

SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET U RIJECI

**DORIS VIČEVIĆ**

**ISTRAŽIVANJE KORELACIJE PRIJEVOZA PUTNIKA U  
CESTOVNOM PRIJEVOZU REPUBLIKE HRVATSKE SA  
SOCIO-EKONOMSKIM POKAZATELJIMA**

**DIPLOMSKI RAD**

Rijeka, 2014.

SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET U RIJECI

**ISTRAŽIVANJE KORELACIJE PRIJEVOZA PUTNIKA U  
CESTOVNOM PRIJEVOZU REPUBLIKE HRVATSKE SA  
SOCIO-EKONOMSKIM POKAZATELJIMA**

**CORRELATIONS OF THE ROAD PASSANGER  
TRANSPORT IN THE REPUBLIC OF CROATIA WITH  
SOCIO-ECONOMIC INDICATORS**

**DIPLOMSKI RAD**

Kolegij: Tehnološki procesi u prometu

Mentor: Prof.dr.sc. Svjetlana Hess

Student: Doris Vičević

JMBAG: 0112041185

Studij: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

Rijeka, rujan, 2014.

Doris Vičević  
Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu  
0112041185

## **IZJAVA**

Kojom izjavljujem da sam diplomski rad s naslovom ISTRAŽIVANJE KORELACIJE PRIJEVOZA PUTNIKA U CESTOVNOM PRIJEVOZU RH SA SOCIO-EKONOMSKIM POKAZATELJIMA izradila samostalno pod mentorstvom prof.dr.sc. Svjetlane Hess.

U radu sam primijenila metodologiju znanstvenoistraživačkog rada i koristila literaturu koja je navedena na kraju diplomskog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući navela u diplomskom radu na uobičajen, standardan način citirala sam i povezala s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama. Rad je pisan u duhu hrvatskog jezika.

Suglasna sam s objavom diplomskog rada na službenim stranicama.

---

Doris Vičević

## SAŽETAK

Cilj je rada je analizirati javni linijski prijevoz u RH, odrediti njegov intenzitet i strukturu, istražiti koji čimbenici imaju najveći utjecaj na potražnju linijskog cestovnog prijevoza. Nadalje u radu će se ispitati koji trend model najbolje odgovara kretanju ovog vida prijevoza na temelju podataka iz razdoblja od 2002. do 2012. godine a potom prognozirati buduće kretanje potražnje. Postojanje i jačina ovisnosti između odabranih čimbenika, za koje se pretpostavlja da imaju utjecaja na javni cestovni prijevoz, ispitati će se metodom regresijske analize.

**Ključne riječi:** javni linijski prijevoz, kvantitativne metode prognoze, analiza vremenskih nizova, regresijska analiza

## SUMMARY

The aim of this paper is to analyze the line public transport in Croatia, determine its intensity and structure and to explore which factors have the greatest impact on the demand of line road transport. Furthermore, the paper will examine the trend model that best fits the movement of this type of transport on the basis of data in the period from 2002 to 2012, and then to forecast the future movements of demand. The existence and intensity of dependency between the selected factors, which are assumed to have an impact on the public road transport, will be examined by regression analysis.

**Key words:** public transport line, quantitative methods of forecast, time series analysis, regression analysis

## SADRŽAJ

SAŽETAK .....	I
SUMMARY .....	I
SADRŽAJ .....	II
1. UVOD .....	1
1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKT ISTRAŽIVANJA .....	1
1.2. RADNA HIPOTEZA .....	3
1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA .....	3
1.4. ZNANSTVENE METODE .....	4
1.5. STRUKTURA RADA .....	5
2. JAVNI LINIJSKI PRIJEVOZ U RH .....	6
2.1. DEFINICIJE I TIPOVI PRIJEVOZA PUTNIKA U UNUTARNJEM CESTOVNOM PRIJEVOZU .....	6
2.2. JAVNI GRADSKI PRIJEVOZ .....	8
2.2.1. Proces planiranja javnog gradskog prijevoza .....	10
2.2.2. Parametri za planiranje javnog gradskog prijevoza .....	11
3. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA I STATISTIČKI PODACI .....	13
4. PROGNOZA POTRAŽNJE ANALIZOM VREMENSKIH NIZOVA .....	16
4.1. TEORIJSKE POSTAVKE PROGNOZE PROMETNE POTRAŽNJE ANALIZOM VREMENSKIH NIZOVA .....	16
4.2. PROGNOZA POTRAŽNJE ZA JAVNIM PRIJEVOZOM U RH ANALIZOM VREMENSKIH NIZOVA .....	20
5. REGRESIJSKA ANALIZA .....	26
5.1. OSNOVNI POJMOVI .....	26
5.2. JEDNOSTAVNA REGRESIJSKA ANALIZA .....	29
5.3. VIŠESTRUKA REGRESIJSKA ANALIZA .....	31
6. MODEL POTRAŽNJE ZA JAVNIM LINIJSKIM PRIJEVOZOM U RH .....	34
6.1. POSTAVLJANJE I ODABIR MODELA SA ANALIZOM REZULTATA .....	34
6.2. KRATKOROČNA PROGNOZA ZA MODEL .....	42
7. ZAKLJUČAK .....	44
LITERATURA .....	45

# 1. UVOD

## 1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKT ISTRAŽIVANJA

Problem istraživanja ovog rada temelji se na analizi postojećeg stanja potražnje za prijevozom u linijskom cestovnom prijevozu, prognozi budućeg kretanja broja putnika u linijskom prijevozu putnika te na kraju ukazivanja na problem značajnog pada potražnje za ovim vidom prijevoza i sve većeg korištenja osobnog automobila.

Sličnom problematikom su se bavili brojni domaći i inozemni autori u svojim istraživanjima. Tako je u Strateškom planu Ministarstva pomorstva, prometa i infrastrukture naglašeno da „visoka kvaliteta i razvijeno tržište prometnih usluga predstavlja najvažniji rezultat razvijene i moderne infrastrukturne mreže prometnica, ali je istovremeno i preduvjet razvitka gospodarstva i stvaranja boljih uvjeta života stanovništva. Današnje tržište prometnih usluga u RH obilježeno je prisutstvom velikog broja javnih i privatnih operatera u svim vidovima prometa. Razvitak prometnih usluga ovisi o komplementarnoj razini razvitka pojedinih vrsta prometa pri čemu se nastoji svaku od pojedinih vrsta prometa razvijati i unapređivati ravnomjernom zastupljenošću kako bi prometna djelatnost polučila optimalne rezultate.“<sup>1</sup>

Krpan, Lj., Baričević, H., Maršanić, R., u radu *Kvalitetan javni gradski prijevoz putnika kao odgovor ovisnosti o automobilu*<sup>2</sup> upozoravaju na prometna zagušenja i neophodno uspostavljanje povoljnog odnosa javnog i individualnog putničkog prijevoza u suvremenim gradovima, u kojima stupanj izgradnje prometne infrastrukture uglavnom ne može pratiti povećanje prometne potražnje.

Model potražnje prijevoza, kao sastavni dio Prometne studija Grada Zagreba pruža osnovu za predviđanje potražnje putovanja u svakoj prognostičkoj godini (2005., 2010. i 2020.) te služi za procjenu alternativnih mjera za Generalni prometni plan za svaku godinu.

---

<sup>1</sup> Strateški plan Ministarstva pomorstva, prometa i infrastrukture za razdoblje 2012.-2014.godine

<sup>2</sup> Krpan, Lj., Baričević, H., Maršanić, R., u radu *Kvalitetan javni gradski prijevoz putnika kao odgovor ovisnosti o automobilu*, Automatizacija u prometu 2010 KoREMA 2010, str. 57-63.

Glavni podaci za model potražnje bile su prognozirane vrijednosti glavnih planskih varijabli - broja stanovnika, domaćinstava, radnih mjesta itd.<sup>3</sup>

Perković, Z., u radu *Promet u velikim gradovima – neke tendencije i problemi*<sup>4</sup> ukazuje na činjenicu da sa povećanjem broja automobila raste gužva na ulicama i onaj javni prijevoz koji koristi prostor ulica zajednički s ostalim vozilima postaje sporiji i time manje atraktivan. Prelaskom sve većeg dijela putnika na vožnju osobnim automobilom smanjuje se prihod javnog prometa, a kao posljedica toga pada njegova frekvencija čime se opet smanjuje atraktivnost i tako se stvara „začarani krug“ na štetu javnog prometa i njihovih korisnika. Upotreba javnog prometa postaje obrnuto proporcionalna stupnju motorizacije. Zastoji i sporost javnog prometa mogu se izbjeći prelaskom na drugu razinu (podzemnu ili nadzemnu) no takva su rješenja skuplja i, da bi bila ekonomična i efikasna, zahtijevaju veći broj putnika po liniji nego tramvaj ili autobus. Izlaz iz toga traži se (ako se to želi) raznim načinima subvencioniranja i favoriziranja javnog prometa.

Vasilj, A. i Činčurak, B. u radu *Interakcija razvitka prometa i razvoja grada*<sup>5</sup> navode da u okolnostima poboljšanja životnih uvjeta i standarda građana, što se opravdano očekuje pokretanjem gospodarskih tokova, te postupnim razvojem gospodarskih subjekata, valja očekivati znatan porast motorizacije i još snažniji pritisak individualno motoriziranog prometa. Taj očekivani udar mogao bi imati nesagledive posljedice, iznimno nepovoljan učinak na pad udjela javnog putničkog prijevoza, ako se u ovom sektoru, djelatnosti znatno ne izmijene uvjeti poslovanja i općenito okruženje. Autorica, nadalje smatra da je kvaliteta urbanog prostora važnija od optimalnog funkcioniranja prometnog sustava, pješaci, biciklisti i javni masovni putnički prijevoz moraju imati apsolutni prioritet (u regulaciji i investiranju) u odnosu na individualni prijevoz osobnim automobilima te, dostupnost i kvaliteta usluga javnog putničkog prijevoza moraju imati prioritet u odnosu na njegovu rentabilnost u užem smislu, a koja bi se „podupirala“ subvencioniranjem javnog prijevoza.

---

<sup>3</sup> [www.zagreb.hr](http://www.zagreb.hr) (srpanj, 2013.)

<sup>4</sup> Perković, Z., *Promet u velikim gradovima – neke tendencije i problemi*, Geografski glasnik, 55, 1993, str. 121-127.

<sup>5</sup> Vasilj, A. i Činčurak, B. *Interakcija razvitka prometa i razvoja grada*, XVI International Scientific Symposium on Transport Systems 2009, Collection of Papers, Volume 1 / Rotim, Franko (ur.). - Zagreb: Hrvatsko znanstveno društvo za promet, 2009. str. 85-90.

Predmet istraživanja ovog rada je istražiti i utvrditi utjecaje socioekonomskih pokazatelja na javni linijski prijevoz putnika u RH.

Iz problema i predmeta istraživanja proizlazi objekt istraživanja, u ovom radu imamo dva objekta istraživanja a to su socioekonomski pokazatelji i javni linijski prijevoz putnika.

## **1.2. RADNA HIPOTEZA**

Temeljne spoznaje uzorka i posljedica smanjenja broja putnika u javnom linijskom prijevozu RH predstavljaju rezultat teške ekonomske situacije u cijeloj zemlji. Polazeći od činjenice da socioekonomski pokazatelji imaju značajan utjecaj na trenutni pad broja korisnika javnog linijskog prijevoza.

## **1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA**

Na temelju problema, predmeta te objekta istraživanja i postavljene radne hipoteze spoznajemo glavnu svrhu i ciljeve istraživanja: istraživanje korelacije prijevoza putnika u javnom linijskom prijevozu RH sa socio-ekonomskim pokazateljima kako bi utvrdili dali postoji značajna međuovisnost između zadanih parametara.

Cilj je rada je analizirati javni linijski prijevoz u RH, odrediti njegov intenzitet i strukturu, istražiti koji čimbenici imaju najveći utjecaj na potražnju linijskog cestovnog prijevoza. Nadalje u radu će se ispitati koji trend model najbolje odgovara kretanju ovog vida prijevoza na temelju podataka iz razdoblja od 2002. do 2012. godine a potom prognozirati buduće kretanje potražnje. Postojanje i jačina ovisnosti između odabranih čimbenika, za koje se pretpostavlja da imaju utjecaja na javni cestovni prijevoz, ispitati će se metodom regresijske analize.



