a zračni promet brzo se oporavio kako su se strahovi od globalnog širenja virusa smanjivali [87].

Koronavirus je prvi put primijećen 12. prosinca 2019. godine u Wuhanu, u Kini. Tijekom prvog mjeseca izbijanja potvrđeni slučajevi dosegli su dvoznamenkasti broj u pokrajini Hubei, gdje je izbijanje započelo. U toj fazi uzrok još nije bio poznat, iako su simptomi upućivali na virus usklađen s istom obitelji virusa kojoj pripada i SARS. Usred rastućih zabrinutosti zbog infekcije, Svjetska zdravstvena organizacija – SZO (engl. *World Health Organization – WHO*) uvjeravala je kako kineska vlada ima dovoljno sposobnosti da se nosi s izbijanjem i potaknula je javnost da se ne brine [88]. Industrija zračnog prometa već je dokazala svoju otpornost na vanjske utjecaje te je na temelju prethodnih iskustava IATA predviđala kako će utjecaj bolesti COVID-19 na industriju zračnog prometa biti privremen [88]. Osim toga, vodeći putnički prijevoznici u Kini poput *China Easterna* ili *China Southerna* nastavili su s normalnim operacijama.

Razdoblje od sredine siječnja do početka ožujka 2020. godine, prije nego što je SZO proglasio pandemiju (11. ožujka 2020.), obilježilo je više od 85 000 potvrđenih slučajeva u više od 50 zemalja [87]. Virus se intenzivno širio u susjedne zemlje, uključujući Južnu Koreju, Japan, Tajvan i Tajland. Potom se brzo proširio izvan Azije te uskoro prijetio Sjedinjenim Američkim Državama i Europi. Budući da se COVID-19 prenosi respiratornim putem, putnici u zrakoplovima mogu biti izloženi riziku ako sjede blizu zaraženog putnika. Globalni zračni prijevoznici bili su, stoga, zabrinuti zbog prijenosa virusa od zaraženih putnika. U skladu s naporima za suzbijanje širenja, svjetske su vlade poduzele korake za provedbu strogih zabrana putovanja zatvaranjem granica, ograničavanjem letova, poništavanjem putnih dokumenata i nametanjem obveznih karantena. Kao rezultat toga svjetski zračni prijevoznici otkazali su, smanjili ili obustavili većinu letova prema Kini i iz nje.

Zbog rasta putničke zabrinutosti vezane uz putovanja zrakoplovom i nestabilnih redova leta, neki su zračni prijevoznici uveli mogućnost otkaza leta bez naknade kako bi se putnici lakše nosili s nesigurnošću u vezi sa svojim odabirom. Ta je mjera osmišljena kako bi potaknula odluke kupaca eliminiranjem rizika gubitka. Neki od poznatijih prijevoznika koji su uveli tu mjeru su *Alaska*, *American*, *Delta*, *Air Canada*, *British Airways*, *Cathay Pacific*, *Emirates*, *Etihad*, *Japan Airlines*, *KLM*, *Korean Air*, *Lufthansa*, *Qantas*, *Qatar Airways* i *Singapore Airlines* [89]. Također,

Ministarstvo prometa SAD-a dopustilo je putnicima da refundiraju novac za karte ako su zračni prijevoznici otkazali letove koji polaze iz Sjedinjenih Američkih Država, dolaze u njih ili tranzitiraju kroz njih [90].

Nakon proglašenja pandemije Sjedinjene Američke Države uvele su suspenziju putovanja iz Europe. Jedan tjedan kasnije Europska unija zatvorila je svoje vanjske granice za putnički zračni promet. Kako se pandemija pogoršavala, pojedine države članice EU-a također su počele zatvarati svoje granice za komercijalni zračni promet iz drugih zemalja unutar EU-a. Do travnja 2020. 14 država članica schengenskog prostora uvelo je unutarnje granične kontrole [91].

S obzirom na to da su profitne marže ionako niske u industriji zračnog prometa, mnogi su zračni prijevoznici već bili suočeni s financijskim problemima. Prijevoznici koji su imali ozbiljnih problema s likvidnošću, nisu uspjeli apsorbirati financijski šok, stoga je likvidnost postala važno pitanje u njihovoj strategiji odgovora na krizu, koja je uključivala prilagodbu kreditnih linija ili pronalaženje drugih oblika financijske podrške. Očekivano, zračni su prijevoznici tražili subvencije i olakšice od vlada u različitim oblicima, uključujući kapitalne injekcije, zajmove, odgode plaćanja poreza i smanjenje svojih poreznih obveza [87].

Unatoč naporima da se prilagode kapaciteti i smanje troškovi kako bi odgovorili na pogoršanje operativne profitabilnosti, poslovanje zračnih prijevoznika praktički se zaustavilo na više od pola godine. Prema procjenama IATA-e zračni prijevoznici su u 2020. godini zabilježili neto gubitak od 126,4 milijardi USD [92]. Nakon pandemije bolesti COVID-19 zračni prijevoznici suočavaju se s kompleksnim izazovima oporavka zbog neizbježnih fiksnih operativnih troškova povezanih s radnom snagom, održavanjem i parkiranjem zrakoplova. U takvoj situaciji razvijanje dobro promišljenih strategija odgovora na krizu postaje ključno.

7.2. Mitigacijske mjere zračnih prijevoznika kao odgovor na krizu uzrokovanu pandemijom bolesti COVID-19

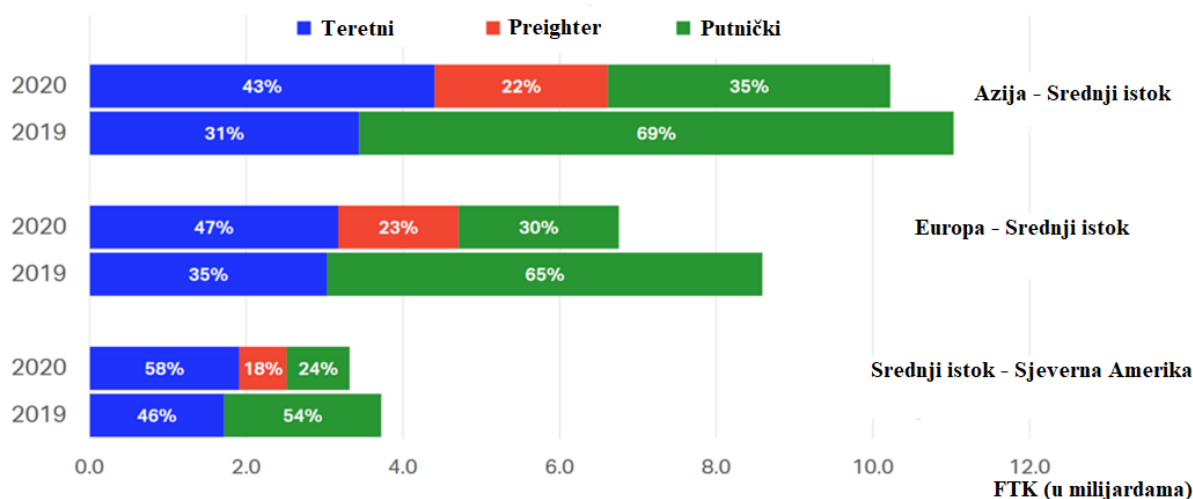
Mitigacija se odnosi na mjere i strategije koje se poduzimaju kako bi se smanjili ili ublažili rizici i štetni učinci određenih događaja ili situacija. U kontekstu poteškoća s kojima su se suočili zračni prijevoznici uslijed izbijanja pandemije COVID-19 u prvom kvartalu 2020. godine, mitigacijske mjere uključuju:

1. Diversifikaciju prihoda: Zračni prijevoznici mogu razmotriti raznolike izvore prihoda, poput intenziviranja prijevoza tereta ili pružanja dodatnih usluga (engl. *ancillary revenue*), kako bi smanjili ovisnost ukupnog prihoda o ostvarenome putničkom prometu.
2. Smanjenje troškova: Prijevoznici mogu provesti stroge mjere smanjenja troškova, uključujući smanjenje radne snage, pregovaranje o povoljnijim uvjetima s dobavljačima i smanjenje operativnih troškova kako bi povećali svoju financijsku stabilnost.
3. Pregovori s financijskim institucijama: Prijevoznici s bankama i drugim financijskim institucijama mogu pregovarati o prilagodbi kreditnih linija, refinanciranju ili dobivanju dodatne financijske podrške.
4. Potpora vlade: Potpora vlade u obliku kapitalnih injekcija, povoljnih zajmova, odgode poreza ili smanjenja poreznih obveza kako bi poboljšale likvidnost zračnih prijevoznika i brže se oporavile od financijskih poteškoća.
5. Racionalizacija mreže i kapaciteta: Prijevoznici bi morali prilagoditi svoju rutnu mrežu i smanjiti kapacitete kako bi se prilagodili smanjenoj potražnji, smanjili gubitke i optimizirali operativne troškove.
6. Povećanje sigurnosti putovanja (u epidemiološkom kontekstu): Implementacija strožih sanitarnih mjera i protokola kako bi se osigurala sigurnost putnika i smanjio rizik od širenja virusa može pomoći u povratku povjerenja putnika i potražnje za putovanjima.

Zračni prijevoznici koji pokazuju inicijativu i diversificiraju svoje izvore prihoda imaju veću šansu za opstanak u usporedbi s tvrtkama koje se oslanjaju samo na jedan izvor prihoda – putnički promet. Od zatvaranja granica i ograničenja putovanja zbog bolesti COVID-19 zračni su prijevoznici među najvećim gubitnicima u sektorima prometa, turizma i samoga zračnog prometa u odnosu na ostale dionike u sektoru.

Međutim, neki su zračni prijevoznici primijenili brzi odgovor na promjene na tržištu diversifikacijom svojeg poslovanja i fokusiranjem na teretni prijevoz. Nakon pada potražnje u putničkom prometu, prijevoznici poput *Emiratesa* i *Lufthanse* značajno su povećali svoje teretne operacije, iskoristivši pad ponuđenog kapaciteta za prijevoz tereta nakon što su putnički letovi bili obustavljeni, kako bi ostvarili alternativne prihode i smanjili gubitke. Prije pandemije COVID-19 većina tereta u zračnom prometu prevozila se u trupu putničkih aviona umjesto u teretnim

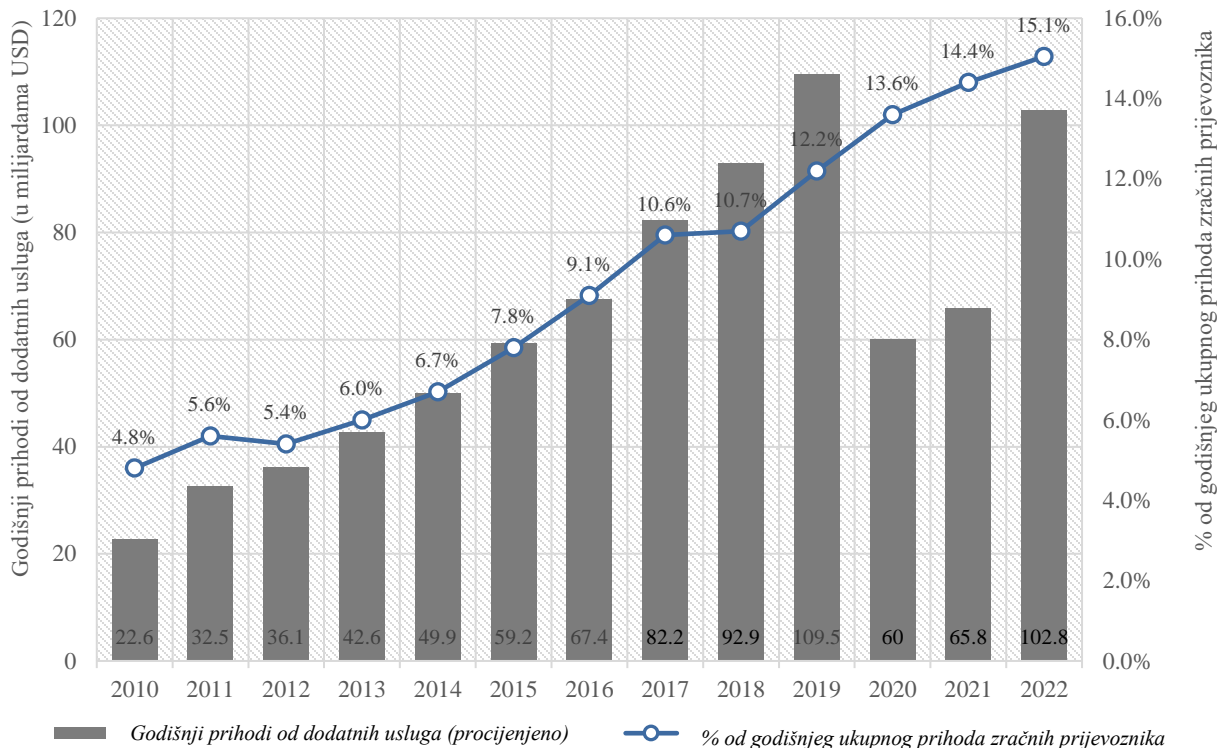
zrakoplovima, dosežući čak 80 % na transatlantskim rutama [93]. Otkazivanjem mnogih putničkih letova i posljedičnim gubitkom kapaciteta trupa aviona, postojeći teretni zrakoplovi nisu bili dovoljni da zadovolje potražnju, zbog čega je cijena prijevoza zračnog tereta porasla. Osim toga, ponovno otvaranje lanaca opskrbe zaštitnim materijalom krajem veljače 2020. godine popraćeno je snažnim utjecajem na cijene prijevoza tereta u zračnom prometu zbog nedostatka kapaciteta [48]. Mnogi su zračni prijevoznici, stoga, modificirali putničke zrakoplove kako bi prevozili teret na putničkim sjedalima ili čak smještali teret na pod kabine nakon uklanjanja putničkih sjedala. Takozvani *preighteri* (od engl. *passenger* – putnički i engl. *freighter* – teretni) su odigrali važnu ulogu na nekim tržištima, na primjer, više od petine tereta prevozili su *preighteri* na najvažnijim rutama na Bliskom istoku, kako je prikazano na grafičkom prikazu 68.



