Analiza eksploatacijskih pokazatelja željezničkog prometa na području Sisačko - moslavačke županije

Ontl, Luka

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

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:119:145239

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Luka Ontl

ANALIZA EKSPLOATACIJSKIH POKAZATELJA ŽELJEZNIČKOG PROMETA NA PODRUČJU SISAČKO-MOSLAVAČKE ŽUPANIJE

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ZAVRŠNI RAD

ANALIZA EKSPLOATACIJSKIH POKAZATELJA ŽELJEZNIČKOG PROMETA NA PODRUČJU SISAČKO-MOSLAVAČKE ŽUPANIJE

ANALYSIS OF OPERATING PARAMETERS IN RAILWAY TRAFFIC IN THE AREA OF SISAK-MOSLAVINA COUNTY

Mentori: izv. prof. dr. sc. Borna Abramović
Denis Šipuš, mag. ing. traff.

Student: Luka Ontl
JMBAG: 0135246628

Zagreb, rujan 2019.

SAŽETAK:

U radu je provedena analiza eksploatacijskih pokazatelja željezničkog prometa na području Sisačko-moslavačke županije. Na početku rada navedeni su svi pokazatelji eksploatacije u putničkom i teretnom prometu. U radu su obrađena tri eksploatacijska pokazatelja. Detaljnije je objašnjena komercijalna brzina jer je ona ključni pokazatelj u ovom radu. Ostali obrađeni pokazatelji eksploatacije su broj vlakova i prosječno vrijeme putovanja. Cilj ove analize je usporediti navedene pokazatelje kroz tri ključne godine, a to su 1990, 2006 i 2015. godina.

KLJUČNE RIJEČI: Eksploatacijski pokazatelji; željeznički promet; komercijalna brzina; broj vlakova; prosječno vrijeme putovanja

SUMMARY:

The Analysis of operating parameters in railway traffic in the area of Sisak-moslavina county has been conducted in this paper. Operating parameters in passenger and freight transport has been stated in the beginning of the paper. As stated in the beginning, the paper will take into account three operating parameters of railway transport. The main parameter is commercial speed, therefore it is explained in detail. The other two are number of trains and average travel time. The goal of the analysis is to compare operating parameters through three key years which are 1990, 2006 and 2015.

KEYWORDS: Operating parameters; railway traffic; commercial speed; number of trains; average travel time

SADRŽAJ

1. Uvod 1
2. Eksploatacijski pokazatelji željezničkog prometa 3
2.1. Pokazatelji eksploatacije vučnih vozila 3
2.2. Pokazatelji eksploatacije putničkog prometa 4
2.2.1. Tokovi prijevoza putnika 5
2.2.2. Kvantitativni pokazatelji 6
2.2.3. Kvalitativni pokazatelji 6
2.3. Pokazatelji eksploatacije teretnog prometa 7
2.3.1. Pojam rada i tokovi prijevoza robe 7
2.3.2. Kvantitativni pokazatelji 8
2.3.3. Kvalitativni pokazatelji 9
3. Analiza željezničkog prometa 13
3.1. Podjela željeznica u Republici Hrvatskoj 13
3.2. Željeznička infrastruktura u Republici Hrvatskoj 14
3.3. Položaj Sisačko-moslavačke županije u Republici Hrvatskoj 15
3.4. Stanje željezničke infrastrukture u Sisačko-moslavačkoj županiji 16
4. Studija slučaja eksploatacijskih pokazatelja putničkog prometa na području Sisačko-moslavačke županije 18
4.1. Metodologija dobivanja podataka za istraživanje 18
4.2. Studija slučaja eksploatacijskih pokazatelja na području županije 19
4.2.1. Prosječni dobiveni podaci za Sisačko-moslavačku županiju 19
4.2.2. Podaci dobiveni za 1990. godinu 21
4.2.3. Podaci dobiveni za 2006. godinu 25
4.2.4. Podaci dobiveni za 2015. godinu 29
5. ZALJUČAK 34
LITERATURA 35
POPIS SLIKA 36
POPIS GRAFIKONA 37

1. Uvod

Željeznički promet je skup usko povezanih različitih sustava čija je svrha sigurno i nesmetano odvijanje prometa s ciljem prijevoza. U te sustave spadaju tehnika željezničkog prometa, tehnologija rada, organizacija željezničkog prometa i sigurnost željezničkog prometa. Željeznički promet razlikuje se od ostalih kopnenih grana prometa jer mora imati svoju posebnu infrastrukturu po kojoj se kreće. Najvažnija stvar u željezničkom prometu je sigurnost jer željeznička vozila ovise jedno o drugom. U zemljama s razvijenom željeznicom, vlakovi sami sebi postavljaju i razrješuju puteve vožnje te je kompletan sustav automatiziran. Razvijenost neke zemlje može se mjeriti ulaganjem u željezničku infrastrukturu. Velika ulaganja u infrastrukturu rezultiraju bržim i sigurnijim odvijanjem prometa. Brže i sigurnije odvijanje prometa rezultira većim prelaskom putnika sa osobnog automobila na željeznicu [1].

Cilj ovog rada je analizirati eksploatacijske pokazatelje željezničkog prometa na području Sisačko-moslavačke županije. U tu svrhu izabrane su tri bitne godine iz kojih se može predočiti kvaliteta prijevoza u ovoj županiji. Prva godina za usporedbu je 1990., tada je željeznica bila izrazito uspješna u prijeratnoj Jugoslaviji. Tijekom Domovinskog rata, velik dio infrastrukture je znatno oštećeno ili uništeno. Neke uništene pruge više nikada nisu puštene u promet. Zato je 2006. druga godina za usporedbu. To je poslijeratna Hrvatska, odnosno jedanaest godina poslije završetka Domovinskog rata jer se može vidjeti koliko se ulagalo u željeznički promet nakon rata te se može vidjeti koliko se stabilizirao željeznički promet. Treća godina je 2015. Podaci iz ove godine će pokazati kakva je organizacija željezničkog prometa u već modernoj Hrvatskoj, odnosno koliko se ulaže u željezničku mrežu.

Rad je podijeljen na pet poglavlja raspisanih kroz 35 stranica. Opisana su sljedeća poglavlja:

- Uvod,
- Eksploatacijski pokazatelji u željezničkom prometu,
- Analiza željezničkog prometa,
- Studija slučaja eksploatacijskih pokazatelja putničkom prometa na području Sisačko-moslavačke županije i
- Zaključak.

Uvod se sastoji od upoznavanja s osnovnim značenjima željezničkog prometa. Isto tako se upoznaje sa sustavima koji čine željeznički promet. Uvod također objašnjava zašto se analiziraju odabrane godine i po čemu su one važne za ovo istraživanje.

Nakon uvoda, u drugoj cjelini će se opisati svaki važan pokazatelj eksploatacije u željezničkom prometu. Detaljnije će se opisati tri pokazatelja koji se koriste u ovom istraživanju.

Treća cjelina sadrži podatke o željezničkoj infrastrukturi u Republici Hrvatskoj. Opisat će se podjela i elektrifikacija pruga u Republici Hrvatskoj. Također spomenut će se opće stanje željezničke infrastrukture u Republici Hrvatskoj te detaljnije stanje infrastrukture u Sisačko-moslavačkoj županiji.

U četvrtoj cjelini, koja je i najvažnija cjelina u ovom radu, napravit će se detaljna analiza organizacije željezničkog prometa u Sisačko-moslavačkoj županiji. Usporedit će se broj vlakova, komercijalne brzine i vremena putovanja sa svim navedenim godinama. Na temelju tih podataka i već navedenih godina, pokušat će se uspostaviti trend pada ili rasta i predvidjeti broj vlakova i komercijalne brzine za buduće godine.

2. Eksploatacijski pokazatelji željezničkog prometa

Prije početka grananja pojma eksploatacije, prvo se mora objasniti što je to eksploatacija, što ona znači i odakle potječe. Eksploatacija potječe od francuske riječi „*exploitation"* što u grubom prijevodu znači obaviti ili iskoristiti [2]. Prema istom izvoru, definicija eksploatacije je iskorištavanje dobara ljudskom djelatnošću u gospodarske svrhe. Eksploataciju možemo podijeliti na kvalitativne pokazatelje i na kvantitativne pokazatelje. U kvantitativnim pokazateljima gleda se količina obavljenog rada, a u kvalitativnim pokazateljima gledaju se uvjeti u kojima je taj rad obavljen. Eksploatacija se u željezničkom prometu može podijeliti u tri skupine [3], a to su :

- Pokazatelji eksploatacije vučnih vozila,
- Pokazatelji eksploatacije sredstava putničkog prometa i
- Pokazatelji eksploatacije sredstava teretnog prometa.

2.1. Pokazatelji eksploatacije vučnih vozila

Eksploataciju vučnih vozila potrebno je gledati s nekoliko različitih stajališta. Treba gledati na ispravnost vučnog vozila i moguće vučne sile te korištenje vozila u nekom vremenskom periodu na nekom prostoru. Spomenuto je već da se svi eksploatacijski pokazatelji dijele na kvalitativne i kvantitativne. Kvantitativni pokazatelji vučnih vozila su:

- Vozni kilometri - prijeđeni put vučnog vozila,
- Bruto-tonski kilometri - umnožak bruto-tona i prijeđenih kilometara,
- Kilometri sporednog rada - nastaju praznim vožnjama,
- Vrijeme vožnje,
- Lokomotivski dani i
- Broj izdanih vozila.

Broj izdanih vozila je ukupan broj vozila koji su izdani u jednom danu, a to je puštanje lokomotiva ili vlakova u promet.

Kvantitativni pokazatelji eksploatacije zapravo su količinski pokazatelji, a kvalitativni pokazatelji su obično neka prosječna vremena koje vučno vozilo provede u eksploataciji. Kvalitativni pokazatelji bolje izražavaju rad jer oni pokazuju kakvoću, svojstvo i osobitost izvršenog rada [3].

Prema istoj literaturi, u kvalitativne pokazatelje eksploatacije vučnih vozila spadaju:

- Prosječno opterećenje vučnog vozila,
- Prosječna duljina vučnog sektora,
- Prosječna komercijalna brzina,
- Prosječna tehnička brzina,
- Obrt vučnog vozila,
- Prosječno dnevno trčanje,
- Rad vučnog vozila tijekom dana,
- Koeficijent sporednog rada i
- Produktivnost vučnog vozila.

Pored obrta, komercijalna i tehnička brzina su od važnijih pokazatelja u željezničkom prometu. Te brzine pokazuju prosječnu brzinu putovanja vlaka u nekom vremenu. Komercijalna brzina može se dobiti na dva načina preko dvije različite formule. Prva se formula izražava preko ukupno prijeđenog puta i zbroja vremena provedenog u vožnji i vremena zadržavanja [4].

$$v_k = \frac{L}{\sum t_v + \Sigma t_z} [\text{km/h}] \quad (1)$$

pri čemu je:

L – duljina dionice na kojoj vlak putuje (km),

t_v- vrijeme vožnje po dionici L (h) i

t_v- vrijeme zadržavanja na međukolodvorima. (h)

Druga se formula za izračun komercijalne brzine koristi samo kada nije poznato vrijeme vožnje i zadržavanje vlakova na međukolodvorima [4].

$$v_k = \frac{\Sigma NL}{\Sigma NT} [\text{km/h}] \quad (2)$$

Pri čemu je:

∑NL- ukupni vozni sati (h) i

∑NT- ukupni vozni kilometri.

2.2. Pokazatelji eksploatacije putničkog prometa

U ovoj cjelini pojasniti će se što su tokovi prijevoza putnika, te navest će se koji su to kvalitativni i kvantitativni pokazatelji eksploatacije u putničkom prometu.

2.2.1. Tokovi prijevoza putnika

Putnički prijevoz u željezničkom prometu nije materijalni proizvod već prijevozna usluga. Putnici se ne mogu skladištiti pa kasnije prodavati kao teret. Stoga je prijevoz putnika u isto vrijeme proces proizvodnje i prodaje usluge. Cilj proučavanja eksploatacije putničkog prijevoza je kvaliteta pružanja usluge. Da bi se mogao uspostaviti putnički prijevoz prvo se treba pronaći dobar odnos na tržištu, odnosno izravnati prijevoznu potražnju s prijevoznom ponudom. Mora se napomenuti da putnički prijevoz nikada nije konstantan, odnosno svaki dan će biti različiti broj putnika u vlaku. Da bi se ostvarila kvalitetna ponuda, prvo se treba istražiti transportno tržište. Rezultati toga istraživanja se nazivaju tokovi prijevoza putnika.

