Analiza neravnomjernosti prijevoznog procesa u tramvajskom podsustavu Grada Zagreba

Kukolić, Ante

Master's thesis / Diplomski rad

2015

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:119:823830

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Ante Kukolić

ANALIZA NERAVNOMJERNOSTI PRIJEVOZNOG PROCESA U TRAMVAJSKOM PODSUSTAVU GRADA ZAGREBA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2015.

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

ANALIZA NERAVNOMJERNOSTI PRIJEVOZNOG PROCESA U TRAMVAJSKOM PODSUSTAVU GRADA ZAGREBA

ANALYSIS OF IRREGULARITIES OF TRAFFIC OPERATIONS IN THE TRAM NETWORK OF THE CITY OF ZAGREB

Mentor: dr. sc. Marko Slavulj

Student: Ante Kukolić

JMBAG: 0135217711

Zagreb, rujan 2015.

ANALIZA NERAVNOMJERNOSTI PRIJEVOZNOG PROCESA U TRAMVAJSKOM PODSUSTAVU GRADA ZAGREBA

SAŽETAK:

Tema diplomskog rada je analiza neravnomjernosti prijevoznog procesa u tramvajskom podsustavu grada Zagreba. Prikupljena su vremena putovanja svih tramvajskih linija pomoću GPS uređaja, te su se ta vremena uspoređivala s vremenima voznih redova tramvajskih linija. Nadalje se u radu analizirala neravnomjernost tih vremena za svaku pojedinu tramvajsku liniju. Nakon obrade svih podataka ponuđene su određene mjere kako bi se smanjilo vrijeme putovanja na tramvajskim linijama u gradu Zagrebu.

KLJUČNE RIJEČI: vrijeme putovanja, GPS uređaji, vozni red, grad Zagreb

ANALYSIS OF IRREGULARITIES OF TRAFFIC OPERATIONS IN THE TRAM NETWORK OF THE CITY OF ZAGREB

SUMMARY:

Subject of this diploma thesis is analysis of irregularities of traffic operations in the tram network of city of Zagreb. Travelling times of all tram lines are collected with help of GPS devices, aslo those travelling times were compared with other travelling times of timetables other tram lines. Further in this diploma thesis irregularities of those travelling times are analyzed for each tram line. After all information were elaborated, certain measures for reducing travelling time on tram lines in city of Zagreb, were offered.

KEY WORDS: Travel time, GPS devices, Timetable, City of Zagreb

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. KATEGORIJE KVALITETE USLUGE U JAVNOM GRADSKOM PRIJEVOZU 2

3. ANALIZA TRAMVAJSKIH LINIJA U GRADU ZAGREBU 6

3.1. Zagrebački električni tramvaj 7

3.2. Trase tramvajskih linija 9

4. ANALIZA VOZNIH REDOVA TRAMVAJSKIH LINIJA 17

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA NERAVNOMJERNOSTI PRIJEVOZNOG PROCESA NA TRAMVAJSKIM LINIJAMA 23

5.1. Metodologija prikupljanja podataka 24

5.2. Analiza vremena putovanja na linijama i odstupanje od voznog reda 27

5.3. Zaključno razmatranje i odstupanje od voznog reda 57

6. ZAKLJUČAK 59

LITERATURA 61

POPIS KRATICA 62

POPIS VELIČINA 63

POPIS SLIKA 64

POPIS TABLICA 65

POPIS GRAFIKONA 65

POPIS PRILOGA 68

1. UVOD

U ovom diplomskom radu istražuje se i analizira vremena putovanja dnevnih tramvajskih linija u gradu Zagrebu. Svrha ovog rada je usporediti vremena voznog reda sa vremenima prikupljenim GPS uređajima te donesti zaključak iz dobivenih rezultata.

Diplomski rad se sastoji od šest dijelova: uvoda, kategorija kvalitete usluge u javnom gradskom prijevozu, analize tramvajskih linija u gradu Zagrebu, analize voznih redova tramvajskih linija, rezultata istraživanja neravnomjernosti prijevoznog procesa na tramvajskim linijama i zaključka. U uvodu se navodi kako će rad biti strukturiran i upoznavanje o temi.

Kategorije kvalitete usluge u javnom gradskom prijevozu su: dostupnost, pristupačnost, informacije, vrijeme, briga o putniku, udobnost, sigurnost, utjecaj na okolinu. Ti svi čimbenici govore o kvaliteti usluge javnog prijevoza.

Analiza tramvajskih linija u gradu Zagrebu je treći dio u diplomskom radu u kojem su se analizirale svih petnaest dnevnih tramvajskih linija koje prometuju. Sve linije su prikazane sa slikama na kojima su detaljno analizirane trase pomoću programskog alata Google Earth, koji prikazuje virtualni prikaz površine.

U dijelu analize voznih redova tramvajskih linija se navodi što je to vozni red i kako se modelira vozni red, zatim se spominje i faze modeliranja voznih redova te se sve detaljno analizira. Vozni red je jedna od najbitnijih stavki za uspješno prometovanje svake linije, a u ovome dijelu diplomskog rada je to detaljno analizirano, od ulaznih podatka, preko samog planiranja voznog reda i na kraju do izlaznih podataka, koje predstavljaju vozni red pojedine linije.

Rezultati istraživanja neravnomjernosti prijevoznog procesa na tramvajskim linijama je najbitniji dio diplomskog rada jer se u njemu uspoređuju vremena putovanja tramvaja s vremenima iz voznog reda koje su postavili u Zagrebačkom električnom tramvaju. Do rezultata se došlo izračunima pomoću formula, te se ti rezultati prikazuju i grafički zbog što boljeg prikaza, kako bi se lakše očitali dobiveni rezultati. Zadnje poglavlje je zaključak u kojem došlo se do zaključnih rezultata vremena putovanja tramvaja te su navedene mjere za poboljšanje vremena putovanja tramvaja u gradu Zagrebu.

2. KATEGORIJE KVALITETE USLUGE U JAVNOM GRADSKOM PRIJEVOZU

U nastojanju da se usluga javnog gradskog prijevoza učini prikladnijom i atraktivnijom za korisnike, prijevoznici i nadležna tijela moraju osigurati visoku razinu usluge u sustavu javnog prijevoza. Poboljšanja u razini usluge mogu se postići samo jasnijim razumijevanjem prometnog ponašanja, te potreba i očekivanja korisnika. Stoga je mjerenje kvalitete usluge osnovna radnja u nastojanju da se identificiraju potencijalne prednosti i nedostaci postojećeg stanja javnog prijevoza, što u konačnici rezultira mjerama u upravljanju prijevoznim procesom koje povećavaju zadovoljstvo korisnika. Problematika u razvoju odgovarajućih mjera je u kompleksnosti jer ovisi o percepciji i stavovima ljudi. Stoga bolje razumijevanje percepcije korisnika o kvaliteti usluge u javnom gradskom prijevozu ima važnu ulogu.

Kriteriji kvalitete usluge javnog prijevoza putnika su:

1. Dostupnost: opseg ponuđene usluge u geografskom i vremenskom smislu te frekvencija;

2. Pristupačnost: dostup do sustava JPP koji uključuje povezanost sa drugim načinima prijevoza;

3. Informacije: sistematično posredovanje informacija o sustavu JPP koje pomaže korisnicima/putnicima kod njihovog planiranja i provedbe putovanja;

4. Vrijeme: vremenski vidici koji su značajni za planiranje i provedbu putovanja;

5. Briga o putniku: elementi usluge upotrijebljeni na način da postignu najveću moguću kompatibilnost između standarda usluge i bilo kojeg zahtjeva svakog pojedinačnog korisnika;

6. Udobnost: elementi usluge uvedeni sa namjenom da se putovanje sredstvima JPP učini relaksirajućim;

7. Sigurnost: putnikov osjećaj osobne sigurnosti koji proizlazi iz primijenjenih mjera i aktivnosti, oblikovanih tako, da smo uvjereni kako će ih korisnik biti svjestan;

8. Utjecaj na okolinu: utjecaj na prirodni okoliš kao rezultat djelovanja sustava JPP.[1]

[1] http://kvaliteta.inet.hr/e-quality/prethodni/20/Trbusic_T_rad1.pdf

Glavni konkurent javnom prijevozu putnika za sve tehnologije putovanja (gradska, međugradska i ruralna tehnologija) jest privatni automobil. Ako se želi povećati korištenje vozila javnog prijevoza, on mora imati operativne značajke koje mu daju prednost u odnosu na automobil.

Ţe željene značajke su:

- Praktičnost;
- Imidž;
- Informacija;
- Sigurnost.[2]

Sve te značajke pridonose konkurentnosti javnog prijevoza u odnosu na automobil.

Praktičnost obuhvaća:

- pružanje usluge mora se protezati do odredišta do kojega putnik želi putovati, po mogućnosti bez presjedanja. Smatra se da je prijevoz putnika dobro organiziran ako se do bilo kojeg dijela grada iz bilo kojeg dijela grada dođe (po svjetskim kriterijima) s jednim presjedanjem. U Hrvatskoj se toleriraju najviše dva presjedanja;
- učestalost pružanja usluge mora biti organizirana tako da vrijeme čekanja bude prihvatljivo kratko, tj. u intervalu 5-7 minuta radnim danima, a u ostale dane 15 minuta;
- usluga mora biti pouzdana, tj. vrijeme dolaska predviđeno voznim redom i trajanje vožnje moraju biti dosljedno poštovana;
- vrijeme putovanja "od vrata do vrata" mora biti usporedivo, tj. konkurentno s putovanjem automobilom. To znači da pješačenje do najbližeg stajališta ne prelazi pet minuta u središtu grada, a izvan središta do 10 minuta;
- vozilo javnog prijevoza mora biti udobno, s odgovarajućim sjedalima za one kojima je potrebno, s prihvatljivom gustoćom putnika koji stoje u vrijeme "špice". Prema svjetskim kriterijima, koeficijent popunjenosti (kpv) vozila izvan "špice" kreće se u intervalu 0,5 - 0,6, a u vrijeme "špice" ne smije prijeći 0,9;
- vozilo mora zadovoljavati higijenske standarde;

[2] Štefanĉić, G.: Tehnologija gradskog prometa 1., str. 97.

- pristup vozilima javnog prijevoza mora biti lagan i siguran za sve putnike, osobito starije, djecu i invalide;

- stajališta moraju biti dobro projektirana s objektima za čekanje koji štite putnike od vremenskih nepogoda, na udaljenostima koje su dostupne pješacima i potencijalnim korisnicima. Stajališta na liniji moraju biti, gdje god je to moguće, postavljena iza semaforiziranih raskrižja, a na početno - završnim terminusima tamo gdje je moguće parkiranje za sustav "parkiraj-i-vozi";

- svako presjedanje treba se odvijati na istoj razini na maloj udaljenosti, po mogućnosti bez korištenja stepenica ili prelazaka prometnice;

- pristupni pješaćki putovi prema stajalištima trebaju biti privlačni, dobro osvijetljeni i dobro održavani.

Imidž

Po mišljenju mnogih putnika, javni prijevoz, osobito autobus, ima staromodan i ne baš dobar imidž. Kako bi se to promijenilo, poboljšanja u sljedećim aspektima pomogla bi i u poboljšanju imidža:

- udobna grijana sjedala, mogućnost anatomske prilagodbe te smanjena razina buke u vozilu;
- kvaliteta vožnje postizana ujednačenom vožnjom pri ubrzanju ili usporavanju vozila;
- projektiranje i konstruiranje vozila tako da daju dojam moderne i dobre prijevozne usluge;
- stajališta trebaju predstavljati "namještaj grada", a to znači da su čista, bez oštećenja i grafita i po mogućnosti da su unificirana s prepoznatljivim simbolima grada (npr. Zagreb: krov u boji i obliku šestinskih kišobrana);
- da prometno osoblje, tamo gdje postoji, ima susretljiv stav prema korisnicima prijevoznih usluga.

Informacija

Vrlo je važno da sustav za javni prijevoz putnika bude prilagođen korisnicima. U tom kontekstu postoji nekoliko aspekata:

- učestalost usluge, vrijeme dolaska i vrijeme polaska, kao i cijena vožnje za određene pravce moraju biti lako dostupni, jasno predočeni i ažurirani;
- informacija u "real time" (stvarnom vremenu) mora biti dostupna putnicima na stajalištima kao i u prijevoznom sredstvu. Putnici bi trebali dobivati tekuće informacije o stvarnim vremenima odlazaka, dolazaka i popunjenosti prvog i sljedećeg vozila;
- detalji o prethodnim rezervacijama trebaju biti jasno predstavljeni.

Sigurnost

Svi bi se putnici trebali osjećati sigurnima pri korištenju vozila javnog prijevoza.Taj problem je posebno naglašen činjenicom da na mnogim stajalištima nema voznog osoblja. Objekti javnog prometa, uključujući i pristupne putove, moraju biti dobro osvijetljeni i neprestano praćeni kamerama kako bi se smanjio rizik od napada na putnike, a istovremeno da putnicima daje osjećaj sigurnosti.

3. ANALIZA TRAMVAJSKIH LINIJA U GRADU ZAGREBU

Tramvajski promet u Zagrebu uveden je 1891. godine, a tramvajska kola tada su vukli konji. Godine 1910. pušten je u promet električni tramvaj, a u idućih godinu dana konjski tramvaj je ukinut. Danas tramvajsku mrežu čini 116 km pruga, a promet je organiziran u petnaest dnevnih i četiri noćne tramvajske linije. O organizaciji tramvajskog prometa brine Zagrebački električni tramvaj. Širina kolosijeka je 1000 mm. Napon kontaktne mreže iznosi 600 V. Skretnica je u gradu 174, a tramvajskih stajališta 255. Vozni park je raznovrstan i sastavljen je od nekoliko tipova tramvaja različitih proizvođača. Radnim danom u prometu je 187 tramvajskih motornih kola i 84 prikolice. Tipovi tramvaja ĐĐ TMK 101, ĐĐ TMK 201, ČKD T4YU i ČKD KT4YU. Godine 2007. potpisan je ugovor za nabavu još 70 novih niskopodnih tramvaja TMK 2200, a prvi iz nove serije pušten je u promet 21. siječnja 2008. godine. Po planovima razvoja tramvajski vozni park ZET-a za dvije do tri godine činit će samo četiri tipa tramvajskih motornih kola: TMK 2200, TMK 2300, TMK 2100 i osuvremenjeni TMK 301 (odnosno KT4).