Kako bi se postigli svrha i ciljevi diplomskog rada te dokazala postavljena hipoteza potrebno je dati odgovore na sljedeća pitanja:

1. Što je regresijska analiza?
2. Kako provesti regresijsku analizu?
3. Koliko traje provedba regresijske analize ?
4. Koje se zavisne, a koje nezavisne varijable regresijske analize?
5. Kakvo je iskustvo korištenja regresijske analize ?

#### 1.4. ZNANSTVENE METODE

Metodologija korištena u ovom radu za prognozu prijevoza putnika u javnom cestovnom prijevozu nailazi se u radovima sljedećih autora:

Bahovec, V. *et al.* u radu *Modeliranje turističke potražnje RH modelom višestruke linearne regresije*<sup>6</sup> postavlja ekonometrijski model hrvatske turističke potražnje i istražuje koji faktori imaju najveći utjecaj na turističku potražnju aproksimiranu ukupnim brojem noćenja.

Dumičić, K. *et al.* u radu *Modeliranje prihvatnosti novih stanova u Hrvatskoj metodom višestruke linearne regresije*<sup>7</sup> istražuju, primjenom modela višestruke linearne regresije, koje varijable najbolje objašnjavaju razinu cijena novih stanova u Hrvatskoj i u gradu Zagrebu.

Jošić, M. u radu *Inozemna izravna ulaganja u funkciji izvoza: slučaj Hrvatske*<sup>8</sup> razmatra učinke inozemnih izravnih ulaganja na robni izvoz RH, te provodi višestruku linearnu regresiju na skupu podataka o inozemnim izravnim ulaganjima i izvozu RH.

---

<sup>6</sup> Bahovec, V., Dumičić, K., Čeh Časni, A., *Modeliranje turističke potražnje Republike Hrvatske modelom višestruke linearne regresije*, Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu, godina 6, 2008.

<sup>7</sup> Dumičić, K., Čeh Časni, A., Žmuk, B., *Modeliranje prihvatnosti novih stanova u Hrvatskoj metodom višestruke linearne regresije*, Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu, godina 9, br. 1., Zagreb, 2011., str. 33-49

<sup>8</sup> Jošić, M., *Inozemna izravna ulaganja u funkciji izvoza: slučaj Hrvatske*, Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu, godina 6, Zagreb, 2008., str. 13-27

Basarić, V., Jović, J. u radu *Target modal split model*<sup>9</sup> proučavaju odnos između uporabe osobnih vozila i javnog prijevoza za koji su koristili statističke podatke za veliki broj gradova EU. Ciljni model je razvijen stupnjevitom (stepwise) regresijskom analizom.

Prilikom obrađivanja teme rada korištene su metode analize, komparacije i deskripcije, te statističke metode vremenskog niza i regresijske analize. Kao izvori podataka u predmetnom su se istraživanju koristila stručna literatura s područja planiranja prometne potražnje i Internet izvori sa ovlaštenih web portala.

## **1.5. STRUKTURA RADA**

Analiza potražnje za javnim linijskim prijevozom u Republici Hrvatskoj u ovom se radu promatra kroz analizu prijevoza putnika u unutarnjem cestovnom prometu. Nakon javnog linijskog prijevoza najzastupljeniji je vid prijevoza osobnim automobilima i autobusima kojima se obavlja javni cestovni prijevoz putnika (gradski prijevoz putnika). Cilj rada je da se korištenjem kvantitativnih metoda prognoze (analizom vremenskih nizova i regresijskom analizom) prognozira potražnja putnika za linijskim prijevozom u RH. Odabrane su i istražene vrijednosti za one varijable koje imaju bitnu neposrednu vezu i značenje za ostvarenje postavljenog cilja ovog rada. U radu se daje detaljno objašnjenje predmeta istraživanja ovog rada, definiraju se tipovi prijevoza putnika u unutarnjem cestovnom prometu, te naglašava važnost javnog gradskog prijevoza putnika. Potom je istaknuto koja će se metodologija istraživanja primijeniti te koji su statistički podaci i iz kojih izvora korišteni u daljnjoj analizi. Ulazni podaci su prikupljeni za razdoblje od 2002. do 2012. godine. Na temelju dobivenih jednadžbi trenda i regresijskog modela, za koje je provedeno testiranje vjerodostojnosti za daljnju uporabu u prognozi, izvedena je prognoza za sljedeće petogodišnje razdoblje. Time je ostvaren i postavljeni cilj rada, a u zaključku su postavljene smjernice za daljnja istraživanja i moguće nadopune.

---

<sup>9</sup> Basarić, V., Jović, J., *Target modal split model*, Transport, 26(4), 2011, pp. 418-424.

## 2. JAVNI LINIJSKI PRIJEVOZ U RH

Predmet istraživanja ovog rada ograničit će se na prijevoz putnika u unutarnjem cestovnom prometu RH. Prijevoz putnika u unutarnjem cestovnom prometu obavlja se kao javni linijski prijevoz, posebni linijski prijevoz, shuttle prijevoz, povremeni prijevoz, autotaksi prijevoz i kao posebni oblik prijevoza.<sup>10</sup>

### 2.1. DEFINICIJE I TIPOVI PRIJEVOZA PUTNIKA U UNUTARNJEM CESTOVNOM PRIJEVOZU

**Javni linijski prijevoz** je prijevoz putnika u cestovnom prometu i može se obavljati kao putnički, ekspresni ili direktni linijski prijevoz na međužupanijskim i županijskim linijama. Javni linijski prijevoz putnika u cestovnom prometu može se obavljati *samo autobusima* i mora biti dostupan svim putnicima pod istim uvjetima i bez diskriminacije.

Prijevoznik je dužan prije početka obavljanja prijevoza dostaviti vozni red autobusnim kolodvorima na kojima su po voznom redu predviđena zaustavljanja radi objave. Prijevoznik je dužan na zahtjev korisnika prijevoza opće uvjete prijevoza učiniti dostupnima. Javni linijski prijevoz putnika u cestovnom prometu na istoj liniji može se povremeno obavljati i dodatnim autobusima. Pri obavljanju prijevoza na istoj liniji dodatnim autobusom (bis-vožnje) dozvoljeno je izostavljanje određenih stajališta i autobusnih kolodvora.<sup>11</sup>

**Posebni linijski prijevoz putnika u unutarnjem cestovnom prometu** prema Zakonu o prijevozu u cestovnom prometu posebnim linijskim prijevozom obavlja se prijevoz učenika od i do škole, invalida, putnika kojima je potrebna medicinska njega, te radnika između mjesta prebivališta i mjesta rada.<sup>12</sup>

Posebni linijski prijevoz putnika obavlja se u pravilu autobusima, a iznimno može se obavljati i osobnim vozilom (8+1), odnosno specijalnim vozilima, na osnovi sklopljenog pisanog ugovora između naručitelja prijevoza i prijevoznika.

---

<sup>10</sup> Zakon o prijevozu u cestovnom prometu, Narodne novine 82/2013

<sup>11</sup> Zakon o prijevozu u cestovnom prometu, Narodne novine 178/04.,151/05.,111/06.,63/08.

<sup>12</sup> Ibidem

Tijekom obavljanja posebnoga linijskog prijevoza u vozilu se mora nalaziti ugovor i popis putnika, popis putnika obvezatni je sastavni dio ugovora. Zabranjen je prijevoz putnika koji nisu upisani u popis putnika u posebnom linijskom prijevozu.

Prilikom izdavanja dozvole izdavatelj dozvole primjenjuje sljedeća mjerila:

- vremensku i mjesnu dostupnost javnoga linijskoga cestovnog i drugih grana prijevoza,
- potrebe posebnih kategorija korisnika prijevoza,
- utjecaj na ekonomsku opstojnost postojećih linija.

**Povremeni prijevoz putnika u cestovnom prometu** je prijevoz kod kojeg se skupina unaprijed formiranih putnika prevozi pod uvjetima iz ugovora sklopljenog između prijevoznika i naručitelja prijevoza. Povremeni prijevoz putnika ne smije sadržavati ponovljene elemente linijskog, ni posebnoga linijskog prijevoza, kao što su relacija, vrijeme odlaska i dolaska, te mjesta ulaza i izlaza putnika.

Prijevozi su namijenjeni potrebama za jednokratnim prijevozima, te nemaju funkciju prijevoza dnevne migracije.

Pri obavljanju povremenog prijevoza putnika u autobusu se mora nalaziti putni list, osim u slučajevima prijevoza iz/u zračne i morske luke ili željezničke kolodvore, te prijevoz djece u kazalište, kino, sportske i druge manifestacije.<sup>13</sup>

**Auto taksi i posebni prijevoz putnika u unutarnjem cestovnom prometu** prema Zakonu o prijevozu u cestovnom prometu *autotaksi prijevoz* obavlja se na temelju licencije ili koncesije. Autotaksi prijevoz obavlja se na području one jedinice lokalne samouprave, na čijem području autotaksi prijevoznik ima sjedište/prebivalište. Propisima se može urediti pod kojim uvjetima je autotaksi prijevoz dozvoljen prijevoznicima sa sjedištem/prebivalištem izvan područja jedinice lokalne samouprave.

---

<sup>13</sup> Zakon o prijevozu u cestovnom prometu, Narodne novine 178/04., 151/05., 111/06., 63/08.

Potrebu i način obavljanja *posebnog oblika prijevoza putnika* cestovnim vlakom, zaprežnim vozilom ili nekim drugim cestovnim vozilom propisuje jedinica lokalne samouprave.

**Shuttle prijevoz.** Prijevoz putnika između zračne luke i središta grada, odnosno hotela može obavljati prijevoznik koji ima licenciju za unutarnji prijevoz putnika ili licenciju Zajednice za prijevoz putnika. Prijevoz se može obavljati autobusima i osobnim vozilima (7+1), odnosno (8+1).

## 2.2. JAVNI GRADSKI PRIJEVOZ

U suvremenim gradovima, stupanj izgradnje prometne infrastrukture uglavnom ne može pratiti povećanje prometne potražnje te je stoga neophodno uspostavljanje povoljnog odnosa javnog i individualnog putničkog prijevoza. Kapaciteti cestovne prometne infrastrukture ne mogu zadovoljiti nagli rast broja motornih vozila na prometnicama. Prometna zagušenja u urbanim sredinama uglavnom su generirana iz dva izvora koji zajednički dijele istu infrastrukturu, a to su putnici i teret. Automobil osigurava fleksibilnost u putovanju, a koristi se isključivo za vlastite potrebe. Pri prijevozu tereta, zbog nedovoljne fleksibilnosti željezničkog i pomorskog prometa „od vrata do vrata“, kamioni i dostavna vozila dodatno opterećuju prometnu mrežu.

Javni gradski prijevoz putnika jedan je od dominantnih vidova prijevoza, obzirom da se veliki broj putovanja odvija upravo u velikim gradovima. Javni prijevoz ostvaruje veću korist na područjima veće gustoće stanovanja u kojima postoje veći zahtjevi za mobilnošću, dok je u područjima relativno male gustoće stanovanja vjerojatnije da će se koristiti osobna prijevozna sredstva. Glavni čimbenici koji determiniraju javni prijevoz su: frekvencija, fleksibilnost, cijena i udaljenost između stajališta. Temeljni problemi kojima treba posvetiti pažnju su: unaprjeđenje kvalitete, optimalna iskoristivost kapaciteta javnih prijevoznih sredstava, smanjenje zagađenja i buke, povećanje prostora za pješake u gradovima. Osobito je bitno unaprijediti kvalitetu usluge JGPP-a odbacujući tezu da se njime koriste samo siromašniji slojevi društva (učenici, studenti, umirovljenici,...). Čest je slučaj da su javni prometni sustavi previše ili premalo iskorišteni. U vrijeme vršnih

opterećenja gužve smanjuju komfor dok prazne vožnje čine mnoge usluge financijski neisplativima.<sup>14</sup>

Zagađenje i buka imaju ozbiljan utjecaj na kvalitetu zdravlja i življenja. Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastrukture sudjeluje u provedbi pilot projekta djelomičnog uvođenja prirodnog plina u javni gradski promet, te Programu Zajednice Marco Polo II radi poboljšanja ekonomske djelotvornosti sustava prijevoza tereta čime potiče međuobalnu plovidbu s ciljem preusmjeravanja prometa s cesta na ekološki prihvatljivije vidove transporta.<sup>15</sup> Grad Rijeka odnosno komunalno društvo Autotrolej d.o.o. za prijevoz putnika Rijeka u 2013. godini, već poduzelo izuzetno pohvalne mjere nabavkom deset solo autobusa i dva minibusu koja su pogonjena stlačenim prirodnim plinom a koriste se u javnom gradskom prijevozu.