Istraživanje transportnog tržišta obavlja se tako da se prikupljaju i analiziraju podaci s ciljem da se dobiju potrebne informacije za donošenje marketinških odluka [4]. Nakon tog istraživanja dobiva se slika kako bi ponuda željezničkog putničkog prijevoza trebala izgledati. Poslije istraživanja, ponuda se treba kvantificirati, a to znači da se treba srediti u prostornim i vremenskim odrednicama, odnosno svrstati po geografskom načelu pripadajuće dijelove koji se sastoje od više voznih relacija i svrstati ponudu u vremenske jedinice kao što su dan, tjedan, mjesec ili godina [2]. Za određivanje ponude putničkog prijevoza obavezno je poznavati neravnomjernosti u prometu. Ta neravnomjernost zapravo znači odstupanje od prosjeka i može biti satna, dnevna ili mjesečna. Neravnomjernost se može izraziti sljedećom formulom [4]:

$$a = \frac{max}{Prosjek} \tag{3}$$

Pri čemu je,

a- Koeficijent neravnomjernosti u prometu i

max- maksimalni prijevozni kapacitet.

Prosjek- prosječna potražnja za prijevozom.

U danu obično postoji dva vršna opterećenja. Jutarnje vršno opterećenje obično nastaje oko 05:00h kada ljudi dolaze iz noćne smjene ili kreću na posao te završava oko 08:00h kada su putnici već izvan prometa ili na poslu. Drugo dnevno vršno opterećenje nastaje oko 13:00h i traje do 17:00h.

Uz sve dobivene podatke, uključujući koeficijent neravnomjernosti i istraženo transportno tržište, dobiva se sljedeća formula kojom se izračunava broj potrebnih vlakova na nekoj relaciji [4]:

$$N = \frac{A \cdot a}{B_s A_d M_p} \tag{4}$$

Pri čemu je,

A- Broj prevezenih putnika

a- Koeficijent neravnomjernosti u prometu

B_s- prosječan broj sjedala

A_d- prosječan broj putnika po sjedalu

Mp- broj vagona u vlaku.

2.2.2. Kvantitativni pokazatelji

Eksploatacijski kvantitativni pokazatelji putničkog prijevoza su [3]:

- Broj otpremljenih putnika,
- Broj prispjelih putnika,
- Kilometri prevezenih putnika,
- Vozni kilometri putničkih vagona,
- Bruto-tonski kilometri putničkih vagona,
- Vagonski kilometri putničkih vagona,
- Osovinski kilometri putničkih vagona,
- Vagonski dani radnog parka putničkih vagona,
- Ukupno vrijeme vožnje vlakova s prijevozom putnika i
- Ukupno vrijeme putovanja vlakova s prijevozom putnika.

Broj otpremljenih putnika se može dobiti na osnovi prodanih karata u kolodvoru ili vlaku. Broj prispjelih putnika je obično isti kao i broj otpremljenih putnika jer su svi ti putnici trebali nekud stići. Naravno to često nije slučaj jer putnici znaju odustati od putovanja.

2.2.3. Kvalitativni pokazatelji

U kvalitativne pokazatelje eksploatacije u putničkom prometu spadaju [3]:

- Prosječan prijevozni put putnika,
- Prosječan broj putnika po osovini,
- Prosječna masa vlaka,
- Prosječan broj osovina po vagonima,
- Koeficijent iskorištenja sjedala,

- Prosječna komercijalna brzina,
- Prosječna tehnička brzina,
- Prosječan broj putnika u vlaku,
- Prosječno dnevno trčanje vagona,
- Obrt putničke garniture,
- Vrijeme rada vagona i
- Produktivnost vagona.

Sve ove pokazatelje moguće je smjestiti u tri skupine. U prvoj skupini su pokazatelji iskorištenja vagona prema njihovom kapacitetu, a u nju pripada prosječan broj putnika po osovini, koeficijent iskorištenja sjedala i prosječan broj putnika po vlaku. U drugu skupinu spadaju pokazatelji iskorištenja vagona prema vremenu u kojoj su obrti garniture, prosječno dnevno trčanje vagona i vrijeme rada vagona tijekom dana. Ova skupina je najvažnija jer ona pokazuje koliko su vagoni vremenski iskorišteni. Tijekom izračuna cilj je dobiti što veće brojeve kao rezultate. U treću skupinu spadaju pokazatelji kojima se mjeri kvaliteta usluge koju dobiva putnik. Ti pokazatelji su koeficijent iskorištenja sjedala i prosječna komercijalna brzina putovanja.

2.3. Pokazatelji eksploatacije teretnog prometa

Ova cjelina ima zadatak da se pojasni rad i tokovi prijevoza robe željeznicom. Također ova cjelina će navesti sve kvantitativne i kvalitativne pokazatelje u željezničkom teretnom prometu.

2.3.1. Pojam rada i tokovi prijevoza robe

Kao i u putničkom prometu, tokovi prijevoza robe mogu se kvantificirati, odnosno mora se obaviti istraživanje transportnog tržišta. S obzirom na vrstu robe, potrebno je utvrditi i definirati robne tokove po intenzitetu, duljini i trajanju prijevoza. Pristup istraživanju robnih tokova je segmentacija transportnog tržišta prema veličini korisnika i po zemljopisnom principu [3]. Na osnovi istraženih tokova može se izračunati količina prevezene robe, duljina prijevoznog puta i neto-tonski kilometri. Količina prevezene robe može se izračunati prema sljedećoj formuli [4]:

$$q = \frac{ntkm}{l} \tag{5}$$

Pri čemu je,

ntkm- neto-tonski kilometri i

l- duljina prijevoznog puta.

Organizirana djelatnost željezničkog prometa čiji je cilj korisni učinak u premještanju putnika i robe naziva se rad [2]. Korisni učinak u teretnom prometu je neto-tonski kilometar. To se ostvaruje samo ako teretni vagoni trče natovareni. To znači da se rad ostvaruje svaki put kada je teretni vagon u pokretu. No, zbog različitosti prijevozne ponude i potražnje, nije moguće da se uvijek prevoze tovareni vagoni. Zbog toga postoji odnos prazno-tovareno. Na njega se konstantno treba obraćati pažnja i to je temeljni zadatak eksploatacije željezničkog prometa. Obavljeni rad se lako može kvantificirati sa sljedećom formulom [4]:

$$U = Uut + Upr = Uist + Upred \tag{6}$$

Gdje je,

U_{ut}- broj utovarenih vagona,

U_{pr}-broj primljenih vagona,

U_{ist} -broj istovarenih vagona i

U_{pred}- broj predanih vagona.

2.3.2. Kvantitativni pokazatelji

Kvantitativni pokazatelji u željezničkom terenom prometu mogu se prikazati kao pokazatelji obujma rada i kao pokazatelji tehničkog rada. Mora se naglasiti da su pokazatelji tehničkog rada kompleksniji od pokazatelja obujma rada.

Pokazatelji obujma rada u tonama su [3]:

- Utovar stvari,
- Prijevoz stvari,
- Pretovar stvari,
- Istovar stvari i
- Izvršen rad u neto-tonama.

Pokazatelji tehničkog rada su [3]:

- Vozni kilometri teretnih vlakova,

- Vagonski kilometri teretnih vagona,
- Osovinski kilometri tovarenih vagona,
- Ukupni osovinski kilometri,
- Bruto-tonski kilometri,
- Tara-tonski kilometri,
- Vagonski dani radnog parka,
- Ukupno vrijeme vožnje vlakova,
- Ukupno vrijeme putovanja vlakova,
- Broj utovarenih, istovarenih, primljenih i predanih vagona i
- Ukupni rad izražen u vagonima.

2.3.3. Kvalitativni pokazatelji

Kvalitativni pokazatelji eksploatacije dijele se na tri skupine. U prvu skupinu spadaju pokazatelji korištenja vagona po kapacitetu. U drugu spadaju pokazatelji korištenja teretnih vagona po vremenu, a u treću skupinu spadaju svi ostali pokazatelji eksploatacije.

Pokazatelji korištenja vagona po kapacitetu se također dijele na tri skupine. Prva skupina je statičko opterećenje vagona. To je opterećenje po vagonu na mjestu utovara, odnosno pokazuje masu robe po utovarenom vagonu. Tu je važan pokazatelj prosječno statičko opterećenje, a on se dobiva iz sljedeće formule [4]:

$$P_s = \frac{\Sigma P}{U} \tag{7}$$

pri čemu je,

Ps – prosječno statičko opterećenje,

ΣP- broj utovarenih i primljenih tona robe i

U- broj vagona.

Drugu skupinu čini dinamičko opterećenje vagona. To je prosječno opterećenje tijekom vožnje i dobiva se iz odnosa neto-tonskih i vagonskih kilometara tovarenih vagona, bolje prikazano sljedećom formulom [4]:

$$P_d = \frac{\Sigma PL}{\Sigma nstov} \tag{8}$$

pri čemu je,

ΣPL- neto-tonski kilometar i

Σns_{tov}- tovareni vagonski kilometri.

Treća skupina je dinamičko opterećenje vagona radnog parka. Ono je predstavljeno odnosom neto-tonskih kilometara prema vagonskim kilometrima radnog parka uključujući tovarene i prazne vagone. Ovaj pokazatelj pokazuje koliko se prosječno tona prevozi po jednom vagonu, bez obzira je li on tovaren ili prazan.

Pokazatelji korištenja teretnih vagona po vremenu su [3]:

- Obrt,
- Dnevno trčanje,
- Vrijeme rada i
- Produktivnost.

Ovi pokazatelji su najvažniji jer oni pokazuju koliko vremena vagon ostaje u eksploataciji. Obrt je pokazatelj vremenskog korištenja vagona i njegova mjerna jedinica je vagonski dan. Obrt teretnih vagona predstavlja vremenski ciklus između dva utovara ili dva istovara. Ovdje je cilj da obrt kao vrijeme bude što manji, a da vagoni što dulje trče u tovarenom stanju. Također obrt vagona se treba pomno izračunati i tako se on analizira preko triju formula [3], a one su:

- Jednočlana,
- Tročlana i
- Peteročlana.

Također postoje i dvočlane i četveročlane formule. Imena formula govore koliko članova ima ta formula. Prvi i najjednostavniji prikaz je obrt po jednočlanoj formuli. U njemu se samo gleda na vagonske dane radnog parka i obavljeni rad. Obrt po jednočlanoj formuli prikazan je sljedećom formulom [4]:

$$\vartheta = \frac{nr}{U}\ [km/h] \tag{9}$$

pri čemu je,

nr- vagonski dani radnog parka i

U-obavljeni rad.

Da bi se došlo do preciznijeg obrta, uzima se obrt po tročlanoj formuli. Prije nego što se može obraditi taj obrt mora se proći kroz deset faza radnog procesa [3], a to su:

- Vrijeme utovara pošiljke,
- Vrijeme nakon utovara do otpremanja vagona,
- Vrijeme putovanja vlaka od otpremnog do uputnog kolodvora,
- Vrijeme zadržavanja vlaka na međukolodvorima,

- Vrijeme koje vagone provedu u tehničkom ili ranžirnom kolodvoru,
- Vrijeme potrebno za izuzimanje vagona iz vlaka,
- Vrijeme istovara,
- Vrijeme potrebno za izvlačenjem praznih vagona od istovarnog do utovarnog kolodvora i
- Vrijeme potrebno za izuzimanje praznih vagona iz vlaka.