Trenutno prometuje petnaest dnevnih i četiri noćne tramvajske linije, koje prometuju od 00:00 do 04:00 sata. Povremeno tramvajske linije mjenjaju trasu zbog radova na pruzi ili njezinoj rekonstrukciji (obično ljeti). Tramvajske linije su označene brojkom na ploči ili displeju na prednjem i stražnjem dijelu tramvaja, te s desne bočne strane tramvaja. Na jednoj tramvajskoj liniji prometuje više tramvaja, a svaki tramvaj ima svoj vozni red (broj voznog reda tramvaja označen je na displeju ili metalnoj pločici s vozačeve lijeve strane). Vremenski slijed između pojedinih tramvaja na istoj liniji u pravilu je iznosi nekoliko minuta, a ovisi o tome radili se o dnevnoj ili noćnoj liniji, danu u tjednu (radni dan ili subota i nedjelja), kao i o dobu dana, te prosječnom broju putnika na liniji.[3]

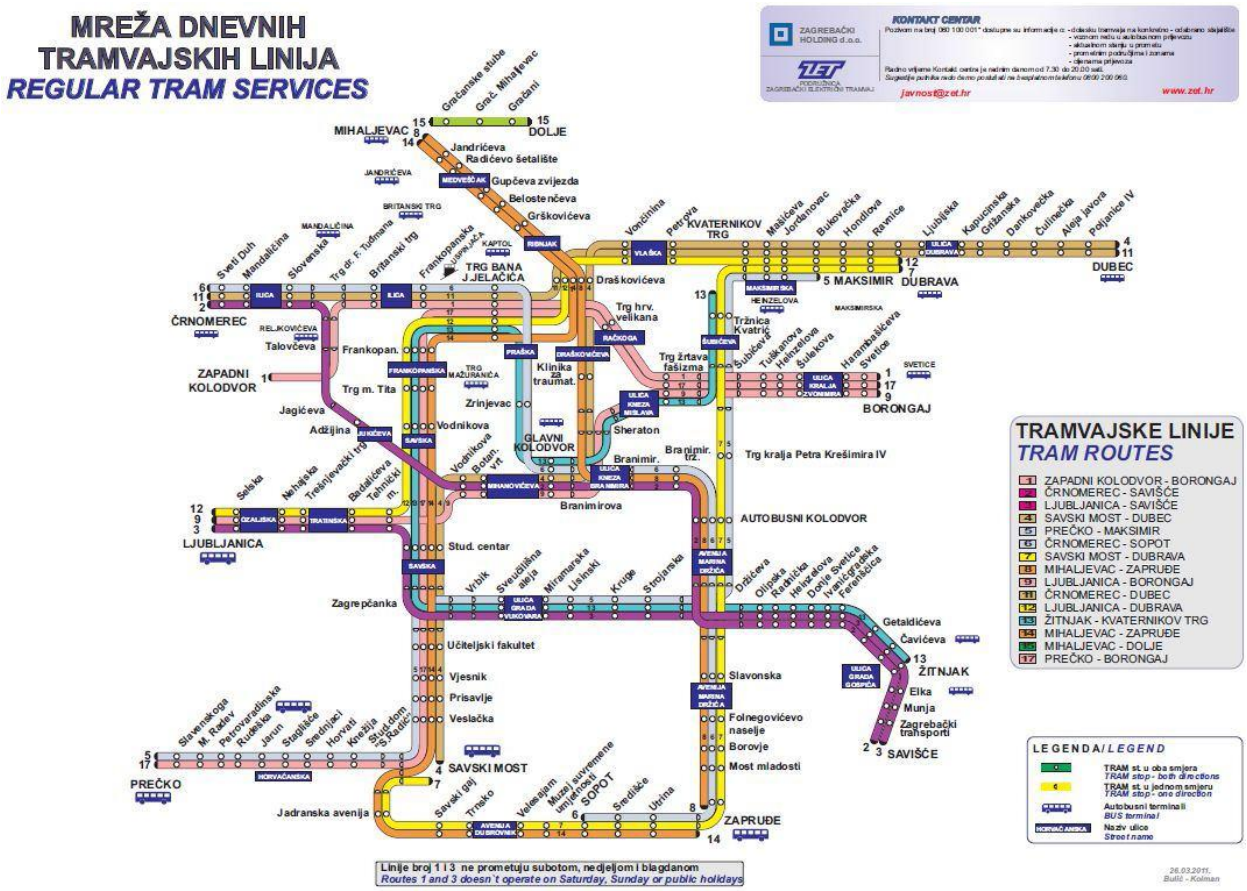
U zadnjih 30 godina, te najviše u poslijeratnom razdoblju u Zagrebu kao i u većini hrvatskih gradova dostupnost osobnih automobila naglo se povećala, kao i kupovna moć stanovništva. Nadalje, prednosti osobnog automobila očituju se u udobnosti vožnje, prijevozu „od vrata do vrata“ i manjim vremenima putovanja, ponajviše na vrlo malim i vrlo velikim udaljenostima u gradskom tkivu, pa je osobni automobil postao konkurentan JGP-u. Tako su se pojavili problemi mobilnosti gradskog stanovništva uzrokovani sve većim stupnjem motorizacije (sve većim udjelom osobnih automobila po stanovniku), koja je rezultirala izgradnjom sve većih

[3] www.zet.hr

semaforiziranih raskrižja sa kompleksnijim planovima odvijanja faza, a tramvajski je podsustav i dalje dijelio prometne površine sa cestovnim gdje god tramvajski kolosijeci nisu bili fizički izdvojeni od ulične mreže. Osobni prijevoz, osim što je neodrživ (njegovo povećanje uzrokuje prometno propterećenje, te se potražnja za prijevozom ne može nadomjestiti), izravno utječe u Zagrebu na javni gradski prijevoz, pa je jedini način da se postigne modalna preraspodjela u korist JGP-a u odnosu na osobni automobil upravljanje mobilnošću, od kojih je jedna od strategija prioritet tramvajskog podsustava. Osim toga prioritet JGP-a osim pozitivnih učinaka na JGP ima negativan utjecaj na osobni prijevoz. U Zagrebu je modalna raspodjela takva da dvije trećine putnika za prijevoz koristi osobni automobil, dok jedna trećina koristi JGP, zato je od velike važnosti poticanje mjera koje bi povećale atraktivnost javnog prijevoza, a kao dostižan cilj postići obrnutu modalnu raspodjelu gradskih putovanja u odnosu na postojeće stanje. Prema ZET-u (ZET – Zagrebački električni tramvaj), prosječna obrtna brzina u mreži linija iznosi 12.92 km h^{-1}, dok je prije 20 godina (prije naglog porasta stupnja motorizacije) imala vrijednost od 14.91 km h^{-1}. Smanjenje od 2 km h^{-1} predstavlja loš trend uzrokovan navedenim činjenicama, a o tramvajskom podsustavu stvara loš imidž glede odabira modaliteta prijevoza.

3.1. Zagrebački električni tramvaj

Zagrebački električni tramvaj je prijevoznička tvrtka zadužena za upravljanje JGP-om u Zagrebu, a podružnica je gradskog trgovačkog društva „Zagrebački holding d.o.o.“, koje se sastoji od više podužnica, također zaduženih za funkcionalnosti unutar grada. Zagrebački holding, pa tako i ZET su u vlasništvu Grada Zagreba kao nadležnog tijela, te je Grad Zagreb najveći izvor financija ZET-a, sa učešćem od 71% u 2010. Najveći troškovi u ZET-u su troškovi radnog osoblja, koji su u 2010. bili 46% ukupnih troškova tvrtke na godišnjoj razini. Uslijed nepovoljne situacije na financijskom tržištu na početku desetljeća, Grad Zagreb se suočio sa gubitkom sredstava, a ZET sa dugovanjima, te se je krenulo sa razmatranjem mogućih ušteda, od kojih smanjenje broja vozila na radu pridonosi smanjenju troškova radnog osoblja, troškova održavanja vozila i troškova energije, pa tako predstavlja ključan element pri postizanju ušteda, a prioritet tramvaja je važan element pri postizanju željenih ušteda.



Slika 1. Mreža tramvajskih linija

Izvor: www.zet.hr

Za mrežu tramvajskih linija karakteristične su sljedeće činjenice:

- redoviti tramvajski prijevoz odvija se na 116 346 m pruga, na kojima su svaki radni dan u prometu 187 vozila (voznih jedinica, uključujući i prikolice),
- ukupna dužina na 15 linija dnevnog prometa je 148 km, a na 4 noćne linije 57km,
- u mreži postoji 174 skretnica te 255 tramvajskih stajališta,
- na godinu se u gradu Zagrebu tramvajima preveze oko 204 000 000 putnika,
- prosječna popunjenost vozila je 60%, a u vršnim opterećenjima 90% i više,
- operativni troškovi jednog tramvajskog vozila TMK 2200 su 90 HRK/ km (bez uključene klimatizacije), koji su 3 puta veći u odnosu na autobuse.

Mreža linija ZET-a se sasoji većinom od dijagonalnih linija koje prolaze središtem grada, pa su vremena obrta velika (do dva sata u vršnim opterećenjima), pa tako i vremena putovanja na relacijama između suprotnih krajeva grada, čineći tramvajski prijevoz neatraktivnim na tim veoma dugim relacijama. Za takvu mrežu linija karakteristična je dobra povezanost, odnosno manji broj presjedanja.

3.2. Trase tramvajskih linija

U ovom poglavlju biti će analizirane sve dnevne tramvajske linije u gradu Zagrebu.

Linija 1. Zapadni kolodvor – Borongaj

Linija 1 je tramvajska linija u Zagrebu. Prometuje trasom: Zapadni kolodvor - Trg dr. Fr. Tuđmana - Trg bana Josipa Jelačića- Trg hrvatskih velikana - Trg žrtava Fašizma - Borongaj. Na liniji 1 se obično nalazi tip tramvaja ČKD Tatra KT4YU (tip 301). Ponekad se nalazi i tip tramvaja TMK 201 s prikolicom TP 701. Radnim danom na liniju izlazi pet tramvajskih vozila, a subotom, nedjeljom i blagdanom ova linija ne vozi.

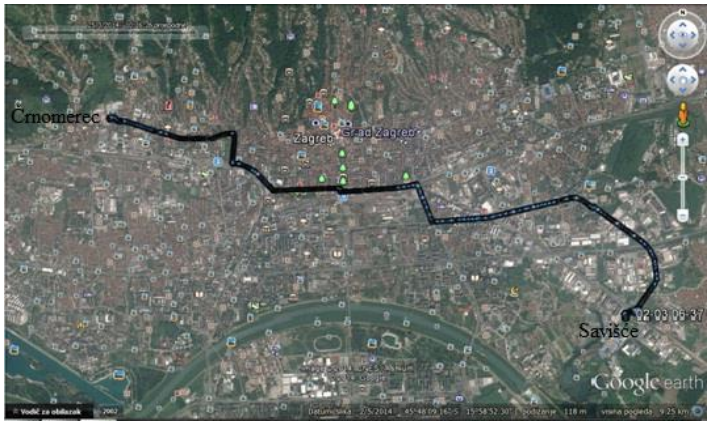


Slika 2. Trasa linije 1.

Izvor: Google Earth

Linija 2. Črnomerec – Savišće

Linija 2 je tramvajska linija u Zagrebu. Prometuje trasom: Črnomerec - Jukićeva - Glavni kolodvor - Autobusni kolodvor - Žitnjak – Savišće. Na liniji 2 se obično nalazi tip tramvaja TMK 2200. Ponekad se nalazi i tip tramvaja TMK 201 s prikolicom TP 701. Radnim danom na liniju izlazi četrnaest tramvajskih vozila.



Slika 3. Trasa linije 2.

Izvor: Google Earth

Linija 3. Ljubljanica – Savišće

Linija 3 je tramvajska linija u Zagrebu. Prometuje trasom: Ljubljanica – Ulica grada Vukovara – Savišće. Na liniji 3 se obično nalazi tip tramvaja ČKD KT4YU. Radnim danom na liniju izlazi osam tramvajskih vozila, a subotom, nedjeljom i blagdanom ova linija ne vozi.



Slika 4. Trasa linije 3.

Izvor: Google Earth

Linija 4. Savski most – Dubec

Linija 4 je tramvajska linija u Zagrebu. Prometuje trasom: Savski most – Savska cesta – Vodnikova – Glavni kolodvor – Draškovićeva - Kvaternikov trg – Dubec. Na liniji 4 se obično nalazi tip tramvaja TMK 2200. Ponekad se nalazi tip tramvaja ČKD T4YU s prikolicom TP 801. Radnim danom na liniju izlazi četrnaest tramvajskih vozila.

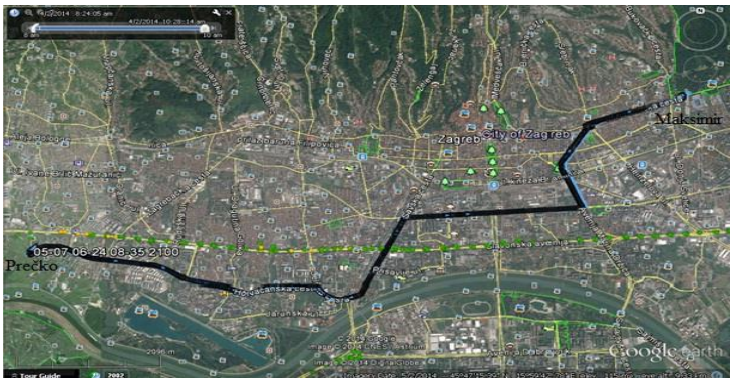


Slika 5. Trasa linije 4.

Izvor: Google Earth

Linija 5. Prečko – Maksimir

Linija 5 je tramvajska linija u Zagrebu. Prometuje trasom: Prečko – Horvaćanska cesta – Savska cesta – Ulica grada Vukovara – Autobusni kolodvor – Maksimir. Na liniji 5 se obično nalazi tip tramvaja TMK 2100. Ponekad se nalazi tip tramvaja ČKD KT4YU. Radnim danom na liniju izlazi dvanaest vozila.

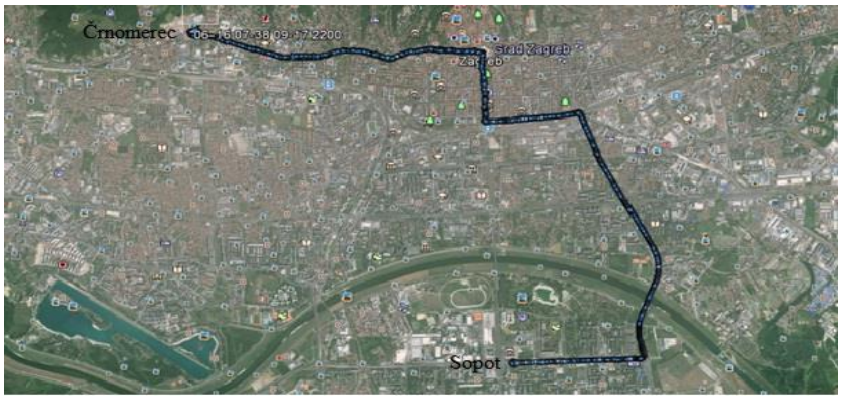


Slika 6. Trasa linije 5.

Izvor: Google Earth

Linija 6. Črnomerec – Sopot

Linija 6 je tramvajska linija u Zagrebu. Prometuje trasom: Črnomerec – Trg bana J.Jelačića – Glavni kolodvor – Autobusni kolodvor – Sopot. Na liniji 6 se obično nalazi tip tramvaja TMK 2200. Ponekad se nalazi tip tramvaja ČKD T4YU s prikolicom TP 801. Radnim danom na liniju izlazi šesnaest vozila.

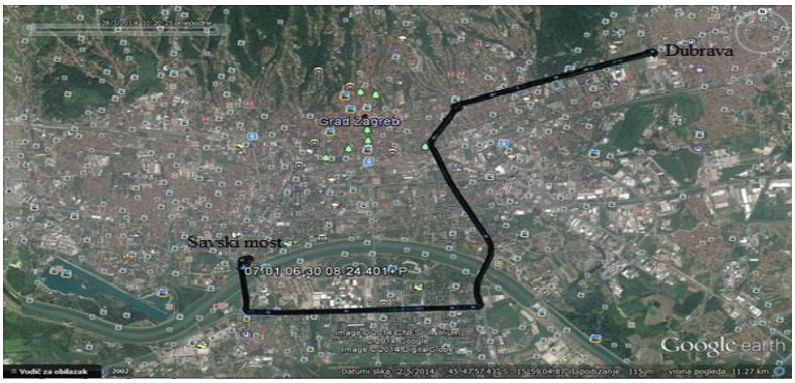


Slika 7. Trasa linije 6.

Izvor: Google Earth

Linija 7. Savski most – Dubrava

Linija 7 je tramvajska linija u Zagrebu. Prometuje trasom: Savski most – Velesajam – Autobusni kolodvor – Kvaternikov trg – Dubrava. Na liniji 7 se obično nalazi tip tramvaja TMK 2200. Ponekad se nalazi tip tramvaja ČKD T4YU s prikolicom TP 801. Radnim danom na liniju izlazi šesnaest vozila.



Slika 8. Trasa linije 7.

Izvor: Google Earth

Linija 8. Mihaljevac – Zaprađe

Linija 8 je tramvajska linija u Zagrebu. Prometuje trasom: Mihaljevac – Draškovićeva – Autobusni kolodvor – Zaprađe. Na liniji 8 prometuje tip tramvaja ČKD T4YU s prikolicom TP 801. Radnim danom na liniju izlazi pet vozila, a subotom, nedjeljom i blagdanom ova linija ne vozi.



Slika 9. Trasa linije 8.

Izvor: Google Earth

Linija 9. Ljubljanica – Borongaj

Linija 9 je tramvajska linija u Zagrebu. Prometuje trasom: Ljubljanica - Vodnikova - Glavni kolodvor - Trg žrtava fašizma - Borongaj. Na liniji 9 se obično nalazi tip tramvaja ČKD Tatra KT4YU (tip 301) te jedanTMK 2300(2200K). Radnim danom na liniju izlaze deset tramvajskih vozila.



Slika 10. Trasa linije 9.

Izvor: Google Earth

Linija 11. Črnomerec – Dubec

Linija 11 je tramvajska linija u Zagrebu. Prometuje trasom: Črnomerec – Trg bana J.Jelačića – Kvaternikov trg – Dubec. Na liniji 11 se obično nalazi tip tramvaja TMK 2200. Radnim danom na liniju izlazi osamnaest tramvajskih vozila.



Slika 11. Trasa linije 11.

Izvor: Google Earth

Linija 12. Ljubljanica – Dubrava

Linija 12 je tramvajska linija u Zagrebu. Prometuje trasom: Ljubljanica – Savska cesta – Trg bana J.Jelačića – Kvaternikov trg – Dubrava. liniji 12 se obično nalazi tip tramvaja TMK 2200. Ponekad se nalazi tip tramvaja TMK 201 s prikolicom TP 701. Radnim danom na liniju izlazi petnaest tramvajskih vozila.