Grafički prikaz 68: Redoviti robni tonski kilometri prema vrsti operacije

Izvor: [48]

Prihodi od dodatnih usluga nedovoljno su iskorišteni izvor prihoda za mnoge zračne prijevoznike. Zračni prijevoznici čiji putnici troše najmanje 20 USD na dodatne usluge ostvaruju prosječan ROIC od 8,2 %, što je više od 5 % u usporedbi sa zračnim prijevoznicima čiji putnici troše manje od 5 dolara na dodatne usluge [94]. Prema [95] prihodi od dodatnih usluga bili su jedini financijski uspjeh zračnih prijevoznika u 2020. godini. Iako je pandemija bolesti COVID-19 smanjila prihode od putnika za više od 55 %, rasli su prihodi od dodatnih usluga kao udio u ukupnim prihodima, što je pružilo značajnu financijsku podršku zračnim prijevoznicima [96]. Na grafičkom prikazu 69 prikazano je kretanje prihoda od dodatnih usluga od 2010. godine do 2022. godine kao postotak od ukupnog prihoda zračnih prijevoznika.



Grafički prikaz 69: Kretanje prihoda od dodatnih usluga od 2010. do 2022. godine

Izvor: [97]

U kontekstu smanjenja troškova zračni su prijevoznici poduzeli različite mjere: smanjenje radne snage, povlačenje zrakoplova iz uporabe, smanjenje rutne mreže i frekvencije letova, smanjenje plaća zaposlenicima (i menadžmentu), smanjenje (ili ukidanje) usluga na letu, odgoda kapitalnih izdataka. Svi europski zračni prijevoznici gotovo su u potpunosti prizemljili svoje kompletne flote i obustavili operacije tijekom vrhunca krize u ožujku i travnju 2020., kada su uvedena sveobuhvatna ograničenja na putovanja zrakoplovom u Europi. Nakon toga nekoliko je zračnih prijevoznika (*Air France, Austrian Airlines, EasyJet, Lufthansa*) [98] najavilo dugoročne akcije povlačenja zrakoplova iz uporabe što ukazuje na heterogene percepcije postkrizne situacije u industriji.

Većina se europskih i američkih zračnih prijevoznika [98] obratila vladama svojih matičnih država kako bi zatražila subvencije. To nije iznenađujuće, s obzirom na to da su prihodi većine prijevoznika gotovo potpuno nestali.

Radi planiranja smanjenja kapaciteta i rutne mreže, izrazito su važne kratkoročne prognoze za sljedećih šest mjeseci. U dinamičkom okruženju poput recesije važno je što ispravnije procijeniti

potražnju u putničkome i teretnome zračnom prometu kako bi se mogla prilagoditi ponuda na tržištu. Zračni prijevoznici, zračne luke i drugi dionici zračnog prometa oslanjaju se na prognoze potražnje kako bi planirali svoje operacije. To uključuje odlučivanje o rasporedu letova, prilagodbi kapaciteta, organizaciji osoblja i zemaljskih usluga. Precizne prognoze pomažu u optimizaciji resursa i učinkovitijem upravljanju operacijama.

Kratkoročne prognoze potražnje omogućuju zračnim prijevoznicima i drugim dionicima da procijene financijske implikacije krize i prilagode svoje strategije. Na temelju tih prognoza mogu se donijeti odluke o smanjenju troškova, prilagodbi investicijskih planova i drugim financijskim aspektima poslovanja. Također, na temelju tih prognoza mogu se donijeti odluke o količini goriva koje treba nabaviti, količini hrane i pića koja treba osigurati za putnike, količini rezervnih dijelova za održavanje zrakoplova i slično. To pomaže u izbjegavanju viška zaliha i nepotrebnih troškova.

Kratkoročne prognoze potražnje u zračnom prometu ključne su za donošenje informiranih odluka i poduzimanje odgovarajućih mjera u kriznim razdobljima. Precizne prognoze omogućuju prilagodbu operacija, financijsko upravljanje, upravljanje zalihama i nabavom, komunikaciju s putnicima i pregovaranje s dobavljačima. To pomaže zračnim prijevoznicima i drugim dionicima da se učinkovito prilagode krizama i minimiziraju negativne posljedice na svoje poslovanje.

8 ZAKLJUČAK

Industrija zračnog prometa izuzetno je osjetljiva na vanjske čimbenike i karakterizira ju cikličnost koju je uglavnom nemoguće predvidjeti. Ključni trend u industriji zračnog prometa oduvijek je bio rast potražnje, ali po godišnjoj stopi koja opada. Za uspješno planiranje svih aktivnosti i tehnoloških procesa zračnih prijevoznika na taktičkoj i strateškoj razini, ključno je kvantificirati buduću potražnju za zračnim prijevozom. To uključuje planiranje reda letenja, rasporeda posada, održavanja zrakoplova, flote i mreže linija te upravljanje kapacitetima. Osim toga, takvo kvantificiranje važno je i za menadžment i marketinške aktivnosti zračnih prijevoznika.

U ovoj se industriji potražnja obično mjeri na temelju broja prevezenih putnika, ostvarenih putničkih kilometara i ostvarenih tonskih kilometara. Veličina potražnje za putničkim zračnim prometom ovisi o interakciji različitih čimbenika koji utječu na pojedine segmente putnika. Općenito, ovi čimbenici mogu se svrstati u dvije skupine: opće čimbenike koji utječu na sva tržišta i posebne čimbenike koji su važni za određena O-D tržišta. Opći čimbenici koji utječu na veličinu potražnje za zračnim prijevozom uključuju različite društveno-ekonomske pokazatelje poput pokazatelja gospodarskog rasta, pokazatelja populacije i tržišta rada, pokazatelja cijena i inflacije, pokazatelja valutne politike, pokazatelja osobnih financija, pokazatelja ekonomske nestabilnosti i pokazatelja turističke aktivnosti.

Kako bi se identificirale uzročne veze između prometnih i društveno-ekonomskih pokazatelja, za istraživanje su odabrani podaci na nacionalnoj razini Sjedinjenih Američkih Država, i to na mjesečnoj razini za vremenski period od travnja 1990. do veljače 2022. godine. U tom periodu industrija zračnog prometa bila je izložena značajnom utjecaju različitih recesija, od 90-ih godina prošloga stoljeća pa nadalje. Recesija ranih 90-ih godina imala je ozbiljne posljedice na industriju, smanjujući potražnju za putovanjima zrakoplovom zbog ekonomskog pada i gospodarske nestabilnosti. Nadalje, recesija početkom 21. st. imala je također negativan utjecaj na industriju zračnog prometa. Teroristički napadi, ekonomska nestabilnost i smanjena potražnja za putovanjima pridonijeli su izazovima s kojima su se zračni prijevoznici suočili u tom razdoblju. Globalna financijska kriza koja je započela 2008. također je imala dubok utjecaj na industriju zračnog prometa. Ta je kriza dovela do općega gospodarskog sloma i smanjenja potrošnje, što je rezultiralo dramatičnim padom potražnje za putovanjima zrakoplovom i značajnim gubicima za zračne prijevoznike diljem svijeta. Recesija uzrokovana pandemijom bolesti COVID-19 imala je značajan

utjecaj na industriju zračnog prijevoza, nadmašujući prethodne krizne situacije poput terorističkih napada ili financijske krize. Pandemija je dovela gdo obustave putovanja, prizemljenja zrakoplova i smanjenja broja putnika zbog vladinih restrikcija i straha od zaraze. Ova je kriza zahtijevala od zračnih prijevoznika brzu prilagodbu novim uvjetima i razvitak inovativnih strategija za oporavak. Upravo zbog prilagodbe novim okolnostima i dinamičkom okruženju, važno je kvalitetno prognozirati kretanje prometnih pokazatelja u zračnom prometu.

Ključne vještine potrebne za izradu kvalitetnih prognoza u industriji zračnog prijevoza obuhvaćaju znanje o industriji, ekonomskim principima, statistici, upotrebi kompjutorskih aplikacija i komunikaciji. Odabir odgovarajuće prognostičke metode ovisi o cilju prognoze, bilo da se radi o predviđanju putničke ili teretne potražnje, reakciji potražnje na promjene u poslovanju ili predviđanju potražnje na novoj ruti. Važno je uzeti u obzir dostupnost podataka pri odabiru metode prognoziranja. U radu su opisane najčešće primijenjene metode prognoziranja na operativnoj, taktičkoj i strateškoj razini poslovanja zračnih prijevoznika. Ako se želi istražiti veza između pojave X i pojave Y , ključno je analizirati kako se dinamika varijable Y može objasniti dinamikom same varijable u prethodnim razdobljima te hoće li uključivanje prethodnih vrijednosti varijable X poboljšati objašnjenje dinamike pojave Y . To se svodi na ispitivanje uzročnosti, gdje se Grangerov test uzročnosti primjenjuje za proučavanje veze između dva vremenska niza, odnosno utvrđivanje može li jedan vremenski niz objasniti promjene u drugom vremenskom nizu. Analiza mjesečnih podataka omogućuje dublji uvid u promjene i trendove na kraćim vremenskim intervalima. Konverzija kvartalnih podataka u mjesečne podatke povećava snagu Grangerovog testa. Mjesečna mjerenja pružaju više informacija i bolju statističku preciznost pri otkrivanju uzročnosti između vremenskih nizova što je potvrđeno analizom vremenskih nizova ARIMA modelom. Nakon utvrđivanja stacionarnosti vremenskih nizova većina se promatranih vremenskih nizova pokazala nestacionarnima. Nakon diferenciranja nestacionarnih nizova kako bi se postigla stacionarnost, nizovi su testirani na kointegraciju te je potom na temelju dobivenih rezultata kointegracije nizova odabrana metoda provođenja Grangerovog testa uzročnosti: vektorski autoregresivni model (VAR) ili vektorski autoregresivni model korekcije pogreške (VECM). Za sve je društveno-ekonomske pokazatelje utvrđena barem jednosmjerna uzročna veza, dok je za većinu pokazatelja utvrđena obostrana uzročna veza s prometnim pokazateljima.

Kako bi se utvrdila uzročna veza između većeg broja prometnih i društveno-ekonomskih pokazatelja, predlaže se vremenski uzročni model za utvrđivanje uzročnih veza u sustavu

vremenskih nizova. Vremensko uzročno modeliranje obuhvaća izgradnju modela za više povezanih vremenskih nizova, što se naziva „sustavom vremenskih nizova“. Predloženi model uključuje upotrebu autoregresivnih modela, vektorskih autoregresivnih modela (VAR), vektorskih autoregresivnih modela korekcije pogreške (VECM) i testa Grangerove uzročnosti za svaku prediktorsku i *target* varijablu, uključujući samo one prediktorske varijable za koje je utvrđena uzročna veza s *target* varijablom.

Vremenskim uzročnim modelom provedena je i analiza perioda do samog početka krize uzrokovane pandemijom bolesti COVID-19 te se na temelju rezultata analize zaključuje kako isti prediktori nemaju podjednaku važnost u razdobljima recesija i u razdobljima ekspanzija. U razdobljima prije krize veći broj prediktora značajno uzrokuje različite prometne pokazatelje. Međutim, u postrecesijskom razdoblju bruto domaći proizvod ima manje utjecaja na prometne pokazatelje u usporedbi s razdobljem prije krize. Također, značajna je promjena uočena u uzročnoj vezi cijene sirove nafte i njezinog utjecaja na prometne pokazatelje. U razdoblju prije kriznog događaja nije bilo značajne uzročnosti između cijene sirove nafte i bilo kojeg prometnog pokazatelja, no u postrecesijskom razdoblju ta varijabla postaje značajan prediktor za različite prometne pokazatelje. Sličan trend primjećuje se i za prediktorsku varijablu cijena mlaznoga goriva.

Nadalje, vremenskim uzročnim modelom izrađene su prognoze potražnje u zračnom prometu. Usporedbom s koeficijentom determinacije za postavljene vremenski uzročni model i njemu konkurentan (u smislu učestalosti upotrebe pri izradi prognoza potražnje u zračnom prometu) ARIMA model, vremenski uzročni model pokazao se prikladnijim od ARIMA modela. Na temelju usporedbe s realiziranim prometom doneseni su zaključci o boljoj pouzdanosti vremenskoga uzročnog modela za kratkoročno prognoziranje u postrecesijskim razdobljima, kao i u razdobljima ekspanzije. Vremenski uzročni model omogućava u dinamičkim okruženjima trenutnu analizu okolnosti i uzroka te daje pouzdane prognoze za nadolazeće periode. Iz tog razloga industriji zračnog prometa vremenski uzročni model može biti korisniji za poslovno planiranje jer se ističe svojom sposobnošću samoažuriranja – svaki put kad se unesu nove vrijednosti, model se iznova kreira, omogućujući drugim varijablama da postanu statistički značajne i preuzmu ulogu u prognoziranju *target* varijable. Tako kreiran povezani sustav uvijek je ažuran.