Ova vremena se raspoređuju u tri skupine, a to su vremena koja vagoni provedu u vlakovima, u tehničkim kolodvorima i u kolodvorima radi utovara ili istovara. Formula za vrijeme obrta onda izgleda [4]:

$$T = Tvoz + Teh + Tui \text{ [sati]} \tag{10}$$

pri čemu je,

T_{voz}- vrijeme provedeno u vožnji,

T_{teh}- vrijeme provedeno u tehničkim kolodvorima i

T_{ui-} vrijeme provedeno u kolodvorima radi utovara ili istovara

Prvi član tročlane formule je vrijeme provedeno u vožnji i njega se može izračunati iz sljedeće formule [4]:

$$Tvoz = \frac{l}{Vk}[\text{h}] \tag{11}$$

pri čemu je,

l – duljina trčanja vagona u kilometrima tijekom obrta i

V_k – komercijalna brzina

Drugi član tročlane formule je vrijeme provedeno u tehničkim kolodvorima i njega se može izračunati iz sljedeće formule [4]:

$$Teh = \frac{l}{Lteh} * t_{TEH} \text{ [h]} \tag{12}$$

t_{teh} – prosječno vrijeme provedeno u tehničkim kolodvorima i

L_{teh}- duljina između tehničkih kolodvora

Treći član tročlane formule je vrijeme zadržavanja u kolodvorima radi utovara ili istovara i izračunava se sljedećom formulom [4]:

$$Tui = Kui * tui \text{ [h]} \tag{13}$$

pri čemu je,

K_{ui}- koeficijent rada utovara ili istovara i

t_{ui}- prosječno vrijeme provedeno u kolodvorima radi utovara ili istovara

Koeficijent rada pokazuje istovar ili utovar po jedinici rada, a to znači koliko je bilo utovara ili istovara po jednom vagonu. On se može kretati od 0 do 2. Što je koeficijent bliže dva, to znači da je mreža više zatvorena, odnosno, da se radi o utovarno-istovarnom području gdje nema prijama i predaje vagona. [3]

Obrt po peteročlanoj formuli je vrlo sličan obrtu po tročlanoj formuli. Ovaj obrt ima dva člana više i to ga čini više preciznijim. Formula za ovaj obrt je [4]:

$$T = Tvoz + Tprer + Tteh + Ttrz + Tui \text{ [h]} \quad (14)$$

pri čemu je,

T_{prer}- vrijeme zadržavanja vagona u tehničkim kolodvorima radi prerade i

T_{rz}- vrijeme zadržavanja vagona u tehničkim kolodvorima bez prerade.

3. Analiza željezničkog prometa

Ovo poglavlje ima svrhu da objasni podjelu željezničke mreže u Republici Hrvatskoj te da navede pruge koje se analiziraju u ovom istraživanju. Ovdje se upoznaje s položajem županije u Republici Hrvatskoj.

3.1. Podjela željeznica u Republici Hrvatskoj

Željezničke pruge u Republici Hrvatskoj razvrstavaju se na [6]:

- Pruge za međunarodni promet,
- Pruge za regionalni promet i
- Pruge za lokalni promet.

U daljnjem grananju, pruge za međunarodni promet dijele se na glavne koridorske i ostale pruge za međunarodni promet. Glavne koridorske pruge u Republici Hrvatskoj se nalaze na međunarodnim željezničkim koridorima [6], a to su:

- RH1,
- RH2 i
- RH3.

Regionalne pruge u Republici Hrvatskoj povezuju prometne regije, spajaju dvije međunarodne pruge i regije susjednih država. Lokalne pruge povezuju manja središta, luke i terminale koji nisu od značaja s prugom od većeg značaja. Također lokalne pruge su željezničke pruge koje služe u funkciji gradskog i prigradskog prometa samo ako te pruge nisu od međunarodnog značaja. Na slici 1. može se vidjeti cijela željeznička mreža u Republici Hrvatskoj.

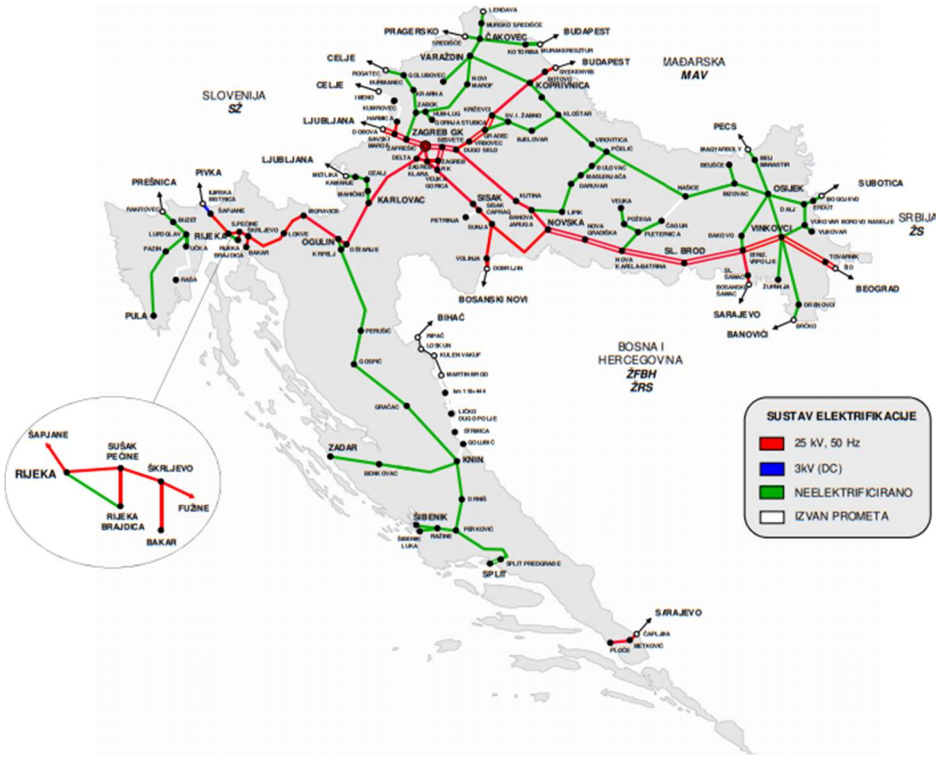


Slika 1:Željeznička mreža u Republici Hrvatskoj
Izvor: [9]

3.2. Željeznička infrastruktura u Republici Hrvatskoj

Hrvatskim prugama upravlja samo jedan upravitelj infrastrukture, HŽ Infrastruktura. Upravitelj infrastrukture je pravna osoba ili u vertikalno integriranom trgovačkom društvu organizacijska jedinica odgovorna za upravljanje, održavanje i obnovu željezničke infrastrukture, kao i za sudjelovanje u razvoju željezničke infrastrukture na način koji je određen u okviru opće politike razvoja i financiranja željezničke infrastrukture Republike Hrvatske [6]. Po zakonu upravitelj infrastrukture je obavezan objaviti godišnje izvješće o mreži. U Republici Hrvatskoj postoji 2605 km izgrađene pruge, normalne širine kolosijeka od 1435mm. [9]

Od toga 980 kilometara pruge je elektrificirano sa sustavom 25kV, 50Hz. Samo mali dio ima sustav elektrifikacije istosmjerno 3kV i to samo od Šapjane do Ilirska Bistrica-DG. Na slici broj 2. može se vidjeti kako je mreža elektrificirana. Od 2605 kilometara pruge samo je 254 dvokolosiječnih. [9]



Slika 2: Elektrifikacija u Republici Hrvatskoj

Izvor: [9]

3.3. Položaj Sisačko-moslavačke županije u Republici Hrvatskoj

Sisačko-moslavačka županija treća je po veličini u Republici Hrvatskoj s 4468 km^2, iza Ličko-senjske i Splitsko-dalmatinske. Nalazi se u južnom dijelu središnje Hrvatske i to na području gdje se sastaju Panonska i Gorska Hrvatska. Županija raspolaže sa sedam gradova i 12 općina s time da je glavno političnо, administrativno, gospodarsko i kulturno središte u Sisku. Na slici 3. može se vidjeti njezin smještaj u Republici Hrvatskoj. Na području županije živi oko 4% ukupnog stanovništva Hrvatska, odnosno nešto preko 170 000 stanovnika. Gustoća naseljenosti iznosi 38,60 st/km^2, što je manje od prosjeka Republike Hrvatske koji je 75,7 st/km^2. [8]



Slika 3: Položaj županije

Izvor: [8]

Sisačko-moslavačka županija sastoji se od tri geografske cjeline, a to su: gorska područja, brdsko-brežuljkasta i riječne doline.

3.4. Stanje željezničke infrastrukture u Sisačko-moslavačkoj županiji

Kroz Sisačko-moslavačku županiju prolazi više pruga različitog značaja. Prva pruga je međunarodna pruga RH1 koja je dio paneuropskog koridora X. koji povezuje Salzburg i Solun. Kroz Hrvatsku ta pruga ide od DG-Savski Marof do Tovarnik-DG u duljini od 317km. Dio koji prolazi kroz županiju je M103 Dugo Selo-Novska duljine 50,9 km i M104 Novska-Tovarnik duljine 14,9km. [7]

Druga pruga koja prolazi kroz županiju je također od međunarodnog značaja i to je M502 Zagreb GK-Sisak-Novska u duljini od 91,3 km.

Treća pruga je od regionalnog značaja i to je R102 Sunja-Volinja-DG u duljini od 21,57km. Ova pruga je bila značajna u prijeratnom razdoblju jer je povezivala središnju Hrvatsku i Dalmaciju s Bosnom i Hercegovinom.

Postoje i dvije lokalne pruge, prva je L204 Banova Jaruga-Pčelić u duljini od 6,65km i L210 Sisak Caprag-Petrinja. Pruga L204 je izvan prometa tijekom ljetnih mjeseci zbog smanjene potražnje. Pruga L210 je najviše stradala u Domovinskom ratu i od tada je izvan prometa. 2013. godine počeli su radovi na obnovi pruge, ali nikada nisu završeni. [9]

Sisačko-moslavačka županija raspolaže ukupno s 195,103km pruge, od toga je samo 14,779 dvokolosiječna. Većina teretnog prometa je smještana u kolodvoru Sisak Caprag. Tamo se obavlja utovar naftnih derivata.

Iako je jedna od najvažnijih prometnih županija što se tiče željeznice, Sisačko-moslavačka županija raspolaže s najlošije razvijenom željezničkom infrastrukturom i to znatno utječe na učinkovitost željeznice što rezultira smanjenim brzinama, čestim kašnjenjima vlakova ili čak dolazi do otkazivanja vlakova. Iako je najnerazvijenija, ova županija ima potencijala da se unaprijedi cijela cestovna i željeznička mreža.

4. Studija slučaja eksploatacijskih pokazatelja putničkog prometa na području Sisačko-moslavačke županije

Studija slučaja eksploatacijskih pokazatelja putničkog prometa je osnovni cilj ovog istraživanja. U ovom poglavlju objašnjena je metodologija dobivanja podataka i nakon toga dolazi do istraživanja.

4.1. Metodologija dobivanja podataka za istraživanje

Svi potrebni podaci su prikupljeni su iz voznih redova Jugoslavenskih željeznica 1990./1991. [11], Hrvatske željeznice 2005./2006. [12] i HŽ Putnički prijevoz 2014./2015. [13].

Da bi se obradili svi podaci potrebni za ovo istraživanje, bilo je potrebno koristiti program Microsoft Excel. U njemu se postepeno ispisivao vozni red u tablice iz kojih se onda generirala komercijala brzina i vrijeme putovanja. Na slici broj 4. prikazan je postupak dobivanja podataka.