Slika 12. Trasa linije 12.

Izvor: Google Earth

Linija 13. Žitnjak – Kvaternikov trg

Linija 13 je tramvajska linija u Zagrebu. Prometuje trasom: Žitnjak – Ulica grada Vukovara – Savska cesta – Trg bana J.Jelačića – Glavni kolodvor – Trg žrtava fašizma – Kvaternikov trg. Na liniji 13 se obično nalazi tip tramvaja ČKD Tatra KT4YU (tip 301) te jedanTMK 2300(2200K). Radnim danom na liniju izlaze deset tramvajskih vozila.

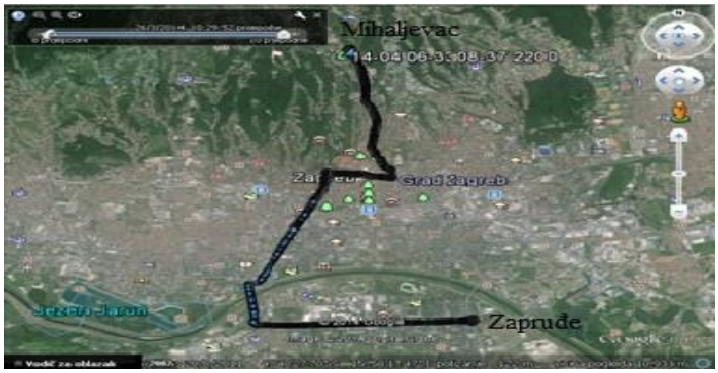


Slika 13. Trasa linije 13.

Izvor: Google Earth

Linija 14. Mihaljevac – Zapruđe

Linija 14 je tramvajska linija u Zagrebu. Prometuje trasom: Mihaljevac – Trg bana J.Jelačića – Savska cesta – Velesajam – Zapruđe. Na liniji 14 se obično nalazi tip tramvaja TMK 2200. Ponekad se nalazi tip tramvaja ČKD T4YU s prikolicom TP 801. Radnim danom na liniju izlazi šesnaest vozila.



Slika 14. Trasa linije 14.

Izvor: Google Earth

Linija 15. Mihaljevac – Dolje

Linija 15 je tramvajska linija u Zagrebu. Prometuje trasom: Mihaljevac – Dolje. Na liniji 15 se obično nalazi tip tramvaja ČKD T4YU. Radnim danom na liniju izlaze dva vozila.

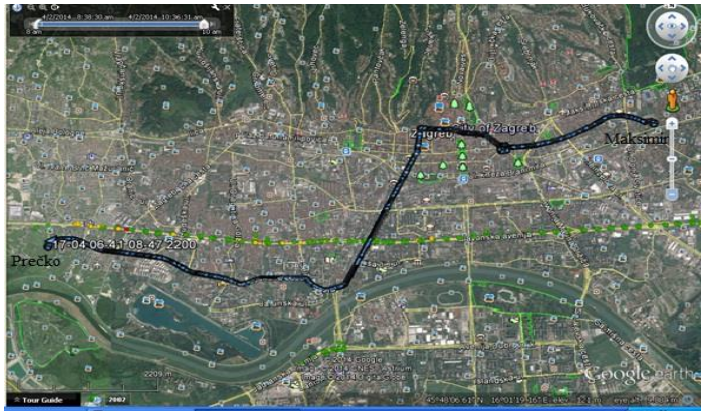


Slika 15. Trasa linije 15.

Izvor: Google Earth

Linija 17. Prečko – Borongaj

Linija 17 je tramvajska linija u Zagrebu. Prometuje trasom: Prečko – Horvaćanska cesta – Savska cesta – Trg bana J.Jelačića – Trg žrtava fašizma – Borongaj. Na liniji 17 se obično nalazi tip tramvaja TMK 2200. Ponekad se nalazi tip tramvaja TMK 201 s prikolicom TP 701. Radnim danom na liniju izlazi osamnaest tramvajskih vozila.



Slika 16. Trasa linije 17.

Izvor: Google Earth

4. ANALIZA VOZNIH REDOVA TRAMVAJSKIH LINIJA

Vozni red je akt koji sadrži: naziv prijevoznika, liniju na kojoj se obavlja prijevoz, vrstu linije, redoslijed kolodvora, odnosno stajališta, te njihovu udaljenost od mjesta gdje počinje linija, vrijeme dolaska i polaska s kolodvora, odnosno stajališta, režim održavanja linije, razdoblje u kojem se održava linija, te rok važenja voznog reda.[4]

Modeliranje voznog reda javnog gradskog prijevoza je postupak računanja učestalosti usluge (frekvencije usluge), broja potrebnih vozila, vremena putovanja, vremena obrta te drugih elemenata. Izrađuju se: grafički vozni redovi i numerički vozni redovi. Mogu biti izrađeni za operatore i tehnologe prometa i sadrže:

- Liste ukrcavanja putnika;
- Liste otpremnika;
- Vozne redove za javnost;
- Operativne podatke za liniju.

Usluge javnog prijevoza s niskim frekvencijama, kao što su prigradske linije i linije na velike udaljenosti, ili javni prijevoz za svakodnevni odlazak na posao, čija prijevozna sredstva prometuju samo tijekom „špice“, imaju varijabilne razmake između vozila na liniji koje su određene prema potrebi, vremenima ciklusa, zahtjevima za prometnim osobljem i drugim ograničenjima.

Za redovite linije javnog gradskog prijevoza jedinstveni razmaci slijeđenja tijekom planiranog razdoblja predstavljaju optimalan rad iz sljedećih razloga:

- Za slučajne putnike jedinstveni razmaci minimiziraju vrijeme čekanja;
- Minimiziraju kašnjenja što rezultira s većim kapacitetom i pouzdanošću usluge;
- Uporaba stanih razmaka slijeđenja omogućuje jednostavne informacije i predstavlja pogodnost za redovite i za slučajne korisnike.

Cijeli postupak izradbe voznog reda može se podijeliti u tri faze:

[4] Zakon o prijevozu u cestovnom prometu

1) Ulaz: priprema podataka potrebnih za planiranje izradbe voznog reda, uključujući različite karakteristike linije, planiranje voznog reda linija koje se susreću i imaju transfere, broj putnika, standardne usluge, karakteristike vozila, operativne faktore i prakse za svaku liniju, te radna pravila i standarde;

2) Planiranje voznog reda predstavlja središnu komponentu postupka i dijeli se na tri glavna elementa:

- Priprema voznih redova ili izradba putovanja, koja određuje razmake slijeđenja, vremena provedenog na terminalimai drugih elemenata. Rezultati su grafički rasporedi i numerički rasporedi za operativno osoblje i za javnost vozni redovi.;
- Određivanje transportnih jedinica (učestalost usluge – frekvencija) za sva putovanja specificirana u voznom redu. Rezultat su radni vozni redovi za svaku transportnu jedinicu svaki dan.;
- Podjela vožnje ili određivanje obaveza za vozača tijekom dana. Taj postupak daje radne zadatke koji se sastavljaju zajedno u liste za ukrcavanje putnika.

3) Izlaz: planovi, performance podataka i njihove uporabe sadrži postupke planiranja u izradbi voznog reda, uz izravne vozne redove, blokove, vožnje itd., sastoji se od različitih podataka performance, kao što su transportna jedinica i vozilo/km, plaća/sat, rad/sat itd. Ti podaci se koriste za izračunavanje troškova, različitih izvješća pri operacijama javnog gradskog prijevoza, te analiziranje planirane učinkovitosti.

Taj postupak planiranja izradbe voznog reda sastoji se od niza koraka, od unosa informacija do izlaza voznih redova i rasporeda. Elementi koji se unose, kao što su interval, tipovi prijevoznih sredstava, frekvencija, faktori opterećenja i dr., mogu varirati te na taj način omogućuju testiranje alternativnih voznih redova s ciljem poboljšavanja učinkovitosti u odnosu na izrađeni vozni red. Testiranje je uobičajeno u računalnim postupcima planiranja voznog reda jer se može lako i brzo testirati niz različitih situacija.

Vozni red za svaku liniju javnog gradskog prijevoza mora zadovoljiti dva osnovna zahtjeva:

1) Ponuditi potreban kapacitet prijevoznih sredstava za planirani broj putnika;

2) Ponuditi minimalnu učestalost (frekvenciju) usluge uz maksimalno prihvatljivo slijeđenje (interval) sa stajališta razine prometne usluge u javnom prijevozu.

U vrijeme „špice“ kao i na linijama koje su vrlo prometne prvi zahtjev je veoma važan jer tehnolozi prometa moraju ponuditi adekvatan kapacitet na liniji. U vrijeme izvan „špice“ i na linijama s rijetkim prometom, ako se usluga zasniva na zahtjevima kapaciteta, učestalost mora biti veoma niska, s intervalom od 60 ili 30 minuta. Takav vozni red bi za većinu putnika bio neprihvatljiv te bi se morao korigirati na interval od 15 minuta, što bi smanjilo učinkovitost popunjenosti prijevoznog sredstva.

Određivanje zahtjeva za prometnom uslugom proučava se:

1) Distribucijom putničkog obujma prema udaljenosti putovanja i vremenu;

2) Pomoću perioda planiranja voznog reda i projekta obujma putnika – zasnivaju se na vremenskoj distibuciji obujma putnika za jednu liniju, broj i trajanja različitih perioda planiranja voznog reda,a određeni su za cijelu mrežu linija javnog prijevoza. Svaki period planiranja razvijen je i korišten za planiranje voznog reda.

Planiranje je vrlo važno kada se želi ponuditi dobra prometna usluga putnicima i postići maksimalna operativna učinkovitost, što je važno operaterima javnog prijevoza. Kako bi se to postiglo, potrebno je provesti dvije analize:

a) U nekim slučajevima maksimalnog opterećenja nije isti razmak između stajališta tijekom svih perioda planiranja. U tom slučaju potrebno je napraviti tablice ili dijagram pravca s naznačenim P_{max} za svaki sat po lokaciji cijelom duljinom linije s više od dvaju traženih kapaciteta: prvi koji određuje obujam putnika i drugi koji diktira razina usluge;

b) Razmatranje detaljnih varijacija u vremenu. Tijekom vršnih sati varijacije putničkog obujma koji je zasnovan na ukupnom satnom obujmu, može rezultirati nagomilavanjem prijevoznih sredstava unutar istog sata. Da bi se to izbjeglo, potrebno je brojati putnike tijekom „špice“ za periode od 15 minuta ili čak i kraće. Varijacije između tih perioda koriste se za računanje koeficijenata vršnih sati (PHC, definiranog kao omjer najvišeg 15-minutnog obujma pomnoženog s četiri i ukupnog satnog obujma putnika na maksimalnom opterećenju.

Kada se stvarni obujam u „špici“ pomnoži tim koeficijentom, dobije se obujam koji je ekvivalent 15-minutnom vršnom obujmu, koji se koristi kao planirani obujam.

Teorijski, vrijednosti od PHC mogu varirati od 1 do 4. PHC je inverza faktora vršnog sata (PHF) korištenog za varijacije obujma autoceste koji može imati vrijednosti od 0,25 do 1,0. U nekim slučajevima, na vrlo prometnim linijama koje djeluju s kratkim razmacima slijeđenja, korištenje P_d dobivenog na način planiranja cijeloga vršnoga sata, rezultira neekonomičnom operacijom. Umjesto toga, planiranje se obavlja za svaki 15-minutni period zasnovan na njegovom stvarnom putničkom obujmu. Planirati se mora svaki period odvojeno. Duljine individualnih perioda ne moraju se uvijek podudarati sa satima. Prijelazi između perioda planiranja moraju biti postupni, prilagođeni promjeni potražnje. Na početku vršnih perioda, kapacitet se može povećati na dva načina:

- Skratiti razmake slijeđenja umetanjem dodatne transportne jedinice između onih koji su planirani kao redoviti. Osnovni razmak slijeđenja od 10 minuta reduciran je na 6,0 do 7,5 minuta tijekom „špice“;
- Povećati kapaciteta transportnih jedinica (često se koristi na željezničkim sustavima) dodavanjem potrebnog broja vagona tijekom vršnih sati. Na autobuse i trolejbuse ta tehnika se ne može primjeniti, izuzev kada se standardni autobus zamjeni zglobnim.

3) Traženim kapacitetom – na manje opterećenim linijama tijekom sati izvan „špice“. Traženi kapacitet na liniji obično diktira politika slijeđenja, tj. Obujam ponuđene usluge je određen traženim razmakom slijeđenja usluge, a ne obujmom putnika. Kada je obujam putnika velik, ponuđeni kapacitet mora pokrivati opterećenje putnicima. Razina ponuđenog kapaciteta je određena odabirom maksimalne vrijednosti faktora opterećenja. Taj se odabir zasniva na kompromisu dvaju osnovnih zahtjeva u javnom prijevozu:

- Za udobnost i pogodnost putnika, niža vrijednost rezultira manjim gomilanjima prijevoznih sredstava, većom raspoloživošću sjedala i učestalijom uslugom;
- Trošak prometovanja je niži kada se prihvati veća vrijednost faktora opterećenja, jer se traži manji broj prijevoznih sredstava za prijevoz danog obujma putnika.

Slijedeći čimbenici maksimalnog opterećenja mogu utjecati na odabir maksimalne vrijednosti za čimbenik opterećenja P_{max}:

- Jednoličan obujam putnika uzduž linije zahtjeva faktor opterećenja, nejednaka distribucija omogućuje veći faktor opterećenja, jer se maksimalni obujam putnika pojavljuje samo na kratkoj dionici linije;
- Visok omjer putnika koji sjede u odnosu na one koje stoje, predviđen projektom prijevoznog sredstva, zahtjeva niži faktor opterećenja jer područja sa sjedalima na mogu prihvatiti veliku gužvu, do nje dolazi samo u prostoru za stajanje;
- Dugačka prosječna duljina putovanja (npr. Brzi autobus, regionalna željeznica) podrazumjeva nisku stopu obrta putnika. Prema tome, treba ponuditi veću udobnost i faktor opterećenja mora biti niži;
- Veći postotak starijih putnika ili putnika s paketima diktira manji faktor opterećenja, a veći obujmovi školske djece viši faktor opterećenja;
- Za prijevoz velikih grupa putnika do sportskih stadiona, koncertnih dvorana, za događaje vezane za proslave u gradovima itd. Može se koristiti maksimalna moguća vrijednost faktora opterećenja.

Kako proizlazi iz nabrojenih čimbenika, vrijednost faktora opterećenja rezultat je odnosa dvaju međusobno konfliktnih zahtjeva:

a) Putnička udobnost, traženje manjeg faktora opterećenja;

b) Manji operativni troškovi diktiraju veći faktor opterećenja.

4) Odabirom veličine transportne jedinice, učestalosti i čimbenika opterećenja se može koristiti za odabir optimalne kombinacije veličine transportne jedinice, učestalosti usluge (frekvencija) ili razmaka slijeđenja (intervala), te čimbenika opterećenja za bilo koji planirani period tijekom dana.

Postupak modeliranja voznog reda ovisi o vremenskom periodu (u vrijeme „špice“, izvan „špice“, noću, itd.) metodama uvođenja vozila na liniju i napuštanja linije, praksi osoblja itd. Prikazuje se planiranje za redoviti promet s praktičnim primjerima.

Kada je interval manji od 6 minuta, putnici nisu zabrinuti za točna vremena odlaska, tako da je bilo koja vrijednost intervala prihvatljiva. Ako je izračunata vrijednost intervala veća od 6

minuta, mora se zaokružiti prema dolje, do najbližeg satnog intervala. Taj interval treba usporediti s prihvaćenim intervalom, te bi se trebao koristiti manji od tih dvaju intervala.

Kako bi se izračunao potrebni broj vozila na radu sa zadanim intervalom, mora se utvrditi vrijeme ciklusa T računanjem njegovih komponenti: operativno vrijeme (vrijeme obrta) T_0, vrijeme provedeno na krajnjim terminalima (terminusi) t_t. Vrijeme t_t u sustavu javnog gradskog prijevoza služi za odmor voznog osoblja i nadoknađivanje kašnjenja. Brzi javni prijevoz ima konstantno vrijeme zadržavanje na terminalima (obično 5-10 minuta) neovisno o duljini linije.

Prethodni računalni postupak sažet je u pet faza koje se primjenjuju pri modeliranju voznog reda. To su:

I.faza: Priprema podataka i utvrđivanje čimbenika;

II.faza: Izračunavanje intervala i frekvencije;

III.faza: Odrediti veličinu voznog parka;

IV.faza: Izračunavanje ciklusa i vremena zadržavanja na terminalima;

V.faza: Izračunavanje brzine ciklusa.