Cilj Prometne studije Grada Zagreba je razrada niza Generalnih prometnih planova grada. Jedan od zaključka ove studije je izraziti porast putovanja osobnim automobilima u usporedbi s javnim prijevozom, kao izravna posljedicu povećanja vlasništva automobila. Podjela putovanja na osobne automobile i javni prijevoz koja je bila prilično uravnotežena u 1998. godini, prognozirano je da će se u 2020. godini promijeniti na 66% s osobnim automobilima i 34% s javnim prijevozom.<sup>16</sup>

Prema anketi, provedenoj u srpnju 2013. godine nakon još jednog u nizu poskupljenja goriva, 33% građana RH se izjasnilo da će koristiti auto samo kada je nužno, 44% građana će nastaviti kao i do sada, dok samo 4% građana imaju namjeru ostaviti auto doma i koristiti javni prijevoz, te 19% građana zamijeniti auto za bicikl.

---

<sup>14</sup>Krpan, Lj., Baričević, H., Maršanić, R., *Kvalitetan javni gradski prijevoz putnika kao odgovor ovisnosti o automobilu*, Automatizacija u prometu 2010 KoREMA 2010, str. 57-63.

<sup>15</sup> Strateški plan Ministarstva pomorstva, prometa i infrastrukture za razdoblje 2012.-2014. godine; [www.hrvatskiprijevoznik.hr](http://www.hrvatskiprijevoznik.hr)

<sup>16</sup> [www.zagreb.hr](http://www.zagreb.hr) (srpanj, 2013.)

Globalna struktura prometnog sustava ovisna je o broju stanovnika grada, u razvijenim zemljama sa visokim stupnjem motorizacije, primjerice:<sup>17</sup> u gradovima do stotinu tisuća stanovnika (100.000) 70% prijevoznih potreba se zadovoljava individualnim, a 30% javnim prijevozom putnika. U gradovima od stotinu tisuća stanovnika (100.000) do pet stotina tisuća stanovnika (500.000) 60% prijevoznih potreba se zadovoljava individualnim, a 40% javnim prijevozom putnika.

### **2.2.1. Proces planiranja javnog gradskog prijevoza**

Planiranje javnog gradskog prijevoza predstavlja jedan od ključnih dijelova planiranja razvoja grada. Planiranje treba biti integralno, opsežno kako bi se uskladio budući razvoj grada.<sup>18</sup> Prvi korak prometnog planiranja javnog gradskog prijevoza je postavljanje cilja ili ciljeva.

Temeljni ciljevi mogu biti:<sup>19</sup>

- osigurati maksimum transportnog učinka kroz prometnu mrežu – prikazuje se kao broj putovanja ili putničkih kilometara.
- osigurati maksimum operativne efikasnosti – prikazano kao minimum transportnog troška za maksimum transportnog učinka određene razine usluge.

Kreativni pozitivni učinci u sljedećim su postavljenim ciljevima.<sup>20</sup>

- javni gradski prijevoz putnika treba osigurati u planiranom razdoblju planiranog broja putovanja s povećanom kvalitetom prijevoza, te da je moguće prilagođavanje prijevozne ponude prijevoznoj potražnji;

---

<sup>17</sup> Vasilj, A., Činčurak, B., *Interakcija razvitka prometa i razvoja grada*, XVI International Scientific Symposium on Transport Systems 2009, Collection of Papers, Volume 1 / Rotim, Franko (ur.). - Zagreb: Hrvatsko znanstveno društvo za promet, 2009. str. 85-90.

<sup>18</sup> Brčić, D., Ševrović, M., *Logistika prijevoza putnika*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012. Str. 65-66.

<sup>19</sup> Ibidem

<sup>20</sup> Ibidem

- javni gradski prijevoz putnika treba biti dominantan prijevoz u urbanoj sredini, kako bi se smanjili negativni utjecaji korištenja osobnih automobila u cestovnom prometu;
- javni gradski prijevoz putnika treba biti izbalansiran u cijelom prometnom sustavu kako bi bio racionalan u korištenju energije i ekonomskim parametrima;
- odabrani sustav javnog gradskog prijevoza putnika treba imati minimalan ili najmanji utjecaj na okoliš;
- javni gradski prijevoz putnika odnosno njegov podsustav treba biti efikasan i ekonomičan za lokalnu zajednicu.

### 2.2.2. Parametri za planiranje javnog gradskog prijevoza

Pilikom planiranja javnog gradskog prijevoza važni su sljedeći parametri i karakteristike:<sup>21</sup>

- **Prometno područje i njegove karakteristike** koje uključuje područje opsluživanja (km<sup>2</sup>), populacija odnosno broj stanovnika na području opsluživanja i gustoća naseljenosti (stanovnika/km<sup>2</sup>).
- **Sustav javnog gradskog prijevoza** koji se sastoji od dvije kategorije *fizičke komponente sustava i usluge*.
- **Prijevozna usluga, rad i produktivnost** čije su sastavnice *volumen ponuđene usluge, upotreba prijevoznog sustava, prijevozni rad i prijevozna produktivnost*.
- **Kriteriji za izbor podsustava javnog gradskog prijevoza** predstavljaju *urbanističko-planske zahtjeve i zahtjeve prometnog sustava, zahtjevi za kvalitetom prometne usluge, ekonomičnost, efikasnost i očekivani prijevozni učinak, usklađenost s energetsom politikom grada i svjetskim trendovima i mnogi drugi*.

---

<sup>21</sup> Brčić, D., Ševrović, M., *Logistika prijevoza putnika*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012. str. 67-70.



Kako bi se ovi kriteriji mogli vrednovati, potrebno je napraviti model vrednovanja, u kojem se upotrebljavaju dva dominantna tipa *funkcionalno vrednovanje i ekonomsko vrednovanje*. Broj metoda vrednovanja je velik, no možemo ga podijeliti u dvije grupe *tradicionalne (klasične) i suvremene metode vrednovanja*, dok se u novije vrijeme koristi i *kompleksno vrednovanje*.<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> Ibidem

### **3. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA I STATISTIČKI PODACI**

Metodologija istraživanja u ovom radu polazi od definiranja problema, prikupljanja podatka, odabira odgovarajuće metode te postavljanja modela. Na kraju se analiziraju dobiveni rezultati i donose odgovarajući zaključci.

Od kvantitativnih metoda predviđanja, u ovom će se radu koristiti analiza vremenskih nizova i regresijski model. Kvantitativnim se metodama prognoziranja najprije analizira dosadašnje kretanje pojave ili odabiru pojave koje bitno utječu na promatrani problem, a zatim kvantificiraju ovisnosti koje postoje između tih pojava. Ove metode se baziraju na odgovarajućem produžetku dosadašnjeg trenda, objašnjavaju kretanja u proteklom razdoblju te razloge koji su izazvali ta kretanja. Napredak u primjeni kvantitativnih metoda nastao je kao posljedica brzog razvoja računala i programske podrške koji su omogućili uporabu velikog broja podataka, usporedbu raznih varijanti te odabir optimalnog rješenja. Ove metode prognoze su pogodne u slučajevima kada postoje podaci iz prošlosti pomoću kojih se mogu predviđati buduća kretanja.

S obzirom na dostupnost podataka, kao i postojeću literaturu koja obrađuje tematiku potražnje za cestovnim prijevozom putnika, za potrebe ovog rada odabrane su varijable čiji je naziv i opis naveden u tabeli 1. U analizi su korišteni godišnji podaci za razdoblje od 2002. do 2012. godine koji se nalaze u tabeli 2. Analiza je provedena pomoću programskog paketa Excel 2010.

**Tabela 1. Naziv i opis varijabli uključenih u analizu potražnje za javnim prijevozom putnika**

<b>Varijabla</b>	<b>Opis</b>
PPCP	Prevezeni putnici u cestovnom prijevozu, tis.
RCMV	Registrirana cestovna motorna vozila
PPGP	Prevezeni putnici u gradskom prijevozu, tis.
PPROV	Prvi put registrirana osobna vozila
ROV	Registrirana osobna vozila (fizičke osobe)
RM	Registrirani motocikli
RA	Registrirani autobusi
BDP	Bruto domaći proizvod (tekuće cijene), mil. kn
NP	Prosječna neto plaća, kn
SN	Stopa nezaposlenosti (%)
AC	Ukupna duljina mreže autocesta, km
PVuPN	Promet vozila u područjima naplate, mil. kn

Izvor: Statistički ljetopis Državnog zavoda za statistiku Republike Hrvatske (2010-2012), Statističke informacije (2012, 2013), te Priopćenja (Br. 5.1.1/1. od 10.05.2013.) DZS RH, Statistički bilten 2011, HUKA, Zagreb, 2012, Ključne brojke 2012, HUKA, Zagreb, travanj 2013.

**Tabela 2. Podaci za razdoblje od 2002. Do 2012. Godine korišteni u kvantitativnoj analizi potražnje za javnim prijevozom putnika**

God.	PPCP	RCMV	PPGP	PPROV	ROV	RM	RA	BDP	NP	SN	AC	PVuPN
2002	65582	1571775	385776	95214	1164741	28188	4792	208223	3720	14,8	598,6	31,97
2003	65413	1649851	374372	104521	1199395	33925	4833	228932	3940	14,3	747,6	39,176
2004	64768	1720119	365053	99844	1230356	39315	4869	247428	4173	13,8	942,9	47,308
2005	64859	1790971	362934	102123	1265289	44196	4851	266652	4376	12,7	1035,2	49,643
2006	63576	1866741	376613	114447	1300155	49788	4914	291044	4603	11,2	1078,9	53,699
2007	63144	1949936	425954	106202	1339673	56401	5043	318308	4841	9,6	1159,9	56,88
2008	62064	2021936	408865	95697	1365228	63357	5099	343412	5178	8,4	1201,3	61,944
2009	58493	2005210	384252	53252	1360382	63691	5071	328672	5311	9,1	1240,7	62,819
2010	56419	1969587	373239	46209	1348236	62210	4877	323807	5343	11,8	1240,7	62,573
2011	52561	1969405	364382	48883	1353252	62876	4841	330171	5441	13,5	1250,7	65,785
2012	52293	1894962	363198	40825	1290775	58006	4655	330232	5478	15,8	1250,7	64,706

**Izvor:** Statistički ljetopis Državnog zavoda za statistiku Republike Hrvatske (2010-2012), Statističke informacije (2012, 2013), te Priopćenja (Br. 5.1.1/1. od 10.05.2013.) DZS RH, Statistički bilten 2011, HUKA, Zagreb, 2012, Ključne brojke 2012, HUKA, Zagreb, travanj 2013.

**Napomena:** Podaci o cestovnom prijevozu putnika odnose se na rad poslovnih subjekata koji se bave prijevozom putnika autobusima i imaju u vlasništvu više od 5 autobusa i na rad poslovnih subjekata koji imaju dozvolu za obavljanje javnoga linijskog prijevoza putnika. Podaci o cestovnom gradskom prijevozu putnika odnose se na rad poslovnih subjekata koji obavljaju gradski prijevoz (tramvajima i autobusima) u gradskim i prigradskim naseljima.

## **4. PROGNOZA POTRAŽNJE ANALIZOM VREMENSKIH NIZOVA**

Kvantitativnim se metodama prognoziranja najprije analizira dosadašnje kretanje pojave ili odabiru pojave koje bitno utječu na promatrani problem, a zatim kvantificiraju ovisnosti koje postoje između tih pojava. Ove metode se baziraju na odgovarajućem produžetku dosadašnjeg trenda, objašnjavaju kretanja u proteklom razdoblju te razloge koji su izazvali ta kretanja. Napredak u primjeni kvantitativnih metoda nastao je kao posljedica brzog razvoja računala i programske podrške koji su omogućili uporabu velikog broja podataka, usporedbu raznih varijanti te odabir optimalnog rješenja. Ove metode prognoze su pogodne u slučajevima kada postoje podaci iz prošlosti pomoću kojih se mogu predviđati buduća kretanja.