Izvor: HŽ 2014/2015				2031				
	Službeno mjesto		Duljina dionice [km]	Vrijeme [hh:mm]	Vrijeme putovanja [hh:mm]	Delta t [hh:mm]	Vk* [km/h]	Vk [km/h]
M103	Ludina	polazak	6.29	06:16	00:00		53.95	
	Popovača	dolazak		06:23	00:07	00:07		
	Popovača	polazak	3.62	06:24	00:08	00:01	54.35	
	Voloder	dolazak		06:28	00:12	00:04		
	Voloder	polazak	3.58	06:29	00:13	00:01	71.64	
	Moslavačka Gračenica	dolazak		06:32	00:16	00:03		
	Moslavačka Gračenica	polazak	4.21	06:33	00:17	00:01	63.13	
	Repušnica	dolazak		06:37	00:21	00:04		
	Repušnica	polazak	3.85	06:38	00:22	00:01	46.15	
	Kutina	dolazak		06:43	00:27	00:05		
	Kutina	polazak	5.53	06:44	00:28	00:01	82.92	
	Ilova	dolazak		06:48	00:32	00:04		
	Ilova	polazak	3.54	06:49	00:33	00:01	53.04	
	Banova Jaruga	dolazak		06:53	00:37	00:04		
	Banova Jaruga	polazak	7.72	06:54	00:38	00:01	66.15	
	Lipovljani	dolazak		07:01	00:45	00:07		
	Lipovljani	polazak	3.42	07:02	00:46	00:01	51.30	
	Stara Subocka	dolazak		07:06	00:50	00:04		
	Stara Subocka	polazak	6.68	07:07	00:51	00:01	66.80	
	Novska	dolazak		07:13	00:57	00:06		
Ukupno:			48.4	00:57				50.99

Slika 4: Primjer ispisivanja voznog reda u tablice

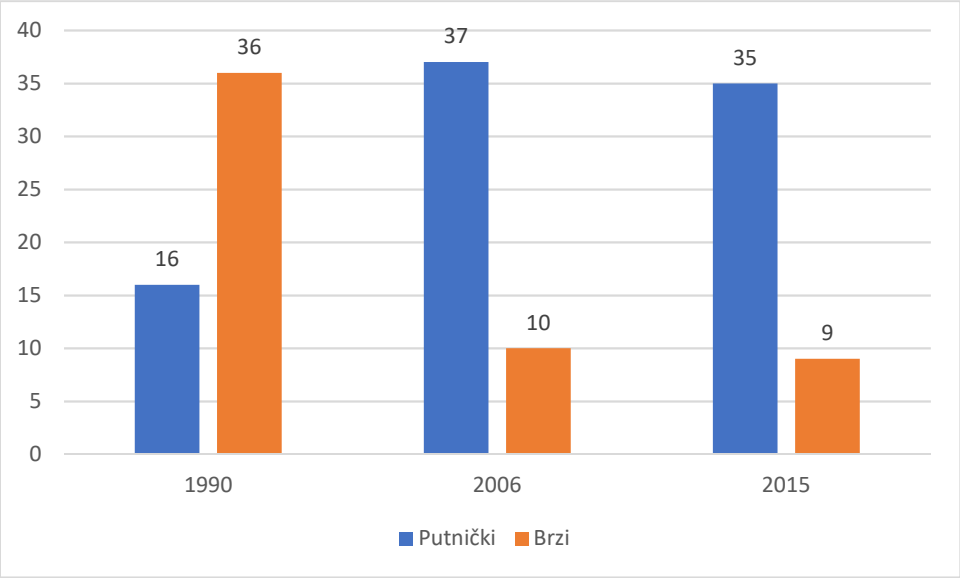
Na slici 4. se vidi svaka postaja na pruzi M103 i lako se može očitati razmak između njih. Iz slike se također može vidjeti da se radi o voznom redu iz 2014/15. godine. Nadalje, vrijeme je ispisivano direktno iz voznog reda. Svaka postaja za sebe ima vrijeme dolaska i polaska. Delta t označava vrijeme vožnje i vrijeme stajanja na postajama. Komercijalna brzina automatski se generirala prilikom upisa određenih podataka u određena polja već spomenutom formulom. Nadalje, mora se naglasiti da ukupna komercijalna brzina nije prosjek svih komercijalnih brzina već omjer ukupnih kilometara i ukupnog vremena vožnje. Iz podataka koji su uvršteni u tablice, analizirat će se tri pokazatelja eksploatacije, a to su komercijalna brzina, broj vlakova i vrijeme putovanja.

4.2. Studija slučaja eksploatacijskih pokazatelja na području županije

Ovo poglavlje je cilj cijelog rada. U njemu će se napraviti studija slučaja za tri različite godine. Mora se napomenuti da dionica Novska-Rajić pripadaju pruzi M104 Novska-Tovarnik. Radi pojednostavljenja istraživanja ova pruga će biti obrađena kao da pripada pruzi M103 Dugo Selo-Novska jer grafikon s jednim podatkom ne bi imao smisla.

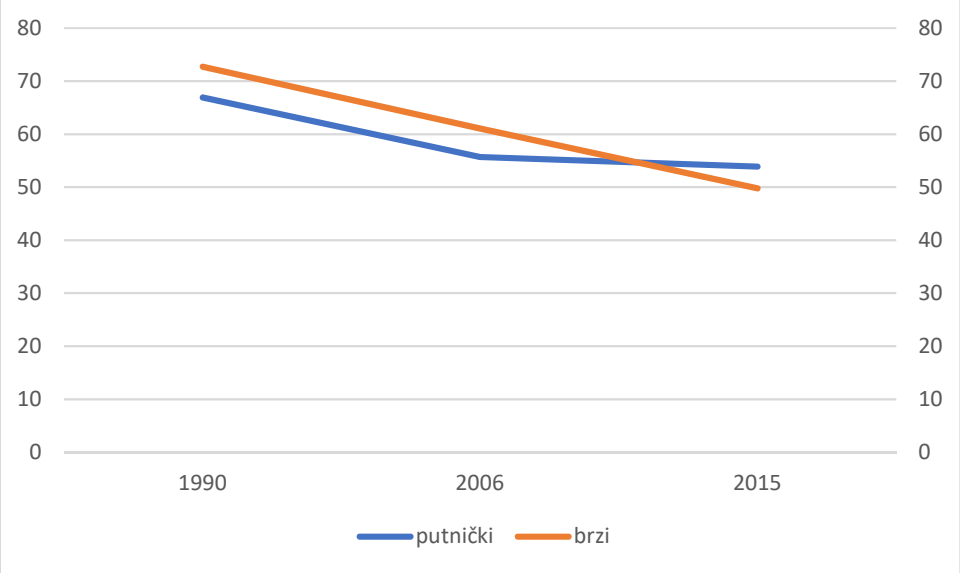
4.2.1. Prosječni dobiveni podaci za Sisačko-moslavačku županiju

U ovom poglavlju prikazat će se tri grafikona koja prikazuju prosječna stanja na pruzi za cijelu županiju kroz godine. Grafikon 1. je stupčasti grafikon koji prikazuje ukupne vlakove koji prometuju u županiji, raspodijeljene po godinama. Iz njega se lako može očitati broj vlakova koji prometuju županijom.



Grafikon 1: Ukupni broj vlakova u Sisačko-moslavačkoj županiji

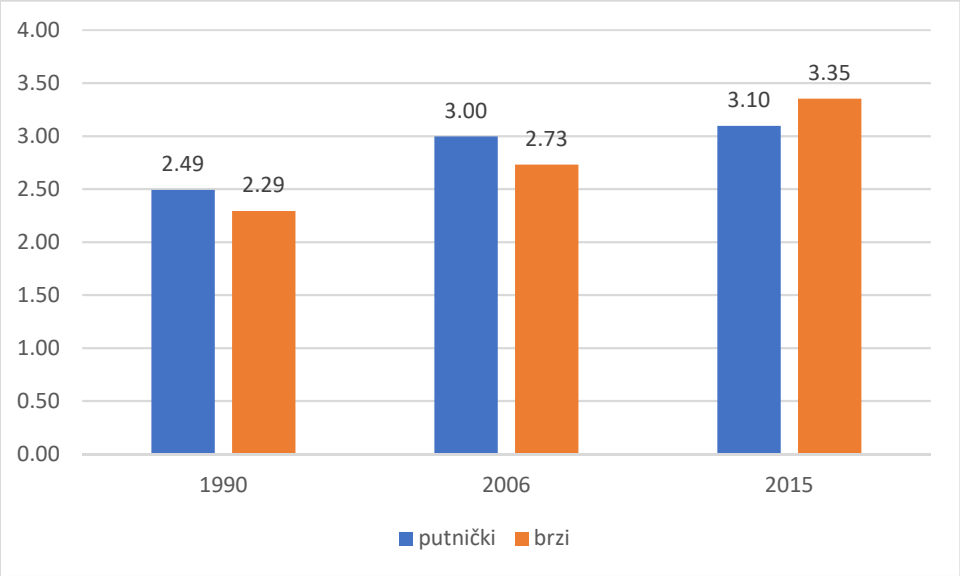
Grafikon 2. prikazat će ukupne prosječne komercijalne brzine na području županije. To je linijski grafikon koji povezuje prosječne komercijalne brzine kroz godine i pokazuje trend pada. Zanimljivo je primijetiti da između 2006. i 2015. godine prosječna komercijalna brzina putničkih vlakova polako prestiže prosječnu komercijalnu brzinu brzih vlakova.



Grafikon 2: Ukupne prosječne komercijalne brzine u Sisačko-moslavačkoj županiji

Grafikon 3. je zadnji u ovom poglavlju i on prikazuje prosječna zadržavanja vlakova na pruzi u Sisačko-moslavačkoj županije. On je dobiven podjelom ukupne duljine pruge u Sisačko-moslavačkoj županiji s prosječnom komercijalnom brzinom. Podaci iz ovog grafikona su nestvarni, odnosno pokazuju koliko bi u prosjeku trebalo jednom vlaku da prođe svaki

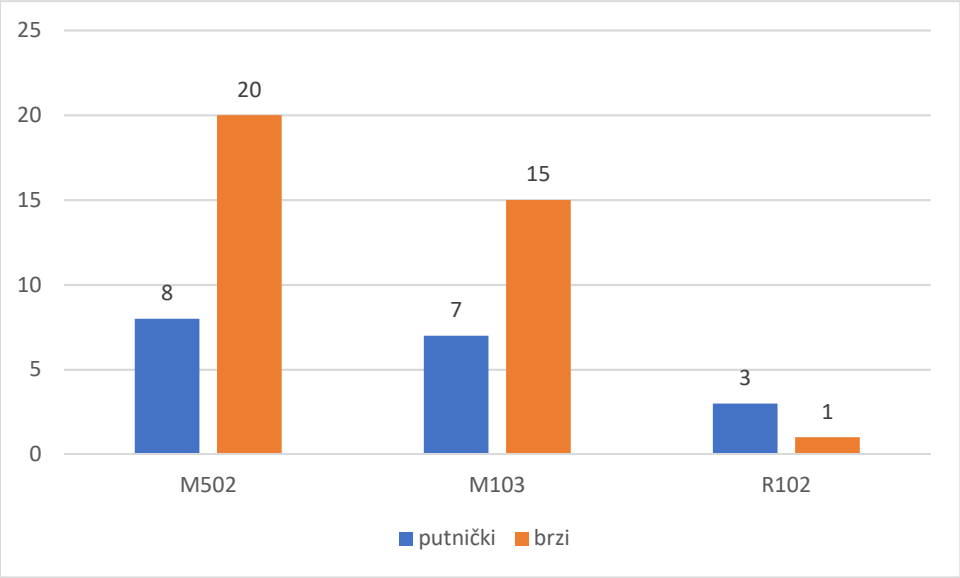
kilometar pruge u županiji, što je nemoguće. Lako se može očitati kako se prosječno vrijeme zadržavanja vlakova na pruzi s godinama povećava.



Grafikon 3: Prosječno vrijeme zadržavanja vlakova na pruzi Sisačko-moslavačke županije izraženo u satima

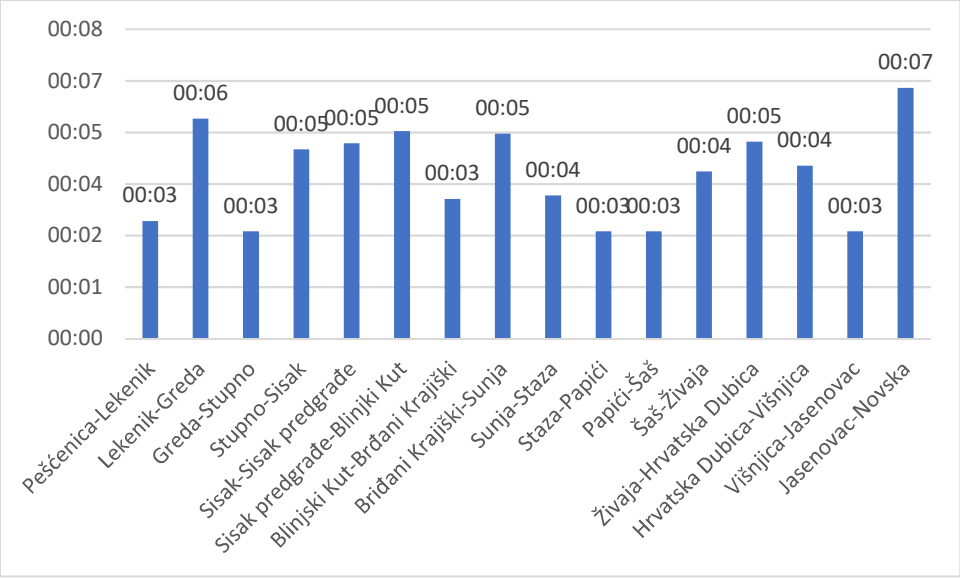
4.2.2. Podaci dobiveni za 1990. godinu

Grafikon 4. prikazat će odnos putničkih i brzih vlakova za različite pruge koje se nalaze na području županije za 1990 godinu. Kao što se vidi iz grafikona, broj vlakova se može očitati za tri različite pruge, dvije međunarodne i jednu regionalnu u bivšoj Jugoslaviji. Grafikon također prikazuje kako je pruga M502 najprometnija u županiji s 28 vlakova.