Konačni rezultati faza planiranja voznog reda su numerički i grafički prikazi prometovanja linije javnog prijevoza koje izrađuju operateri za javnost. Numerički plan prometovanja svake vožnje, tj. vožnje od transportne jedinice od garaže do njegovog povratka u garažu, služi prometnim tehnolozima i voznom osoblju. Tablični prikaz voznog reda za sve vožnje transportne jedinice daju se kontrolorima prometa na linijama javnog prijevoza, dok se različiti vozni redovi za javnost pripremaju u odgovarajućim formatima.[5]

[5] Štefančić, G.; Tehnologija gradskog prometa II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010.

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA NERAVNOMJERNOSTI PRIJEVOZNOG PROCESA NA TRAMVAJSKIM LINIJAMA

Vrijeme putovanja podsustava grada Zagreba je izrazito kompleksnog karaktera zbog uvjeta u kojima se nalazi mreža tramvajskih linija i zahtjeva ostalih prometnih tokova na uličnoj mreži. Stoga se u diplomskom radu analizira vrijeme putovanja u odnosu na vozni red na svim dnevnim linijama tramavajskog podsustava.

Veliki problem problem javlja se na linijama koje dijele svoj prostor s ostalim sudionicima u prometu, a to se pokušalo rješiti uvođenjem žutih traka, ali u gradu Zagrebu javlja se veliki problem nepoštivanja žutih traka, što dovodi do povećanja vremena putovanja tramvajskih linija.

Tablica 1. Udio žutih trakova na pojedinoj liniji

Broj	*Naziv*	$\{L_{UK}\}_m$	$\{L_{\check{z}}\}_m$	$w_{\check{z}}$
1	Zapadni kolodvor - Borongaj	12022	1501	12%
2	Črnomerec - Savišće	21784	4686	22%
3	Ljubljanica - Savišće	20766	3022	15%
4	Savski most - Dubec	25186	16014	64%
5	Prečko - Kvaternikov trg	25182	2989	12%
6	Črnomerec - Sopot	20820	3584	17%
7	Savski most - Dubrava	26108	6655	25%
8	Mihaljevac - Zapruđe	16768	1055	6%
9	Ljubljanica - Borongaj	14754	4936	33%
11	Črnomerec - Dubec	23978	13421	56%
12	Ljubljanica - Dubrava	18682	10418	56%
13	Žitnjak - Kvaternikov trg	22736	3918	17%
14	Mihaljevac - Zapruđe	25650	3688	14%
15	Mihaljevac - Dolje	5422	0	0%
17	Prečko - Borongaj	25356	3900	15%

U tablici 1. prikazane su za svaku liniju u mreži tramvajskih linija grada Zagreba ukupna duljina (L_{UK}), ukupna duljina žutih trakova ($L_{\check{z}}$) iudio žutih trakova na čitavoj liniji ($w_{\check{z}}$) prema ZET-u. Najveći udio žutih trakova od 64% ima linija br. 4 (Savski most – Dubec), sa udjelom žutih trakova od 64% (16014 m od 25186 m).

5.1. Metodologija prikupljanja podataka

Vrijeme putovanja u gradu Zagrebu prikupljalo se u jutarnjem vršnom satu jer je kraće od poslijepodnevnog, pa tako sa većim protocima u cestovnom prometu, i to u intervalima od (6:45-8:45). Odabran je interval od dva sata, jer je to okvirno maksimalno vrijeme obrta koje može imati tramvajska linija u Zagrebu, tako da rezultati pokrivaju cijelu duljinu linije.

Na raspolaganju za mjerenje vremena u prijevoznom procesu bili su GPS uređaji u vlasništvu Fakulteta prometnih znanosti, i to 18 uređaja GPS Logger gt-740fl. Uređaji imaju sposobnost mjerenja položaja, i njemu pripadajućeg trenutka i brzine.



Slika 17. Uređaj GPS Logger gt-740fl

Izvor: www.peterdean.co.uk

Prikupljanje podataka je u suštini složen proces koji obuhvaća prethodno postavljanje uređaja u vozila na terminalu, izvršavanje jednog obrta vozila, te naknadno uklanjanje uređaja na terminalu. Tako će ukupno vrijeme cijelog procesa prikupljanja podataka biti unutar trostrukog vremena obrta na liniji. Složenost procesa je uglavnom rezultat utjecaja iz okoline, koji se očituju u:

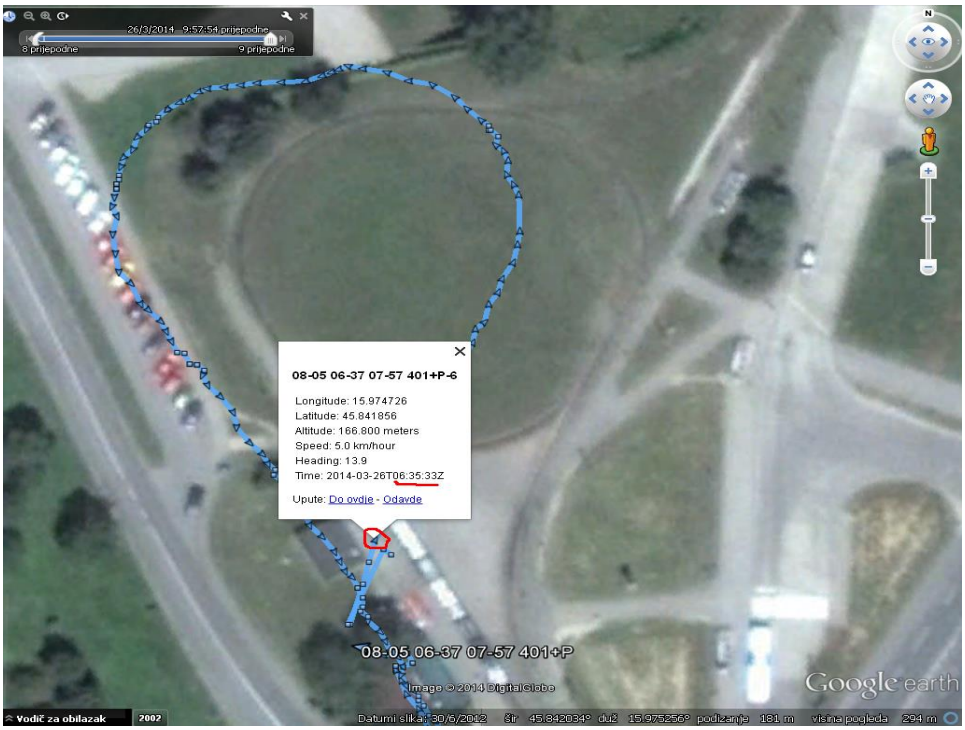
- nepovoljnom utjecaju vremenskih neprilika (koje utječu na vozače i na električnu mrežu tramvajskog podsustava),
- nepovoljnom utjecaju prometnih tokova gradske ulične mreže (obuhvaćaju ljudski faktor),
- mogućnošću dobivanja lošeg uzorka podataka – veći prometni tokovi ostalih vozila će uzrokovati više slučajeva nepoštivanja žutih trakova, što predstavlja bolji uzorak, no veća je vjerojatnost da podaci postanu neupotrebljivi.

Zbog navedenih utjecaja mreža tramvajskih linija predstavlja izrazito podložan sustav u kojem se lako može dogoditi propadanje prikupljenih podataka uslijed neočekivanih događaja (zastoja vozila).



Slika 18. Položaj GPS uređaja u tramvaju

Izvor: Šojat, D.: Analiza prioriteta tramvajskog podsustava u gradu Zagrebu



Slika 19. Prikaz prikupljanja podataka

Izvor: Google Earth

$$\sum Tpa = \sum Tva + \sum Tuia \quad (1)$$

$$\sum Tpb = \sum Tvb + \sum Tuib \quad (2)$$

$$\delta oa = \frac{\sum Tpia}{\sum Tpa} - 1 \quad (3)$$

$$\delta ob = \frac{\sum Tpib}{\sum Tpb} - 1 \quad (4)$$

$$\delta o = \frac{\delta oa + \delta ob}{2} \quad (5)$$

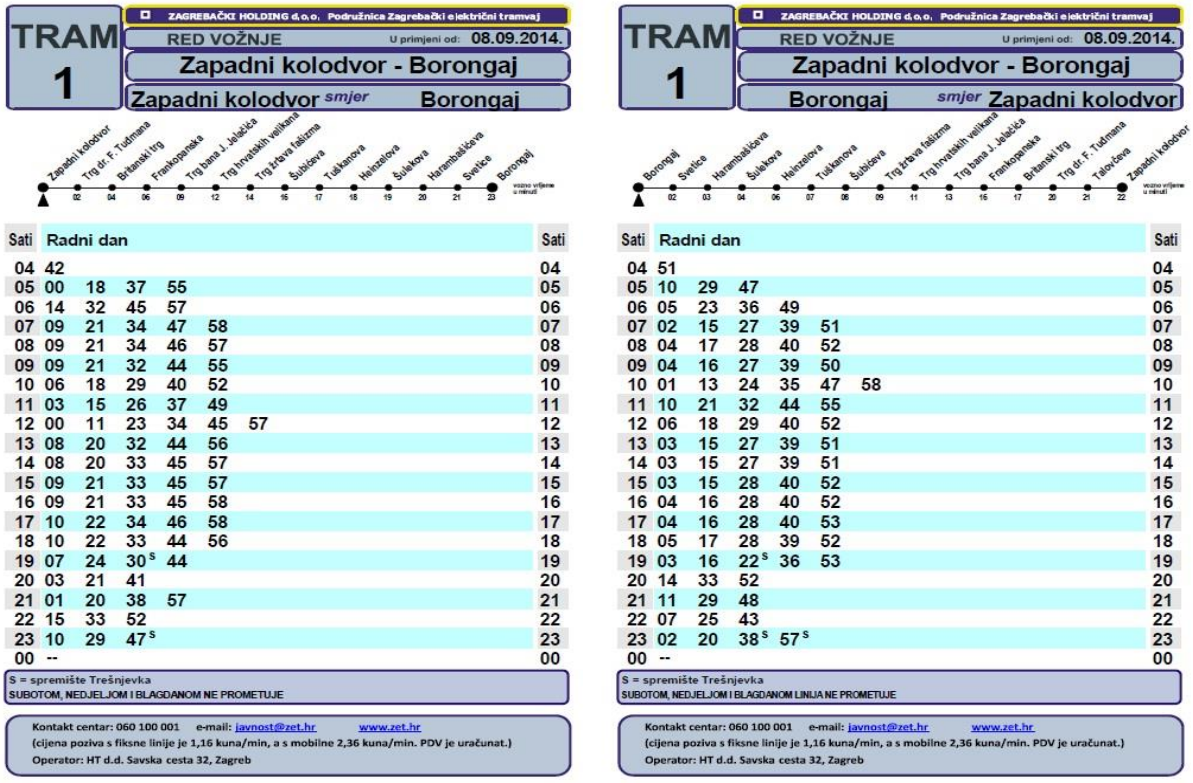
U diplomskom radu su se koristile ovih pet formula kako bi se došlo do rezultata. U prvoj formuli se računalo vrijeme putovanja od terminusa A do B, izraženo u minutama. U drugoj formuli se također računalo vrijeme putovanja, ali od terminusa B do A, također izraženo u minutama. Treća formula prikazuje odstupanje vremena koje je izmjereno GPS uređajem od onoga koje je postavljeno u voznom redu, rezultat je izražen u postotcima, a vrijedi za pojedinu liniju od terminusa A do B. Četvrta formula prikazuje odstupanje vremena koje je izmjereno GPS uređajem od onoga koje je postavljeno u voznom redu, rezultat je izražen u postotcima, a vrijedi za pojedinu liniju od terminusa B do A. Peta formula prikazuje prosječno odstupanje na cijeloj liniji, a rezultat je izražen u postotcima.

5.2. Analiza vremena putovanja na linijama i odstupanje od voznog reda

U ovom poglavlju analizirana su sva vremena putovanja i njihova odstupanja od voznog reda.

Linija 1. Zapadni kolodvor-Borongaj

Prema voznom redu tramvajska linija 1. od Zapadnog kolodvora do Borongaja ima vrijeme putovanja T_p=23min, dok prema rezultatima iz formule (1.) T_{pa}=24min. Iz rezultata se može zaključiti da dolazi do kašnjenja od 1min. Prema formuli (3.) na liniji 1. od Zapadnog kolodvora do Borongaja dolazi do odstupanja δ_a=4,3%, pa je potrebno provesti određene mjere kako bi se vrijeme putovanja prilagodilo voznom redu.



TRAM 1 — ZAGREBAČKI HOLDING d.o.o. Podružnica Zagrebački električni tramvaj

RED VOŽNJE U primjeni od: 08.09.2014.

Zapadni kolodvor - Borongaj

Zapadni kolodvor smjer Borongaj

Zapadni kolodvor, Trg dr. F. Tuđmana, Britanski trg, Frankopanska, Trg bana J. Jelačića, Trg hrvatskih velikana, Trg žrtava fašizma, Šubićeva, Tuškanova, Heinzelova, Šulekova, Harambašićeva, Svetice, Borongaj

Sati	Radni dan					Sati
04	42					04
05	00	18	37	55		05
06	14	32	45	57		06
07	09	21	34	47	58	07
08	09	21	34	46	57	08
09	09	21	32	44	55	09
10	06	18	29	40	52	10
11	03	15	26	37	49	11
12	00	11	23	34	45 57	12
13	08	20	32	44	56	13
14	08	20	33	45	57	14
15	09	21	33	45	57	15
16	09	21	33	45	58	16
17	10	22	34	46	58	17
18	10	22	33	44	56	18
19	07	24	30 ^{S}	44		19
20	03	21	41			20
21	01	20	38	57		21
22	15	33	52			22
23	10	29	47 ^{S}			23
00	--					00

S = spremište Trešnjevka

SUBOTOM, NEDJELJOM I BLAGDANOM NE PROMETUJE

Kontakt centar: 060 100 001 e-mail: javnost@zet.hr www.zet.hr

(cijena poziva s fiksne linije je 1,16 kuna/min, a s mobilne 2,36 kuna/min. PDV je uračunat.)

Operator: HT d.d. Savska cesta 32, Zagreb

TRAM 1 — ZAGREBAČKI HOLDING d.o.o. Podružnica Zagrebački električni tramvaj

RED VOŽNJE U primjeni od: 08.09.2014.

Zapadni kolodvor - Borongaj

Borongaj smjer Zapadni kolodvor

Borongaj, Svetice, Harambašićeva, Šulekova, Heinzelova, Tuškanova, Šubićeva, Trg žrtava fašizma, Trg hrvatskih velikana, Trg bana J. Jelačića, Frankopanska, Britanski trg, Trg dr. F. Tuđmana, Talovčeva, Zapadni kolodvor

Sati	Radni dan						Sati
04	51						04
05	10	29	47				05
06	05	23	36	49			06
07	02	15	27	39	51		07
08	04	17	28	40	52		08
09	04	16	27	39	50		09
10	01	13	24	35	47	58	10
11	10	21	32	44	55		11
12	06	18	29	40	52		12
13	03	15	27	39	51		13
14	03	15	27	39	51		14
15	03	15	28	40	52		15
16	04	16	28	40	52		16
17	04	16	28	40	53		17
18	05	17	28	39	52		18
19	03	16	22 ^{S}	36	53		19
20	14	33	52				20
21	11	29	48				21
22	07	25	43				22
23	02	20	38 ^{S}	57 ^{S}			23
00	--						00

S = spremište Trešnjevka

SUBOTOM, NEDJELJOM I BLAGDANOM LINIJA NE PROMETUJE

Kontakt centar: 060 100 001 e-mail: javnost@zet.hr www.zet.hr

(cijena poziva s fiksne linije je 1,16 kuna/min, a s mobilne 2,36 kuna/min. PDV je uračunat.)