U kvantitativne metode predviđanja ubrajaju se:<sup>23</sup>

- Analiza vremenskih nizova
- Tehnike izgladivanja
- Barometarske metode
- Regresijski/ekonometrijski modeli.

### **4.1. TEORIJSKE POSTAVKE PROGNOZE PROMETNE POTRAŽNJE ANALIZOM VREMENSKIH NIZOVA**

Analiza vremenskih nizova jedna je od najčešćih primjenjivanih kvantitativnih metoda prognoziranja. Analizom vremenskih nizova procjenjuju se vrijednosti ispitivanje u budućnosti, uz pretpostavku da će se ponašati kao u prošlosti. Dakle, iz navedenog zaključuje da se ova metoda može koristiti samo u slučajevima kada su poznati, odnosno dostupni, podaci iz proteklog razdoblja.

---

<sup>23</sup> Hess.S., Planiranje prometne potražnje, Pomorski fakultet, Rijeka 2010, str. 19

Prvi korak u analizi vremenskih nizova je grafički prikaz podataka iz prošlosti jer se na grafikonu uočavaju tendencija kretanja i oscilacije promatrane pojave. Uzroci oscilacija mogu se svrstati u četiri skupine: sekularni trend, cikličke oscilacije, sezonske varijacije te nepredvidivi ili slučajni utjecaji.

**Sekularni trend** prikazuje dugoročno smanjenje ili povećanje vrijednosti promatranog niza u vremenu.

**Cikličke oscilacije** su velika povećanja ili smanjenja vrijednosti promatranog vremenskog niza koja se izmjenjuju u nekim vremenskim intervalima.

**Sezonske varijacije** su pravilne oscilacije promatranog vremenskog niza koje se javljaju tijekom svake godine radi vremenskih okolnosti ili društvenih normi i običaja.

**Nepredvidivi ili slučajni utjecaji** su varijacije u promatranim vremenskim nizovima uzrokovane nepredvidivim događajima kao što su: ratovi, prirodne katastrofe, štrajkovi i sl.

Ukupan iznos varijacije vremenskog niza rezultat je djelovanja sve četiri komponente.

Trend se definira kao tendencija kretanja nekog procesa ili pojave u određenom vremenskom razdoblju. Najčešći oblici trenda su: *linearni*, *parabolični* i *eksponencijalni oblik*.

Prvi korak kod prognoziranja analizom vremenskih nizova je ispitivanje ponaša li se promatrani vremenski niz zaista prema uočenom trendu. Taj se postupak naziva *testiranje značajnosti trenda*, a može se obavljati pomoću testiranja hipoteze, na način da se postave dvije suprotne hipoteze:

$H_0$ : Vremenski niz je slučajan

$H_1$ : Vremensku seriju karakterizira trend

Sljedeći korak je *izbor funkcije trenda*, a može se utvrditi pomoću razlika podataka uzastopnih vremenskih intervala ( $\Delta Y$ ).

Postoje tri različita slučaja:<sup>24</sup>

1. Kada su izračunata razlike  $\Delta Y$  približno jednake u cijelom promatranom razdoblju, podaci promatranog vremenskog niza pokazuju približno pravolinijsku tendenciju te im se najbolje prilagođava funkcija *linearnog trenda* oblika:

$$Y_t = a_0 + a_1 X,$$

gdje je:

Y – vrijednost promatrane pojave,

X – podatak koji označava vrijeme,

$a_0$  – prosječna razina ( mjesečna, godišnja, itd.)

$a_1$  - prosječni rast / pad (mjesečni, godišnji, itd.)

Vrijednosti  $a_0$  i  $a_1$  izračunavaju se *metodom najmanjih kvadrata*, a *reprezentativnost trenda* ispituje se metodom *analize varijance*, pomoću koje se izračunavaju sljedeći parametri:

- Protumačena varijanca  $\sigma_p^2$
- Nепrotumačena varijanca  $\sigma_n^2$
- Ukupna varijanca  $\sigma^2$

Stupanj reprezentativnosti trenda:  $X \% = \sigma_p^2 / \sigma^2 \cdot 100$

---

<sup>24</sup> Ibidem, str. 19-21

2. U slučaju kada razlike podataka uzastopnih vremenskih intervala nisu približno jednake veličine, već su približno jednaki njihovi kvadrati ( $\Delta^2 Y$ ), tendenciju kretanja promatrane pojave najbolje predočuje *parabola*:

$$Y_t = a_0 + a_1 X + a_2 X^2$$

Kao i u prethodnom izračunava se *stupanj reprezentativnosti trenda* metodom *analize varijance*.

3. Ako su vrijednost  $\Delta \log Y$  približno jednake, znači da pojava raste ili pada svake godine za približno isti postotak, te se originalne frekvencije njezinog kretanja najbolje aproksimiraju *eksponencijalnom funkcijom*:

$$Y_t = a_0 a_1^x,$$

gdje je:

$a_0$  – prosječna razina (mjesečna, godišnja, itd.) vrijednost parametra  $a_1$  pomnožena sa sto pokazuje srednji relativan rast promatrane pojave, koji još naziva srednjim tempom rasta.

Analogno kao i u prethodna dva slučaja na kraju izračunava se *stupanj reprezentativnosti trenda* metodom *analize varijance*.

Na kraju postupka slijedi prognoziranje budućih vrijednosti koje se obavlja *ekstrapolacijom unaprijed*, odnosno uvrštavanjem vrijednosti  $x$  koji pripada pojedinom vremenskom intervalu u izračunatu jednadžbu linearnog, odnosno krivolinijskog trenda.



#### 4.2. PROGNOZA POTRAŽNJE ZA JAVNIM PRIJEVOZOM U RH ANALIZOM VREMENSKIH NIZOVA

Od kvantitativnih metoda predviđanja, u ovom će se radu koristiti analiza vremenskih nizova i regresijska analiza. Kvantitativnim se metodama prognoziranja najprije analizira dosadašnje kretanje pojave ili odabiru pojave koje bitno utječu na promatrani problem, a zatim kvantificiraju ovisnosti koje postoje između tih pojava. Ove metode se baziraju na odgovarajućem produžetku dosadašnjeg trenda, objašnjavaju kretanja u proteklom razdoblju te razloge koji su izazvali ta kretanja. Napredak u primjeni kvantitativnih metoda nastao je kao posljedica brzog razvoja računala i programske podrške koji su omogućili uporabu velikog broja podataka, usporedbu raznih varijanti te odabir optimalnog rješenja.

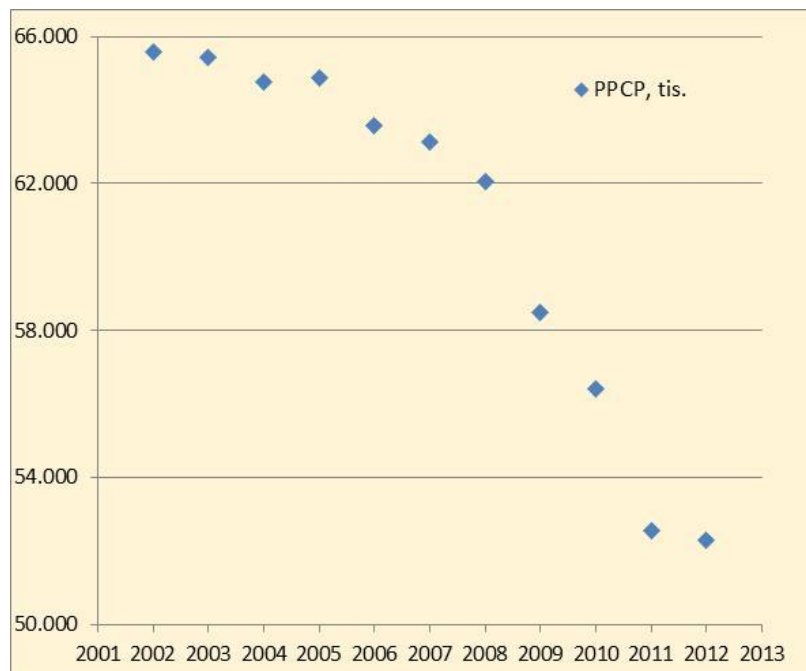
**Tabela 3. Podaci varijabli za analizu potražnje za javnim prijevozom putnika u razdoblju od 2002. do 2012. godine**

God.	PPCP, tis.	RCMV	PPGP, tis.	PPROV	NP, kn
2002	65582	1571775	385776	95214	3720
2003	65413	1649851	374372	104521	3940
2004	64768	1720119	365053	99844	4173
2005	64859	1790971	362934	102123	4376
2006	63576	1866741	376613	114447	4603
2007	63144	1949936	425954	106202	4841
2008	62064	2021936	408865	95697	5178
2009	58493	2005210	384252	53252	5311
2010	56419	1969587	373239	46209	5343
2011	52561	1969405	364382	48883	5441
2012	52293	1894962	363198	40825	5478

**Izvor:** Statistički ljetopis Državnog zavoda za statistiku Republike Hrvatske (2010-2012), Statističke informacije (2012, 2013), te Priopćenja (Br. 5.1.1/1. od 10.05.2013.) DZS RH, Statistički bilten 2011, HUKA, Zagreb, 2012, Ključne brojke 2012, HUKA, Zagreb, travanj 2013.

Analiza vremenskih nizova jedna je od najčešćih primjenjivanih kvantitativnih metoda prognoziranja. Za prognozu javnog prometa u RH pomoću analize vremenskih nizova korišten je računalni program MS Excel i podaci o broju *prevezenih putnika u cestovnom prijevozu* (PPCP). Osim te varijable u tabeli 3 su navedeni i podaci za varijable koje će se analizirati u regresijskoj analizi: *prevezeni putnici u gradskom prijevozu* (PPGP), *prvi put registrirana osobna vozila* (PPROV), te *prosječna neto plaća* (NP) za razdoblje od 2002. do 2012. godine.

Serijski broj prevezenih putnika prikazan je na grafikonu 1.

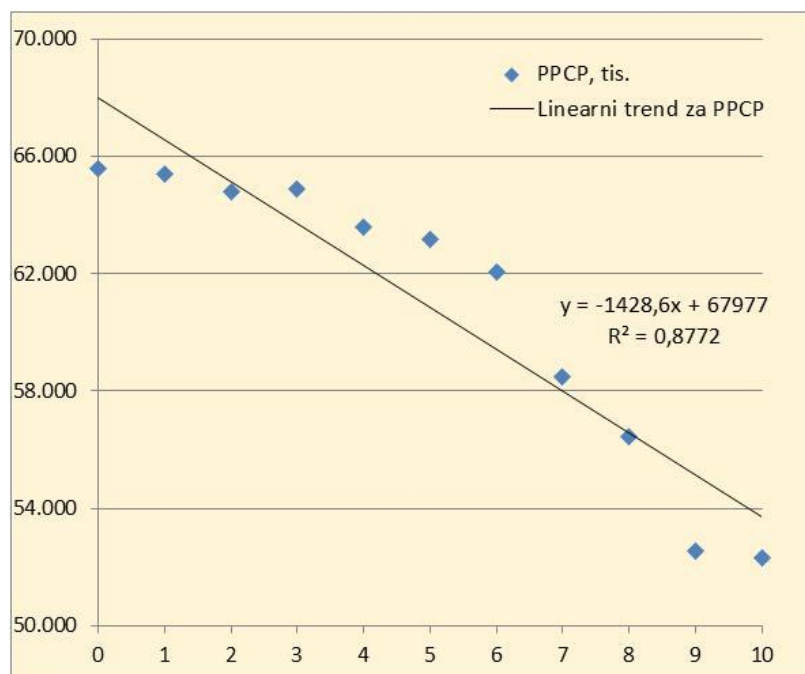


**Grafikon 1. Prevezeni putnici u cestovnom prijevozu RH u razdoblju od 2002. do 2012. godine**

Izvor: izradila autorica

Od 2002. do 2008. uočljiv je stalni pad broja prevezenih putnika i to sa 65,5 na 62 milijuna putnika godišnje. Međutim, samo u razdoblju od jedne godine, u 2009. godini broj putnika je značajno pao na 58 milijuna putnika, znači u istom iznosu koliko je padao od 2002 do 2008. godine. Nastavak tako skokovitog pada prisutan je i u narednim godinama sve do promatrane 2012. godine, iako je ipak prisutna lagana stagnacija pada u 2011. i 2012. godini kada se broj prevezenih putnika zadržava na razini od oko 52 milijuna putnika godišnje.