Na temelju rezultata provedenog istraživanja i analize, predložene su smjernice za brži oporavak zračnih prijevoznika u postrecesijskim razdobljima. Te smjernice nude konkretne mjere

koje mogu doprinijeti optimizaciji prometno-tehnoloških procesa u recesijskim uvjetima poslovanja zračnih prijevoznika. One ujedno olakšavaju donošenje poslovnih odluka u procesima planiranja mreže letova, upravljanja flotom, posadama i održavanja te upravljanja kapacitetima zrakoplova.

Prognoziranje potražnje za zračnim prometom ključni je alat za osiguravanje učinkovitosti, održivosti i uspješnosti zračnih prijevoznika u postrecesijskim razdobljima. Radi boljeg prognoziranja potražnje važno je kontinuirano praćenje društveno-ekonomskih pokazatelja, posebnih događaja i promjena u potražnji kako bi se zračni prijevoznici, i ostali dionici zračnog prometa, pravovremeno prilagodili promjenama i donijeli informirane odluke.

Provedenim istraživanjem potvrđene su postavljene hipoteze. Primjenom Grangerovog testa uzročnosti uspješno je identificirana i kvantificirana uzročna veza među prometnim i društveno-ekonomskim pokazateljima, uključujući jednosmjernu, obostranu ili nepostojeću uzročnost. Grangerovim testom utvrđeno je da u većini slučajeva postoji barem jednosmjerna uzročna veza među odabranim prometnim i društveno-ekonomskim faktorima, dok je obostrana uzročnost prevladavajuća. Upotrebom temporalnoga kauzalnog modela zasnovanog na identificiranim vezama između dinamike potražnje u zračnom prometu i odabranih prometnih i društveno-ekonomskih pokazatelja doista je moguće preciznije predvidjeti obrazac oporavka u putničkome zračnom prometu. Znanstveni doprinos ovog istraživanja u okviru doktorske disertacije leži u razvoju vremenskoga uzročnog modela prilagođenog za predviđanje potražnje i obrazaca oporavka u putničkome zračnom prometu tijekom postrecesijskih razdoblja. Primjenom ovog modela stvoren je složen sustav vremenskih nizova koji omogućuje dublju analizu uzročnosti među odabranim vremenskim nizovima u usporedbi s tradicionalnim bivarijantnim Grangerovim testom. Osim toga, primjenom vremenskoga uzročnog modela otkrivene su značajne razlike u uzročnim odnosima tijekom ekonomske ekspanzije i recesije. Tijekom recesija primijećen je jači utjecaj društveno-ekonomskih pokazatelja, kao što su cijene nafte, cijene goriva i stope vlasništva nekretnine na prometne pokazatelje. Suprotno tomu, tijekom ekonomske ekspanzije faktori kao što su broj zaposlenih u zračnom prometu i cijene zrakoplovnih karata postali su važniji. Također, identificiran je skup društveno-ekonomskih pokazatelja, uključujući populaciju i bruto domaći proizvod, koji kontinuirano utječu na prometne pokazatelje tijekom oba razdoblja. U dinamičkim okruženjima, vremenski uzročni model pruža trenutnu analizu okolnosti i uzroka, olakšavajući razumijevanje promjena u odnosima među varijablama. Osim toga, model nudi pouzdane prognoze za nadolazeća

razdoblja, čineći ga snažnim alatom za predviđanje u promjenjivim okolnostima. Ovo istraživanje, stoga, ne samo da potvrđuje postavljene hipoteze, već pruža i vrijedne uvide u mehanizme uzročnosti između različitih faktora koji utječu na potražnju za putničkim zračnim prometom i mogućnost preciznog predviđanja u promjenjivim okolnostima.

LITERATURA

- [1] Granger CWJ. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*. 1969; 37(3): 424–438.
- [2] Fernandes E, Pacheco RR. The causal relationship between GDP and domestic air passenger traffic in Brazil. *Transportation Planning and Technology*. 2010; 33(7): 569–581.
- [3] Van De Vijver E, Derudder B, Witlox F. Exploring causality in trade and air passenger travel relationships: the case of Asia-Pacific, 1980-2010. *Journal of Transportation Geography*. 2014; 34: 142–150.
- [4] Van de Vijver E, Derudder B, Witlox F. Air passenger transport and regional development: cause and effect in Europe. *Promet – Traffic & Transportation*. 2016; 28(2): 143–154.
- [5] Baker D, Merkert R, Kamruzzaman M. Regional aviation and economic growth: Cointegration and causality analysis in Australia. *Journal of Transportation Geography*. 2015; 43: 140–150.
- [6] Hakim MM, Merkert R. The causal relationship between air transport and economic growth: Empirical evidence from South Asia. *Journal of Transportation Geography*. 2016; 56: 120–127.
- [7] Xu S, Chan HK, Zhang T. Forecasting the demand of the aviation industry using hybrid time series SARIMA-SVR approach. *Transportation Research E*. 2019; 122: 169–180.
- [8] Küçükönel H, Sedefoğlu G. The Causality Analysis of Air Transport and Socio-economics Factors: The Case of OECD Countries. In: *Transportation Research Procedia*. Elsevier B.V.; 2017. pp. 16–26.
- [9] Button K, Yuan J. Airfreight Transport and Economic Development: An Examination of Causality. *Urban Studies*. 2013; 50(2): 329–340.
- [10] Chi J, Baek J. Dynamic relationship between air transport demand and economic growth in the United States: A new look. *Transport Policy*. 2013; 29: 257–260.
- [11] Pearce B. The state of air transport markets and the airline industry after the great recession. *Journal of Air Transport Management*. 2012; 21: 3–9.
- [12] Fuellhart K, Ooms K, Derudder B, O'Connor K. Patterns of US air transport across the economic unevenness of 2003–2013. *Journal of Maps*. 2016; 12(5): 1253–1257.

- [13] Bordo MD, Haubrich JG. Deep recessions, fast recoveries, and financial crises: evidence from the American record. *Economic Inquiry*. 2017; 55(1): 527–541.
- [14] Bonham C, Edmonds C, Mak J. The impact of 9/11 and other terrible global events on tourism in the United States and Hawaii. *Journal of Travel Research*. 2006; 45(1): 99–110.
- [15] Iacus SM, Natale F, Santamaria C, Spyros S, Vespe M. Estimating and projecting air passenger traffic during the COVID-19 coronavirus outbreak and its socio-economic impact. *Safety Science*. 2020; 129: 104791.
- [16] Gudmundsson SV, Cattaneo M, Redondi R. Forecasting temporal world recovery in air transport markets in the presence of large economic shocks: The case of COVID-19. *Journal of Air Transport Management*. 2021; 91: 102007.
- [17] McKibbin WJ, Wilcoxon PJ. The Theoretical and Empirical Structure of the G-Cubed Model. *Economic Modeling*. 1999; 16(1): 123–148.
- [18] McKibbin W, Fernando R. The Global Macroeconomic Impacts of COVID-19: Seven Scenarios. *CAMA Working Paper*. 2020; 19/2000.
- [19] Baksi AK, Parid BB. Impact of responsible tourism metrics on socio-environmental indicators in post Covid-19 environment: a predictive analysis using temporal causal modelling. In: Robinet J, Toney TK, Sindhu BR, Anita AT. (eds.) *Conference proceedings 1st Asian tourism research conference, 1 – 3 December 2020, Kottayam, Kerala*. School of Tourism Studies, Mahatma Gandhi University; 2020. pp. 380–392.
- [20] Lamb TL, Winter SR, Rice S, Ruskin KJ, Vaughn A. Factors that predict passengers willingness to fly during and after the COVID-19 pandemic. *Journal of Air Transport Management*. 2020; 89: 101897.
- [21] Warnock-Smith D, Graham A, O’Connell JF, Efthymiou M. Impact of COVID-19 on air transport passenger markets: Examining evidence from the Chinese market. *Journal of Air Transport Management*. 2021; 94: 102085.
- [22] Linden E. Pandemics and environmental shocks: What aviation managers should learn from COVID-19 for long-term planning. *Journal of Air Transport Management*. 2021; 90: 101944.
- [23] Hanson D, Toru Delibasi T, Gatti M, Cohen S. How do changes in economic activity affect air passenger traffic? The use of state-dependent income elasticities to improve aviation forecasts. *Journal of Air Transport Management*. 2022; 98: 102147.

- [24] International Air Transport Association. *Global Outlook for Air Transport: Highly Resilient, Less Robust*. Jun 2023.
- [25] Smyth M, Pearce B. *IATA Economics Briefing No 9: Air travel demand*. International Air Transport Association. Apr 2008.
- [26] Škurla Babić R. *Model predviđanja potražnje u sustavu dinamičkog upravljanja kapacitetima zrakoplova*. Doktorski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu; 2013.
- [27] Tatalović M, Mišetić I, Bajić J. *Planiranje zračnog prijevoza*. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu; 2017.
- [28] Vasigh B, Fleming K, Tacker T. *Introduction to Air Transport Economics: From Theory to Application*. Second edition. Oxon: Ashgate; 2016.
- [29] Bureau of Transportation Statistics. *Air Carrier Summary: T1: U.S. Air Carrier Traffic And Capacity Summary by Service Class*. Preuzeto s:
https://www.transtats.bts.gov/DL_SelectFields.aspx?gnoyr_VQ=FJH&QO_fu146_anzr=Nv4%20Pn44vr4%20f7zzn4B [pristupljeno: 12. kolovoza 2022.]
- [30] Kalić M. *Planiranje prevoženja i eksploatacija vazduhoplova I*. II. izdanje. Beograd: Saobraćajni Fakultet Univerziteta u Beogradu; 2016.
- [31] Samuelson PA, Nordhaus WD. *Ekonomija*. XV. izdanje. Zagreb: MATE d.o.o.; 2000.
- [32] Ito H, Lee D. Assessing the impact of the September 11 terrorist attacks on U.S. airline demand. *Journal of Economics and Business*. 2005; 57(1): 75–95.
- [33] International Air Transport Association. *Economic briefing: Avian flu*. May 2006.
- [34] International Air Transport Association. *Air Passenger Market Analysis*. Dec 2020.
- [35] Macario R, Van de Voorde E. *The Air Transportation Industry: Economic Conflict and Competition*. Oxford: Elsevier; 2022.
- [36] Air Transport Bureau. *Effects of Novel Coronavirus (COVID-19) on Civil Aviation: Economic Impact Analysis Air Transport Bureau Contents*. International Civil Aviation Organization. Montreal, Canada; Jan 2021.
- [37] Serdar V, Šošić I. *Uvod u statistiku*. XII. izdanje. Zagreb: Školska knjiga; 2022.
- [38] Rozga A. *Statistika za ekonomiste*. III. izdanje. Split: Ekonomski fakultet Sveučilišta u Splitu; 2003.
- [39] International Civil Aviation Organization. *Form A*. Preuzeto s:
<http://www.icao.int/staforms> [pristupljeno: 23. travnja 2023.]

- [40] Hu Y, Xiao J, Deng Y, Xiao Y, Wang S. Domestic air passenger traffic and economic growth in China: Evidence from heterogeneous panel models. *Journal of Air Transport Management*. 2015; 42: 95–100.
- [41] Higgoda R, Madurapperuma W. Air passenger movements and economic growth in Sri Lanka: Co-integration and causality analysis. *Journal of Transport and Supply Chain Management*. 2020; 14: 1–13.
- [42] Tolcha TD, Bråthen S, Holmgren J. Air transport demand and economic development in sub-Saharan Africa: Direction of causality. *Journal of Transportation Geography*. 2020; 86: 102771.
- [43] Akinyemi YC. Determinants of domestic air travel demand in Nigeria: cointegration and causality analysis. *GeoJournal*. 2019; 84(5): 1239–1256.
- [44] Mehmood B, Feliceo A, Shahid A. What causes what? Aviation demand and economic growth in Romania: cointegration estimation and causality analysis. *Romanian Economic and Business Review*. 2014; 9(1): 21–33.
- [45] Hanson D, Toru Delibasi T, Gatti M, Cohen S. How do changes in economic activity affect air passenger traffic? The use of state-dependent income elasticities to improve aviation forecasts. *Journal of Air Transport Management*. 2022; 98: 102147.
- [46] Jankiewicz J, Huderek-Glaska S. The air transport market in Central and Eastern Europe after a decade of liberalisation – Different paths of growth. *Journal of Transportation Geography*. 2016; 50: 45–56.
- [47] Costa FA, Caetano M, Pinto Alves CJ, Rossi R. Measuring the influence of the commodity market performance over the supply and demand of regional air travel. *Journal of Aerospace Technology and Management*. 2019; 11.
- [48] Škurla Babić R, Ozmec-Ban M, Pedišić K. Operational and Regulatory Aspects of Repurposing Aircraft Passenger Cabin for Transport of Cargo. In: Vidović M, Kilibarda M, Zečević S, Radivojević G. (eds.) *Proceedings of the 5th Logistics International Conference. Belgrade, Serbia*: University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering; 2022. pp. 55–67.
- [49] Tsui WHK, Fu X, Yin C, Zhang H. Hong Kong's aviation and tourism growth – An empirical investigation. *Journal of Air Transport Management*. 2021; 93: 102036.