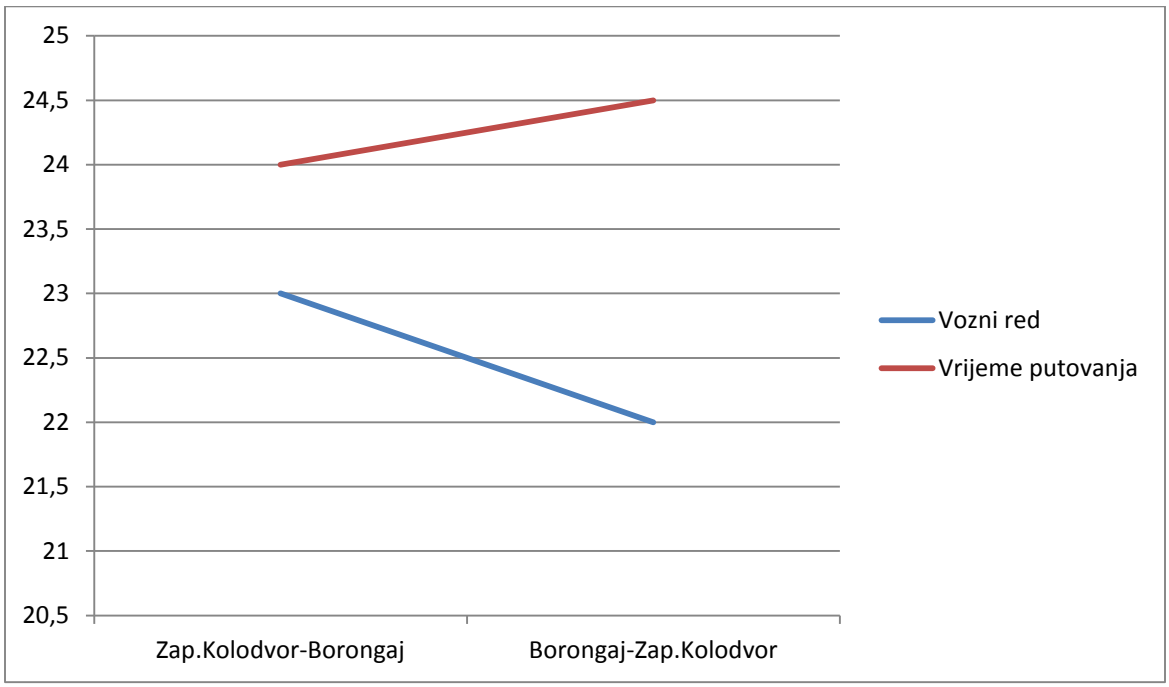
Operator: HT d.d. Savska cesta 32, Zagreb

Slika 20. Prikaz voznog reda za tramvajsku liniju 1.

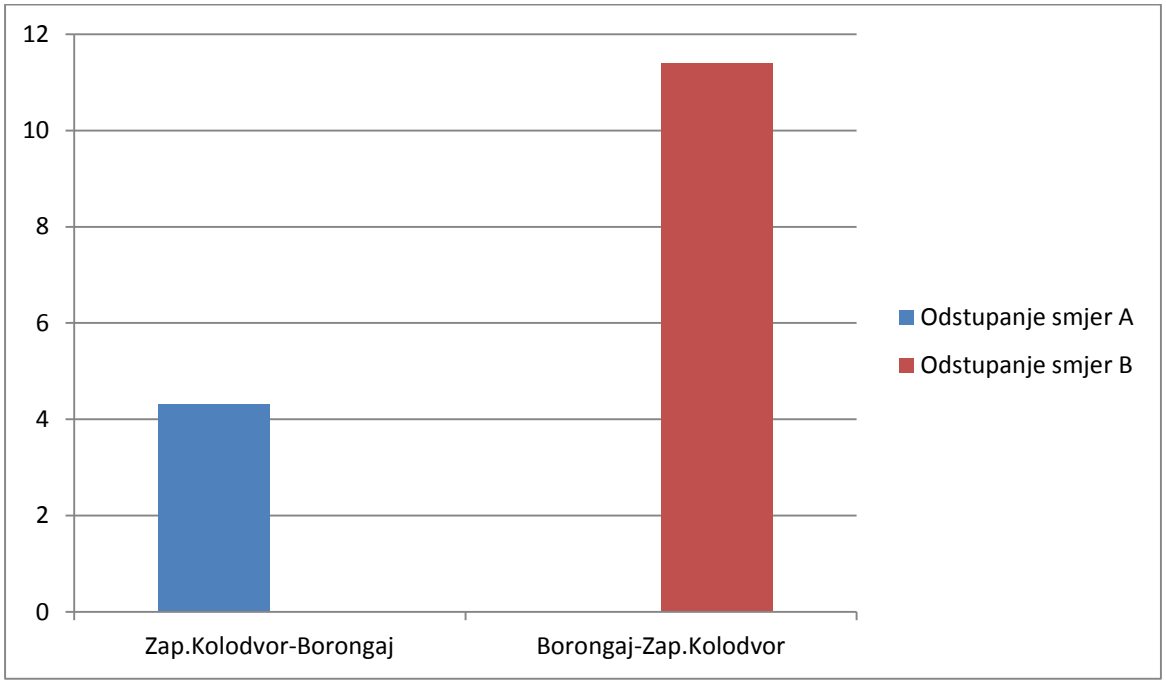
Izvor: www.zet.hr

Prema voznom redu tramvajska linija 1. od Borongaja do Zapadnog kolodvora ima vrijeme putovanja T_p=22min, dok prema rezultatima iz formule (2.) T_{pb}=24,5min. Iz rezultata se može zaključiti da dolazi do kašnjenja od 2,5min. Prema formuli (4.) na liniji 1. od Borongja do Zapadnog kolodvora dolazi do odstupanja δ_b=11,4%, pa je potrebno provesti određene mjere kako bi se vrijeme putovanja prilagodilo voznom redu.

Odstupanje na cijeloj liniji se dobije iz formule (5.), a ono za liniju 1. iznosi δ_o=7,85%.



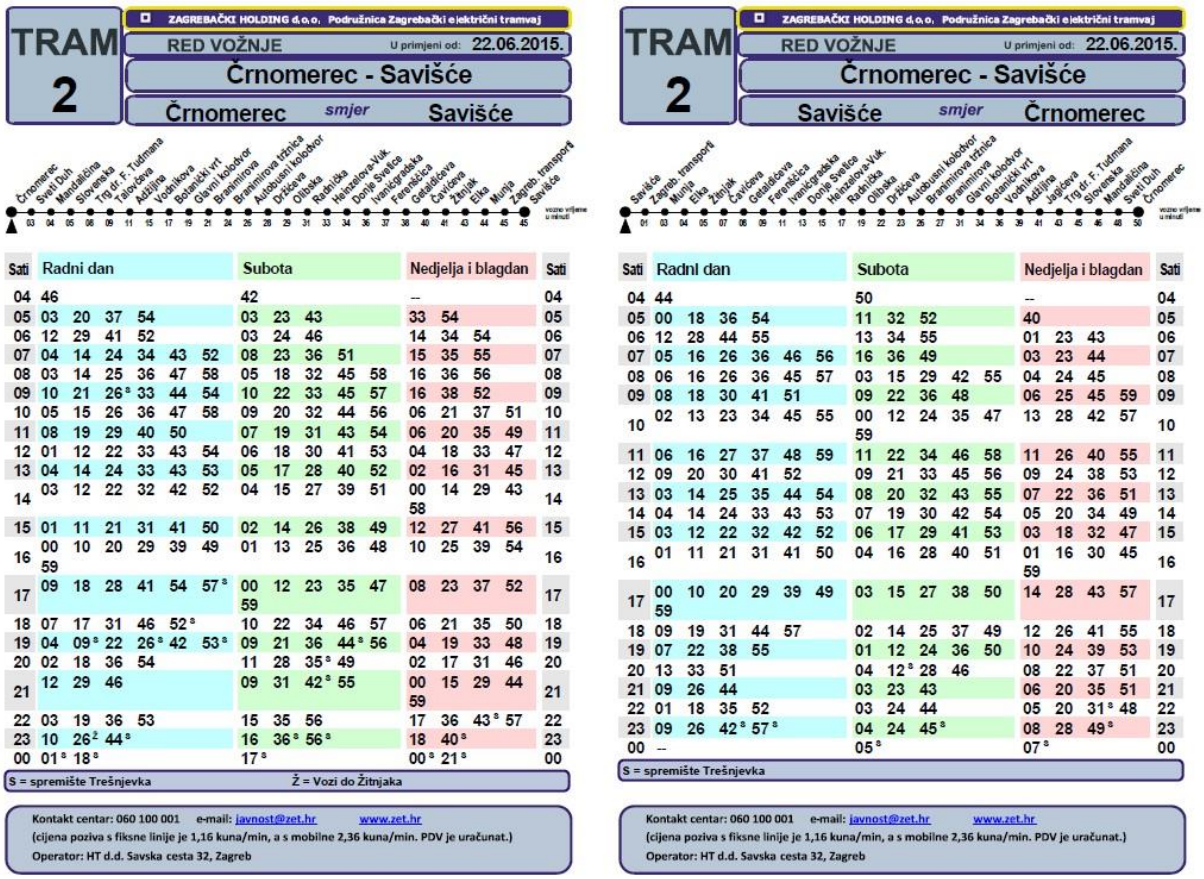
Grafikon 1. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 1.



Grafikon 2. Odstupanje linije 1.

Linija 2. Črnomerec-Savišće

Prema voznom redu tramvajska linija 2. od Črnomerca do Savišća ima vrijeme putovanja T_p=45min, dok prema rezultatima iz formule (1.) T_{pa}=47,6min. Iz rezultata se može zaključiti da dolazi do kašnjenja od 2,6min. Prema formuli (3.) na liniji 1. od Črnomerca do Savišća dolazi do odstupanja δ_a=5,8%, pa je potrebno provesti određene mjere kako bi se vrijeme putovanja prilagodilo voznom redu.



TRAM 2

ZAGREBAČKI HOLDING d.o.o. Podružnica Zagrebački električni tramvaj

RED VOŽNJE U primjeni od: 22.06.2015.

Črnomerec - Savišće

Črnomerec smjer Savišće

Sati	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan	Sati
04	46	42	--	04
05	03 20 37 54	03 23 43	33 54	05
06	12 29 41 52	03 24 46	14 34 54	06
07	04 14 24 34 43 52	08 23 36 51	15 35 55	07
08	03 14 25 36 47 58	05 18 32 45 58	16 36 56	08
09	10 21 26 s 33 44 54	10 22 33 45 57	16 38 52	09
10	05 15 26 36 47 58	09 20 32 44 56	06 21 37 51	10
11	08 19 29 40 50	07 19 31 43 54	06 20 35 49	11
12	01 12 22 33 43 54	06 18 30 41 53	04 18 33 47	12
13	04 14 24 33 43 53	05 17 28 40 52	02 16 31 45	13
14	03 12 22 32 42 52	04 15 27 39 51	00 14 29 43 58	14
15	01 11 21 31 41 50	02 14 26 38 49	12 27 41 56	15
16	00 10 20 29 39 49 59	01 13 25 36 48	10 25 39 54	16
17	09 18 28 41 54 57 s	00 12 23 35 47 59	08 23 37 52	17
18	07 17 31 46 52 s	10 22 34 46 57	06 21 35 50	18
19	04 09 s 22 26 s 42 53 s	09 21 36 44 s 56	04 19 33 48	19
20	02 18 36 54	11 28 35 s 49	02 17 31 46	20
21	12 29 46	09 31 42 s 55	00 15 29 44 59	21
22	03 19 36 53	15 35 56	17 36 43 s 57	22
23	10 26 Ž 44 s	16 36 s 56 s	18 40 s	23
00	01 s 18 s	17 s	00 s 21 s	00

S = spremište Trešnjevka Ž = Vozi do Žitnjaka

Kontakt centar: 060 100 001 e-mail: javnost@zet.hr www.zet.hr
(cijena poziva s fiksne linije je 1,16 kuna/min, a s mobilne 2,36 kuna/min. PDV je uračunat.)
Operator: HT d.d. Savska cesta 32, Zagreb

TRAM 2

ZAGREBAČKI HOLDING d.o.o. Podružnica Zagrebački električni tramvaj

RED VOŽNJE U primjeni od: 22.06.2015.

Črnomerec - Savišće

Savišće smjer Črnomerec

Sati	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan	Sati
04	44	50	--	04
05	00 18 36 54	11 32 52	40	05
06	12 28 44 55	13 34 55	01 23 43	06
07	05 16 26 36 46 56	16 36 49	03 23 44	07
08	06 16 26 36 45 57	03 15 29 42 55	04 24 45	08
09	08 18 30 41 51	09 22 36 48	06 25 45 59	09
10	02 13 23 34 45 55	00 12 24 35 47 59	13 28 42 57	10
11	06 16 27 37 48 59	11 22 34 46 58	11 26 40 55	11
12	09 20 30 41 52	09 21 33 45 56	09 24 38 53	12
13	03 14 25 35 44 54	08 20 32 43 55	07 22 36 51	13
14	04 14 24 33 43 53	07 19 30 42 54	05 20 34 49	14
15	03 12 22 32 42 52	06 17 29 41 53	03 18 32 47	15
16	01 11 21 31 41 50	04 16 28 40 51	01 16 30 45 59	16
17	00 10 20 29 39 49 59	03 15 27 38 50	14 28 43 57	17
18	09 19 31 44 57	02 14 25 37 49	12 26 41 55	18
19	07 22 38 55	01 12 24 36 50	10 24 39 53	19
20	13 33 51	04 12 s 28 46	08 22 37 51	20
21	09 26 44	03 23 43	06 20 35 51	21
22	01 18 35 52	03 24 44	05 20 31 s 48	22
23	09 26 42 s 57 s	04 24 45 s	08 28 49 s	23
00	--	05 s	07 s	00

S = spremište Trešnjevka

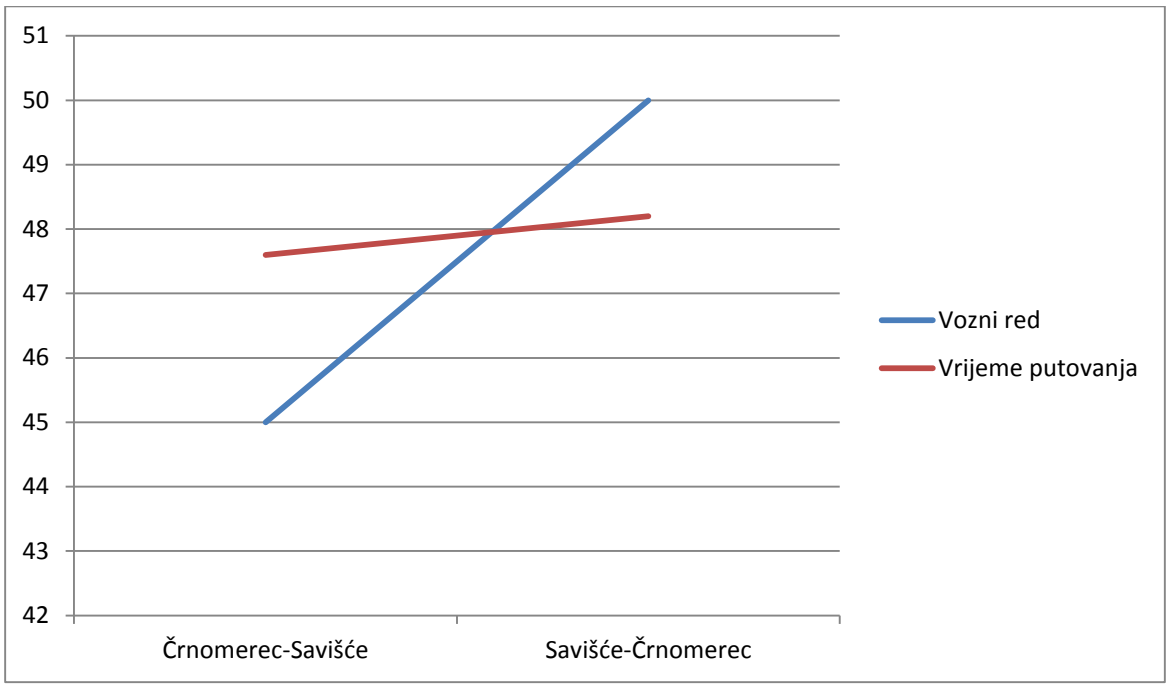
Kontakt centar: 060 100 001 e-mail: javnost@zet.hr www.zet.hr
(cijena poziva s fiksne linije je 1,16 kuna/min, a s mobilne 2,36 kuna/min. PDV je uračunat.)
Operator: HT d.d. Savska cesta 32, Zagreb

Slika 21. Prikaz voznog reda za tramvajsku liniju 2.