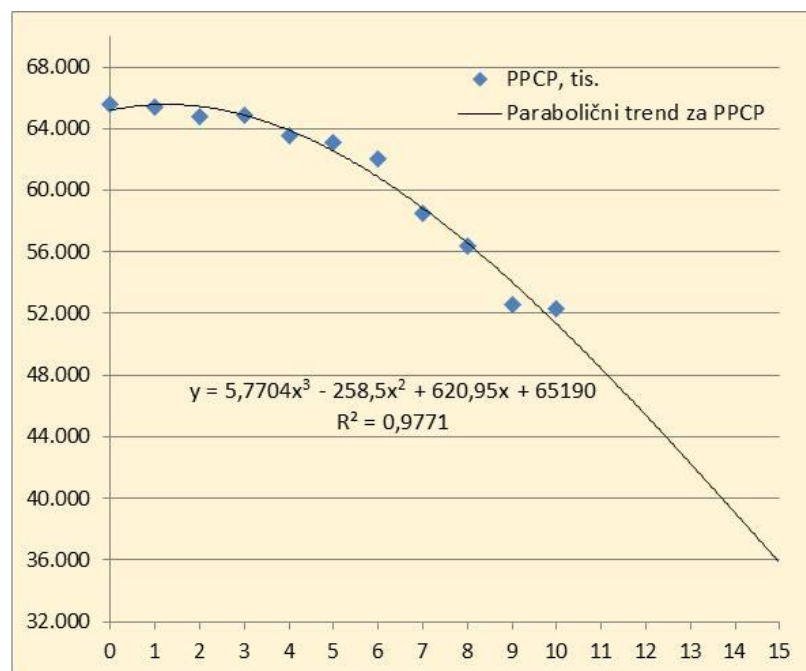
Za dobivanje trenda potrebno je prethodno transformirati vrijednosti varijable *godine* (vrijeme koje je izraženo u godinama) u varijablu *X* sa vrijednostima od 0 do 10. Na grafikonima 2 – 4 predloženi su linearni, parabolični i eksponencijalni trend sa pripadajućim jednadžbama. Za jednadžbe linearnog, paraboličnog i eksponencijalnog trenda s ishodištem na početku razdoblja, dano je objašnjenje značenje parametara u jednadžbama trenda, gdje je  $X=0$  za 2002. godinu, jedinica *X*-a je jedna godina, a jedinica *Y*-a je jedna tisuća prevezenih putnika u cestovnom prijevozu.



**Grafikon 2. Prevezeni putnici u cestovnom prijevozu (u tis.) u razdoblju od 2002. do 2012. i linearni trend**

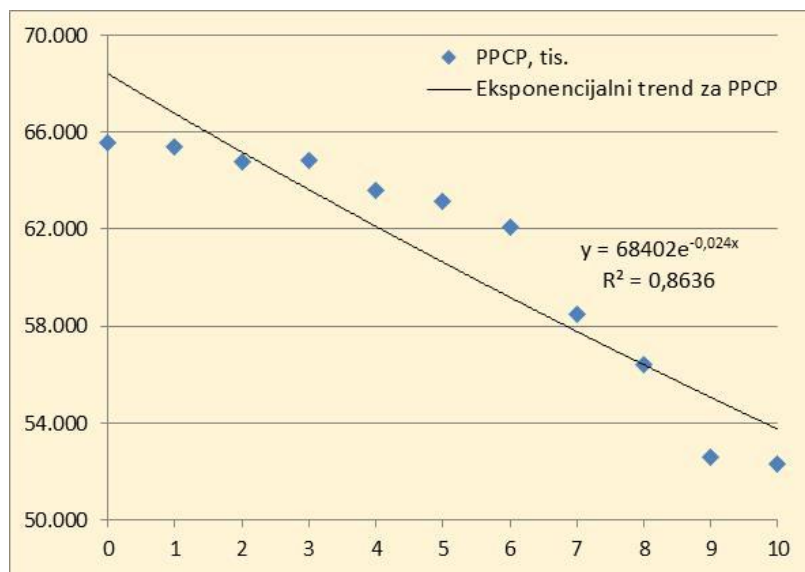
Izvor: izradila autorica

U jednadžbi linearnog trenda  $Y = 67.977 - 1.428,6X$ , parametar  $a_0$  (67.977) predstavlja očekivanu trend vrijednosti u ishodišnoj 2002. godini i iznosi 67.977.000 prevezenih putnika u cestovnom prijevozu u RH vozila. Vrijednost parametra  $a_0$  služi kao svojevrsna kontrola trend-modela, gdje ne bi trebalo biti prevelike razlike između empirijske i trend vrijednosti, ali to ovdje nije slučaj jer je ta razlika od 2.395.000 putnika znatna. Parametar  $a_1$  (-1.428,6) znači da se broj prevezenih putnika u RH u promatranom razdoblju u prosjeku svake godine smanjivao za 1.428.600 putnika.



**Grafikon 3. Prevezeni putnici u cestovnom prijevozu (u tis.) u razdoblju od 2002. do 2012. i parbolični trend**

Izvor: izradila autorica



**Grafikon 4. Prevezeni putnici u cestovnom prijevozu (u tis.) u razdoblju od 2002. do 2012. i eksponencijalni trend**

Izvor: izradila autorica

Dobivena jednadžba eksponencijalnog trenda glasi:  $Y = 68.402 \cdot 0,9763^X$ , gdje parametar  $a_0$  predstavlja trend vrijednosti za ishodišnu 2002. godinu i iznosi 68.402.000 prevezenih putnika. Parametar  $a_1$  znači da se u promatranom razdoblju svake godine broj prevezenih putnika u cestovnom prijevozu u RH smanjivao za prosječno 2,37% godišnje.

Reprezentativnost dobivenih trendova određuje se na temelju koeficijenta determinacije (pokazatelj  $R^2$ ). Za parabolni trend trećeg stupnja ovaj pokazatelj iznosi 0,9771, što znači da 97,7% periodičnih promjena prevezenih putnika u RH u razdoblju od 2002. do 2012. godine objašnjava parabolni trend model. S obzirom da je za parabolni model pokazatelj reprezentativnosti najveći, jednadžba parabole trećeg stupnja koristit će se za daljnju prognozu.

Pod pretpostavkom da će se broj prevezenih putnika u cestovnom prijevozu RH nastaviti kretati prema odabranom paraboličnom trendu, ekstrapolacijom unaprijed prognozirane su vrijednosti za sljedeće petogodišnje razdoblje (tabela 4), što je vidljivo i na grafikonu 2.

**Tabela 4. Prevezeni putnici u cestovnom prijevozu (u tis.) u razdoblju od 2002. do 2012. i eksponencijalni trend**

<i>Godina</i>	<b>PPCP, tis.</b>
2013.	48.422
2014.	45.389
2015.	42.253
2016.	39.051
2017.	35.817

Izvor: izradila autorica

Raditi prognoze u uvjetima kada je RH u nestabilnoj ekonomskoj situaciji za koju je neizvjesno do kada će potrajati, a velika je nepoznanica do kada će trajati, podložno je greškama upravo zbog neizvjesnosti. Inače je preporuka da se ne rade dugoročne prognoze, maksimalno za buduću polovicu od promatranog (analiziranog) razdoblja. Prognoza prometa pomoću analize vremenskih nizova, dinamiku budućeg kretanja prometa isključivo temelji na njegovom kretanju u proteklom razdoblju.

Međutim, za kvalitetnu i još pouzdaniju prognozu treba uzeti u obzir i neke druge čimbenike koji imaju utjecaja na kretanje pojave koja se promatra. Stoga će se u sljedećem dijelu rada kretanje broja prevezenih putnika u cestovnom prijevozu RH promatrati s aspekta različitih utjecajnih čimbenika za koja su autori rada procijenili da bi mogli biti bitni za ovu pojavu, što je moguće primjenom metode regresijske analize.

## 5. REGRESIJSKA ANALIZA

Regresijska analiza je statistička metoda kojom se ispituju odnosi između pojava. S jedne strane se nalazi pojava koja predstavlja zavisnu varijablu (Y) koju se želi objasniti, a s druge strane jedna ili više pojava koje predstavljaju nezavisne ili objašnjavajuće varijable (X). Varijabla čije se varijacije objašnjavaju pomoću drugih naziva se ***zavisnom varijablom***, varijable kojima se objašnjava varijacija zavisne varijable nazivaju se ***nazavisnim varijablama***.<sup>25</sup>

Osnova je svake analize ***regresijski model***. Regresijski model je algebarski model kojim se analitički izražava statistički odnos među pojavama, Statistički odnosi pojava su pod utjecajem nesistematskih, stohastičkih varijacija, čija prisutnost proizlazi iz prirode tih odnosa. Svaki regresijski model sadrži slučajnu varijablu kojom se predočuju nesistematski utjecaji i po kojoj se statistički model razlikuje od determinističkog modela. Regresijski modeli služe u analitičke, često prognostičke svrhe.<sup>26</sup>

### 5.1. OSNOVNI POJMOVI

Regresijski model je jednadžba ili skup jednadžbi s konačnim brojem parametara i varijabli. Regresijski su modeli u općem obliku:<sup>27</sup>

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_k) + e$$

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_k) \quad \varepsilon,$$

gdje je:

Y – zavisna (regresand, objašnjena) varijabla,

$X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_k$  – nezavisne varijable (regresijske, eksplanatorne) varijable,

e (ili  $\varepsilon$ ) – stohastička varijabla koja predočuje nesistematske utjecaje na zavisnu varijablu.

Funkcionalni dio modela  $f(X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_k)$  različit je i ovisi o danom slučaju primjene.

---

<sup>25</sup> Hess.S., Planiranje prometne potražnje, Pomorski fakultet, Rijeka 2010., str. 53

<sup>26</sup> Ibidem

<sup>27</sup> Ibidem

U primjenama regresijskog modela podaci se pojavljuju kao *vremenske serije*, kao brojčane vrijednosti pojava (vrijednosti varijabli) u jednom vremenskom intervalu ili vremenskoj točki za gospodarske jedinice, prostorne jedinice ili gospodarske agregate, kao što su grane djelatnosti, gospodarski sektori i sl., te u obliku *kombinacije vremenskih serija i podataka* za gospodarske ili prostorne jedinice.

Regresijski model analizira se polazeći od stvarnih vrijednosti pojava, odnosno od stvarnih (empirijskih) vrijednosti varijabli. Postupak regresijske analize počinje prikupljanjem podataka o pojavama tijekom određenog vremena, odnosno broja vremenskih intervala: najjednostavniji primjer je uzimanje jedne zavisne i jedne neavisne varijable promatrane pojave (model jednostavne regresije). Nakon toga u grafikonu se ucrtavaju parovi vrijednosti pojava za isti vremenski interval: vrijednost objašnjavajuće varijable mjeri se po vodoravnoj (x) osi, a podatak zavisne varijable mjeri se po okomitoj (y) osi grafikona. Taj grafikon se naziva *dijagram rasipanja*.<sup>28</sup>

Pri pretpostavki da postoji približno linearan odnos između pojava, takav odnos može se procjeniti ucrtavanjem pravca koji se najbolje prilagođava točkama podataka pojava (na način da su točke podataka s obje strane približno jednako udaljene od pravca). Jednadžba tako ucrtanog pravca glasi:<sup>29</sup>

$$Y = a + bX$$

gdje je:

a - odsječak na okomitoj osi; ovaj parametar daje procjenjenu vrijednost od Y kada je X=0,

b - koeficijent nagiba pravca; ovaj parametar daje procjenu povećanja ili smanjenja u Y koje je posljedica svakog pojedinog povećanja ili smanjenja u X.