- [50] Doganis R. *Flying Off Course: Airline Economics and Marketing*. Fourth edition. New York: Routledge; 2010.
- [51] The World of Bank. *GDP current USD*. Preuzeto s: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD> [pristupljeno: 19. travnja 2023.]
- [52] Airlines for America. *World Airlines Traffic and Capacity*. Preuzeto s: <https://www.airlines.org/dataset/world-airlines-traffic-and-capacity/> [pristupljeno: 19. travnja 2023.]
- [53] International Monetary Fund. *International Financial Statistics: Gross Domestic Product*. Preuzeto s: <https://data.imf.org/?sk=4c514d48-b6ba-49ed-8ab9-52b0c1a0179b> [pristupljeno: 12. listopada 2022.]
- [54] U.S. Energy Information Administration. *U.S. Crude Oil First Purchase Price*. Preuzeto s: https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=pet&s=f000000_3&f=m [pristupljeno: 21. kolovoza 2022.]
- [55] Morrell P, Swan W. Airline jet fuel hedging: Theory and practice. *Transport Reviews*. 2006; 26(6): 713–730.
- [56] U.S. Energy Information Administration. *U.S. Gulf Coast Kerosene-Type Jet Fuel Spot*. Preuzeto s: https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=EER_EPJK_PF4_RGC_DPG&f=M [pristupljeno 18. kolovoza 2022.]
- [57] U.S. Census Bureau. *U.S. Population by month*. Preuzeto s: <https://www.census.gov/> [pristupljeno 6. siječnja 2023.]
- [58] Federal Reserve Economic Data. *Labor Force Participation Rate*. Preuzeto s: <https://fred.stlouisfed.org/series/CIVPART> [pristupljeno 7. siječnja 2023.]
- [59] International Monetary Fund. *International Financial Statistics: Prices, Production and Labor selected indicators*. Preuzeto s: <https://data.imf.org/regular.aspx?key=61545849> [pristupljeno 2. siječnja 2023.]
- [60] Federal Reserve Economic Data. *All Employees, Air Transportation*. Preuzeto s: <https://fred.stlouisfed.org/series/CES4348100001> [pristupljeno 6. siječnja 2023.]
- [61] U.S. Bureau of Labor Statistics. *Employment Cost Index*. Preuzeto s: <https://www.bls.gov/eci/> [pristupljeno 6. svibnja 2023.]

- [62] Mikić M, Orsag S, Pološki Vokić N, Švaljek S. ur. *Ekonomski leksikon*. Zagreb: Leksikografski zavod Miroslav Krleža; 2011.
- [63] Balli HO, Tsui WHK, Balli F. Modelling the volatility of international visitor arrivals to New Zealand. *Journal of Air Transport Management*. 2019; 75: 204–214.
- [64] U.S. Bureau of Labor Statistics. *Import Price Index*. Preuzeto s: https://data.bls.gov/timeseries/EIUIR?output_view=pct_1mth [pristupljeno 9. siječnja 2023.]
- [65] U.S. Bureau of Labor Statistics. *Export Price Index*. Preuzeto s: https://data.bls.gov/timeseries/EIUIQ&output_view=pct_1mth [pristupljeno 9. siječnja 2023.]
- [66] International Monetary Fund. *International Financial Statistics: Exchange Rates*. Preuzeto s: <https://data.imf.org/regular.aspx?key=61545850> [pristupljeno 2. siječnja 2023.]
- [67] International Monetary Fund. *Exchange rates: concepts, measurements and assessment of competitiveness*. Bangkok; Nov 2014.
- [68] Bureau of Economic Analysis. *Income and Saving*. Preuzeto s: <https://www.bea.gov/resources/learning-center/what-to-know-income-saving> [pristupljeno 2. siječnja 2023.]
- [69] Federal Reserve Bank of St. Louis. *Disposable Personal Income*. Preuzeto s: <https://fred.stlouisfed.org/series/DSPI> [pristupljeno 3. siječnja 2023.]
- [70] Federal Reserve Economic Data. *Personal Saving Rate*. Preuzeto s: <https://fred.stlouisfed.org/series/PSAVERT> [pristupljeno 6. siječnja 2023.]
- [71] Federal Reserve Economic Data. *Homeownership Rate in the United States*. Preuzeto s: <https://fred.stlouisfed.org/series/RSAHORUSQ156S> [pristupljeno 7. siječnja 2023.]
- [72] Chauvet M. An econometric characterization of business cycle dynamics with factor structure and regime switching. *International Economic Review*. 1998; 39(4): 969–996.
- [73] Federal Reserve Economic Data. *Smoothed U.S. Recession Probabilities*. <https://fred.stlouisfed.org/series/RECPROUSM156N#> [pristupljeno 6. svibnja 2023.]
- [74] Federal Reserve Economic Data. *Economic Policy Uncertainty Index for United States*. Preuzeto s: <https://fred.stlouisfed.org/series/USEPUINDEXM> [pristupljeno 6. svibnja 2023.]
- [75] Crone TM, Clayton-Matthews A. Consistent economic indexes for the 50 States. *The Review of Economics and Statistics*. 2005; LXXXVII(4).

- [76] Federal Reserve Economic Data. *Coincident Economic Activity Index for the United States*. <https://fred.stlouisfed.org/series/USPHCI> [pristupljeno 6. svibnja 2023.]
- [77] Mrnjavac E. *Promet u turizmu*. Opatija: Sveučilište u Rijeci, Fakultet za turistički i hotelski menadžment; 2006.
- [78] Tatalović M, Mišetić I, Ozmec-Ban M. COVID 19 ramifications on touristic results in 2020. *EMC Review – Časopis za ekonomiju – APEIRON*. 2022; 23(1).
- [79] United Nation World Tourism Organization. *Glossary of Tourism Terms*. Preuzeto s: <https://www.unwto.org/glossary-tourism-terms> [pristupljeno 7. svibnja 2023.]
- [80] International Trade Administration. *ADIS/I-94 visitor arrivals program*. Preuzeto s: <https://www.trade.gov/sites/default/files/2022-02/Monthly-Arrivals-2000-Present.xlsx> [pristupljeno 2. siječnja 2023.]
- [81] Federal Reserve Economic Data. *Consumer Price Index: Airline Fares in U.S. City Average*. Preuzeto s: <https://fred.stlouisfed.org/series/CUSR0000SETG01> [pristupljeno 2. siječnja 2023.]
- [82] Washington SP, Karlaftis MG, Mannering FL. *Statistical and Economic Methods for Transportation Data Analysis*. New York: CRC Press Company; 2003.
- [83] Bahovec V, Erjavec N. *Uvod u ekonometrijsku analizu*. I. izd. Zagreb: Element; 2009.
- [84] Belullo A. *Uvod u ekonometriju*. Pula: Sveučilište Jurja Dobrile u Puli Odjel za ekonomiju i turizam „Dr. Mijo Mirković“; 2011.
- [85] Engle RF, Granger CWJ. Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*. 1987; 55(2): 251–276.
- [86] IATA Economics. *The impact of the war in Ukraine on the aviation industry*. Mar 2022.
- [87] Suk M, Kim W. COVID-19 and the airline industry: crisis management and resilience. *Tourism Review*. 2021; 76(4): 984–98.
- [88] IATA Economics. *Chart of the Week*. Jan 2020.
- [89] Reuters. *Airlines suspend China flights due to coronavirus outbreak*. Preuzeto s: <https://www.reuters.com/article/us-china-health-airlines-factbox/airlines-suspend-china-flights-due-to-coronavirus-outbreak-idUKKBN20F0J3> [pristupljeno 13. svibnja 2023.]
- [90] United States of America Department of Transportation Office of The Secretary. *Enforcement Notice Regarding Refunds by Carriers Given the Unprecedented Impact Of The Covid-19 Public Health Emergency on Air Travel*. Preuzeto s:

<https://www.transportation.gov/individuals/aviation-consumer-protection/refunds>

[pristupljeno 2. lipnja 2023.]

- [91] European Court of Auditors. *Special Report Air passenger rights during the COVID-19 pandemic: Key rights not protected despite Commission efforts*. 2021.
- [92] International Air Transport Association. *Outlook for the global airline industry*. Apr 2021.
- [93] Thorn A. *Freighters' is the new name for 2020's aviation phenomenon*. Preuzeto s: <https://worldofaviation.com/2020/05/freighters-is-the-new-name-for-2020s-aviation-phenomenon/> [pristupljeno 7. lipnja 2023.]
- [94] Bouwer J, Dichter A, Krishnan V, Saxon S. *The six secrets of profitable airlines*. McKinsey: 2022.
- [95] Sorensen J. *The 2021 CarTrawler Yearbook of Ancillary Revenue*. Preuzeto s: www.cartrawler.com [pristupljeno 7. lipnja 2023.]
- [96] Ozmec-Ban M, Škurla Babić R, Vidović A, Bračić M. A Review of Ancillary Services Implementation in the Revenue Management Systems. *Promet – Traffic & Transportation*. 2022; 34(4): 581–594.
- [97] Škurla Babić R, Bajić J, Ozmec-Ban M. Correlation between the magnitude of airline ancillary revenues and the post-pandemic recovery of their profitability. In: Jakupović, S.; Novaković, V. (eds.) *13th International Scientific Conference on Economic Development and Standard of Living (EDASOL 2023) – Circular economy as part of the concept of sustainable development of society, 9 June 2023, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina*. Banja Luka: Ekonomska biblioteka; 2023. p. 25.
- [98] Albers S, Rundshagen V. European airlines' strategic responses to the COVID-19 pandemic (January-May 2020). *Journal of Air Transport Management*. 2020; 87: 101863.

POPIS TABLICA, GRAFIČKIH PRIKAZA I SLIKA

TABLICE

| | |
|---|-----|
| Tablica 1: Utjecaj pandemije bolesti COVID-19 na zračne prijevoznike u različitim regijama u 2020. godini | 22 |
| Tablica 2: Popis društveno-ekonomskih pokazatelja i izvora podataka..... | 26 |
| Tablica 3: Popis vremenskih nizova upotrijebljenih u istraživanju i njihovih kratica | 90 |
| Tablica 4: Utvrđivanje stacionarnosti promatranih vremenskih nizova..... | 95 |
| Tablica 5: Vremenski pomak dviju promatranih varijabli na temelju SC kriterija | 97 |
| Tablica 6: Odabir metode za utvrđivanje Grangerove uzročnosti na temelju provedenog Johansenovog testa na kointegraciju | 100 |
| Tablica 7: Rezultati Grangerovog testa uzročnosti | 104 |
| Tablica 8: Uzročnost prometnih pokazatelja na temelju provedenoga vremenskog uzročnog modela za period od travnja 1990. do veljače 2022. | 122 |
| Tablica 9: Uzročnost prometnih pokazatelja na temelju provedenoga vremenskog uzročnog modela za period od travnja 1990. do siječnja 2020..... | 134 |
| Tablica 10: Usporedne vrijednosti koeficijenta determinacije za TCM i ARIMA model | 143 |

GRAFIČKI PRIKAZI

| | |
|---|----|
| Grafički prikaz 1: Prosječan povrat na uloženi kapital i prosječan trošak kapitala zračnih prijevoznika na globalnoj razini od 2008. do 2022. godine | 11 |
| Grafički prikaz 2: Primjeri krivulja elastične i neelastične potražnje | 15 |
| Grafički prikaz 3: Kretanje broja prevezenih prihodovnih putnika koje su prevezli američki zračni prijevoznici u domaćem i međunarodnom prometu od travnja 1990. do veljače 2022. godine..... | 17 |
| Grafički prikaz 4: Broj prevezenih prihodovnih putnika američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu od travnja 1990. do veljače 2022..... | 29 |
| Grafički prikaz 5: Broj prevezenih prihodovnih putnika američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu od travnja 1990. do veljače 2022. | 30 |
| Grafički prikaz 6: Ostvareni putnički kilometri američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu od travnja 1990. do veljače 2022..... | 31 |
| Grafički prikaz 7: Ostvareni putnički kilometri američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu od travnja 1990. do veljače 2022..... | 32 |
| Grafički prikaz 8: Ostvareni tonski kilometri američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu od travnja 1990. do veljače 2022..... | 33 |
| Grafički prikaz 9: Ostvareni tonski kilometri američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu od travnja 1990. do veljače 2022..... | 33 |
| Grafički prikaz 10: Robni tonski kilometri američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu od travnja 1990. do veljače 2022..... | 34 |
| Grafički prikaz 11: Robni tonski kilometri američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu od travnja 1990. do veljače 2022..... | 35 |
| Grafički prikaz 12: Raspoloživa sjedala kilometri američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu od travnja 1990. do veljače 2022..... | 36 |
| Grafički prikaz 13: Raspoloživa sjedala kilometri američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu od travnja 1990. do veljače 2022..... | 36 |
| Grafički prikaz 14: Kretanje stopa rasta svjetskog BDP-a i ostvarenih putničkih kilometara | 38 |
| Grafički prikaz 15: Realni bruto domaći proizvod Sjedinjenih Američkih Država od travnja 1990. do veljače 2022..... | 39 |
| Grafički prikaz 16: Cijena sirove nafte na NYMEX-u u periodu od travnja 1990. do veljače 2022. | 41 |
| Grafički prikaz 17: Cijena mlaznoga goriva za Meksički zaljev SAD-a od travnja 1990. do veljače 2022. | 43 |
| Grafički prikaz 18: Populacija Sjedinjenih Američkih Država od travnja 1990. do veljače 2022..... | 44 |