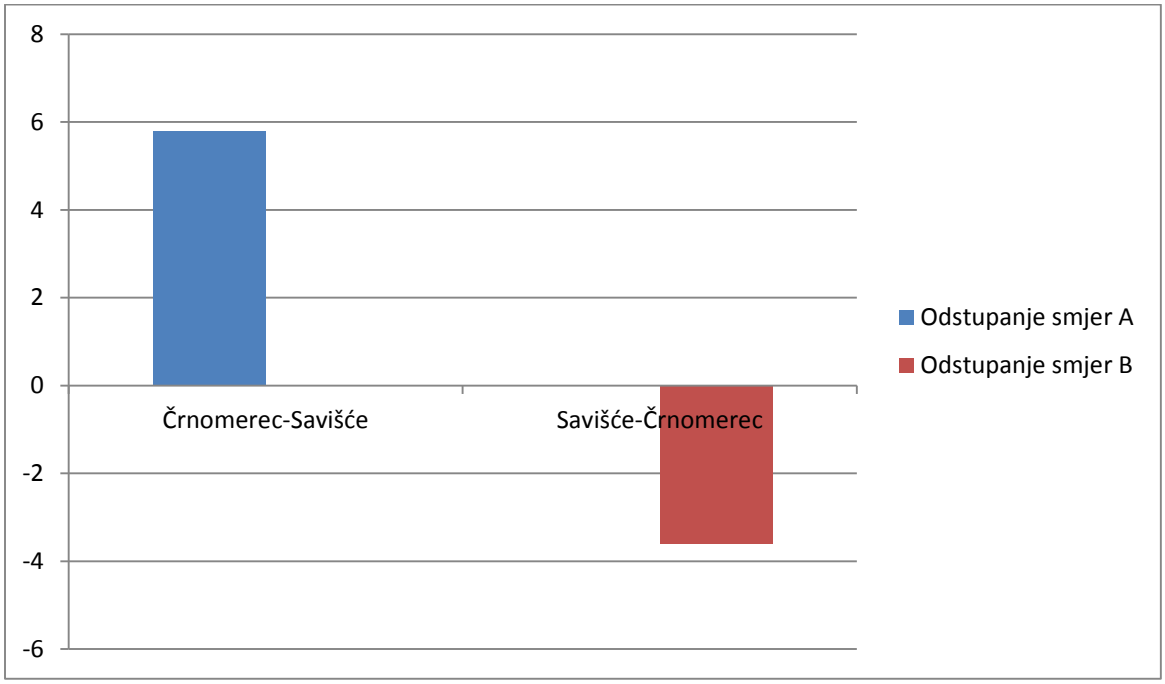
Izvor: www.zet.hr

Prema voznom redu tramvajska linija 2. od Savišća do Črnomerca ima vrijeme putovanja T_p=50min, dok prema rezultatima iz formule (2.) T_{pb}=48,2min. Iz rezultata se može zaključiti da je tramvaj došao ranije 1,8min. Prema formuli (4.) na liniji 2. od Savišća do Črnomerca dolazi do odstupanja δ_b=-3,6%. U ovom slučaju vozilo je došlo ranije nego je predviđeno prema voznom redu.

Odstupanje na cijeloj liniji se dobije iz formule (5.), a ono za liniju 2. iznosi δ_o=1,1%.



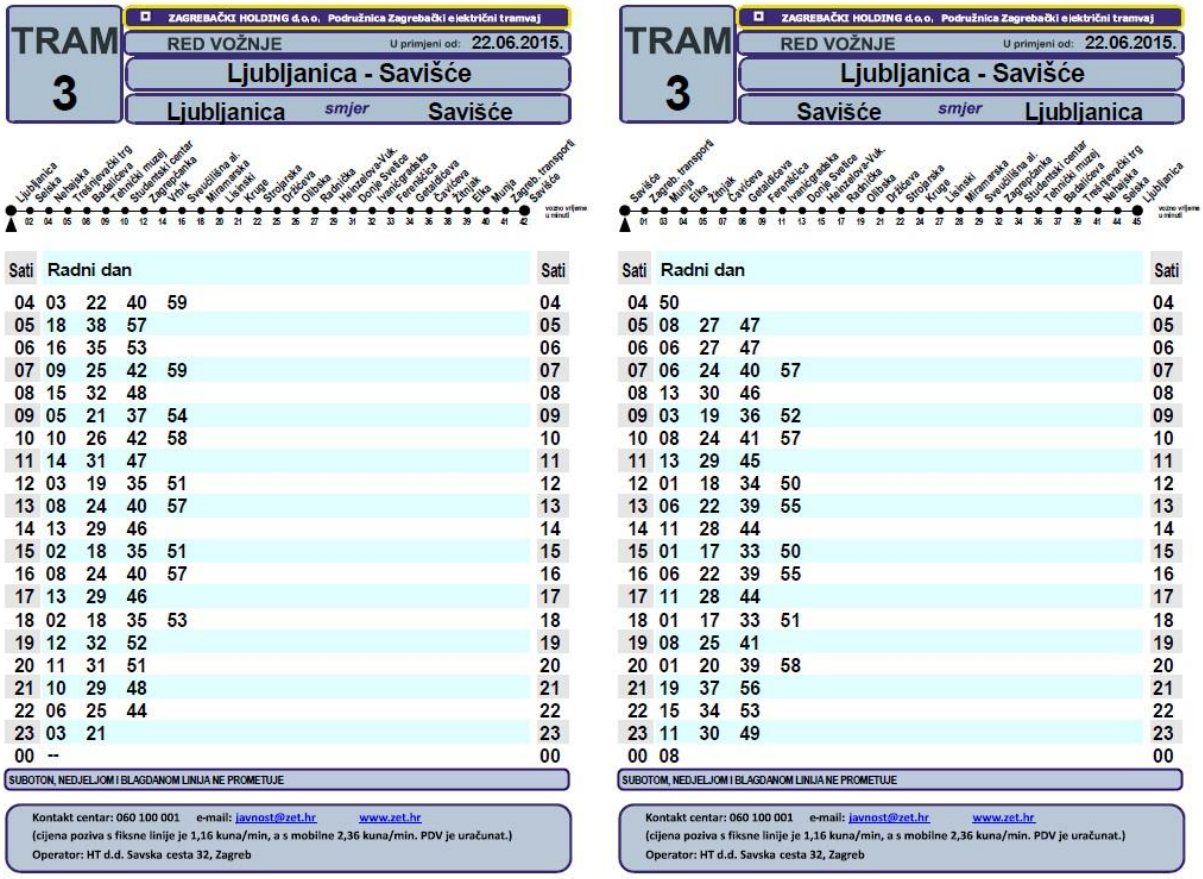
Grafikon 3. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 2.



Grafikon 4. Odstupanje linije 2.

Linija 3. Ljubljanica-Savišće

Prema voznom redu tramvajska linija 3. od Ljubljanice do Savišća ima vrijeme putovanja T_p=42min, dok prema rezultatima iz formule (1.) T_{pa}=43,7min. Iz rezultata se može zaključiti da dolazi do kašnjenja od 1,7min. Prema formuli (3.) na liniji 1. od Ljubljanice do Savišća dolazi do odstupanja δ_a=4,05%, pa je potrebno provesti određene mjere kako bi se vrijeme putovanja prilagodilo voznom redu.



TRAM 3 — ZAGREBAČKI HOLDING d.o.o. Podružnica Zagrebački električni tramvaj

RED VOŽNJE U primjeni od: 22.06.2015.

Ljubljanica - Savišće

Ljubljanica smjer Savišće

Ljubljanica, Selska, Nehajska, Trešnjevački trg, Badalićeva, Tehnički muzej, Studentski centar, Zagrepčanka, Vrbik, Svučilišna al., Miramarska, Lisinski, Kruge, Strojarska, Dračeva, Obiška, Radnička, Heinzelova-Vuk, Donje Svetice, Ivanićgradska, Ferenščica, Getaldićeva, Čavićeva, Žitnjak, Elka, Munja, Zagreb, transport, Savišće

vozno vrijeme u minuti: 02 04 05 06 09 10 12 14 16 18 20 21 22 25 26 27 29 31 32 33 34 36 38 39 40 41 42

Sati	Radni dan				Sati
04	03	22	40	59	04
05	18	38	57		05
06	16	35	53		06
07	09	25	42	59	07
08	15	32	48		08
09	05	21	37	54	09
10	10	26	42	58	10
11	14	31	47		11
12	03	19	35	51	12
13	08	24	40	57	13
14	13	29	46		14
15	02	18	35	51	15
16	08	24	40	57	16
17	13	29	46		17
18	02	18	35	53	18
19	12	32	52		19
20	11	31	51		20
21	10	29	48		21
22	06	25	44		22
23	03	21			23
00	--				00

SUBOTOM, NEDJELJOM I BLAGDANOM LINIJA NE PROMETUJE

Kontakt centar: 060 100 001 e-mail: javnost@zet.hr www.zet.hr
(cijena poziva s fiksne linije je 1,16 kuna/min, a s mobilne 2,36 kuna/min. PDV je uračunat.)
Operator: HT d.d. Savska cesta 32, Zagreb

TRAM 3 — ZAGREBAČKI HOLDING d.o.o. Podružnica Zagrebački električni tramvaj

RED VOŽNJE U primjeni od: 22.06.2015.

Ljubljanica - Savišće

Savišće smjer Ljubljanica

Savišće, Zagreb, transport, Munja, Elka, Žitnjak, Čavićeva, Getaldićeva, Ferenščica, Ivanićgradska, Donje Svetice, Heinzelova-Vuk, Radnička, Obiška, Dračeva, Strojarska, Kruge, Lisinski, Miramarska, Svučilišna al., Zagrepčanka, Studentski centar, Tehnički muzej, Badalićeva, Trešnjevački trg, Nehajska, Selska, Ljubljanica

vozno vrijeme u minuti: 01 03 04 05 07 08 09 11 13 15 17 19 21 22 24 27 28 29 32 34 36 37 39 41 44 45

Sati	Radni dan				Sati
04	50				04
05	08	27	47		05
06	06	27	47		06
07	06	24	40	57	07
08	13	30	46		08
09	03	19	36	52	09
10	08	24	41	57	10
11	13	29	45		11
12	01	18	34	50	12
13	06	22	39	55	13
14	11	28	44		14
15	01	17	33	50	15
16	06	22	39	55	16
17	11	28	44		17
18	01	17	33	51	18
19	08	25	41		19
20	01	20	39	58	20
21	19	37	56		21
22	15	34	53		22
23	11	30	49		23
00	08				00

SUBOTOM, NEDJELJOM I BLAGDANOM LINIJA NE PROMETUJE

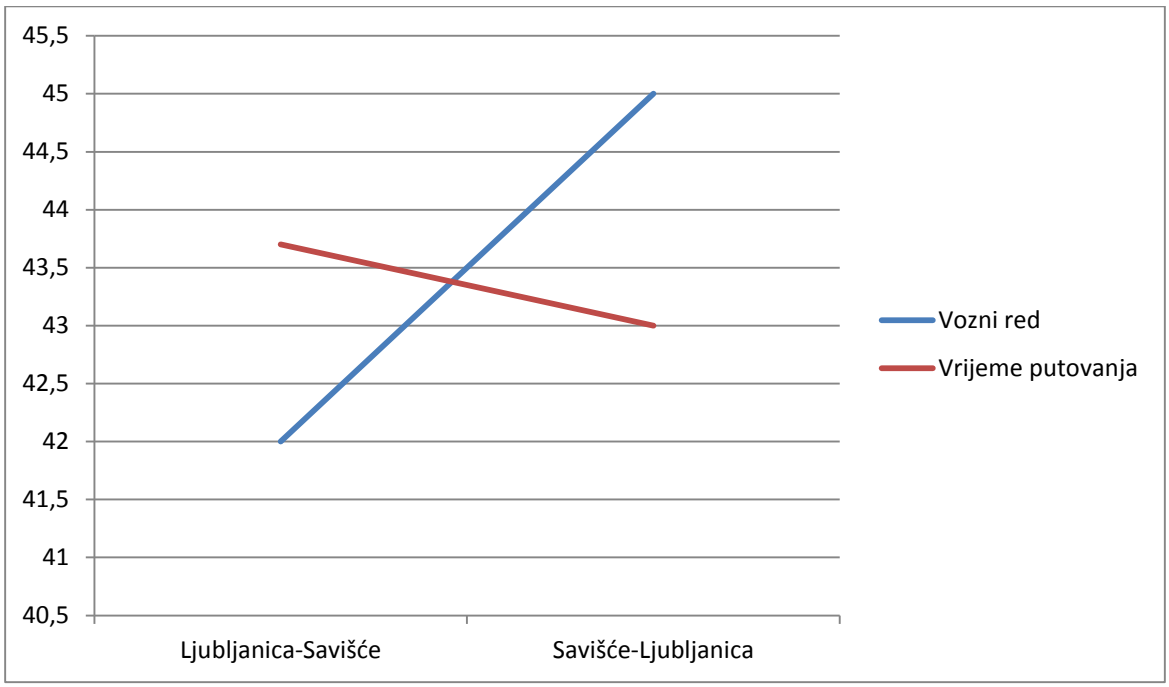
Kontakt centar: 060 100 001 e-mail: javnost@zet.hr www.zet.hr
(cijena poziva s fiksne linije je 1,16 kuna/min, a s mobilne 2,36 kuna/min. PDV je uračunat.)
Operator: HT d.d. Savska cesta 32, Zagreb

Slika 22. Prikaz voznog reda za tramvajsku linju 3.

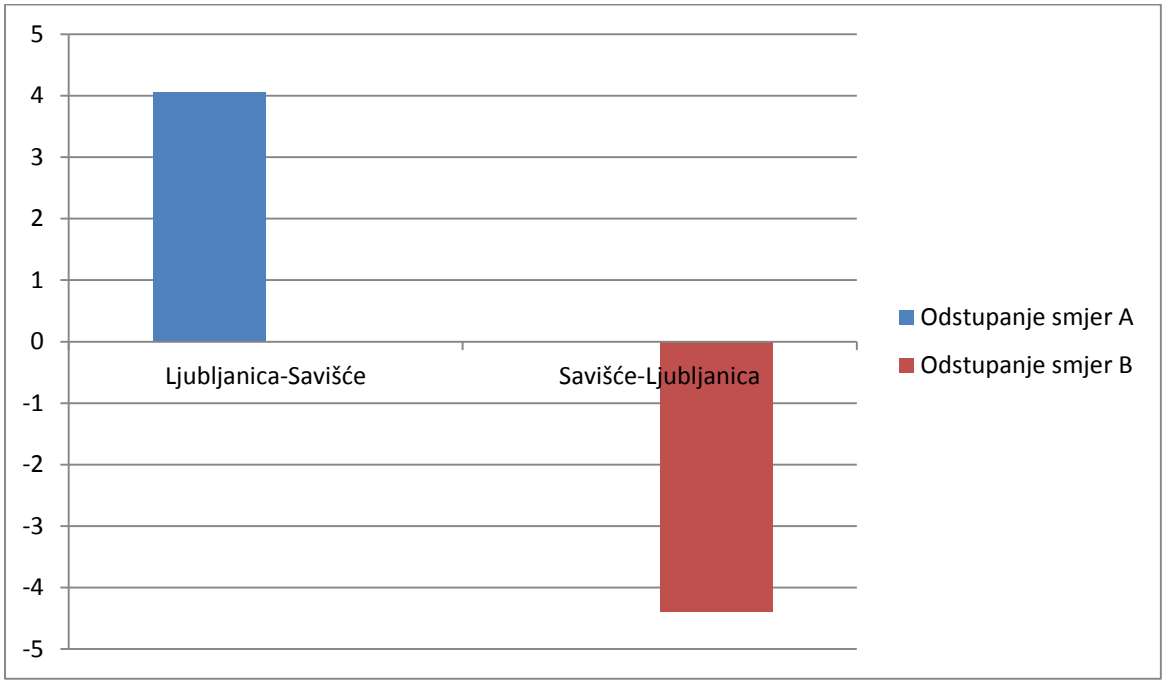
Izvor. www.zet.hr

Prema voznom redu tramvajska linija 2. od Savišća do Ljubljanice ima vrijeme putovanja T_p=45min, dok prema rezultatima iz formule (2.) T_{pb}=43min. Iz rezultata se može zaključiti da je tramvaj došao ranije 2min. Prema formuli (4.) na liniji 2. od Savišća do Črnomerca dolazi do odstupanja δ_b=-4,4%. U ovom slučaju vozilo je došlo ranije nego je predviđeno prema voznom redu.

Odstupanje na cijeloj liniji se dobije iz formule (5.), a ono za liniju 3. iznosi δ_o=-0,195%.