Grafikon 4: Odnos putničkih i brzih vlakova na različitim prugama u županiji

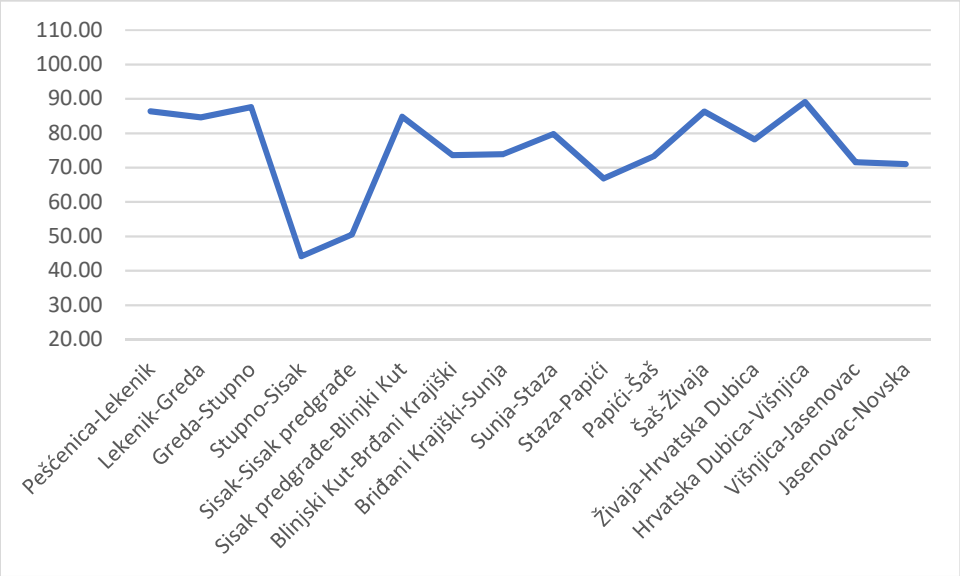
U grafikonu 5. prikazat će se vremena putovanja između svake dionice na pruzi M502. Ovi podaci dobiveni su izravno iz voznog reda oduzimanjem vremena polaska iz prethodne stanice od vremena dolaska u narednu stanicu i koriste se za izračun komercijalne brzine.



Grafikon 5: Prikaz vremena putovanja između dionica na M502

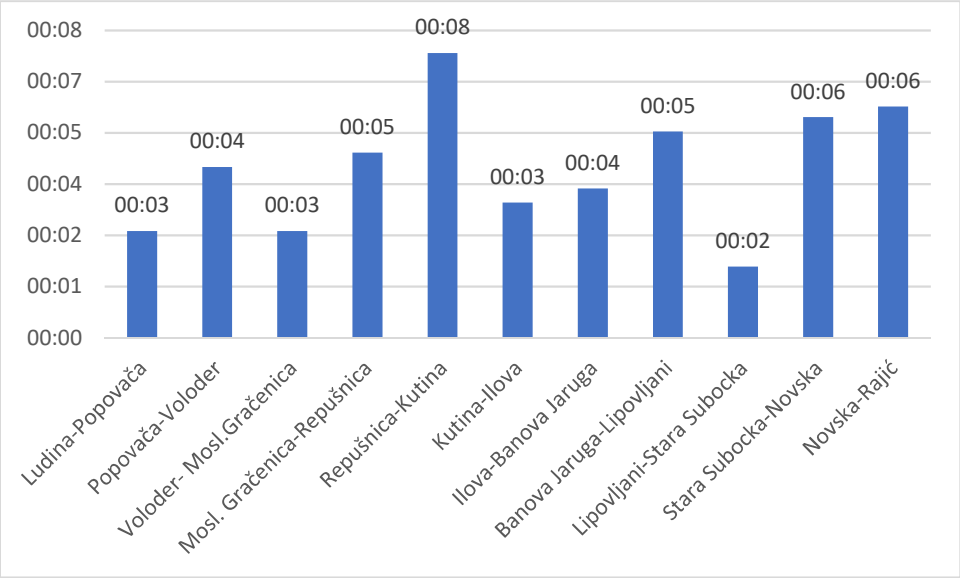
Korištenjem podataka iz grafikona 5. može se izračunati komercijalna brzina vlakova po dionicama na istoimenoj pruzi. Linijskim grafikonom 6. prikazuju se prosječna komercijalna brzina između svake dionice. Iz grafikona se vidi da je najveća komercijalna brzina postignuta od Pešćenice do stajališta Stupno i ona se kreće od 80 do 90 kilometara na sat. Iz ovog grafikona vidi se da kada se vlakovi nalaze u području grada Siska njihova komercijalna brzina drastično

se smanjuje. Komercijalna brzina na području između Siska i Sisak Caprag je između 40 i 50 kilometara na sat.

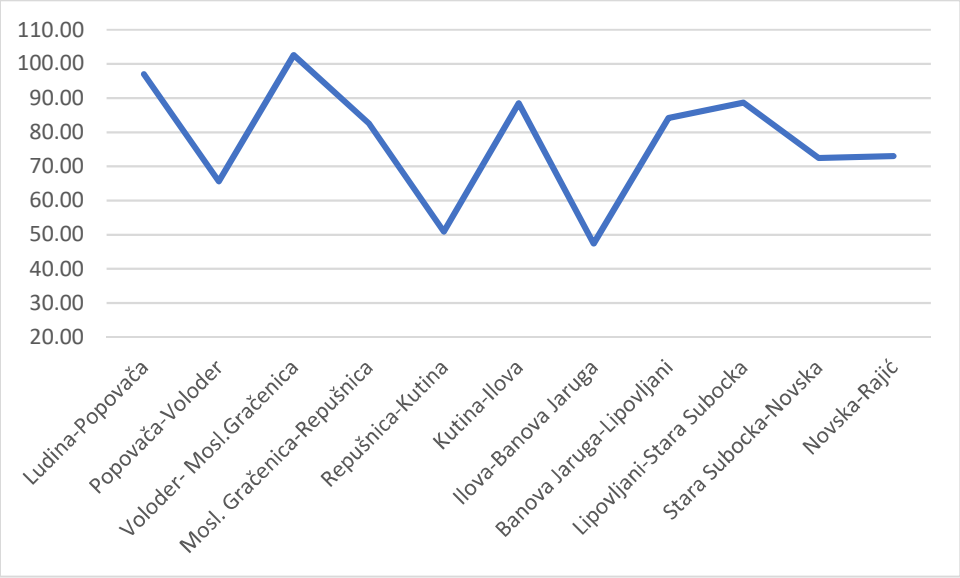


Grafikon 6: Prosječna komercijalna brzina između dionica na M502

Grafikon 7. je stupčasti grafikon koji prikazuje prosječna vremena putovanja između dionica na pruzi M103. Ova vremena koriste se za izračun prosječne komercijalne brzine po dionicama koja je prikazana u linijskom grafikonu 8. Čitanjem ovog grafikona može se primijetiti da komercijalna brzina na ovoj pruzi nije jednolika, odnosno da se kreće između 50 i 100 kilometara na sat. Pad komercijalne brzine između stajališta Repušnica i kolodvora Kutina i stajališta Ilova i kolodvora Banova Jaruga rezultira većim vremenom putovanja što se vidi iz grafikona 7.

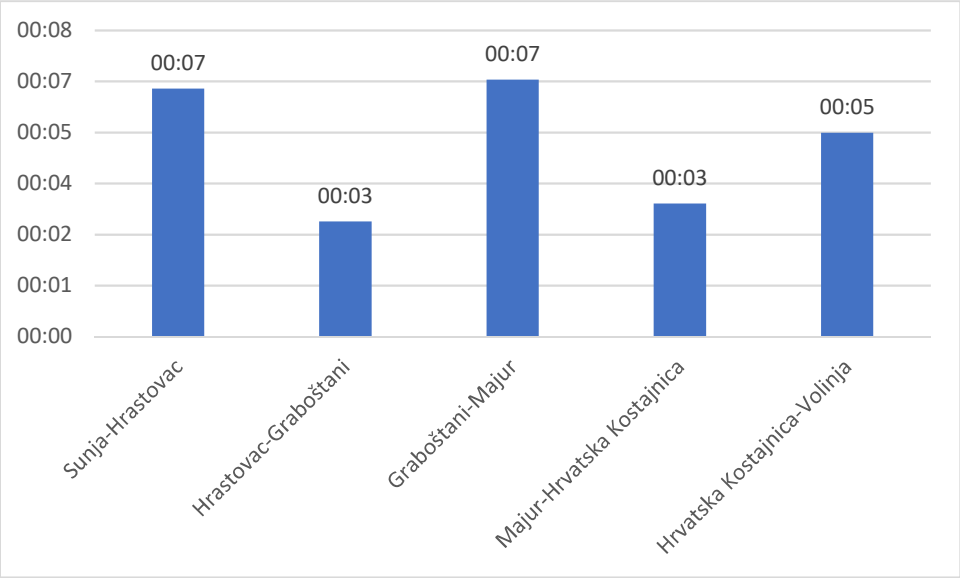


Grafikon 7: Prikaz vremena putovanja između dionica na M103



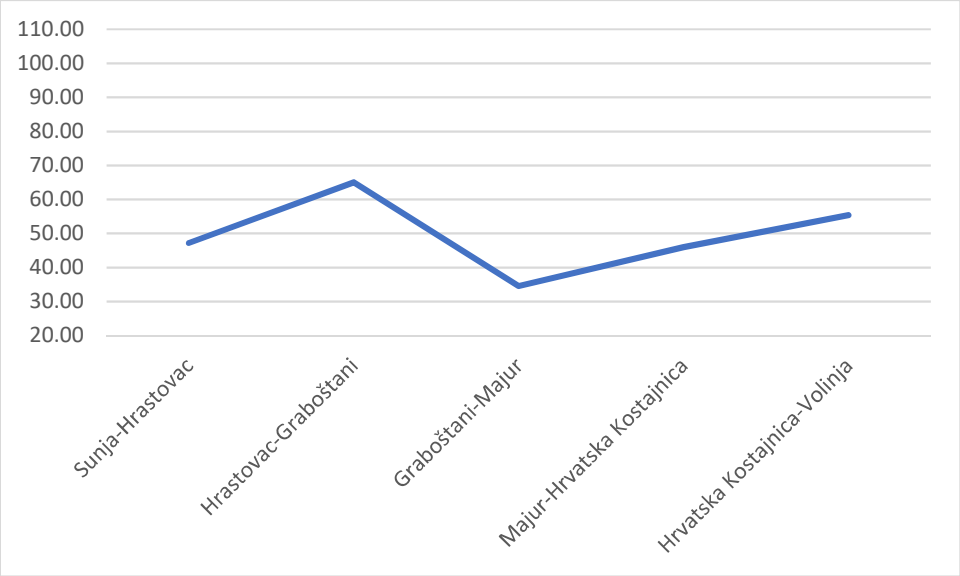
Grafikon 8:Prosječna komercijalna brzina između dionica na M103

Posljednja pruga koja je obrađena u 1990. godini je R102. To je regionalna pruga smanjenog prometa kao što se vidi u prethodnom grafikonu 4. U grafikonu 9. prikazat će se prosječno vrijeme putovanja između dionica. Iz grafikona se vidi da najveće vrijeme putovanja između službenih mjesta iznosi sedam minuta. Ovo vrijeme putovanja najviše ovisi o stanju infrastrukture i udaljenosti između samih službenih mjesta.



Grafikon 9: Prikaz vremena putovanja između dionica na R102

Korištenjem podataka iz grafikona 9. napravljen je linijski grafikon 10. koji prikazuje prosječne komercijalne brzine između dionica. Iz grafikona se vidi da se komercijalna brzina kreće između 30 i 70 kilometara na sat.