---

<sup>28</sup> Ibidem, str. 54

<sup>29</sup> Ibidem



**Regresijska analiza** je statistička metoda za dobivanje pravaca koji, u skladu subjektivnim statističkim kriterijem, najbolje odgovara točkama podataka. Najčešća metoda dobivanja regresijskog pravca je *metoda najmanjih kvadrata*. U tom slučaju regresijski je pravac dobiven minimizacijom sume kvadriranih okomitih odstupanja svake točke od pravca regresije.<sup>30</sup>

Odstupanje točke od pravca regresije računa se iz izraza:<sup>31</sup>

$$e_t = Y_t - \hat{Y}_t,$$

gdje je:

$e_t$  – pogreška ili okomito odstupanje stvarnog podataka u odnosu na podatak procijenjen regresijskim pravcem u vremenskom intervalu duljine  $t$ ,

$y_t$  - stvarni podatak u vremenskom intervalu duljine  $t$ ,

$\hat{Y}_t$  - podatak procijenjen regresijskim pravcem u vremenskom intervalu duljine  $t$ .

---

<sup>30</sup> Ibidem, str. 55

<sup>31</sup> Ibidem

## 5.2. JEDNOSTAVNA REGRESIJSKA ANALIZA

Deskriptivno-statistička analiza modela jednostavne linearne regresije svodi se na utvrđivanje analitičkog izraza koji u određenom smislu najbolje predočuje empirijske podatke. Prvi zadatak regresijske analize je izračunati procijenjene vrijednosti parametra  $a$  (odsječka na osi  $y$ ) i parametra  $b$  (koeficijenta nagiba) regresijskog pravca:<sup>32</sup>

$$\hat{Y}_t = \hat{a} + \hat{b}X_t,$$

gdje su:

$\hat{Y}_t$  – procjena zavisne ekonomske varijable (pojave) u vremenskom intervalu duljine  $t$ , dobivena pomoću regresijskog pravca za razinu nezavisne varijable (pojave) u vremenskom intervalu duljine  $t$ ,

$\hat{a}$  – procjena parametra  $a$  - konstantni član,

$\hat{b}$  - procjena parametra  $b$  – regresijski član.

Pogreška ili odstupanje ( $e_t$ ) svakog podatka zavisne varijable ( $Y_t$ ) od njegove odgovarajuće vrijednosti procijenjene pomoću regresijskog pravca ( $\hat{Y}_t$ ), glasi:<sup>33</sup>

$$e_t = Y_t - \hat{Y}_t = Y_t - \hat{a} - \hat{b}X_t.$$

Zbroj kvadriranih odstupanja ili pogrešaka može se nadalje izraziti kao:<sup>34</sup>

$$\sum_{t=1}^n e_t^2 = \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2 = \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{a} - \hat{b}X_t)^2$$

---

<sup>32</sup> Hess.S., Planiranje prometne potražnje, Pomorski fakultet, Rijeka 2010., str 56.

<sup>33</sup> Ibidem

<sup>34</sup> Ibidem

Procijenjene vrijednosti parametara  $a$  i  $b$  dobivaju se minimizacijom zbroja kvadratnih odstupanja (tj. metodom najmanjih kvadrata). Dakle vrijednost  $\hat{b}$  se dobiva iz formule:<sup>35</sup>

$$\hat{b} = \frac{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X}) \cdot (Y_t - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2}, \text{ ili } \hat{b} = \frac{\sum_{t=1}^n X_t Y_t - n\bar{X}\bar{Y}}{\sum_{t=1}^n X_t^2 - n\bar{X}^2}$$

te vrijednosti  $\hat{a}$  iz formule:<sup>36</sup>

$$\hat{a} = \bar{Y} - \hat{b}\bar{X}$$

gdje su  $\bar{Y}$  i  $\bar{X}$  aritmetičke sredine ili prosjek od  $Y_t$  i  $X_t$ .

---

<sup>35</sup> Ibidem

<sup>36</sup> Hess.S., Planiranje prometne potražnje, Pomorski fakultet, Rijeka 2010., str 57.

### 5.3. VIŠESTRUKA REGRESIJSKA ANALIZA

Modelom višestruke regresije analitički se predočuje statistička koverijacija jedne numeričke varijable pomoću dvije ili više drugih numeričkih varijabla, koju se želi objasniti, ovisi o više nezavisnih ili objašnjavajućih varijabli.<sup>37</sup>

Model višestruke linearne regresije temeljni je regresijski model, opći linearni regresijski model za  $n$  vrijednosti glasi:<sup>38</sup>

$$Y_i = a + b_1X_{i1} + b_2X_{i2} + \dots + b_jX_{ij} + \dots + b_mX_{im} + e_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

gdje je:

$Y_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) – vrijednost zavisne varijable,

$X_{ij}$  ( $i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m$ ) – vrijednost nezavisnih varijabli,  $m$  – broj nezavisnih varijabli  $X_j$ ,

$a, b$  ( $j=1, 2, \dots, m$ ) – vrijednosti nepoznatih parametara,

$e$  – slučajna varijabla.

Pretpostavke kod višestruke regresije su sljedeće:<sup>39</sup>

1. broj nezavisnih ili objašnjavajućih varijabli je manji od broja promatranja,
2. nema savršene linearne korelacije između nezavisnih varijabli

Kada bi broj objašnjavajućih varijabli bio jednak ili veći od broja promatranja, ili ako bi postojao linearan odnos između nekih ili svih nezavisnih varijabli, tada se regresijska jednadžba ne bi mogla procijeniti.<sup>40</sup>

---

<sup>37</sup> Ibidem, str.85.

<sup>38</sup> Ibidem

<sup>39</sup> Ibidem

<sup>40</sup> Ibidem

Parametri regresijskog modela procjenjuju se brojem i intervalom.

Procjena parametra  $a$  je  $\hat{a}$  i to je konstantni član, vrijednost regresijske funkcije ako su vrijednosti nezavisnih varijabli jednake nuli i često nema konkretno značenje.

Regresijski koeficijent  $\hat{b}$  su procjene nepoznatih parametara brojem i pokazuje za koliko se linearno u prosjeku mijenja vrijednost zavisne varijable ako se varijabla  $X$  poveća za jedan, uz uvjet da se ne mijenjaju vrijednosti preostalih nezavisnih varijabli.<sup>41</sup>

Osim parametara  $\hat{a}$  i  $\hat{b}$  procjenjuje se i varijanca  $\sigma^2$ , standardna devijacija i koeficijent varijacije pomoću izraza:<sup>42</sup>

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n-2}, \hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n-2}}, \hat{V} = \frac{\hat{\sigma}}{\bar{Y}} 100.$$

Ispitivanje uspješnosti objašnjavanja cijele regresije obavlja se izračunavanjem koeficijenta determinacije ( $R^2$ ) – pokazatelj reprezentativnosti regresije. Koeficijent determinacije definiran je omjerom objašnjene i ukupne sume kvadrata odstupanja, te slijedi:<sup>43</sup>

$$R^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (\hat{Y}_t - \bar{Y})^2}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} = \frac{\hat{a} \sum_{t=1}^n Y_t + \hat{b} \sum_{t=1}^n X_t Y_t - n\bar{Y}^2}{\sum_{t=1}^n Y_t^2 - n\bar{Y}^2}, 0 \leq R^2 \leq 1.$$

Po pravilu, model je reprezentativniji što je koeficijent determinacije bliže jedinici.

---

<sup>41</sup> Ibidem

<sup>42</sup> Ibidem, str.88.

<sup>43</sup> Ibidem, str.89.

*Koeficijent korelacije* ( $r$ ) je mjera stupnja asocijacije ili korelacije koja postoji između nezavisnih ( $X$ ) i zavisnih ( $Y$ ) varijabli, a izračunava se kao drugi korijen koeficijenta determinacije, tj.:<sup>44</sup>

$$r = \sqrt{R^2} .$$

Vrijednost koeficijenta korelacije kreće se od -1 (u slučaju da svi uzorci promatranih točaka padaju na pravac s negativnim nagibom) do +1 (kada svi uzorci promatranih točaka padaju na pravac s pozitivnim nagibom). Predznak koeficijenta korelacije uvijek je isti kao i predznak procijenjenog koeficijenta nagiba  $\hat{b}$ .

---

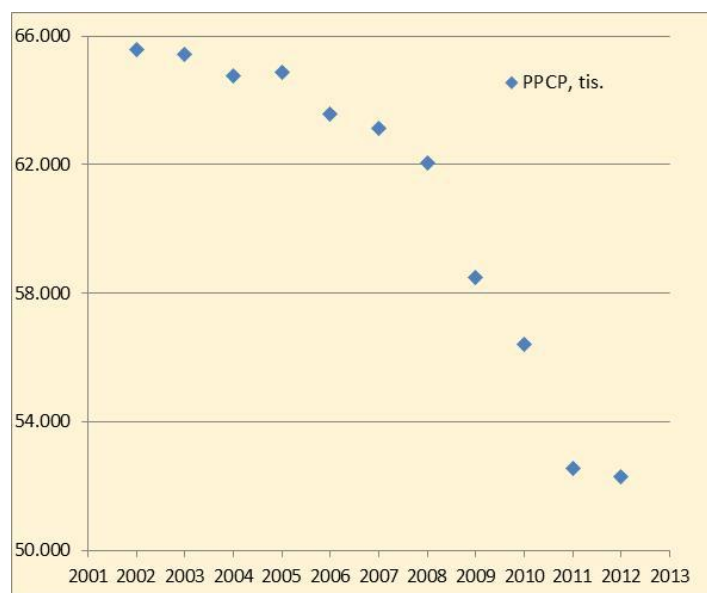
<sup>44</sup> Ibidem, str.89.

## 6. MODEL POTRAŽNJE ZA JAVNIM LINIJSKIM PRIJEVOZOM U RH

U ovom je radu potražnja za prijevozom putnika u cestovnom prijevozu RH analizirana modelom višestruke linearne regresije. Za objašnjavajuću (zavisnu) varijablu uzeta je varijabla *prevezeni putnici u cestovnom prijevozu* (PPCP). U ovom radu pretpostavljene su varijable koje statistički signifikantno mogu objasniti kretanje potražnje za javnim cestovnim prijevozom putnika u RH (tabela 1).

### 6.1. POSTAVLJANJE I ODABIR MODELA SA ANALIZOM REZULTATA

Potražnja za prijevozom putnika u cestovnom prijevozu RH analizirat će se modelima regresijske analize. Serija broja prevezenih putnika prikazana je na grafikonu 5.



**Grafikon 5. Prevezeni putnici u cestovnom prijevozu RH u razdoblju od 2002. do 2012. godine**

Izvor: izradila autorica

Od 2002. do 2008. uočljiv je stalni pad broja prevezenih putnika i to sa 65,5 na 62 milijuna putnika godišnje. Međutim, samo u razdoblju od jedne godine, u 2009. godini broj putnika je značajno pao na 58 milijuna putnika, znači u istom iznosu koliko je padao od 2002 do 2008. godine. Nastavak tako skokovitog pada prisutan je i u narednim godinama sve do promatrane 2012. godine, iako je ipak prisutna lagana stagnacija pada u 2011. i 2012. godini kada se broj prevezenih putnika zadržava na razini od oko 52 milijuna putnika godišnje.

Ovisnost promatranih varijabli u ovom primjeru može se objasniti na razne načine, a jedan od mogućih objašnjenja je preko izračunatog koeficijenta korelacije (tabela 5). Naime, zavisna PPCP i nezavisna varijabla PPROV, nalaze se u vrlo jakoj pozitivnoj linearnoj povezanosti, što nadalje znači da se smanjenjem jedne varijable smanjuje i druga i obrnuto. Upravo iz podataka u tabeli 1 slijedi zaključak da se broj prevezenih putnika u cestovnom prijevozu od 2002. godine pa do danas kontinuirano smanjuje, a pogotovo je veći pad uslijedio poslije 2008. godine kada je nastupila globalna ekonomska kriza koja se snažno odrazila i na RH.