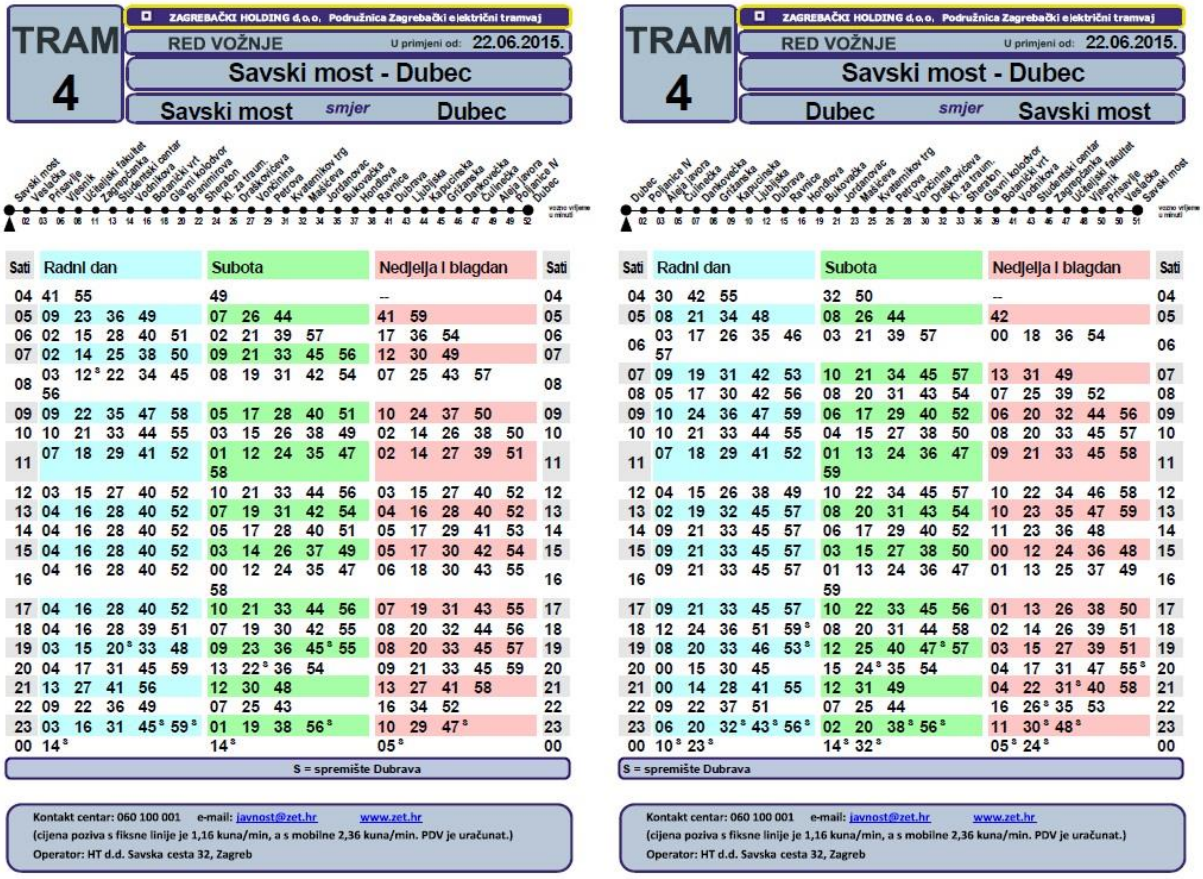
Grafikon 5. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 3.



Grafikon 6. Odstupanje linije 3.

Linija 4. Savski most-Dubec

Prema voznom redu tramvajska linija 4. od Savskog mosta do Dubca ima vrijeme putovanja T_p=52min, dok prema rezultatima iz formule (1.) T_{pa}=60,7min. Iz rezultata se može zaključiti da dolazi do kašnjenja od 8,7min. Prema formuli (3.) na liniji 1. od Savskog mosta do Dubca dolazi do odstupanja δ_a=16,7%, pa je potrebno provesti određene mjere kako bi se vrijeme putovanja prilagodilo voznom redu.



TRAM 4

ZAGREBAČKI HOLDING d.o.o. Podružnica Zagrebački električni tramvaj

RED VOŽNJE U primjeni od: 22.06.2015.

Savski most - Dubec

Savski most smjer Dubec

Savski most, Vrbik, Prisavlje, Vrbanska, Vrbanik, Učiteljski fakultet, Zagrepčanska, Studentski centar, Vodnikova, Botanički vrt, Glavni kolodvor, Branimirova, Sheraton, Ki. za traum., Draškovićeva, Vončinina, Petrova, Kvaternikov trg, Masićeva, Jordanovac, Bukovačka, Hondlova, Ravnice, Dubrava, Ljubljanska, Kapucinska, Grižanska, Dankovečka, Čulinečka, Almeja lavora, Poljanice IV, Dubec

vozno vrijeme u minuti

Sati	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan	Sati
04	41 55	49	–	04
05	09 23 36 49	07 26 44	41 59	05
06	02 15 28 40 51	02 21 39 57	17 36 54	06
07	02 14 25 38 50	09 21 33 45 56	12 30 49	07
08	03 56 12 s 22 34 45	08 19 31 42 54	07 25 43 57	08
09	09 22 35 47 58	05 17 28 40 51	10 24 37 50	09
10	10 21 33 44 55	03 15 26 38 49	02 14 26 38 50	10
11	07 18 29 41 52	01 12 24 35 47 58	02 14 27 39 51	11
12	03 15 27 40 52	10 21 33 44 56	03 15 27 40 52	12
13	04 16 28 40 52	07 19 31 42 54	04 16 28 40 52	13
14	04 16 28 40 52	05 17 28 40 51	05 17 29 41 53	14
15	04 16 28 40 52	03 14 26 37 49	05 17 30 42 54	15
16	04 16 28 40 52	00 12 24 35 47 58	06 18 30 43 55	16
17	04 16 28 40 52	10 21 33 44 56	07 19 31 43 55	17
18	04 16 28 39 51	07 19 30 42 55	08 20 32 44 56	18
19	03 15 20 s 33 48	09 23 36 45 s 55	08 20 33 45 57	19
20	04 17 31 45 59	13 22 s 36 54	09 21 33 45 59	20
21	13 27 41 56	12 30 48	13 27 41 58	21
22	09 22 36 49	07 25 43	16 34 52	22
23	03 16 31 45 s 59 s	01 19 38 56 s	10 29 47 s	23
00	14 s	14 s	05 s	00

S = spremište Dubrava

Kontakt centar: 060 100 001 e-mail: javnost@zet.hr www.zet.hr
(cijena poziva s fiksne linije je 1,16 kuna/min, a s mobilne 2,36 kuna/min. PDV je uračunat.)
Operator: HT d.d. Savska cesta 32, Zagreb

TRAM 4

ZAGREBAČKI HOLDING d.o.o. Podružnica Zagrebački električni tramvaj

RED VOŽNJE U primjeni od: 22.06.2015.

Savski most - Dubec

Dubec smjer Savski most

Dubec, Poljanice IV, Alnja lavora, Čulinečka, Dankovečka, Grižanska, Kapucinska, Ljubljanska, Dubrava, Ravnice, Hondlova, Bukovačka, Jordanovac, Masićeva, Kvaternikov trg, Petrova, Vončinina, Draškovićeva, Ki. za traum., Sheraton, Glavni kolodvor, Branimirova, Botanički vrt, Vodnikova, Studentski centar, Zagrepčanska, Učiteljski fakultet, Vrbanik, Prisavlje, Vrbanska, Savski most

vozno vrijeme u minuti

Sati	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan	Sati
04	30 42 55	32 50	–	04
05	08 21 34 48	08 26 44	42	05
06	03 17 26 35 46 57	03 21 39 57	00 18 36 54	06
07	09 19 31 42 53	10 21 34 45 57	13 31 49	07
08	05 17 30 42 56	08 20 31 43 54	07 25 39 52	08
09	10 24 36 47 59	06 17 29 40 52	06 20 32 44 56	09
10	10 21 33 44 55	04 15 27 38 50	08 20 33 45 57	10
11	07 18 29 41 52	01 13 24 36 47 59	09 21 33 45 58	11
12	04 15 26 38 49	10 22 34 45 57	10 22 34 46 58	12
13	02 19 32 45 57	08 20 31 43 54	10 23 35 47 59	13
14	09 21 33 45 57	06 17 29 40 52	11 23 36 48	14
15	09 21 33 45 57	03 15 27 38 50	00 12 24 36 48	15
16	09 21 33 45 57	01 13 24 36 47 59	01 13 25 37 49	16
17	09 21 33 45 57	10 22 33 45 56	01 13 26 38 50	17
18	12 24 36 51 59 s	08 20 31 44 58	02 14 26 39 51	18
19	08 20 33 46 53 s	12 25 40 47 s 57	03 15 27 39 51	19
20	00 15 30 45	15 24 s 35 54	04 17 31 47 55 s	20
21	00 14 28 41 55	12 31 49	04 22 31 s 40 58	21
22	09 22 37 51	07 25 44	16 26 s 35 53	22
23	06 20 32 s 43 s 56 s	02 20 38 s 56 s	11 30 s 48 s	23
00	10 s 23 s	14 s 32 s	05 s 24 s	00

S = spremište Dubrava

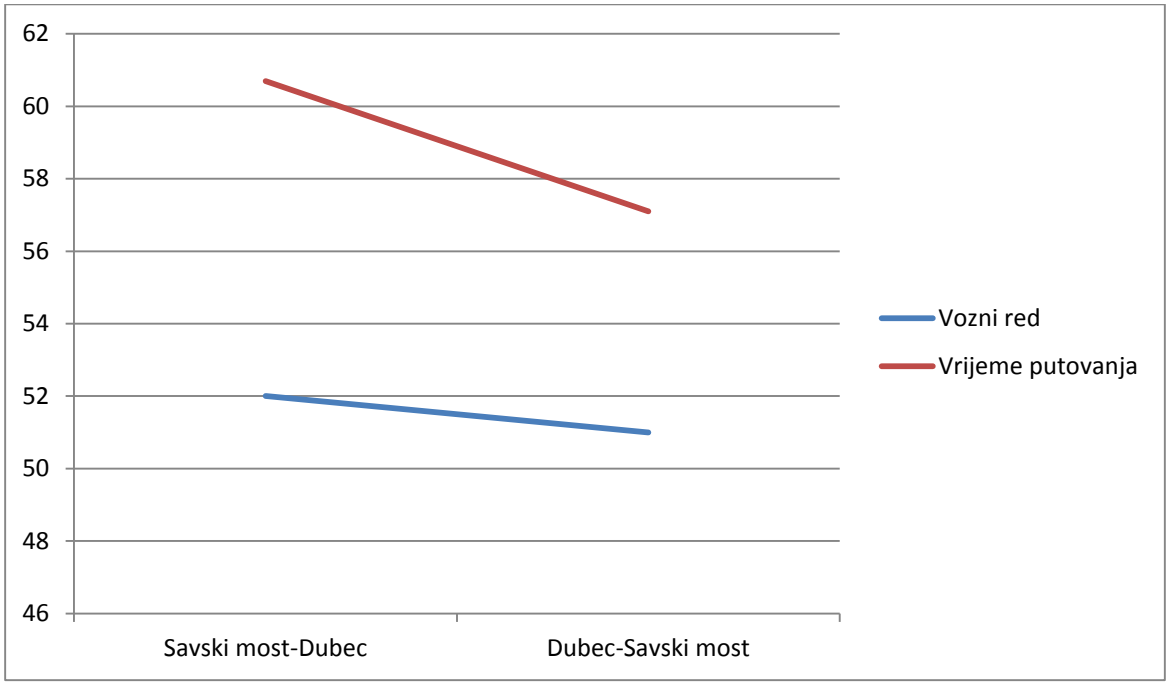
Kontakt centar: 060 100 001 e-mail: javnost@zet.hr www.zet.hr
(cijena poziva s fiksne linije je 1,16 kuna/min, a s mobilne 2,36 kuna/min. PDV je uračunat.)
Operator: HT d.d. Savska cesta 32, Zagreb

Slika 23. Prikaz voznog reda za tramvajsku liniju 4.

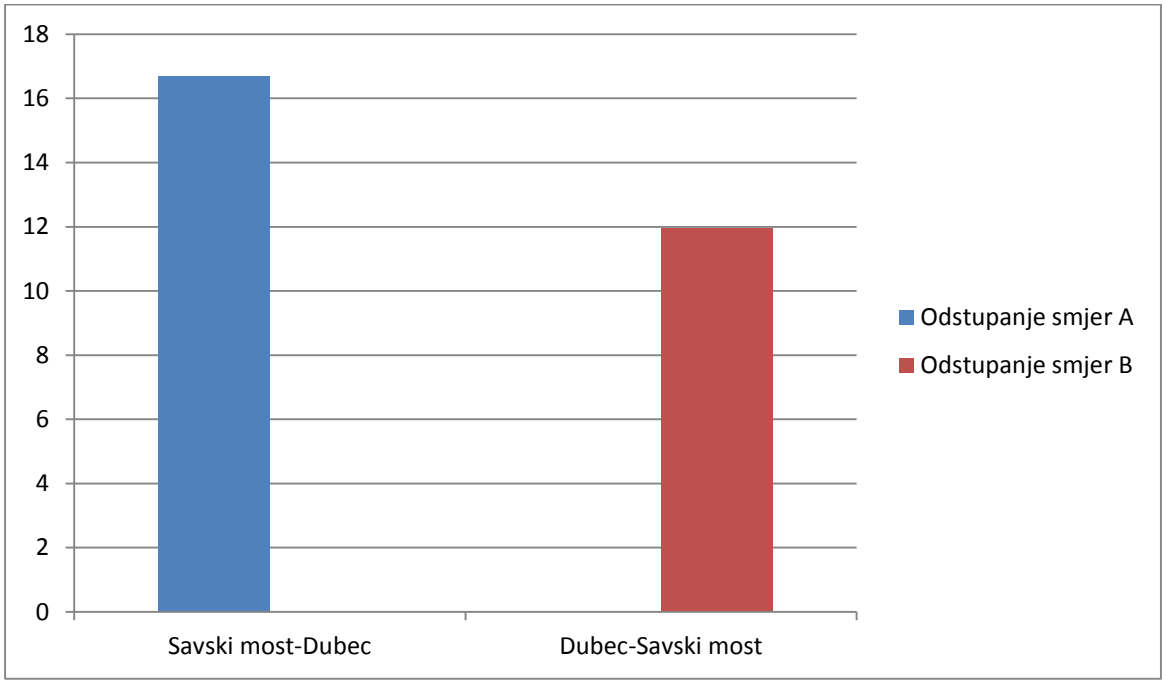
Izvor: www.zet.hr

Prema voznom redu tramvajska linija 4. od Dubca do Savskog mosta ima vrijeme putovanja T_p=51min, dok prema rezultatima iz formule (2.) T_{pb}=57,1min. Iz rezultata se može zaključiti da dolazi do kašnjenja od 6,1min. Prema formuli (4.) na liniji 1. od Borongja do Zapadnog kolodvora dolazi do odstupanja δ_b=11,96%, pa je potrebno provesti određene mjere kako bi se vrijeme putovanja prilagodilo voznom redu.

Odstupanje na cijeloj liniji se dobije iz formule (5.), a ono za liniju 4. iznosi δ_o=14,33%.



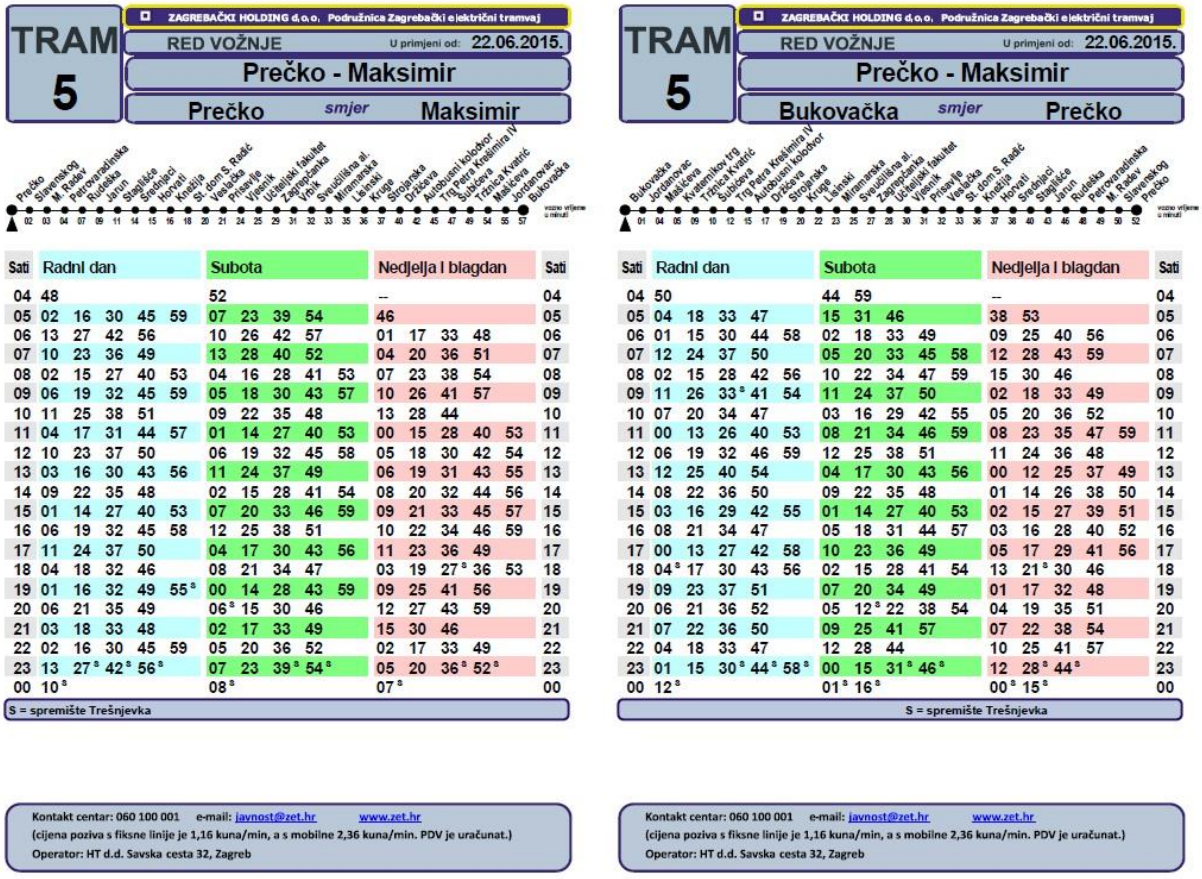
Grafikon 7. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 4.