| | |
|--|----|
| Grafički prikaz 19: Stopa radne snage u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022. | 46 |
| Grafički prikaz 20: Stopa nezaposlenosti u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022..... | 47 |
| Grafički prikaz 21: Broj zaposlenih u zračnom prometu od travnja 1990. do veljače 2022. | 48 |
| Grafički prikaz 22: Indeks troškova zapošljavanja u SAD-u od travnja 1990. do veljače 2022. | 49 |
| Grafički prikaz 23: Indeks cijena proizvođača u SAD-u od travnja 1990. do veljače 2022. | 50 |
| Grafički prikaz 24: Indeks potrošačkih cijena u SAD-u od travnja 1990. do veljače 2022. | 51 |
| Grafički prikaz 25: Indeks industrijske proizvodnje u SAD-u od travnja 1990. do veljače 2022..... | 52 |
| Grafički prikaz 26: Indeks uvoznih cijena u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022..... | 53 |
| Grafički prikaz 27: Indeks izvoznih cijena u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022..... | 54 |
| Grafički prikaz 28: Stopa nacionalne valute (američki dolar) prema posebnim pravima vučenja (SDR) u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022..... | 56 |
| Grafički prikaz 29: Realni efektivni tečaj prema indeksu potrošačkih cijena u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022. | 57 |
| Grafički prikaz 30: Realni efektivni devizni tečaj temeljen na jediničnim troškovima rada u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022. | 58 |
| Grafički prikaz 31: Osobni dohodak u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022. | 60 |
| Grafički prikaz 32: Raspoloživi osobni dohodak u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022..... | 61 |
| Grafički prikaz 33: Stopa osobne štednje u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022..... | 62 |
| Grafički prikaz 34: Stopa vlasništva nekretnina u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022..... | 63 |
| Grafički prikaz 35: Izgladnena vjerojatnost recesije u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022..... | 64 |
| Grafički prikaz 36: Indeks neizvjesnosti ekonomske politike u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022..... | 65 |
| Grafički prikaz 37: Indeks koincidentne ekonomske aktivnosti u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022..... | 66 |

| | |
|--|-----|
| Grafički prikaz 38: Međunarodni posjetitelji u Sjedinjenim Američkim Državama od siječnja 2000. do veljače 2022..... | 67 |
| Grafički prikaz 39: Indeks cijena zrakoplovnih karata kao komponenta indeksa potrošačkih cijena u Sjedinjenim Američkim Državama od travnja 1990. do veljače 2022..... | 68 |
| Grafički prikaz 40: Tipični scenarij Grangerove obostrane uzročnosti..... | 86 |
| Grafički prikaz 41: Koraci provedbe Grangerovog testa uzročnosti..... | 87 |
| Grafički prikaz 42: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na prevezene prihodovne putnike američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu za period od travnja 1990. do veljače 2022..... | 116 |
| Grafički prikaz 43: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na prevezene prihodovne putnike američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu za period od travnja 1990. do veljače 2022..... | 116 |
| Grafički prikaz 44: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na ostvarene putničke kilometre američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu za period od travnja 1990. do veljače 2022..... | 117 |
| Grafički prikaz 45: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na ostvarene putničke kilometre američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu za period od travnja 1990. do veljače 2022..... | 118 |
| Grafički prikaz 46: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na ostvarene tonske kilometre američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu za period od travnja 1990. do veljače 2022..... | 118 |
| Grafički prikaz 47: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na ostvarene tonske kilometre američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu za period od travnja 1990. do veljače 2022..... | 119 |
| Grafički prikaz 48: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na robne tonske kilometre američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu za period od travnja 1990. do veljače 2022..... | 120 |
| Grafički prikaz 49: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na robne tonske kilometre američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu za period od travnja 1990. do veljače 2022..... | 120 |
| Grafički prikaz 50: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na raspoloživa sjedala kilometre američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu za period od travnja 1990. do veljače 2022..... | 121 |

| | |
|---|-----|
| Grafički prikaz 51: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na raspoloživa sjedala kilometre američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu za period od travnja 1990. do veljače 2022..... | 122 |
| Grafički prikaz 52: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM - dijagram uzročnosti na prevezene prihodovne putnike američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu za period od travnja 1990. do siječnja 2020..... | 132 |
| Grafički prikaz 53: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na prevezene prihodovne putnike američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu za period od travnja 1990. do siječnja 2020..... | 132 |
| Grafički prikaz 54: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na ostvarene putničke kilometre američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu za period od travnja 1990. do siječnja 2020..... | 133 |
| Grafički prikaz 55: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – dijagram uzročnosti na ostvarene putničke kilometre američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu za period od travnja 1990. do siječnja 2020..... | 133 |
| Grafički prikaz 56: Prognoza kretanja broja prevezenih prihodovnih putnika američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu od travnja 1990. do veljače 2023. izračunata TCM modelom..... | 136 |
| Grafički prikaz 57: Prognoza kretanja broja prevezenih prihodovnih putnika američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu od travnja 1990. do veljače 2023. izračunata TCM modelom | 137 |
| Grafički prikaz 58: Prognoza kretanja ostvarenih putničkih kilometara američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu od travnja 1990. do veljače 2023. izračunata TCM modelom..... | 138 |
| Grafički prikaz 59: Prognoza kretanja ostvarenih putničkih kilometara američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu od travnja 1990. do veljače 2023. izračunata TCM modelom | 138 |
| Grafički prikaz 60: Prognoza kretanja ostvarenih tonskih kilometara američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu od travnja 1990. do veljače 2023. izračunata TCM modelom..... | 139 |
| Grafički prikaz 61: Prognoza kretanja ostvarenih tonskih kilometara američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu od travnja 1990. do veljače 2023. izračunata TCM modelom | 140 |
| Grafički prikaz 62: Prognoza kretanja robnih tonskih kilometara američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu od travnja 1990. do veljače 2023. izračunata TCM modelom | 141 |
| Grafički prikaz 63: Prognoza kretanja robnih tonskih kilometara američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu od travnja 1990. do veljače 2023. izračunata TCM modelom | 141 |
| Grafički prikaz 64: Usporedba prognoziranih vrijednosti i ostvarenih učinaka prevezenih prihodovnih putnika američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu od ožujka 2022. do veljače 2023..... | 146 |

| | |
|--|-----|
| Grafički prikaz 65: Usporedba prognoziranih vrijednosti i ostvarenih učinaka prevezenih prihodovnih putnika američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu od ožujka 2022. do veljače 2023. ... | 147 |
| Grafički prikaz 66: Usporedba prognoziranih vrijednosti i ostvarenih učinaka ostvarenih putničkih kilometara američkih zračnih prijevoznika u domaćem prometu od ožujka 2022. do veljače 2023..... | 148 |
| Grafički prikaz 67: Usporedba prognoziranih vrijednosti i ostvarenih učinaka ostvarenih putničkih kilometara američkih zračnih prijevoznika u međunarodnom prometu od ožujka 2022. do veljače 2023. | 148 |
| Grafički prikaz 68: Redoviti robni tonski kilometri prema vrsti operacije | 154 |
| Grafički prikaz 69: Kretanje prihoda od dodatnih usluga od 2010. do 2022. godine..... | 155 |

SLIKE

| | |
|---|-----|
| Slika 1: Prikaz rezultata IBM SPSS Statistics ARIMA modela..... | 92 |
| Slika 2: Prikaz dijaloškog okvira eViews programa nakon provedenog Johansenovog testa kointegracije kojim je utvrđena nekointegriranost dva niza | 99 |
| Slika 3: Prikaz dijaloškog okvira eViews programa nakon provedenog Johansenovog testa kointegracije kojim je utvrđena kointegriranost dva niza | 99 |
| Slika 4: Rješenje provedenog Grangerovog testa uzročnosti za nekointegrirane nizove RPd i RPi u eViewsu | 102 |
| Slika 5: Rješenje provedenog Grangerovog testa uzročnosti za nekointegrirane nizove RPKd i S08 u eViewsu..... | 103 |
| Slika 6: Rješenje provedenog Grangerovog testa uzročnosti za nekointegrirane nizove RPKi i S05 u eViewsu..... | 104 |
| Slika 7: Izgled dijela sučelja IBM SPSS Statistics za provedeni TCM: informacije o provedenome modelu | 109 |
| Slika 8: Izgled dijela sučelja IBM SPSS Statistics za provedeni TCM: sažetak informacije o promatranim vremenskim periodima..... | 110 |
| Slika 9: Izgled dijela sučelja IBM SPSS Statistics za provedeni TCM: histogram prilagođenosti vremenskoga uzročnog modela za period od travnja 1990. do veljače 2022..... | 111 |
| Slika 10: Izgled dijela sučelja IBM SPSS Statistics za provedeni TCM: vrijednosti R2 za postavljene vremenski uzročni model za period od travnja 1990. do veljače 2022. | 111 |
| Slika 11: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – grafički prikaz uzročnih veza u vremenskome uzročnom modelu za period od travnja 1990. do veljače 2022..... | 112 |
| Slika 12: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi najznačajnijih uzročnih veza za varijablu prevezeni prihodovni putnici u domaćem prometu u periodu od travnja 1990. do veljače 2022. | 113 |
| Slika 13: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi najznačajnijih uzročnih veza za varijablu prevezeni prihodovni putnici u međunarodnom prometu u periodu od travnja 1990. do veljače 2022..... | 113 |
| Slika 14: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi najznačajnijih uzročnih veza za varijablu ostvareni putnički kilometri u domaćem prometu u periodu od travnja 1990. do veljače 2022. | 113 |
| Slika 15: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi najznačajnijih uzročnih veza za varijablu ostvareni putnički kilometri u međunarodnom prometu u periodu od travnja 1990. do veljače 2022. | 113 |

| | |
|---|-----|
| Slika 16: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi najznačajnijih uzročnih veza za varijablu ostvareni tonski kilometri u domaćem prometu u periodu od travnja 1990. do veljače 2022.... | 114 |
| Slika 17: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi najznačajnijih uzročnih veza za varijablu ostvareni tonski kilometri u međunarodnom prometu u periodu od travnja 1990. do veljače 2022. | 114 |
| Slika 18: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi najznačajnijih uzročnih veza za varijablu robni tonski kilometri u domaćem prometu u periodu od travnja 1990. do veljače 2022..... | 114 |
| Slika 19: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi najznačajnijih uzročnih veza za varijablu robni tonski kilometri u međunarodnom prometu u periodu od travnja 1990. do veljače 2022. | 114 |
| Slika 20: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi najznačajnijih uzročnih veza za varijablu raspoloživa sjedala kilometri u domaćem prometu u periodu od travnja 1990. do veljače 2022. | 115 |
| Slika 21: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi najznačajnijih uzročnih veza za varijablu raspoloživa sjedala kilometri u međunarodnom prometu u periodu od travnja 1990. do veljače 2022..... | 115 |
| Slika 22: Izgled dijela sučelja IBM SPSS Statistics R2 testa TCM modela s uključenim nizom S24 (a) i bez njegova uključenja (a) | 124 |
| Slika 23: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za prevezene prihodovne putnike u domaćem prometu gdje je S24 uključen u model | 125 |
| Slika 24: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za prevezene prihodovne putnike u domaćem prometu gdje S24 nije uključen u model | 125 |
| Slika 25: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za prevezene prihodovne putnike u međunarodnom prometu gdje je S24 uključen u model..... | 126 |
| Slika 26: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za prevezene prihodovne putnike u međunarodnom prometu gdje S24 nije uključen u model..... | 126 |
| Slika 27: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za ostvarene putničke kilometre u domaćem prometu gdje je S24 uključen u model | 126 |
| Slika 28: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za ostvarene putničke kilometre u domaćem prometu gdje S24 nije uključen u model | 126 |
| Slika 29: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za ostvarene putničke kilometre u međunarodnom prometu gdje je S24 uključen u model | 127 |
| Slika 30: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za ostvarene putničke kilometre u domaćem prometu gdje S24 nije uključen u model | 127 |

| | |
|---|-----|
| Slika 31: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za ostvarene tonske kilometre u domaćem prometu gdje je S24 uključen u model..... | 127 |
| Slika 32: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za ostvarene tonske kilometre u domaćem prometu gdje S24 nije uključen u model..... | 127 |
| Slika 33: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za ostvarene tonske kilometre u međunarodnom prometu gdje je S24 uključen u model | 128 |
| Slika 34: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za ostvarene tonske kilometre u međunarodnom prometu gdje S24 nije uključen u model | 128 |
| Slika 35: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za robne tonske kilometre u domaćem prometu gdje je S24 uključen u model | 128 |
| Slika 36: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za robne tonske kilometre u domaćem prometu gdje S24 nije uključen u model | 128 |
| Slika 37: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za robne tonske kilometre u međunarodnom prometu gdje je S24 uključen u model..... | 129 |
| Slika 38: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za robne tonske kilometre u međunarodnom prometu gdje S24 nije uključen u model..... | 129 |
| Slika 39: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za raspoloživa sjedala kilometre u domaćem prometu gdje je S24 uključen u model | 129 |
| Slika 40: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za raspoloživa sjedala kilometre u domaćem prometu gdje S24 nije uključen u model | 129 |
| Slika 41: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za raspoloživa sjedala kilometre u međunarodnom prometu gdje je S24 uključen u model..... | 130 |
| Slika 42: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM – prikazi uzročnih veza za raspoloživa sjedala kilometre u međunarodnom prometu gdje S24 nije uključen u model | 130 |
| Slika 43: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za provedeni TCM: grafički prikaz uzročnih veza u modelu za vremenski period od travnja 1990. do siječnja 2020. | 131 |
| Slika 44: Izgled dijela sučelja IBM SPSS Statistics za provedeni ARIMA model: vrijednosti R2 za postavljene modele | 142 |
| Slika 45: Izlazni rezultati IBM SPSS Statistics za prognoze vremenskih nizova ARIMA modelom od travnja 1990. do veljače 2023..... | 144 |

PRILOZI

Prilog 1: Izvodi iz *eViews*a o provedenoj analizi Grangerove uzročnosti za prevezene prihodovne putnike u domaćem prometu

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
Included observations: 369

Dependent variable: RPD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPI | 55.44790 | 14 | 0.0000 |
| All | 55.44790 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: RPI

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPD | 119.1816 | 14 | 0.0000 |
| All | 119.1816 | 14 | 0.0000 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
Included observations: 369