**Tabela 5. Koeficijenti korelacije**

Varijabla	PPCP	PPROV	PPGP
PPCP	-	<b>0,9220</b>	0,2912
RCMV	<b>-0,6179</b>	-0,4824	0,2965
PPGP	0,2912	0,3564	-
PPROV	<b>0,9220</b>	-	0,3564
ROV	<b>-0,5847</b>	-0,4500	0,3117
RM	<b>-0,7265</b>	<b>-0,6050</b>	0,2062
RA	0,2642	0,2706	<b>0,7217</b>
BDP	<b>-0,7173</b>	<b>-0,5621</b>	0,2471
NP	<b>-0,8642</b>	<b>-0,7509</b>	0,0458
SN	-0,1256	-0,1645	<b>-0,6937</b>
AC	<b>-0,7265</b>	<b>-0,5789</b>	0,0710
PVPN	<b>-0,7941</b>	<b>-0,6464</b>	0,0476

Izvor: Izradila autorica



Isto vrijedi i za prvi put registrirana osobna vozila gdje je zabilježen još jači pad te je u 2012. godini taj broj više od dva puta manji u odnosu na 2008. godinu. Međutim, obje varijable su u jakoj i vrlo jakoj negativnoj korelaciji varijablom prosječna neto plaća, iz čega je vidljivo da se sa povećanjem prosječne neto plaće očekuje porast i PPCP i PPROV.

Na osnovi varijabli čiji se izbor temelji na ekonomskoj teoriji može se adekvatno opisati kretanje broja prevezenih putnika u cestovnom prijevozu RH. Ova će se pretpostavka nastojati dokazati promjenom modela višestruke linearne regresije. U ovom radu pretpostavljene su varijable koje statistički signifikantno mogu objasniti kretanje potražnje za javnim cestovnim prijevozom putnika u RH (tabela 1 i tabela 2).

Procijenjena su tri modela. **U prvom je modelu objašnjavajuća varijabla PPCP.** Na temelju koeficijenata korelacije (tabela 5), od deset nezavisnih varijabli izdvojeno je šest, za koje se pokazalo da imaju jaku vezu sa PPCP zavisnom varijablom. Za razvoj ciljnog modela regresije korištene su tehnike hijerarhijske i stupnjevite regresijske analize.

**Tabela 6. Ključni rezultati višestruke hijerarhijske regresijske analize prvog modela**

Var.	Jednadžba regresije	$R^2$	$\overline{R^2}$	$F$
I.	$PPCP = 129166 - 0,057 \cdot PPROV + 0,320 \cdot RM + 0,177 \cdot BDP - 27,9 \cdot NP + 18,686 \cdot AC - 349 \cdot PVPN$	0,983	0,957	38,1
$t$	(4,1809) (-0,653) (1,50) (1,292) (-1,922) (1,335) (-0,718)			
II.	$PPCP = 116613 + 0,395 \cdot RM + 0,087 \cdot BDP - 22,364 \cdot NP + 4,688 \cdot AC$	0,975	0,958	57,6
$t$	(17,211) (2,025) (1,736) (-10,159) (0,773)			
III.	$PPCP = 115849 + 0,425 \cdot RM + 0,096 \cdot BDP - 21,982 \cdot NP$	0,972	0,960	81,3
$t$	(17,802) (2,283) (2,008) (-10,554)			
IV.	$PPCP = 124434 + 0,737 \cdot RM - 21,254 \cdot NP$	0,956	0,945	86,9
$t$	(21,602) (6,168) (-8,825)			
	$t$ – vrijednost (empirijski $t$ -omjer), $F$ – empirijski $F$ -omjer, $R^2$ – koeficijent determinacije, $\overline{R^2}$ - korigirani koeficijent determinacije			

Izvor: Izradila autorica

**Tabela 7. Ključni rezultati višestruke stupnjevite regresijske analize prvog modela**

Var.	Jednadžba regresije	$R^2$	$\overline{R^2}$	$F$
I.	$PPCP = 47342 + 0,164 \cdot PPROV$	0,850	0,833	51,0
$t$	(23,8) (7,142)			
II.	$PPCP = 66553 + 0,111 \cdot PPROV - 3,123 \cdot NP$	0,918	0,897	44,6
$t$	(8,705) (4,077) (-2,567)			
III.	$PPCP = 63330 + 0,117 \cdot PPROV - 1,762 \cdot NP - 68,593 \cdot PVPN$	0,918	0,883	26,2
$t$	(3,468) (2,887) (-0,251) (-0,197)			
IV.	$PPCP = 57987 + 0,109 \cdot PPROV + 2,073 \cdot NP - 891,097 \cdot PVPN + 30,229 \cdot AC$	0,939	0,899	23,2
$t$	(3,333) (2,879) (0,294) (-1,358) (1,441)			
	$t$ – vrijednost (empirijski $t$ -omjer), $F$ – empirijski $F$ -omjer, $R^2$ – koeficijent determinacije, $\overline{R^2}$ - korigirani koeficijent determinacije			

Izvor: izradila autorica

Na temelju rezultata iz tabele 6, odabran je ciljni model iz IV. varijante. S obzirom na vrijednosti empirijskog  $t$ -omjera i provedenog  $t$ -test za pojedine nezavisne varijable u modelu, kojim se došlo do zaključka da su procijenjeni parametri signifikantni odnosno da nezavisne varijable RM i NP značajno utječu na promjene promatrane objašnjavajuće varijable PPCP. Koeficijent uz prvu regresorsku varijablu RM je pozitivan i statistički signifikantan na bilo kojoj razini značajnosti, a znači da se u slučaju povećanja broja registriranih motocikla za 100 broj prevezenih putnika u cestovnom prijevozu poveća za 73.

Druga regresorska varijabla NP je statistički značajna na bilo kojoj razini signifikantnosti, a negativan predznak njenog koeficijenta ukazuje na to da se povećanjem neto plaće za 1 kn broj prevezenih putnika u cestovnom prijevozu smanjuje za 21. Također, korigirani koeficijent determinacije u iznosu 0,945 znači da je čak 94,5% svih odstupanja protumačeno ovim modelom. Nadalje, empirijski  $F$ -omjer ukazuje na statističku značajnost regresije. Budući da su statistički pokazatelji adekvatnosti izbora modela zadovoljavajući model X odabire se kao model kojim je moguće opisati broj prevezenih putnika u cestovnom prijevozu te provesti daljnju prognozu.

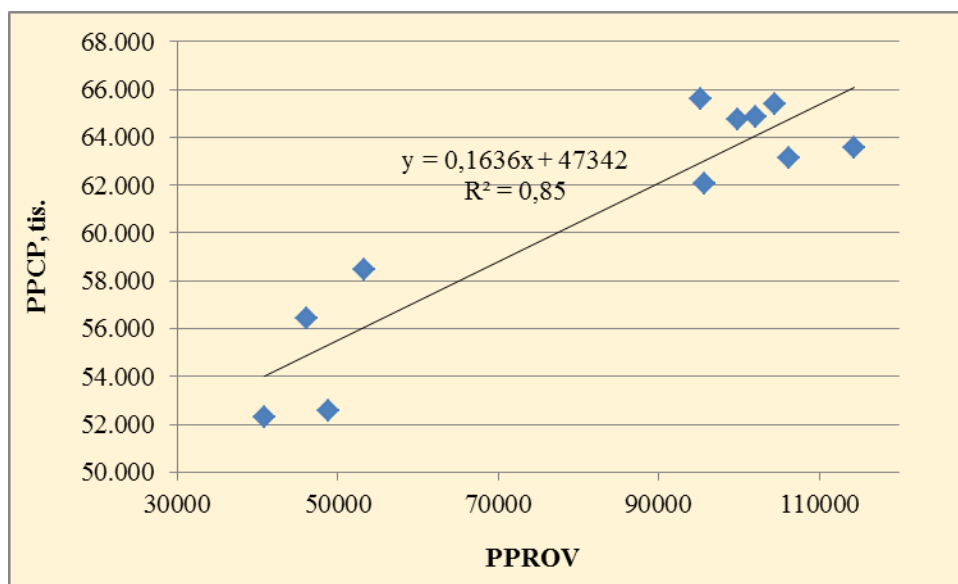
Ako se do ciljnog modela nastoji doći stupnjevitom regresijskom analizom, počevši sa varijablom koja ima najveći koeficijent korelacije sa zavisnom PPCP varijablom, tada se na temelju ispisa konačnih rezultata u tabeli 7 može zaključiti sljedeće: Modeli u varijanti III. i IV. ne zadovoljavaju hipotezu o signifikantnosti odabranih nezavisnih varijabli te se stoga isključuju iz daljnje analize.

U prvoj varijanti radi se o jednadžbi jednostavne regresijske analize. S obzirom na vrijednosti empirijskog  $t$ -omjera i provedenog  $t$ -testa<sup>45</sup> za nezavisnu varijablu u modelu, došlo se do zaključka da je procijenjeni parametri signifikantan odnosno da nezavisna varijabla PPROV značajno utječe na promjenu promatrane objašnjavajuće varijable PPCP. Koeficijent uz regresorsku varijablu PPROV je pozitivan i statistički signifikantan na bilo kojoj razini značajnosti, a znači da se u slučaju povećanja broja prvi put registriranih osobnih vozila za 100 broj prevezenih putnika u cestovnom prijevozu poveća za 16,4. Također, koeficijent determinacije u iznosu 0,850 znači da je udio protumačene sume kvadrata odstupanja u ukupnoj sumi kvadrata odstupanja 85%.

---

<sup>45</sup> Šošić, I., Primijenjena statistika, Školska knjiga, Zagreb, 2004., str. 465.

Prikaz prve varijante regresijske jednadžbe je regresijski pravac (grafikon 6).



**Grafikon 6. Dijagram rasipanja sa regresijskim pravcem**

Izvor: izradila autorica

Međutim, u varijanti II. oba koeficijenta uz nezavisne varijable su statistički značajna na razini 5% signifikantnosti, te se stoga taj model odabire kao konačni model u daljnjoj analizi. Tome ide u prilog i visok korigirani koeficijent determinacije koji ukazuje da je čak 89,7% svih odstupanja protumačeno ovim modelom kao i empirijski  $F$ -omjer u iznosu od 44,6 koji na bilo kojoj razini signifikantnosti upućuje na značajnost regresije. Ako se broj prvi put registriranih vozila poveća za 100 tada se broj prevezenih putnika u cestovnom prijevozu povećava za 11, a negativan predznak koeficijenta druge nezavisne varijable (NP) ukazuje na to da se povećanjem prosječne neto plaće za 1 kn broj prevezenih putnika u cestovnom prijevozu smanjuje za 3.

U drugom modelu za analizu kretanja prijevoza putnika promatra se varijabla PPROV, čije se promjene u prvoj varijanti nastoje objasniti sa šest nezavisnih (regresorskih) varijabli koje, prema koeficijentima korelacije, koreliraju srednje jako do vrlo jako sa zavisnom varijablom PPROV. Za razvoj ciljnog modela korištena je tehnika hijerarhijske regresijske analize. Prikaz modela i popratnih pokazatelja dan je u tabeli 8.

**Tabela 8. Rezultati višestruke hijerarhijske regresijske analize drugog modela**

Var	Jednadžba regresije	$R^2$	$\overline{R^2}$	$F$
I. <i>t</i>	$PPROV = 524387 - 1,688 \cdot PPCP - 0,301 \cdot RM + 1,613 \cdot BDP - 192,271 \cdot NP + 13,620 \cdot AC + 1952,333 \cdot PVPN$ (1,820) (-0,653) (-0,208) (4,372) (-3,661) (0,148) (0,741)	0,984	0,960	40,9
II. <i>t</i>	$PPROV = 551477 - 1,831 \cdot PPCP + 1,584 \cdot BDP - 198,454 \cdot NP + 2296,692 \cdot PVPN$ (3,879) (-1,359) (5,628) (-6,432) (2,797)	0,984	0,973	90,0
III. <i>t</i>	$PPROV = 360680 + 1,256 \cdot BDP - 159,953 \cdot NP + 2145,350 \cdot PVPN$ (15,194) (8,161) (-12,358) (2,491)	0,978	0,969	107
IV. <i>t</i>	$PPROV = 311796 + 1,466 \cdot BDP - 138,130 \cdot NP$ (18,174) (8,848) (-11,285)	0,960	0,949	94,9
	<i>t</i> – vrijednost (empirijski <i>t</i> -omjer), $F$ – empirijski $F$ -omjer, $R^2$ – koeficijent determinacije, $\overline{R^2}$ - korigirani koeficijent determinacije			

Izvor: izradila autorica

Varijabla PPROV najbolje se može objasniti sa BDP-om i neto plaćom u RH, odnosno IV. varijanta modela u kojoj se objašnjava varijabla PPRVO je odabrana kao najbolja prema statističkim pokazateljima i provedenim testovima značajnosti. Obje su objašnjavajuće varijable značajne za zavisnu varijablu PPROV, a njihovi procijenjeni parametri su statistički signifikantni na bilo kojoj razini značajnosti. Stoga se ovaj model odabire kao konačni model za daljnju prognozu kretanja broja prvi put registriranih osobnih vozila.