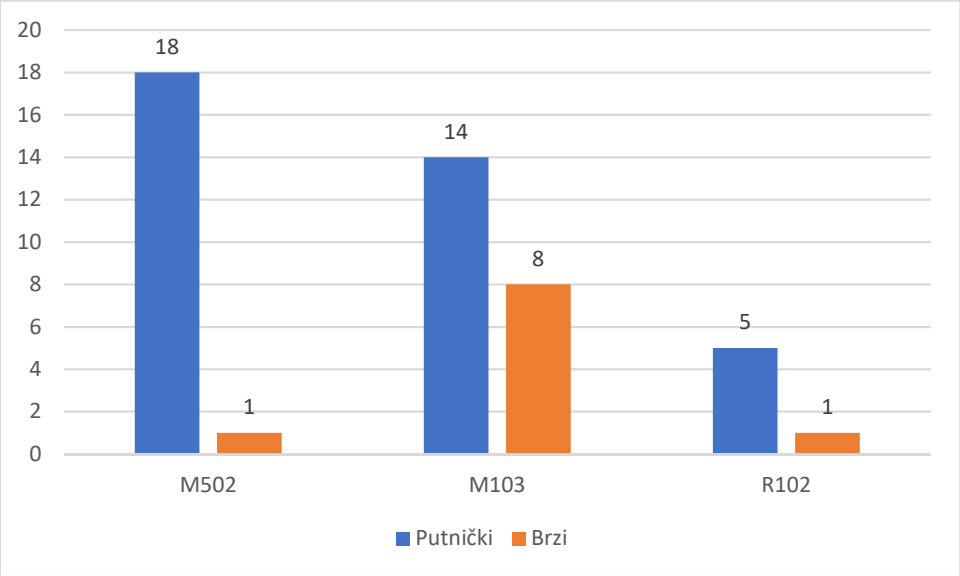


Grafikon 10: Prosječna komercijalna brzina između dionica na R102

4.2.3. Podaci dobiveni za 2006. godinu

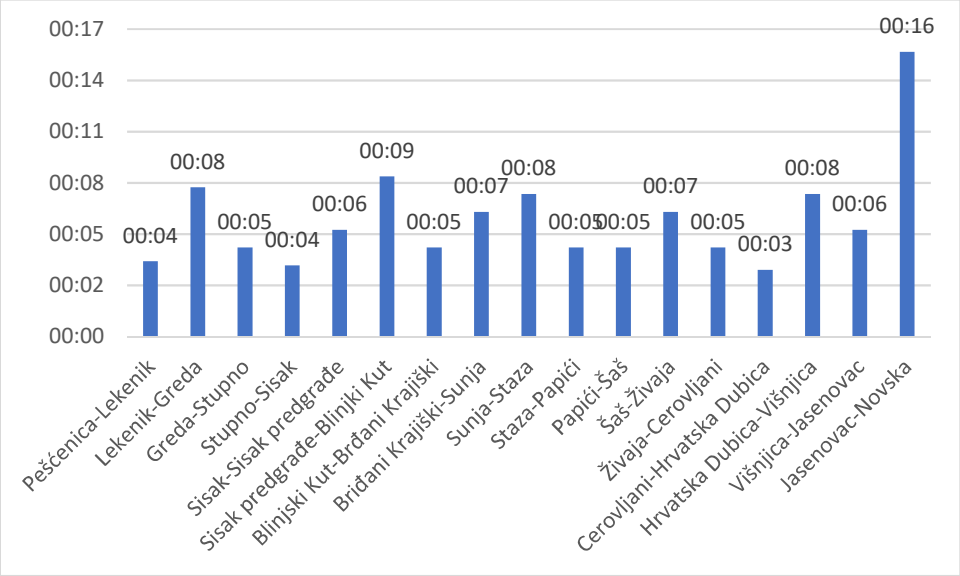
Analiza se nastavlja grafikonom 11. koji prikazuje odnos brzih i putničkih vlakova koji prometuju na prugama Sisačko-moslavačke županije u 2006. godini. Iz grafikona se može

vidjeti ukupni broj vlakova koji prometuju na tim prugama. Najprometnija pruga ove godine je M103 s 22 vlaka, odnosno 14 brzih vlakova i 8 putničkih.



Grafikon 11: Odnos putničkih i brzih vlakova na različitim prugama u županiji

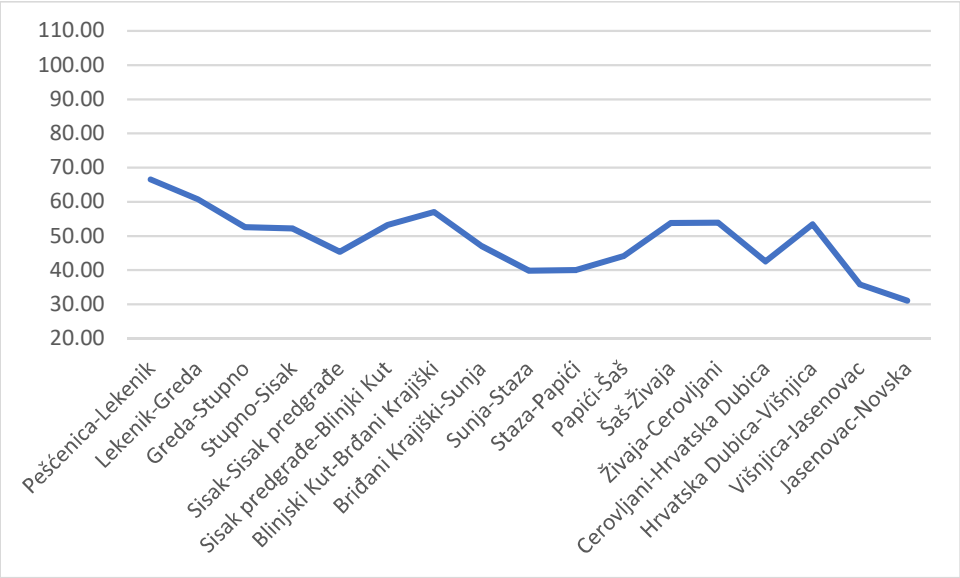
Sljedeći grafikon koji je prikazan je grafikonom 12. koji prikazuje prosječna vremena putovanja između dionica na pruzi M502. U grafikonu se jasno vidi skok u vremenu putovanja između službenih mjesta Jasenovac i Novska.



Grafikon 12: Prosječno vrijeme putovanja između dionica na pruzi M502

Vremena dobivena iz grafikona 12. služe izračunavanju komercijalne brzine putovanja vlakova. Prosječna komercijalna brzina putovanja između dionica prikazana je linijskim

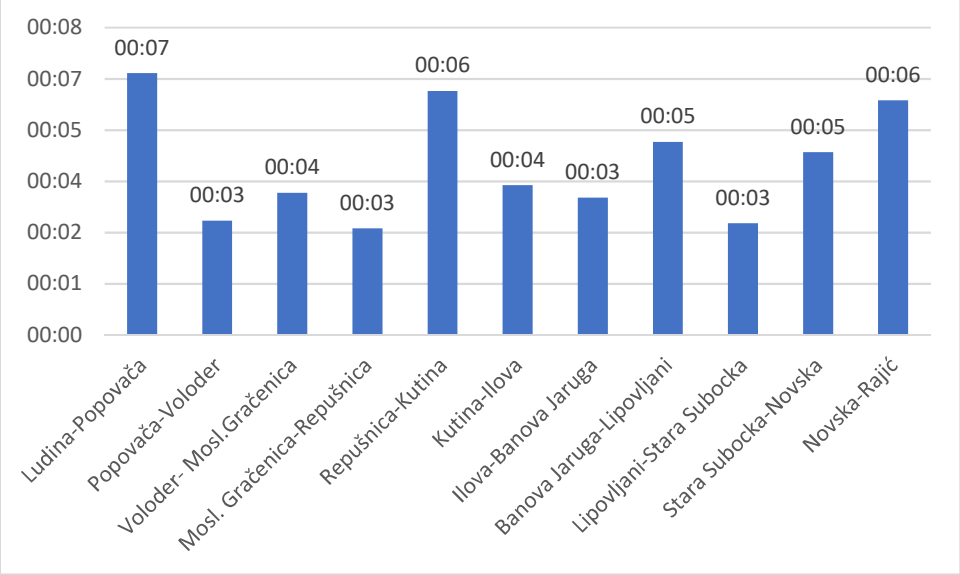
grafikonom 13. Skok vremena putovanja između službenih mjesta Jasenovac i Novska rezultira smanjenom komercijalnom brzinom što se može vidjeti iz grafikona 13.



Grafikon 13: Prosječna komercijalna brzina između dionica na M502

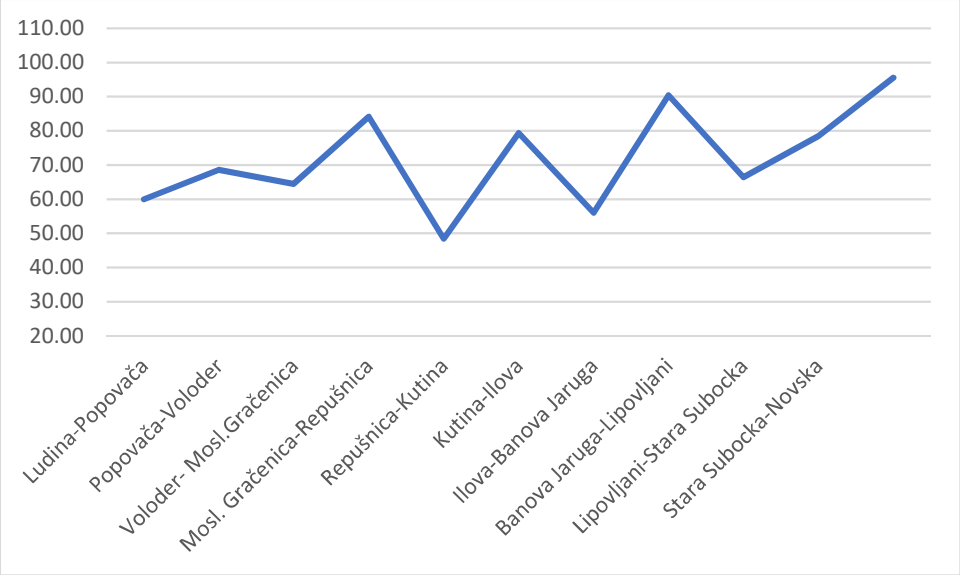
Grafikon 14. nastavlja analizu s prugom M103, a na njemu će se prikazati prosječno vrijeme putovanja između dionica na toj pruzi. Ova vremena također služe za izračun komercijalnih brzina koji su prikazani u grafikonu 15.

U usporedbi sa grafikonom 7., vremena putovanja u 2006. godini su podjednaka kao i u 1990. godini. Povećanje vremena putovanja postoji između postaja Moslavačka Gračenica i Repušnica te postaje Repušnica i kolodvora Kutina.



Grafikon 14: Prosječno vrijeme putovanja između dionica na M103

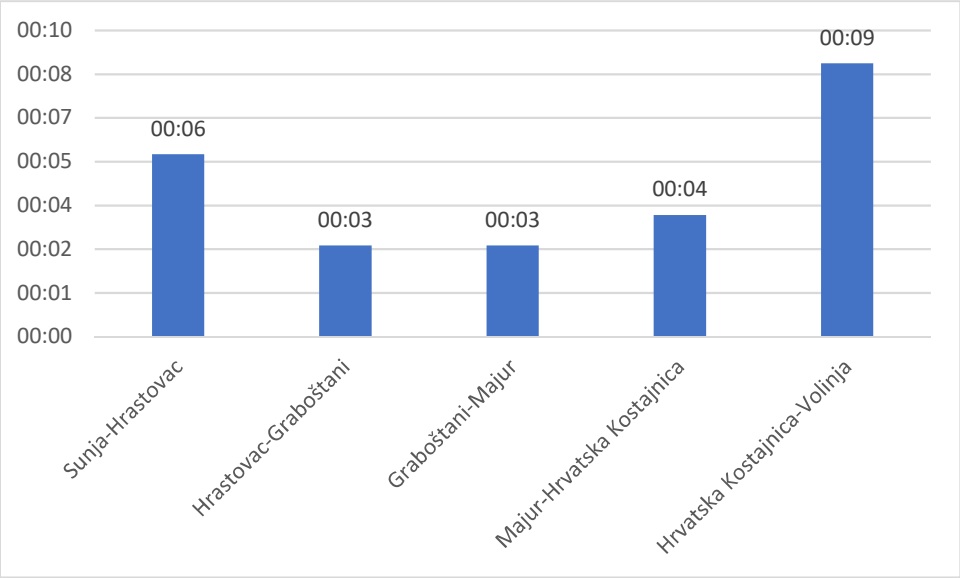
Uspoređivanjem grafikona 15. i grafikona 8. jasno se vidi da se prosječna komercijalna brzina smanjila. Pad prosječne komercijalne brzine se osjeti na cijeloj dionici osim na dijelovima između službenih mjesta Banova Jaruga-Lipovljani i Novska-Rajić.