Dependent variable: RPKD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPD | 49.36560 | 14 | 0.0000 |
| All | 49.36560 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: RPD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPKD | 40.73971 | 14 | 0.0002 |
| All | 40.73971 | 14 | 0.0002 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 368

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPD) | 89.14236 | 13 | 0.0000 |
| All | 89.14236 | 13 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 66.59978 | 13 | 0.0000 |
| All | 66.59978 | 13 | 0.0000 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 369

Dependent variable: RTKD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPD | 99.19930 | 14 | 0.0000 |
| All | 99.19930 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: RPD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RTKD | 60.53667 | 14 | 0.0000 |
| All | 60.53667 | 14 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D(D RTKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPD) | 59.10825 | 13 | 0.0000 |
| All | 59.10825 | 13 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RTKI) | 44.41651 | 13 | 0.0000 |
| All | 44.41651 | 13 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D FTKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPD) | 50.14640 | 14 | 0.0000 |
| All | 50.14640 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D FTKD) | 58.23765 | 14 | 0.0000 |
| All | 58.23765 | 14 | 0.0000 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 369

Dependent variable: D FTKI

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPD | 44.20326 | 13 | 0.0000 |
| All | 44.20326 | 13 | 0.0000 |

Dependent variable: RPD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D FTKI | 45.03343 | 13 | 0.0000 |
| All | 45.03343 | 13 | 0.0000 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 369

Dependent variable: ASKD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPD | 254.4053 | 14 | 0.0000 |
| All | 254.4053 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: RPD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| ASKD | 79.43609 | 14 | 0.0000 |
| All | 79.43609 | 14 | 0.0000 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 369

Dependent variable: ASKI

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPD | 166.1908 | 14 | 0.0000 |
| All | 166.1908 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: RPD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| ASKI | 49.62240 | 14 | 0.0000 |
| All | 49.62240 | 14 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 368

Dependent variable: D(D S01)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPD) | 44.34364 | 13 | 0.0000 |
| All | 44.34364 | 13 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S01) | 24.65990 | 13 | 0.0256 |
| All | 24.65990 | 13 | 0.0256 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D S02)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPD) | 108.0054 | 14 | 0.0000 |
| All | 108.0054 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S02) | 56.26776 | 14 | 0.0000 |
| All | 56.26776 | 14 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D S03)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPD) | 307.9968 | 14 | 0.0000 |
| All | 307.9968 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S03) | 102.1627 | 14 | 0.0000 |
| All | 102.1627 | 14 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D S04)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPD) | 179.0254 | 14 | 0.0000 |
| All | 179.0254 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S04) | 56.08951 | 14 | 0.0000 |
| All | 56.08951 | 14 | 0.0000 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 365

Dependent variable: RPD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S05) | 336.8236 | 16 | 0.0000 |
| All | 336.8236 | 16 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D S05)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPD | 90.35767 | 16 | 0.0000 |
| All | 90.35767 | 16 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 374

Dependent variable: D(D S06)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPD) | 6.415207 | 7 | 0.4922 |
| All | 6.415207 | 7 | 0.4922 |

Dependent variable: D(RPD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S06) | 11.48466 | 7 | 0.1188 |
| All | 11.48466 | 7 | 0.1188 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 374

Dependent variable: D(D S07)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPD) | 4.830108 | 7 | 0.6807 |
| All | 4.830108 | 7 | 0.6807 |

Dependent variable: D(RPD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S07) | 9.724320 | 7 | 0.2047 |
| All | 9.724320 | 7 | 0.2047 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 356

Dependent variable: RPD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S08) | 17.42588 | 25 | 0.8658 |
| All | 17.42588 | 25 | 0.8658 |

Dependent variable: D(D S08)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPD | 203.0496 | 25 | 0.0000 |
| All | 203.0496 | 25 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 373

Dependent variable: D(D S09)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPD) | 8.138195 | 8 | 0.4201 |
| All | 8.138195 | 8 | 0.4201 |

Dependent variable: D(RPD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S09) | 14.50388 | 8 | 0.0695 |
| All | 14.50388 | 8 | 0.0695 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D S10)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPD) | 55.57146 | 14 | 0.0000 |
| All | 55.57146 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S10) | 40.11646 | 14 | 0.0002 |
| All | 40.11646 | 14 | 0.0002 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 365

Dependent variable: D(D S11)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPD) | 188.2275 | 16 | 0.0000 |
| All | 188.2275 | 16 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S11) | 77.97794 | 16 | 0.0000 |
| All | 77.97794 | 16 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 374

Dependent variable: D(D S12)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPD) | 4.101461 | 7 | 0.7680 |
| All | 4.101461 | 7 | 0.7680 |

Dependent variable: D(RPD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S12) | 5.188959 | 7 | 0.6369 |
| All | 5.188959 | 7 | 0.6369 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 374

Dependent variable: D(D S13)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPD) | 14.19513 | 7 | 0.0478 |
| All | 14.19513 | 7 | 0.0478 |

Dependent variable: D(RPD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S13) | 5.854956 | 7 | 0.5568 |
| All | 5.854956 | 7 | 0.5568 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 374

Dependent variable: D(D S14)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPD) | 2.664567 | 7 | 0.9142 |
| All | 2.664567 | 7 | 0.9142 |

Dependent variable: D(RPD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S14) | 3.151582 | 7 | 0.8706 |
| All | 3.151582 | 7 | 0.8706 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 374

Dependent variable: D(D S15)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPD) | 6.797642 | 7 | 0.4502 |
| All | 6.797642 | 7 | 0.4502 |

Dependent variable: D(RPD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S15) | 9.635128 | 7 | 0.2102 |
| All | 9.635128 | 7 | 0.2102 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 374

Dependent variable: D(D S16)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPD) | 6.926813 | 7 | 0.4365 |
| All | 6.926813 | 7 | 0.4365 |

Dependent variable: D(RPD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S16) | 6.905858 | 7 | 0.4387 |
| All | 6.905858 | 7 | 0.4387 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 364

Dependent variable: D(D S17)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPD) | 215.7585 | 17 | 0.0000 |
| All | 215.7585 | 17 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S17) | 66.21875 | 17 | 0.0000 |
| All | 66.21875 | 17 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 364

Dependent variable: D(D S18)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPD) | 215.4900 | 17 | 0.0000 |
| All | 215.4900 | 17 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S18) | 67.76424 | 17 | 0.0000 |
| All | 67.76424 | 17 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 367

Dependent variable: D(D S19)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPD) | 147.1447 | 14 | 0.0000 |
| All | 147.1447 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S19) | 69.96145 | 14 | 0.0000 |
| All | 69.96145 | 14 | 0.0000 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 357

Dependent variable: RPD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D S20 | 167.1347 | 25 | 0.0000 |
| All | 167.1347 | 25 | 0.0000 |

Dependent variable: D S20

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPD | 110.6982 | 25 | 0.0000 |
| All | 110.6982 | 25 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 368

Dependent variable: D(RPD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(S21) | 88.62180 | 14 | 0.0000 |
| All | 88.62180 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: D(S21)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPD) | 45.77016 | 14 | 0.0000 |
| All | 45.77016 | 14 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 369

Dependent variable: D(S22)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPD) | 37.28815 | 13 | 0.0004 |
| All | 37.28815 | 13 | 0.0004 |

Dependent variable: D(RPD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(S22) | 77.27640 | 13 | 0.0000 |
| All | 77.27640 | 13 | 0.0000 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 368

Dependent variable: D S23

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPD | 306.7302 | 14 | 0.0000 |
| All | 306.7302 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: RPD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D S23 | 99.36522 | 14 | 0.0000 |
| All | 99.36522 | 14 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 251

Dependent variable: D(D S24)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPD) | 146.4998 | 14 | 0.0000 |
| All | 146.4998 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S24) | 38.12277 | 14 | 0.0005 |
| All | 38.12277 | 14 | 0.0005 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 368

Dependent variable: D(D S25)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPD) | 37.51737 | 13 | 0.0003 |
| All | 37.51737 | 13 | 0.0003 |

Dependent variable: D(RPD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S25) | 25.24365 | 13 | 0.0214 |
| All | 25.24365 | 13 | 0.0214 |

Prilog 2: Izvodi iz *eViews*a o provedenoj analizi Grangerove uzročnosti za prevezene prihodovne putnike u međunarodnom prometu

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
Included observations: 364

Dependent variable: RPI

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPKD | 119.1090 | 19 | 0.0000 |
| All | 119.1090 | 19 | 0.0000 |

Dependent variable: RPKD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPI | 92.62787 | 19 | 0.0000 |
| All | 92.62787 | 19 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
Included observations: 363

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPI) | 131.6103 | 18 | 0.0000 |
| All | 131.6103 | 18 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 141.4723 | 18 | 0.0000 |
| All | 141.4723 | 18 | 0.0000 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 369

Dependent variable: RTKD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPI | 54.73367 | 14 | 0.0000 |
| All | 54.73367 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: RPI

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RTKD | 105.8574 | 14 | 0.0000 |
| All | 105.8574 | 14 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 368

Dependent variable: D(RPI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RTKI) | 67.05713 | 13 | 0.0000 |
| All | 67.05713 | 13 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D RTKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPI) | 44.65528 | 13 | 0.0000 |
| All | 44.65528 | 13 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D FTKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPI) | 50.95225 | 14 | 0.0000 |
| All | 50.95225 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D FTKD) | 58.14561 | 14 | 0.0000 |
| All | 58.14561 | 14 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(RPI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D FTKI) | 53.26625 | 14 | 0.0000 |
| All | 53.26625 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D FTKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPI) | 72.84536 | 14 | 0.0000 |
| All | 72.84536 | 14 | 0.0000 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 364

Dependent variable: ASKD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPI | 255.1698 | 19 | 0.0000 |
| All | 255.1698 | 19 | 0.0000 |

Dependent variable: RPI

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| ASKD | 109.4153 | 19 | 0.0000 |
| All | 109.4153 | 19 | 0.0000 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: ASKI

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPI | 131.7379 | 15 | 0.0000 |
| All | 131.7379 | 15 | 0.0000 |

Dependent variable: RPI

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| ASKI | 71.61159 | 15 | 0.0000 |
| All | 71.61159 | 15 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 367

Dependent variable: D(D S01)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPI) | 28.37380 | 14 | 0.0127 |
| All | 28.37380 | 14 | 0.0127 |

Dependent variable: D(RPI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S01) | 29.86568 | 14 | 0.0080 |
| All | 29.86568 | 14 | 0.0080 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 366

Dependent variable: D(D S02)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPI) | 107.6053 | 15 | 0.0000 |
| All | 107.6053 | 15 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S02) | 60.76506 | 15 | 0.0000 |
| All | 60.76506 | 15 | 0.0000 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 367

Dependent variable: D S03

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPI | 372.6220 | 15 | 0.0000 |
| All | 372.6220 | 15 | 0.0000 |

Dependent variable: RPI

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D S03 | 125.2845 | 15 | 0.0000 |
| All | 125.2845 | 15 | 0.0000 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 368

Dependent variable: D S04

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPI | 143.4059 | 14 | 0.0000 |
| All | 143.4059 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: RPI

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D S04 | 71.11611 | 14 | 0.0000 |
| All | 71.11611 | 14 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 364

Dependent variable: D(RPI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-------------|----------|----|--------|
| D(D S05 .2) | 353.0213 | 16 | 0.0000 |
| All | 353.0213 | 16 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D S05 .2)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPI) | 90.26576 | 16 | 0.0000 |
| All | 90.26576 | 16 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 367

Dependent variable: D(D S06)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPI) | 16.76931 | 14 | 0.2687 |
| All | 16.76931 | 14 | 0.2687 |

Dependent variable: D(RPI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S06) | 30.68701 | 14 | 0.0061 |
| All | 30.68701 | 14 | 0.0061 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D S07)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPI) | 19.31723 | 14 | 0.1532 |
| All | 19.31723 | 14 | 0.1532 |

Dependent variable: D(RPI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S07) | 22.45919 | 14 | 0.0697 |
| All | 22.45919 | 14 | 0.0697 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 365

Dependent variable: D(RPI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-------------|----------|----|--------|
| D(D S08 .2) | 53.48378 | 15 | 0.0000 |
| All | 53.48378 | 15 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D S08 .2)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPI) | 58.53748 | 15 | 0.0000 |
| All | 58.53748 | 15 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D S09)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPI) | 13.07766 | 14 | 0.5204 |
| All | 13.07766 | 14 | 0.5204 |

Dependent variable: D(RPI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S09) | 19.47257 | 14 | 0.1477 |
| All | 19.47257 | 14 | 0.1477 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D S10

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPI | 69.92050 | 14 | 0.0000 |
| All | 69.92050 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: RPI

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D S10 | 48.56369 | 14 | 0.0000 |
| All | 48.56369 | 14 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D S11)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPI) | 198.4701 | 14 | 0.0000 |
| All | 198.4701 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S11) | 84.72244 | 14 | 0.0000 |
| All | 84.72244 | 14 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D S12)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPI) | 10.36766 | 14 | 0.7348 |
| All | 10.36766 | 14 | 0.7348 |

Dependent variable: D(RPI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S12) | 14.17718 | 14 | 0.4366 |
| All | 14.17718 | 14 | 0.4366 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D S13)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPI) | 26.24565 | 14 | 0.0241 |
| All | 26.24565 | 14 | 0.0241 |

Dependent variable: D(RPI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S13) | 37.86033 | 14 | 0.0005 |
| All | 37.86033 | 14 | 0.0005 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D S14)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPI) | 6.140969 | 14 | 0.9628 |
| All | 6.140969 | 14 | 0.9628 |