U trećem je modelu zavisna varijabla PPGP, a na temelju koeficijenata korelacije (tabela 5) izdvojene su samo dvije varijable koje su u jakoj vezi sa varijablom PPGP, čije se promjene nastoje objasniti. Stoga se koristi višestruka regresijska analiza sa dvije regresorske varijable RA i SN, te je dobivena sljedeća jednadžba:

$$PPGP = -177168 + 113,62 \cdot RA + 116,9 \cdot SN$$
$$(-0,230) \quad (0,8139) \quad (0,0157)$$

Međutim, ovaj model ne zadovoljava alternativnu hipotezu o značajnosti pojedinih nezavisnih varijabli RA i SN na razini 5% signifikantnosti. Stoga se jednadžba višestruke regresije svodi na jednostavnu regresiju sa nezavisnom varijablom SN i glasi:

$$PPGP = 450690 - 5725,54 \cdot SN$$
$$(18,203) \quad (-2,889)$$

Varijabla SN je statistički signifikantna na razini 5% značajnosti, ali je koeficijent determinacije relativno nizak, tj. udio protumačene sume kvadrata odstupanja u ukupnoj sumi kvadrata odstupanja iznosi 48%.

## 6.2. KRATKOROČNA PROGNOZA ZA MODEL

Jedan od osnovnih ciljeva regresijske analize je predviđanje. Pod „prognostičkom“ vrijednosti varijable  $Y$  na osnovi regresijskog modela podrazumijeva se njezina procijenjena vrijednost za novu (stvarnu ili pretpostavljenu) vrijednost regresijske varijable.

Budući da su statistički pokazatelji adekvatnosti izbora modela zadovoljavajući za obje varijante regresijske analize, odabire se jednadžba jednostavne regresijske analize:  $PPCP = 47342 + 0,164 \cdot PPROV$  kojom je moguće opisati broj prevezenih putnika u cestovnom prijevozu te provesti daljnju prognozu.

Prognozirane vrijednosti nezavisne varijable  $PPROV$  u razdoblju od 2013. do 2017. godine na temelju paraboličnog trenda trećeg stupnja, za koji se prethodno utvrdilo da ima najveći stupanj reprezentativnosti od 88%, dane su u tabeli 9.

**Tabela 9. Prognoza prvi put registriranih osobnih vozila u RH i prevezenih putnika u cestovnom prijevozu RH u razdoblju od 2013. do 2017. godine**

<i>Godina</i>	<b>PPROV</b>	<b>PPCP, tis.</b>
2013.	37.543	53.499
2014.	34.840	53.056
2015.	38.512	53.658
2016.	50.040	55.549
2017.	70.901	58.970

Izvor: izradila autorica

Uvrštavanjem tih vrijednosti u regresijsku jednadžbu dobivene su vrijednosti koje se tumače kao prognozirane vrijednosti broja prevezenih putnika u cestovnom prijevozu u RH u razdoblju od 2013. do 2017. godine (tabela 9).

Na temelju podatka prognoze za sljedeće petogodišnje razdoblje može se zaključiti da broj prvi put registriranih osobnih vozila ima u sljedeće dvije-tri godine i dalje tendenciju pada, što je i razumljivo jer će RH bar toliko još biti u teškoj ekonomskoj krizi a i kada nastupi neki oporavak opet će potrajati izvjesno vrijeme stagnacije u rastu bilo kakve osobne potrošnje pogotovo u tzv. luksuzne potrebe.

Međutim, prema podacima prognoze za broj prevezenih putnika u cestovnom prijevozu vidljivo je da je taj broj uravnotežen i nema tendenciju niti pada, ali niti nekog većeg rasta, što se može objasniti sa činjenicom da postoji uvijek neka kritična masa putnika koji se koriste odnosno prevoze sredstvima javnog prijevoza, te je njihov broj za sada uravnotežen u prethodnom i sljedećem petogodišnjem razdoblju na oko 55.000 putnika.



## 7. ZAKLJUČAK

Prilikom provođenja analize potražnje za javnim linijskim prijevozom u RH, cilj je rada bio da se odredi njegov intenzitet i struktura, te da se istraži koji čimbenici imaju najveći utjecaj na potražnju linijskog cestovnog prijevoza. Predmet istraživanja ograničen je na prijevoz putnika u unutarnjem cestovnom prometu RH.

Korištenjem kvantitativnih metoda analize vremenskih nizova i regresijske analize utvrđeno je kretanje i ocijenjena potražnja za prijevozom putnika u cestovnom prometu. Korištenjem kvantitativnih metoda analize vremenskih nizova odabrane su pojave koje bitno utječu na promatrani problem. Istražene su različite kombinacije varijabli i ispitane ovisnosti koje postoje između tih pojava te se na kraju došlo do zaključka da broj prevezenih putnika u cestovnom prometu ovisi o broju prvi put registriranih osobnih vozila kao i o prosječnoj neto plaći u RH. Također je ustanovljeno da u promatranom razdoblju od 2002. godine do danas ove varijable imaju tendenciju pada, koji je pogotovo jako izražen od 2008. godine do danas. Nastavak pada prisutan je i u narednim godinama sve do promatrane 2012. Godine, iako je ipak prisutna lagana stagnacija u 2011. i 2012. godini. Rezultati prognoze broja prvi put registriranih osobnih automobila za sljedeće petogodišnje razdoblje upućuju na njihov daljnji pad odnosno stagnaciju, s pretpostavkom da će to trajati sve dok se RH ne izade iz velike ekonomske krize i potom dok ne prođe period stabilizacije tržišta koje direktno utječe na kretanje promatranih varijabli u ovom primjeru. Međutim, prema podacima prognoze za broj prevezenih putnika u cestovnom prijevozu vidljivo je da je taj broj uravnotežen i nema tendenciju niti pada, ali niti nekog većeg rasta, što dovodi do zaključka da uvijek postoji određeni broj putnika koji se koriste sredstvima javnog prijevoza.

Mogućnosti za daljnje istraživanje problema ovog rada postoje u smjeru promatranja još većeg broja varijabli kao i kombinacije većeg broja kvantitativnih metoda koje bi dovele do još nekih novih i pouzdanijih saznanja.

## LITERATURA

### 1) KNJIGE

- Bahovec, V., Erjavec, N., *Uvod u ekonometrijsku analizu*, Element, Zagreb, 2009.
- Brčić, D., Ševrović, M., *Logistika prijevoza putnika*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012.
- Hess, S., *Planiranje prometne potražnje*, Pomorski fakultet u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, Rijeka 2010.
- Pajden, J., *Osnove prometnog planiranja*, Informator, Zagreb, 1986.
- Papić, M., *Primijenjena statistika u MS Excelu*, ZORO d.o.o., Zagreb-Sarajevo, 2008.
- Šošić, I., *Primijenjena statistika*, Školska knjiga, Zagreb, 2004.

### 2) ČLANCI

- Bahovec, V., Dumičić, K., Čeh Časni, A., *Modeliranje turističke potražnje Republike Hrvatske modelom višestruke linearne regresije*, Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu, godina 6, 2008.
- Basarić, V., Jović, J., *Target modal split model*, Transport, 26(4), 2011, pp. 418-424
- Basarić, V., *Razvoj modela vidovne raspodele putovanja primenom višestruke regresione analize*, TES 2010, 9. međunarodno savetovanje o tehnikama regulisanja saobraćaja, Subotica, 12.-14.05. 2010.
- Dumičić, K., Čeh Časni, A., Žmuk, B., *Modeliranje priuštivosti novih stanova u Hrvatskoj metodom višestruke linearne regresije*, Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu, godina 9, br. 1., Zagreb, 2011., str. 33-49
- Enders, W., *Applied Econometric Time Series*, 2<sup>nd</sup> edition, John Wiley&Sons, New York, 2004.
- Johnson, R.A., Wichern, D.W., *Applied Multivariate Statistical Analysis*, 6<sup>th</sup> edition, Pearson, Prentice Hall, New York, 2007.
- Jošić, M., *Inozemna izravna ulaganja u funkciji izvoza: slučaj Hrvatske*, Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu, godina 6, Zagreb, 2008., str. 13-27
- Krpan, Lj., Baričević, H., Maršanić, R., *Kvalitetan javni gradski prijevoz putnika kao odgovor ovisnosti o automobilu*, Automatizacija u prometu 2010 KoREMA 2010, str. 57-63
- Marić, V. *Javni gradski putnički promet: multidisciplinarni sustav*, Suvremeni promet, 17 (3/7), 1997, str. 255-258.
- Perković, Z., *Promet u velikim gradovima – neke tendencije i problemi*, Geografski glasnik, 55, 1993, str. 121-127
- Vasilj, A., Činčurak, B., *Interakcija razvitka prometa i razvoja grada*, XVI International Scientific Symposium on Transport Systems 2009, Collection of

Papers, Volume 1 / Rotim, Franko (ur.). - Zagreb: Hrvatsko znanstveno društvo za promet, 2009. str. 85-90.

### **3) PRAVNI AKTI**

- Zakon o prijevozu u cestovnom prometu, Narodne novine 82/2013
- Zakon o prijevozu u cestovnom prometu, Narodne novine 178/04.,151/05.,63/08

### **4) ELEKTRONIČKI IZVORI**

- Statističke informacije 2013., DZS RH, Zagreb, 2013, [www.dzs.hr](http://www.dzs.hr)
- Statistički bilten 2011, HUKA, Zagreb, 2012; <http://www.huka.hr/publikacije/statisticki-bilten>
- Statistički ljetopis RH 2010, 2011, 2012, Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, Zagreb; [www.dzs.hr](http://www.dzs.hr)
- Strateški plan Ministarstva pomorstva, prometa i infrastrukture za razdoblje 2012.-2014. godine; [www.hrvatskiprijevoznik.hr](http://www.hrvatskiprijevoznik.hr)
- [www.zagreb.hr](http://www.zagreb.hr) (srpanj, 2013.)

## POPIS TABELA

Tabela 1. Naziv i opis varijabli uključenih u analizu potražnje za javnim prijevozom putnika.....	14
Tabela 2. Podaci za razdoblje od 2002. Do 2012. Godine korišteni u kvantitativnoj analizi potražnje za javnim prijevozom putnika .....	15
Tabela 3. Podaci varijabli za analizu potražnje za javnim prijevozom putnika	20
Tabela 4. Prevezeni putnici u cestovnom prijevozu (u tis.) u razdoblju .....	25
Tabela 5. Koeficijenti korelacije.....	35
Tabela 6. Ključni rezultati višestruke hijerarhijske regresijske analize prvog modela .....	36
Tabela 7. Ključni rezultati višestruke stupnjevite regresijske analize prvog modela	37
Tabela 8. Rezultati višestruke hijerarhijske regresijske analize drugog modela	40
Tabela 9. Prognoza prvi put registriranih osobnih vozila u RH i prevezenih putnika u cestovnom prijevozu RH u razdoblju od 2013. do 2017. godine .....	42

## POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Prevezeni putnici u cestovnom prijevozu RH u razdoblju od 2002. do 2012. godine.....	21
Grafikon 2. Prevezeni putnici u cestovnom prijevozu (u tis.) u razdoblju .....	22
Grafikon 3. Prevezeni putnici u cestovnom prijevozu (u tis.) u razdoblju .....	23
Grafikon 4. Prevezeni putnici u cestovnom prijevozu (u tis.) u razdoblju .....	24
Grafikon 5. Prevezeni putnici u cestovnom prijevozu RH u razdoblju .....	34
Grafikon 6. Dijagram rasipanja sa regresijskim pravcem .....	39