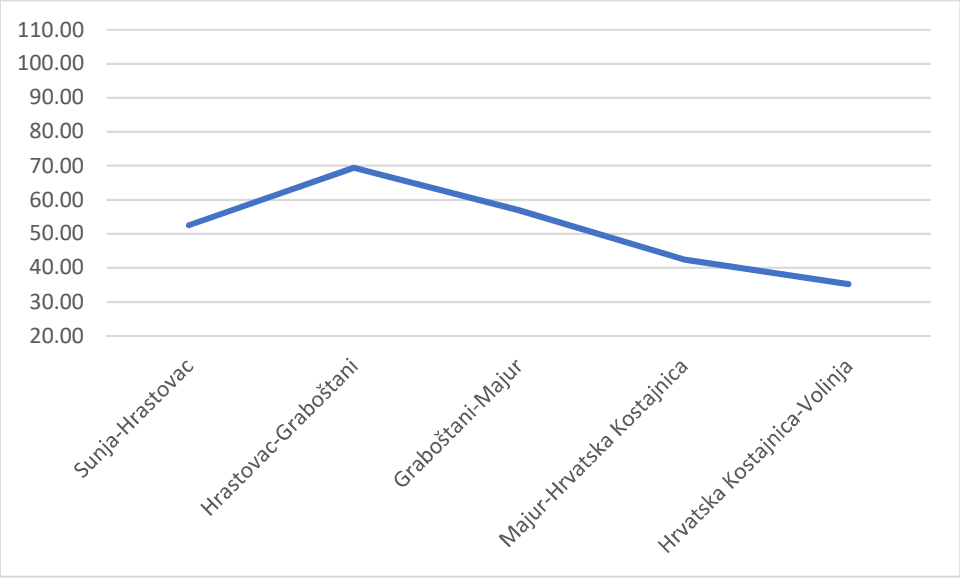
Grafikon 15: Prosječna komercijalna brzina između dionica na M103

Posljednja pruga koja je obrađena u 2006. godini je regionalna pruga R102. Prosječno vrijeme putovanja između svake dionice prikazano je grafikonom 16., a prosječna komercijalna brzina između dionica na toj pruzi prikazana je grafikonom 17.

U usporedbi grafikona 9. i grafikona 16. osjeti se znatno smanjenje vremena putovanja između službenih mjesta Graboštani i Majur. Vrijeme putovanje se smanjilo sa sedam minuta na svega tri minute, no postoji povećanje vremena putovanja između Hrvatske Kostajnice i Volinje. Vrijeme putovanja je u 1990 iznosilo pet minuta, a u 2006. godini iznosi devet minuta.



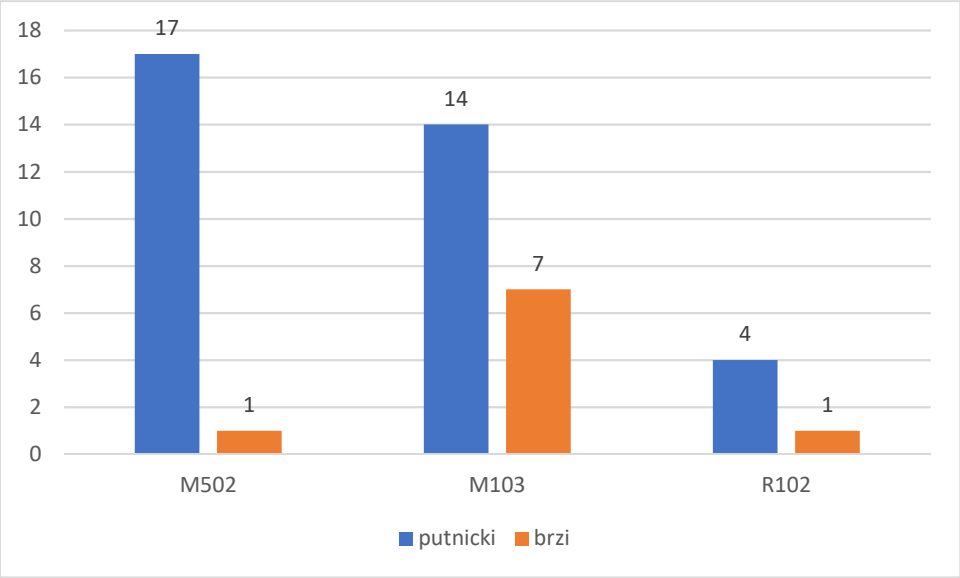
Grafikon 16: Prosječno vrijeme putovanja između dionica na R102



Grafikon 17: Prosječna komercijalna brzina između dionica na R102

4.2.4. Podaci dobiveni za 2015. godinu

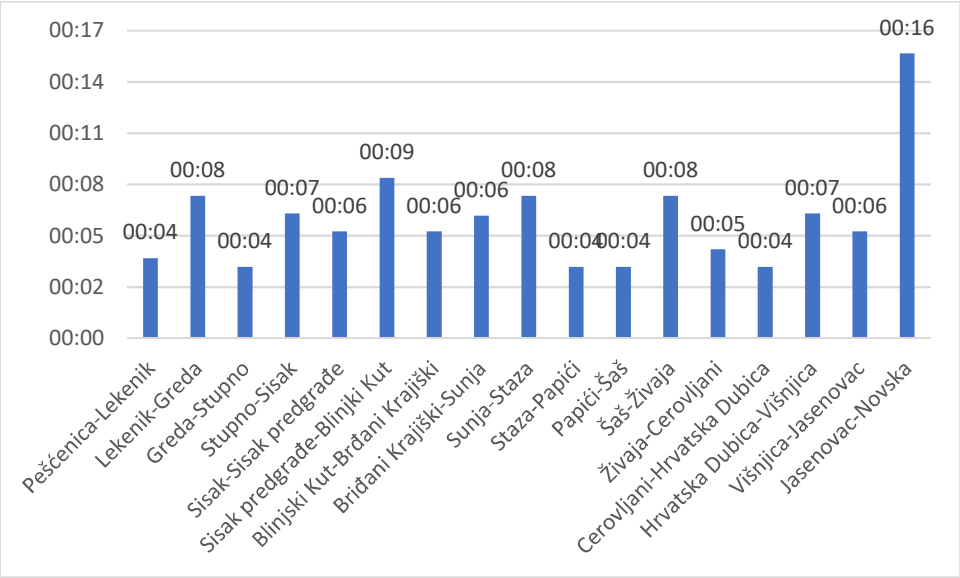
Vozni red 2014./15. je zadnji koji je obrađen u ovom istraživanju [13]. Grafikon 18. prikazat će ukupan broj i odnos putničkih i brzih vlakova koji prometuju na svim prugama u županiji. Pruga M103 je i dalje pruga sa najviše prometa, odnosno po njoj prometuju 14 putničkih i sedam brzih vlakova.



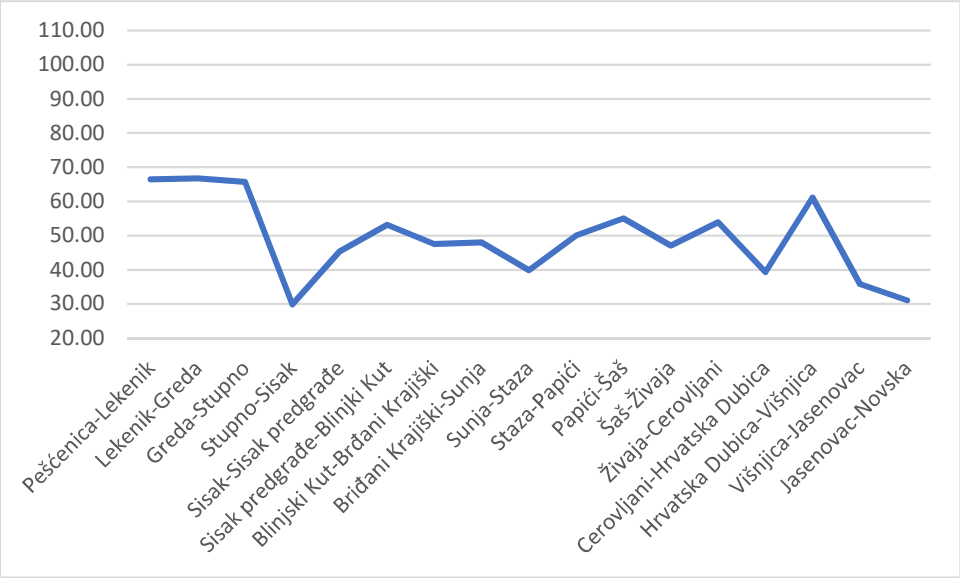
Grafikon 17: Odnos putničkih i brzih vlakova na različitim prugama u županiji

Grafikon 18. prikazuje prosječna vremena putovanja između dionica na M502. U usporedbi s prošlom analiziranom godinom, vremena putovanja iz grafikona 12. i grafikona 18. su slična, odnosno postoje sitne razlike u minutama između pojedinih službenih mjesta.

Podaci iz 18. koriste se za izračun prosječne komercijalne brzine između dionica. Ta komercijalna brzina prikazana je grafikonom 19. Razlika između prosječnih komercijalnih brzina između grafikona 13. i grafikona 19. vidi se na onim dijelovima gdje se vrijeme putovanja povećalo. Najveće odstupanje od grafikona 13. vidi se između službenih mjesta Stupno i Sisak gdje prosječna komercijalna brzina pada ispod 30 kilometara na sat.

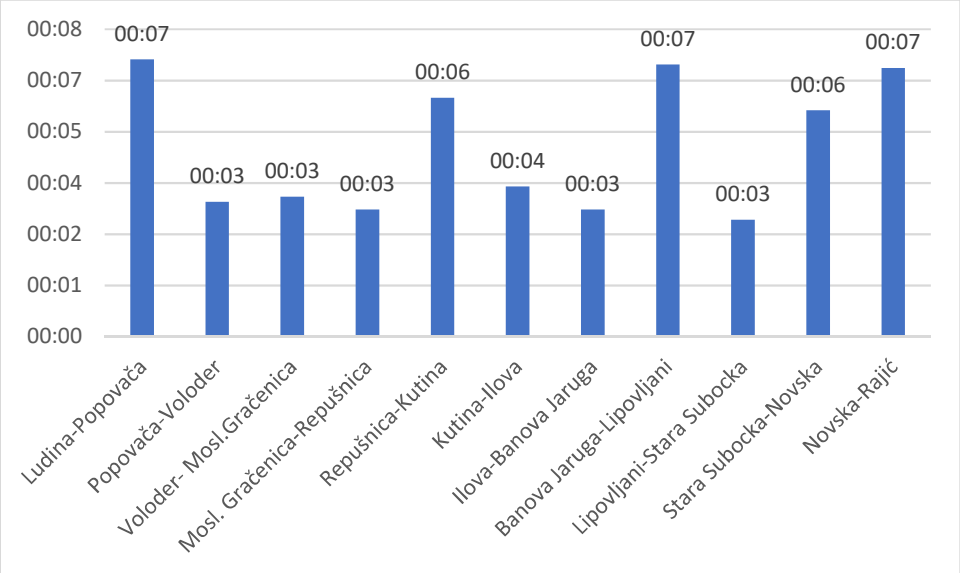


Grafikon 18: Prosječno vrijeme putovanja između dionica na M502



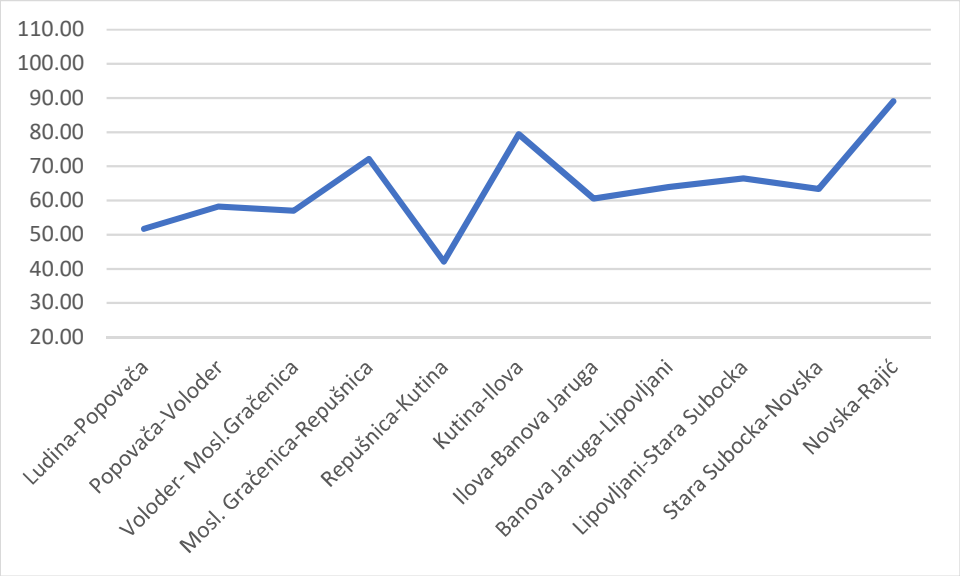
Grafikon 19: P*rosječna komercijalna brzina između dionica na M502*

Sljedeća pruga koja se obrađuje je M103. Grafikonom 20. prikazuje se prosječno vrijeme putovanja između svake dionice. U usporedbi sa grafikonom 14., vidi se da nema osjetne razlike u vremenima putovanja s tim da najveće povećanje vremena putovanja iznosi dvije minute i to između službenih mjesta Banove Jaruge i Lipovljana.