Dependent variable: D(RPI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S14) | 6.880220 | 14 | 0.9392 |
| All | 6.880220 | 14 | 0.9392 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D S15)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPI) | 19.99766 | 14 | 0.1302 |
| All | 19.99766 | 14 | 0.1302 |

Dependent variable: D(RPI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S15) | 8.627055 | 14 | 0.8542 |
| All | 8.627055 | 14 | 0.8542 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D S16)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPI) | 16.31783 | 14 | 0.2944 |
| All | 16.31783 | 14 | 0.2944 |

Dependent variable: D(RPI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S16) | 8.920897 | 14 | 0.8361 |
| All | 8.920897 | 14 | 0.8361 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 364

Dependent variable: D(D S17)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPI) | 217.8118 | 17 | 0.0000 |
| All | 217.8118 | 17 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S17) | 51.75413 | 17 | 0.0000 |
| All | 51.75413 | 17 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 356

Dependent variable: D(D S18)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPI) | 331.8772 | 25 | 0.0000 |
| All | 331.8772 | 25 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S18) | 32.40523 | 25 | 0.1466 |
| All | 32.40523 | 25 | 0.1466 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: RPI

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D S19 | 93.56363 | 15 | 0.0000 |
| All | 93.56363 | 15 | 0.0000 |

Dependent variable: D S19

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPI | 193.3330 | 15 | 0.0000 |
| All | 193.3330 | 15 | 0.0000 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 357

Dependent variable: D S20

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPI | 84.16132 | 25 | 0.0000 |
| All | 84.16132 | 25 | 0.0000 |

Dependent variable: RPI

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D S20 | 179.1378 | 25 | 0.0000 |
| All | 179.1378 | 25 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 367

Dependent variable: D(S21)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPI) | 65.81672 | 15 | 0.0000 |
| All | 65.81672 | 15 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(S21) | 102.4833 | 15 | 0.0000 |
| All | 102.4833 | 15 | 0.0000 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 369

Dependent variable: S22

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPI | 30.20719 | 14 | 0.0071 |
| All | 30.20719 | 14 | 0.0071 |

Dependent variable: RPI

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| S22 | 96.94801 | 14 | 0.0000 |
| All | 96.94801 | 14 | 0.0000 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: RPI

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D S23 | 152.5960 | 15 | 0.0000 |
| All | 152.5960 | 15 | 0.0000 |

Dependent variable: D S23

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPI | 335.8201 | 15 | 0.0000 |
| All | 335.8201 | 15 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 250

Dependent variable: D(D S24)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPI) | 171.7231 | 15 | 0.0000 |
| All | 171.7231 | 15 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S24) | 98.76002 | 15 | 0.0000 |
| All | 98.76002 | 15 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 367

Dependent variable: D(D S25)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPI) | 37.26839 | 14 | 0.0007 |
| All | 37.26839 | 14 | 0.0007 |

Dependent variable: D(RPI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S25) | 22.05111 | 14 | 0.0776 |
| All | 22.05111 | 14 | 0.0776 |

Prilog 3: Izvodi iz *eViews*a o provedenoj analizi Grangerove uzročnosti za ostvarene putničke kilometre u domaćem prometu

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
Included observations: 368

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 72.24952 | 13 | 0.0000 |
| All | 72.24952 | 13 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 84.16671 | 13 | 0.0000 |
| All | 84.16671 | 13 | 0.0000 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
Included observations: 369

Dependent variable: RPKD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RTKD | 81.19404 | 14 | 0.0000 |
| All | 81.19404 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: RTKD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPKD | 108.2730 | 14 | 0.0000 |
| All | 108.2730 | 14 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RTKI) | 41.26040 | 13 | 0.0001 |
| All | 41.26040 | 13 | 0.0001 |

Dependent variable: D(D RTKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 52.00828 | 13 | 0.0000 |
| All | 52.00828 | 13 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D FTKD) | 62.57277 | 14 | 0.0000 |
| All | 62.57277 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D FTKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 53.33247 | 14 | 0.0000 |
| All | 53.33247 | 14 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D FTKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 57.16673 | 14 | 0.0000 |
| All | 57.16673 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D FTKI) | 51.47754 | 14 | 0.0000 |
| All | 51.47754 | 14 | 0.0000 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: ASKD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPKD | 317.1354 | 16 | 0.0000 |
| All | 317.1354 | 16 | 0.0000 |

Dependent variable: RPKD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| ASKD | 100.8106 | 16 | 0.0000 |
| All | 100.8106 | 16 | 0.0000 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 369

Dependent variable: ASKI

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPKD | 164.4455 | 14 | 0.0000 |
| All | 164.4455 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: RPKD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| ASKI | 50.74568 | 14 | 0.0000 |
| All | 50.74568 | 14 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D S01)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 43.51875 | 14 | 0.0001 |
| All | 43.51875 | 14 | 0.0001 |

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S01) | 26.14238 | 14 | 0.0248 |
| All | 26.14238 | 14 | 0.0248 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 366

Dependent variable: D(D S02)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 117.8400 | 15 | 0.0000 |
| All | 117.8400 | 15 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S02) | 59.92595 | 15 | 0.0000 |
| All | 59.92595 | 15 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 367

Dependent variable: D(D S03)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 351.5127 | 14 | 0.0000 |
| All | 351.5127 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S03) | 122.3299 | 14 | 0.0000 |
| All | 122.3299 | 14 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D S04)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 179.4125 | 14 | 0.0000 |
| All | 179.4125 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S04) | 58.39910 | 14 | 0.0000 |
| All | 58.39910 | 14 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 363

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-------------|----------|----|--------|
| D(D S05 .2) | 408.2132 | 17 | 0.0000 |
| All | 408.2132 | 17 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D S05 .2)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 99.35873 | 17 | 0.0000 |
| All | 99.35873 | 17 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D S06)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 15.39140 | 14 | 0.3519 |
| All | 15.39140 | 14 | 0.3519 |

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S06) | 28.63890 | 14 | 0.0117 |
| All | 28.63890 | 14 | 0.0117 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S07) | 19.27474 | 14 | 0.1547 |
| All | 19.27474 | 14 | 0.1547 |

Dependent variable: D(D S07)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 12.34766 | 14 | 0.5784 |
| All | 12.34766 | 14 | 0.5784 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 356

Dependent variable: RPKD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S08) | 24.47434 | 25 | 0.4921 |
| All | 24.47434 | 25 | 0.4921 |

Dependent variable: D(D S08)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPKD | 212.5227 | 25 | 0.0000 |
| All | 212.5227 | 25 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D S09)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 12.46958 | 14 | 0.5686 |
| All | 12.46958 | 14 | 0.5686 |

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S09) | 15.91879 | 14 | 0.3184 |
| All | 15.91879 | 14 | 0.3184 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D S10

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPKD | 60.13591 | 14 | 0.0000 |
| All | 60.13591 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: RPKD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D S10 | 40.82973 | 14 | 0.0002 |
| All | 40.82973 | 14 | 0.0002 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 365

Dependent variable: D(D S11)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 202.3091 | 16 | 0.0000 |
| All | 202.3091 | 16 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S11) | 91.77828 | 16 | 0.0000 |
| All | 91.77828 | 16 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D S12)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 7.569769 | 14 | 0.9105 |
| All | 7.569769 | 14 | 0.9105 |

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S12) | 13.86458 | 14 | 0.4598 |
| All | 13.86458 | 14 | 0.4598 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D S13)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 29.11902 | 14 | 0.0101 |
| All | 29.11902 | 14 | 0.0101 |

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S13) | 25.95067 | 14 | 0.0263 |
| All | 25.95067 | 14 | 0.0263 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D S14)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 8.284205 | 14 | 0.8740 |
| All | 8.284205 | 14 | 0.8740 |

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S14) | 3.309492 | 14 | 0.9984 |
| All | 3.309492 | 14 | 0.9984 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D S15)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 21.66385 | 14 | 0.0858 |
| All | 21.66385 | 14 | 0.0858 |

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S15) | 7.447154 | 14 | 0.9161 |
| All | 7.447154 | 14 | 0.9161 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D S16)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 20.23050 | 14 | 0.1230 |
| All | 20.23050 | 14 | 0.1230 |

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S16) | 4.864854 | 14 | 0.9876 |
| All | 4.864854 | 14 | 0.9876 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 356

Dependent variable: D(D S17)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 351.5421 | 25 | 0.0000 |
| All | 351.5421 | 25 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S17) | 36.83216 | 25 | 0.0599 |
| All | 36.83216 | 25 | 0.0599 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 356

Dependent variable: D(D S18)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 381.7550 | 25 | 0.0000 |
| All | 381.7550 | 25 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S18) | 39.44884 | 25 | 0.0332 |
| All | 39.44884 | 25 | 0.0332 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 366

Dependent variable: D(D S19)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 185.2890 | 15 | 0.0000 |
| All | 185.2890 | 15 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S19) | 84.52970 | 15 | 0.0000 |
| All | 84.52970 | 15 | 0.0000 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 357

Dependent variable: D S20

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPKD | 112.8338 | 25 | 0.0000 |
| All | 112.8338 | 25 | 0.0000 |

Dependent variable: RPKD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D S20 | 185.2700 | 25 | 0.0000 |
| All | 185.2700 | 25 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D(S21)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 51.19249 | 14 | 0.0000 |
| All | 51.19249 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(S21) | 96.88161 | 14 | 0.0000 |
| All | 96.88161 | 14 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D(S22)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 35.76065 | 14 | 0.0011 |
| All | 35.76065 | 14 | 0.0011 |

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(S22) | 86.30046 | 14 | 0.0000 |
| All | 86.30046 | 14 | 0.0000 |

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D S23

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| RPKD | 355.0361 | 14 | 0.0000 |
| All | 355.0361 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: RPKD

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D S23 | 120.0276 | 14 | 0.0000 |
| All | 120.0276 | 14 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 251

Dependent variable: D(D S24)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 137.3707 | 14 | 0.0000 |
| All | 137.3707 | 14 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S24) | 43.84426 | 14 | 0.0001 |
| All | 43.84426 | 14 | 0.0001 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D(D S25)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RPKD) | 33.39293 | 13 | 0.0015 |
| All | 33.39293 | 13 | 0.0015 |

Dependent variable: D(RPKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S25) | 28.97492 | 13 | 0.0066 |
| All | 28.97492 | 13 | 0.0066 |

Prilog 4: Izvodi iz *eViews*a o provedenoj analizi Grangerove uzročnosti za ostvarene putničke kilometre u međunarodnom prometu

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
Included observations: 368

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(RTKD) | 83.40037 | 13 | 0.0000 |
| All | 83.40037 | 13 | 0.0000 |

Dependent variable: D(RTKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 71.89586 | 13 | 0.0000 |
| All | 71.89586 | 13 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
Included observations: 368

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RTKI) | 76.34209 | 13 | 0.0000 |
| All | 76.34209 | 13 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D RTKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 76.27262 | 13 | 0.0000 |
| All | 76.27262 | 13 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D FTKD) | 76.81013 | 13 | 0.0000 |
| All | 76.81013 | 13 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D FTKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 46.55270 | 13 | 0.0000 |
| All | 46.55270 | 13 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D FTKI) | 72.46436 | 13 | 0.0000 |
| All | 72.46436 | 13 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D FTKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 68.14038 | 13 | 0.0000 |
| All | 68.14038 | 13 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D(ASKD)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 188.1716 | 13 | 0.0000 |
| All | 188.1716 | 13 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(ASKD) | 59.42002 | 13 | 0.0000 |
| All | 59.42002 | 13 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D(ASKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 108.9306 | 13 | 0.0000 |
| All | 108.9306 | 13 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(ASKI) | 57.08436 | 13 | 0.0000 |
| All | 57.08436 | 13 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S01) | 48.32278 | 13 | 0.0000 |
| All | 48.32278 | 13 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D S01)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 39.25940 | 13 | 0.0002 |
| All | 39.25940 | 13 | 0.0002 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S02) | 55.96865 | 13 | 0.0000 |
| All | 55.96865 | 13 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D S02)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 93.65246 | 13 | 0.0000 |
| All | 93.65246 | 13 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D(D S03)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 379.8513 | 13 | 0.0000 |
| All | 379.8513 | 13 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S03) | 119.9955 | 13 | 0.0000 |
| All | 119.9955 | 13 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S04) | 66.27291 | 13 | 0.0000 |
| All | 66.27291 | 13 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D S04)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 189.9432 | 13 | 0.0000 |
| All | 189.9432 | 13 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 364

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-------------|----------|----|--------|
| D(D S05 ,2) | 282.6317 | 16 | 0.0000 |
| All | 282.6317 | 16 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D S05 ,2)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 50.71587 | 16 | 0.0000 |
| All | 50.71587 | 16 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S06) | 28.89621 | 13 | 0.0068 |
| All | 28.89621 | 13 | 0.0068 |

Dependent variable: D(D S06)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 31.21360 | 13 | 0.0031 |
| All | 31.21360 | 13 | 0.0031 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S07) | 26.65065 | 13 | 0.0139 |
| All | 26.65065 | 13 | 0.0139 |

Dependent variable: D(D S07)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 22.75718 | 13 | 0.0447 |
| All | 22.75718 | 13 | 0.0447 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 367

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-------------|----------|----|--------|
| D(D S08 .2) | 56.17585 | 13 | 0.0000 |
| All | 56.17585 | 13 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D S08 .2)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 52.03434 | 13 | 0.0000 |
| All | 52.03434 | 13 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D(D S09)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 21.29676 | 13 | 0.0673 |
| All | 21.29676 | 13 | 0.0673 |