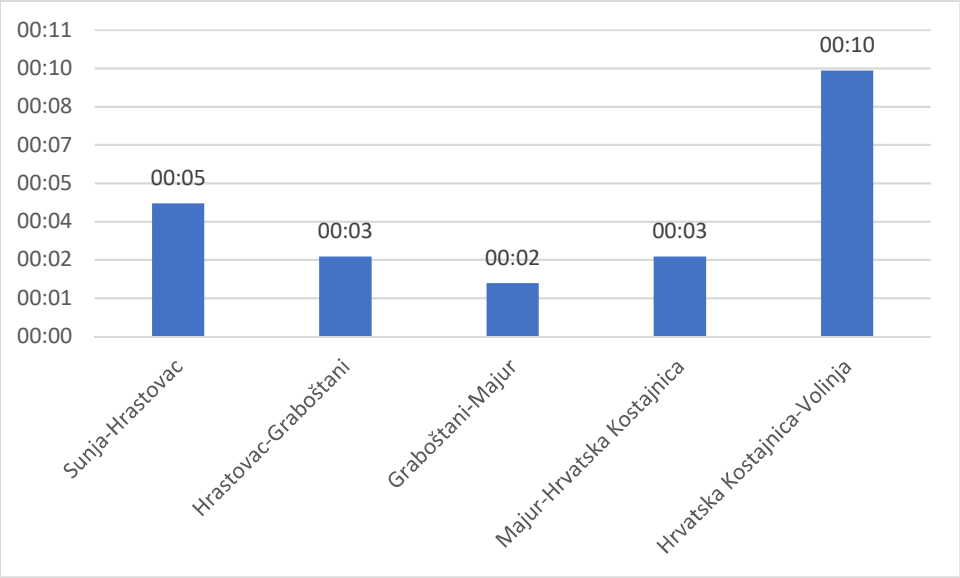
Grafikon 20: Prosječno vrijeme putovanja između dionica na M103

Podaci iz grafikona 20. koriste se za izračun komercijalne brzine. Prosječna komercijalna brzina između dionica prikazana je grafikonom 21. Ukoliko se ovaj grafikon usporedi s grafikonom 15., jedina razlika u prosječnoj komercijalnoj brzini osjeti se između Banove Jaruge i Lipovljana zbog povećanja vremena putovanja.



Grafikon 21: Prosječna komercijalna brzina između dionica na M103

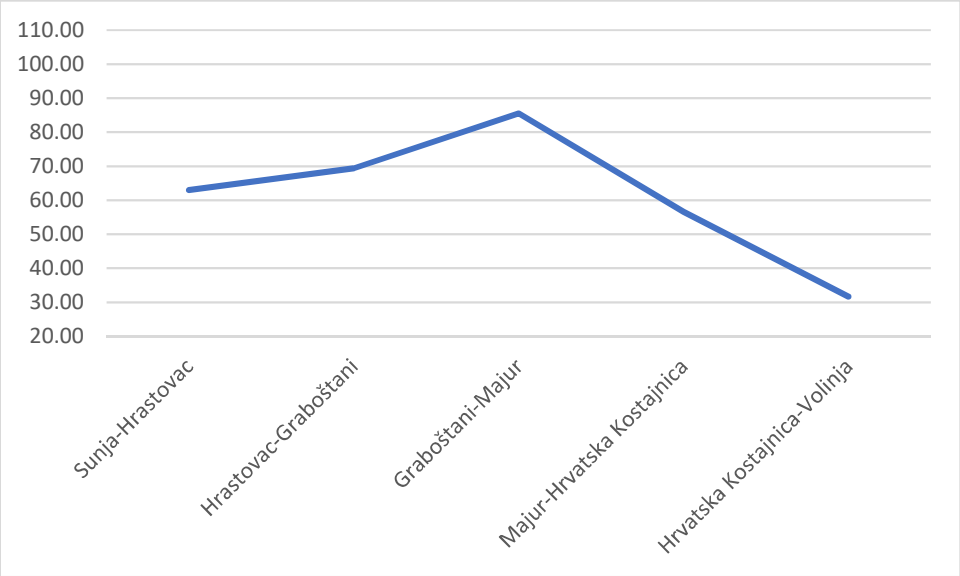
Grafikoni 22. i 23. biti će posljednji analizirani grafikoni u ovom istraživanju. Grafikon 22. prikazuje prosječno vrijeme putovanja između dionica na pruzi R102. U usporedbi s grafikonom 16. vidi se da su se vremena putovanja između dionica smanjila. Smanjena koja su nastala su od svega jedne minute. Postoji povećanje, također od jedne minuta, na dionici Hrvatska Kostajnica- Volinja.



Grafikon 22: Prosječno vrijeme putovanja između dionica na R102

Grafikon 23. je posljednji grafikon koji je prikazan u ovom poglavlju i on prikazuje prosječne komercijalne brzine između dionica na pruzi R102. U usporedbi s grafikonom 17.,

prosječna komercijalna brzina je porasla, osim na dijelu između Hrvatske Kostajnice i Volinje.



Grafikon 23: Prosječna komercijalna brzina između dionica na R102

5. ZALJUČAK

Analiza eksploatacijskih pokazatelja na području Sisačko-moslavačke županije temeljila se na podatcima dobivenim iz voznih redova za 1990., 2006. i 2015. godinu. Usporedbom navedenih voznih redova doneseni su zaključci o rezultatima eksploatacijskih pokazatelja tokom navedenog razdoblja.

Željeznički promet uvijek treba težiti promjenama, odnosno konstantnom unapređenju, bilo to u području infrastrukture, organizacije, sigurnosti ili tehnike. Ukoliko se ne teži spomenutom unapređenju dolazi do manje zainteresiranosti putnika za prijevoz željeznicom. U putničkom prometu izuzetno je važna kvaliteta usluge, odnosno putnici će biti više zadovoljni ukoliko je stupanj organizacije putničkog prometa visok. Nedovoljnim ulaganjem u sami željeznički promet dolazi se do smanjenja stupnja organizacije, a neredovitim održavanjem vozila i infrastrukture do nesigurnog i neudobnog putovanja željeznicom. Sve ovo može rezultirati padom broja putnika što u konačnici rezultira manjim brojem vlakova što je slučaj u ovom istraživanju.

Iz svih navedenih grafikona vidljiv je nedostatak ulaganja u željeznicu jer se s godinama povećava vrijeme putovanja, a smanjuje se komercijalna brzina. Smanjivanje komercijalne brzine postaje nužno zbog neodržavanja analiziranih pruga, što ne bi trebao biti cilj. Glavni cilj bi trebao biti da se komercijalna brzina s godinama povećava. Pad broja putnika sukladno padu komercijalne brzine i padu broja putničkih vlakova povećava se iz godine u godinu. Jednostavno željeznički prijevoznik ne može si priuštiti da vlakovi putuju prazni pa ih zato otkazuje.

Uspoređivanjem svih grafikona kroz godine, dobiva se trend pada, odnosno može se očitati slabo upravljanje željeznicom. Kroz godine smanjuje se komercijalna brzina, a povećava se vrijeme putovanja. Također broj vlakova se kroz godine smanjuje. Ukoliko se redovito ne održava infrastruktura, narednih godina doći će do još većih padova u komercijalnoj brzini i otkazivanju vlakova što rezultira ukidanjem željeznice kao nositelja opterećenja putničkog prometa.

LITERATURA

[1.] Brezina, T., Abramović, B., Shibayama, T., Jelisić, S., Šipuš, D., Zlokapa, B.; Barriers to Trans-national passenger Rail services in the Western Balkans - The quantitative background, Proceedings of the Fourth International Conference on Traffic and Transport Engineering / Čokorilo, Olja - Beograd : City Net Scientific Research Center Ltd. Belgrade, 2018, 717-724

[2.] http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=17433 (04.04.2019.)

[3.] Badanjak, D., Bogović, B., Jenić, V.; Organizacija željezničkog prometa, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti; 2006.

[4.] Abramović, B., Brnjac, N., Petrović, M.; Inženjersko-tehnološki proračuni u željezničkom prometu, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet Prometnih znanosti, 2009.

[5.] Bazala, A.: Istraživanje tržišta u funkciji udruženog rada, Progres, Zagreb, 1978.

[6.] Odluka o svrstavanju pruga, Narodne novine 01/14.

[7.] Zakon o željeznici, Narodne novine 04/19.

[8.] https://www.smz.hr (21.06.2019.)

[9.] Izvješće o mreži 2020.

[10.] https://banija.rs/banija/15481-petrinja-i-dalje-ceka-svoj-vlak-iz-siska.html (01.08.2019)

[11.] Vozni red, Jugoslovenske željeznice 1990.

[12.] Vozni red, Hrvatske željeznice, 2006.

[13.] Vozni red, HŽ putnički promet, 2015.

POPIS SLIKA

Slika 1:Željeznička mreža u Republici Hrvatskoj 14
Slika 2: Elektrifikacija u Republici Hrvatskoj 15
Slika 3: Položaj županije 16
Slika 4: Primjer ispisivanja voznog reda u tablice 18

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1: Ukupni broj vlakova u Sisačko-moslavačkoj županiji 20
Grafikon 2: Ukupne prosječne komercijalne brzine u Sisačko-moslavačkoj županiji..... 20
Grafikon 3: Prosječno vrijeme zadržavanja vlakova na pruzi Sisačko-moslavačke županije . 21
Grafikon 4: Odnos putničkih i brzih vlakova na različitim prugama u županiji..... 22
Grafikon 5: Prikaz vremena putovanja između dionica na M502..... 22
Grafikon 6: Prosječna komercijalna brzina između dionica na M502 23
Grafikon 7:Prikaz vremena putovanja između dionica na M103..... 24
Grafikon 8:Prosječna komercijalna brzina između dionica na M103 24
Grafikon 9: Prikaz vremena putovanja između dionica na R102..... 25
Grafikon 10: Prosječna komercijalna brzina između dionica na R102 25
Grafikon 11: Odnos putničkih i brzih vlakova na različitim prugama u županiji..... 26
Grafikon 12: Prosječno vrijeme putovanja između dionica na pruzi M502..... 26
Grafikon 13: Prosječna komercijalna brzina između dionica na M502 27
Grafikon 14: Prosječno vrijeme putovanja između dionica na M103..... 27
Grafikon 15: Prosječna komercijalna brzina između dionica na M103 28
Grafikon 16: Prosječno vrijeme putovanja između dionica na R102..... 29
Grafikon 17: Odnos putničkih i brzih vlakova na različitim prugama u županiji..... 30
Grafikon 18: Prosječno vrijeme putovanja između dionica na M502..... 30
Grafikon 19: Prosječna komercijalna brzina između dionica na M502 31
Grafikon 20: Prosječno vrijeme putovanja između dionica na M103..... 31
Grafikon 21: Prosječna komercijalna brzina između dionica na M103 32
Grafikon 22: Prosječno vrijeme putovanja između dionica na R102..... 32
Grafikon 23: Prosječna komercijalna brzina između dionica na R102..... 33