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S09) | 32.97328 | 13 | 0.0017 |
| All | 32.97328 | 13 | 0.0017 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D(D S10)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 72.39743 | 13 | 0.0000 |
| All | 72.39743 | 13 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S10) | 34.85460 | 13 | 0.0009 |
| All | 34.85460 | 13 | 0.0009 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 366

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S11) | 79.41854 | 15 | 0.0000 |
| All | 79.41854 | 15 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D S11)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 193.9614 | 15 | 0.0000 |
| All | 193.9614 | 15 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D(D S12)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 17.02478 | 13 | 0.1982 |
| All | 17.02478 | 13 | 0.1982 |

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S12) | 22.92855 | 13 | 0.0425 |
| All | 22.92855 | 13 | 0.0425 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S13) | 27.88962 | 13 | 0.0094 |
| All | 27.88962 | 13 | 0.0094 |

Dependent variable: D(D S13)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 28.41139 | 13 | 0.0079 |
| All | 28.41139 | 13 | 0.0079 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S14) | 12.32231 | 13 | 0.5014 |
| All | 12.32231 | 13 | 0.5014 |

Dependent variable: D(D S14)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 36.48636 | 13 | 0.0005 |
| All | 36.48636 | 13 | 0.0005 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 368

Dependent variable: D(D S15)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 39.88852 | 13 | 0.0001 |
| All | 39.88852 | 13 | 0.0001 |

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S15) | 21.09137 | 13 | 0.0711 |
| All | 21.09137 | 13 | 0.0711 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 368

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S16) | 21.87110 | 13 | 0.0574 |
| All | 21.87110 | 13 | 0.0574 |

Dependent variable: D(D S16)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 32.12570 | 13 | 0.0023 |
| All | 32.12570 | 13 | 0.0023 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 365

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S17) | 61.24342 | 16 | 0.0000 |
| All | 61.24342 | 16 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D S17)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 131.8660 | 16 | 0.0000 |
| All | 131.8660 | 16 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 357

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S18) | 37.36047 | 24 | 0.0403 |
| All | 37.36047 | 24 | 0.0403 |

Dependent variable: D(D S18)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 226.8185 | 24 | 0.0000 |
| All | 226.8185 | 24 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S19) | 78.95211 | 13 | 0.0000 |
| All | 78.95211 | 13 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D S19)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 133.2878 | 13 | 0.0000 |
| All | 133.2878 | 13 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 357

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S20) | 151.9464 | 24 | 0.0000 |
| All | 151.9464 | 24 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D S20)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 71.01961 | 24 | 0.0000 |
| All | 71.01961 | 24 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(S21) | 69.35371 | 13 | 0.0000 |
| All | 69.35371 | 13 | 0.0000 |

Dependent variable: D(S21)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 47.58344 | 13 | 0.0000 |
| All | 47.58344 | 13 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|----------|----------|----|--------|
| D(S22) | 75.62732 | 13 | 0.0000 |
| All | 75.62732 | 13 | 0.0000 |

Dependent variable: D(S22)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 28.57439 | 13 | 0.0075 |
| All | 28.57439 | 13 | 0.0075 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 368

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S23) | 108.3027 | 13 | 0.0000 |
| All | 108.3027 | 13 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D S23)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 312.2957 | 13 | 0.0000 |
| All | 312.2957 | 13 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02
 Included observations: 252

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S24) | 89.84052 | 13 | 0.0000 |
| All | 89.84052 | 13 | 0.0000 |

Dependent variable: D(D S24)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 121.0137 | 13 | 0.0000 |
| All | 121.0137 | 13 | 0.0000 |

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1990M04 2022M02

Included observations: 368

Dependent variable: D(D RPKI)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----|--------|
| D(D S25) | 31.32802 | 13 | 0.0030 |
| All | 31.32802 | 13 | 0.0030 |

Dependent variable: D(D S25)

| Excluded | Chi-sq | df | Prob. |
|------------|----------|----|--------|
| D(D RPKI) | 55.32013 | 13 | 0.0000 |
| All | 55.32013 | 13 | 0.0000 |

Životopis:

Maja Ozmec-Ban rođena je u Zadru 1988. godine, po nacionalnosti je Hrvatica. Osnovno i srednjoškolsko obrazovanje, Gimnaziju Velika Gorica (prirodoslovno-matematičko usmjerenje) završila je u Velikoj Gorici s odličnim uspjehom. Godine 2012. obranila je završni rad *IATA e-freight program* na preddiplomskom studiju Fakulteta prometnih znanosti u Zagrebu i stekla naziv sveučilišne prvostupnice inženjerke prometa. Godine 2014. diplomirala je na istom fakultetu s temom diplomskog rada: *Modeli upravljanja raspoloživim sjedalima zrakoplova na razini mreže letova* (mentorica izv. prof. dr. sc. Ružica Škurla Babić) stekavši naziv magistre inženjerke prometa. Za vrijeme studija angažirana je kao demonstrator na kolegijima: Mehanika I., Vjerojatnost i statistika, Ergonomija u prometu i Računalstvo. Doktorski studij Tehnološki sustavi u prometu i transportu upisala je 2017. godine na Fakultetu prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu.

Od listopada 2017. zaposlena je kao asistent na Fakultetu prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu te je nastavno angažirana na više predmeta Katedre za tehnologiju zračnog prometa (Osnove tehnologije zračnog prometa, Tehnologija prihvata i otpreme putnika i prtljage, Gospodarenje i upravljanje u zračnom prometu, Planiranje zračnog prijevoza) kao i na predmetima drugih katedri: Tehnologija zračnog prometa, Osnove tehnologije prometa, Operativni postupci zračnih prijevoznika i Istraživanje zrakoplovnih nesreća.

Objavila je 20 znanstvenih i stručnih radova i sudjelovala na domaćim i međunarodnim znanstvenim skupovima.

Popis radova:

- [1] Škurla Babić R, Bajić J, Ozmec-Ban M. Correlation between the magnitude of airline ancillary revenues and the post-pandemic recovery of their profitability. In: Jakupović S, Novaković V. (eds.) *13th International Scientific Conference on Economic Development and Standard of Living (EDASOL 2023) – Circular economy as part of the concept of sustainable development of society, 9. 6. 2023, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina*. Banja Luka: Ekonomska biblioteka; 2023. p. 25.
- [2] Tatalović M, Mišetić I, Ozmec-Ban M. COVID-19 ramifications on touristic results in 2020. *Časopis za ekonomiju i tržišne komunikacije*. 2022; 22 (1): 251–265.

- [3] Ozmec-Ban M, Škurla Babić R, Vidović A, Bračić M. A Review of Ancillary Services Implementation in the Revenue Management Systems. *Promet – Traffic&Transportation*. 2022; 34(4): 581–594.
- [4] Vidović A, Franjić A, Štimac I, Ozmec-Ban M. The Importance of Flight Recorders in the Aircraft Accident Investigation. In: Petrovic M, Dovbischuk I, Cunha AL. (eds.). *Transportation Research Procedia: International Scientific Conference “The Science and Development of Transport – Znanost i razvitak prometa”*, 28. – 30. 9. 2022., Šibenik, Republika Hrvatska. Elsevier B.V.; 2022. pp. 183–190.
- [5] Škurla Babić R, Ozmec-Ban M, Pedišić K. Operational and regulatory aspects of repurposing aircraft passenger cabin for transport of cargo. In: Vidović M. et al. (eds.). *Proceedings of the 5th Logistics International Conference [LOGIC 2022]*, 26. – 27.5.2022., Beograd, Serbia. Belgrade: University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering; 2022. pp. 55–67.
- [6] Tatalović M, Mišetić I, Ozmec-Ban M. Consequences of COVID 19 in 2020 on touristic results in 21th century: where is tourism industry after COVID 19 collapse? In: Grandov Z, Jakupović S. (eds.) *10th International Scientific Conference on Economic Development and Standard of Living (EDASOL 2020)*, 13.11.2020., Banja Luka, Bosnia and Herzegovina. Banja Luka: Panevropski univerzitet "Apeiron"; 2020. pp. 35.
- [7] Škurla Babić R, Ozmec-Ban M, Bajić J. Evaluation of unconstraining methods in airlines' revenue management systems. *Časopis za ekonomiju i tržišne komunikacije*. 2019; 9(2): 368–383.
- [8] Škurla Babić R, Ozmec-Ban M, Bajić J. A Review of Recent Trends in Airline Ancillary Revenues. *Časopis za ekonomiju i tržišne komunikacije*. 2019; 9(1): 132–151.
- [9] Škurla Babić R, Ozmec-Ban M, Bajić J. Evaluation of unconstraining methods in airlines' revenue management systems. In: Grandov Z, Jakupović S. (eds.) *9th International Scientific Conference on Economic Development and Standard of Living (EDASOL 2019)*, 15. – 16.11.2019., Banja Luka, Bosnia and Herzegovina. Banja Luka: Panevropski univerzitet "Apeiron"; 2019. pp. 13.

- [10] Ozmec-Ban M, Škurla Babić R. European Air Transport Market under Influence of Cooperative Arrangements. In: Čokorilo O. et al. (eds.) *Proceedings of the Fourth International Conference on Traffic and Transport Technology (ICTTE 2018)*, 27. – 28.9.2018., Beograd, Serbia. Beograd: City Net Scientific Research Center Ltd. Belgrade; 2018. pp. 38–43.
- [11] Škurla Babić R, Ozmec-Ban M, Bajić J. Comparison of Global and Croatia Airlines Premium Air Travel Trends. In: Zanne M, Bajec P, Vidan P, Krčum M. (eds.) *Conference proceedings: 18th International Conference on Transport Science – ICTS 2018*, 14. – 15.6.2018., Portorož, Slovenija. Portorož: Faculty of Maritime Studies and Transport; 2018. pp. 367–373.
- [12] Ozmec-Ban M, Škurla Babić R, Modić A. Airplane Boarding Strategies for Reducing Turnaround Time. In: Zanne M, Bajec P, Vidan P, Krčum M. (eds.) *Conference proceedings: 18th International Conference on Transport Science – ICTS 2018*, 14. – 15.6.2018., Portorož, Slovenija. Portorož: Faculty of Maritime Studies and Transport; 2018. pp. 277–281.
- [13] Pavlin S, Bračić M, Modić A, Ozmec-Ban M. Aviation Security after 9/11. In: Šakić Ž. (eds.) *Proceedings 38th Conference on Transportation Systems with International Participation Automation in Transportation 2018*, 14. – 18.11.2018., Osijek/Budapest. 2018. pp. 5–8.
- [14] Škurla Babić R, Ozmec-Ban M, Bajić J. A Review of Recent Trends in Airline Ancillary Revenues. In: Grandov Z, Jakupović S. (eds.) *8th International Scientific Conference on Economic Development and Standard of Living (EDASOL 2018)*, 26.10. – 27.10. 2018., Banja Luka, Bosnia and Herzegovina. Banja Luka: Panevropski univerzitet; 2018. pp. 41.
- [15] Ozmec-Ban M, Tatalović M, Škurla Babić R. Network Revenue Management Commonly Used Approaches. In: Mlinarić TJ, Šafran M, Kramberger T, Ipavec VM. (eds.). *ZIRP 2017 International Conference on Traffic Development, Logistics & Sustainable Transport: New Solutions and Innovations in Logistics and Transportation*, 1. – 2.6.2017., Opatija, Croatia. Zagreb: Faculty of Transport and Traffic Sciences, University of Zagreb; 2017. pp. 271–276.
- [16] Škurla Babić R, Ozmec-Ban M, Bajić J. Recent Trends in Premium Air Travel. In: Mlinarić TJ, Šafran M, Kramberger T, Ipavec VM. (eds.). *ZIRP 2017 International Conference on Traffic Development, Logistics & Sustainable Transport: New Solutions and Innovations in Logistics and Transportation*, 1. – 2.6.2017., Opatija, Croatia. Zagreb: Faculty of Transport and Traffic Sciences, University of Zagreb; 2017. pp. 391–401.

- [17] Ozmec-Ban M, Škurla Babić R, Kovačić I. Analysis of the IATA E-Freight Program Implementation. In: Pavlin S, Šafran M. (eds.) *Znanost i razvitak prometa, ZIRP 2014: Development Possibilities of Croatian Transport System – Anniversary of EU Membership, 15.4.2015., Zagreb, Croatia*. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2014. pp. 47–54.
- [18] Sumpor D, Ozmec-Ban M, Zlomislíć Z. Possible Application of Harmonic Numbers in Ergonomic Assessment of Male Truck and Van Drivers Working Environment. In: Bukljaš Skočibušić et al. (eds.) *Proceedings of the 8th International Scientific Conference on Ports and Waterways POWA 2013, 3.10.2013., Zagreb, Croatia*. Zagreb: Faculty of Transport and Traffic Sciences, University of Zagreb; 2013. pp. 1.
- [19] Ozmec-Ban M, Zečević-Tadić R, Sumpor D. Static Anthropological Measures of Female Tram Drivers in Zagreb Important for Tram Control Panel Design. In: Mijović B, Salopek Čubrić I, Čubrić G, Sušić A. (eds.) *Proceedings of 5th International Ergonomics Conference „Ergonomics 2013“, 12. – 15.6.2013., Zadar, Croatia*. Zagreb: Croatian Ergonomics Society; 2013. pp. 37–44.
- [20] Škurla Babić R, Ozmec-Ban M. Implementacija elektroničkog cargo poslovanja na tržištu zračnog prometa Hrvatske. In: Šakić Ž. (eds.) *Proceedings of the 32nd Conference on Transportation Systems with International Participation Automation in Transportation 2012, 14. – 18.11.2012, Zagreb, Croatia*. Zagreb: KoREMA; 2012. pp. 73–76.