Grafikon 8. Odstupanje linije 4.

Linija 5. Prečko-Maksimir

Prema voznom redu tramvajska linija 5. od Prečkog do Maksimira ima vrijeme putovanja T_p=57min, dok prema rezultatima iz formule (1.) T_{pa}=55,6min. Iz rezultata se može zaključiti da je tramvaj došao ranije 1,4min. Prema formuli (3.) na liniji 5. od Prečkog do Maksimira dolazi do odstupanja δ_a=-2,5%. U ovom slučaju vozilo je došlo ranije nego je predviđeno prema voznom redu.



TRAM 5

ZAGREBAČKI HOLDING d.o.o. Podružnica Zagrebački električni tramvaj

RED VOŽNJE U primjeni od: 22.06.2015.

Prečko - Maksimir

Prečko smjer Maksimir

Prečko, Slavenskog, M. Radev, Petrovaradinska, Rudeška, Jarun, Staglišće, Srednjaci, Horvati, Knežija, Sl. dom S. Radić, Veslačka, Prisavlje, Vijenik, Učiteljski fakultet, Zagrepčanka, Vrbik, Sveučilišna al., Mirnarska, Lisinski, Kruge, Strojarska, Držićeva, Autobusni kolodvor, Trg Petra Krešimira IV, Subićeva, Trnjica Kvatrić, Mašićeva, Jordanovac, Bukovačka

Sati	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan	Sati
04	48	52	--	04
05	02 16 30 45 59	07 23 39 54	46	05
06	13 27 42 56	10 26 42 57	01 17 33 48	06
07	10 23 36 49	13 28 40 52	04 20 36 51	07
08	02 15 27 40 53	04 16 28 41 53	07 23 38 54	08
09	06 19 32 45 59	05 18 30 43 57	10 26 41 57	09
10	11 25 38 51	09 22 35 48	13 28 44	10
11	04 17 31 44 57	01 14 27 40 53	00 15 28 40 53	11
12	10 23 37 50	06 19 32 45 58	05 18 30 42 54	12
13	03 16 30 43 56	11 24 37 49	06 19 31 43 55	13
14	09 22 35 48	02 15 28 41 54	08 20 32 44 56	14
15	01 14 27 40 53	07 20 33 46 59	09 21 33 45 57	15
16	06 19 32 45 58	12 25 38 51	10 22 34 46 59	16
17	11 24 37 50	04 17 30 43 56	11 23 36 49	17
18	04 18 32 46	08 21 34 47	03 19 27 S 36 53	18
19	01 16 32 49 55 S	00 14 28 43 59	09 25 41 56	19
20	06 21 35 49	06 S 15 30 46	12 27 43 59	20
21	03 18 33 48	02 17 33 49	15 30 46	21
22	02 16 30 45 59	05 20 36 52	02 17 33 49	22
23	13 27 S 42 S 56 S	07 23 39 S 54 S	05 20 36 S 52 S	23
00	10 S	08 S	07 S	00

S = spremište Trešnjevka

Kontakt centar: 060 100 001 e-mail: javnost@zet.hr www.zet.hr
(cijena poziva s fiksne linije je 1,16 kuna/min, a s mobilne 2,36 kuna/min. PDV je uračunat.)
Operator: HT d.d. Savska cesta 32, Zagreb

TRAM 5

ZAGREBAČKI HOLDING d.o.o. Podružnica Zagrebački električni tramvaj

RED VOŽNJE U primjeni od: 22.06.2015.

Prečko - Maksimir

Bukovačka smjer Prečko

Bukovačka, Jordanovac, Mašićeva, Kvatrićkov trg, Trnjica Kvatrić, Subićeva, Trg Petra Krešimira IV, Autobusni kolodvor, Držićeva, Strojarska, Kruge, Lisinski, Mirnarska, Sveučilišna al., Zagrepčanka, Učiteljski fakultet, Vijenik, Prisavlje, Veslačka, Sl. dom S. Radić, Knežija, Horvati, Srednjaci, Staglišće, Jarun, Rudeška, Petrovaradinska, M. Radev, Slavenskog, Prečko

Sati	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan	Sati
04	50	44 59	--	04
05	04 18 33 47	15 31 46	38 53	05
06	01 15 30 44 58	02 18 33 49	09 25 40 56	06
07	12 24 37 50	05 20 33 45 58	12 28 43 59	07
08	02 15 28 42 56	10 22 34 47 59	15 30 46	08
09	11 26 33 S 41 54	11 24 37 50	02 18 33 49	09
10	07 20 34 47	03 16 29 42 55	05 20 36 52	10
11	00 13 26 40 53	08 21 34 46 59	08 23 35 47 59	11
12	06 19 32 46 59	12 25 38 51	11 24 36 48	12
13	12 25 40 54	04 17 30 43 56	00 12 25 37 49	13
14	08 22 36 50	09 22 35 48	01 14 26 38 50	14
15	03 16 29 42 55	01 14 27 40 53	02 15 27 39 51	15
16	08 21 34 47	05 18 31 44 57	03 16 28 40 52	16
17	00 13 27 42 58	10 23 36 49	05 17 29 41 56	17
18	04 S 17 30 43 56	02 15 28 41 54	13 21 S 30 46	18
19	09 23 37 51	07 20 34 49	01 17 32 48	19
20	06 21 36 52	05 12 S 22 38 54	04 19 35 51	20
21	07 22 36 50	09 25 41 57	07 22 38 54	21
22	04 18 33 47	12 28 44	10 25 41 57	22
23	01 15 30 S 44 S 58 S	00 15 31 S 46 S	12 28 S 44 S	23
00	12 S	01 S 16 S	00 S 15 S	00

S = spremište Trešnjevka

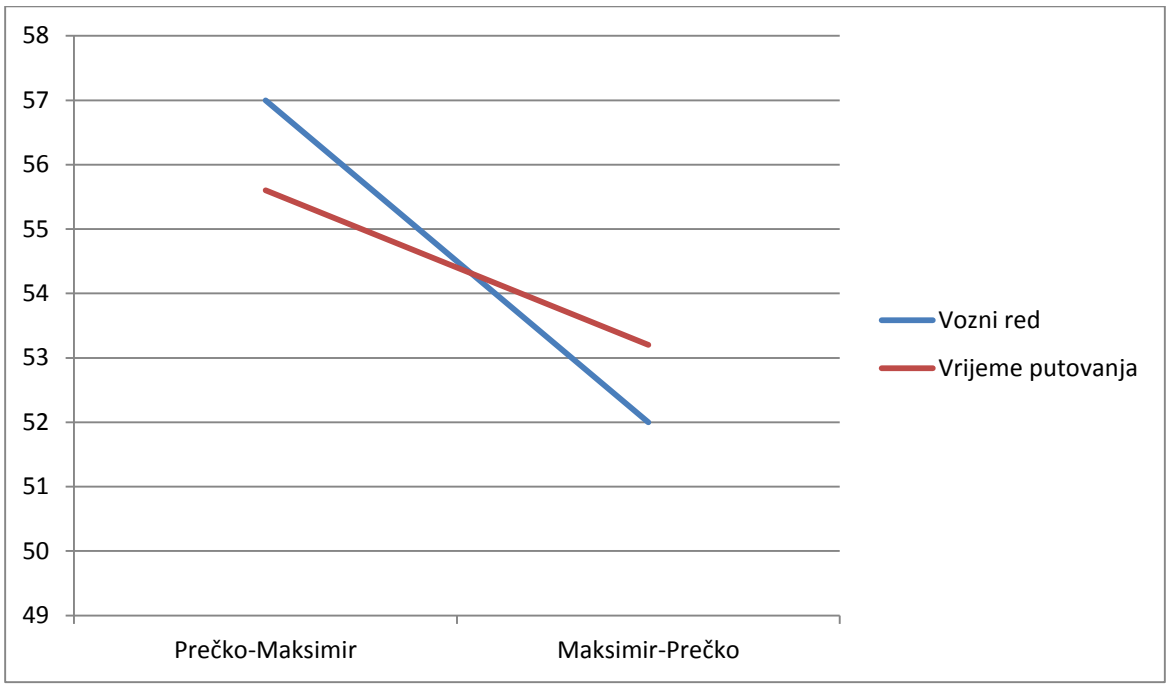
Kontakt centar: 060 100 001 e-mail: javnost@zet.hr www.zet.hr
(cijena poziva s fiksne linije je 1,16 kuna/min, a s mobilne 2,36 kuna/min. PDV je uračunat.)
Operator: HT d.d. Savska cesta 32, Zagreb

Slika 24. Prikaz voznog reda za tramvajsku liniju 5.

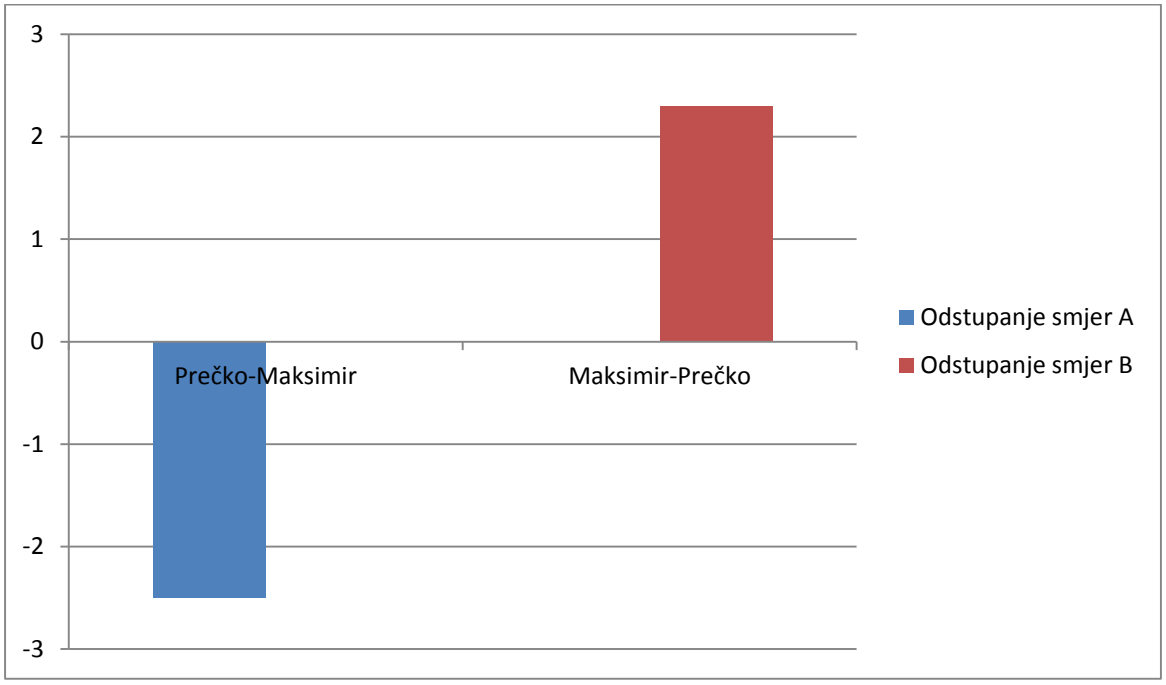
Izvor. www.zet.hr

Prema voznom redu tramvajska linija 5. od Maksimira do Prečkog ima vrijeme putovanja T_p=52min, dok prema rezultatima iz formule (2.) T_{pb}=53,2min. Iz rezultata se može zaključiti da dolazi do kašnjenja od 1,2min. Prema formuli (4.) na liniji 5. od Maksimira do Prečkog dolazi do odstupanja δ_b=2,3%, pa je potrebno provesti određene mjere kako bi se vrijeme putovanja prilagodilo voznom redu.

Odstupanje na cijeloj liniji se dobije iz formule (5.), a ono za liniju 5. iznosi δ_o=-0,1%.



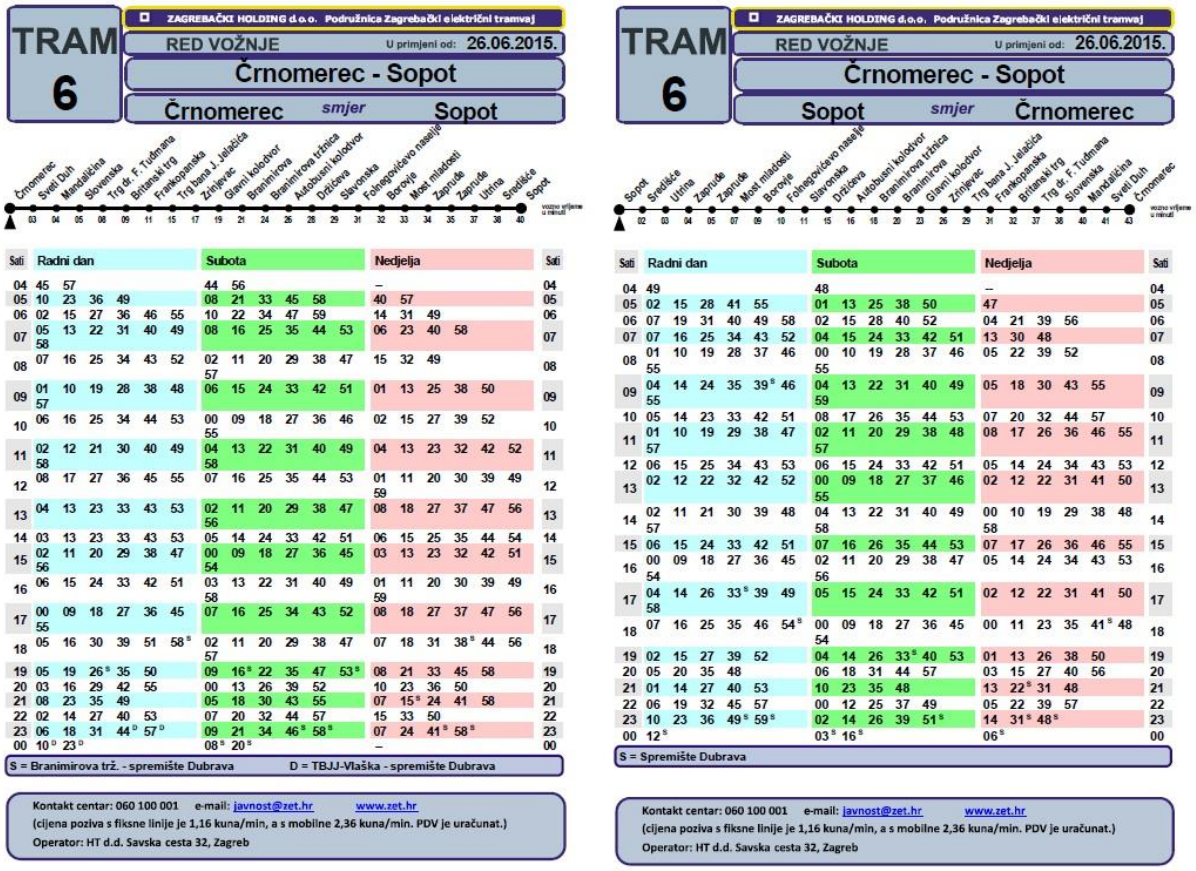
Grafikon 9. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 5.



Grafikon 10. Odstupanje linije 5.

Linija 6. Črnomerec-Sopot

Prema voznom redu tramvajska linija 6. od Črnomerca do Sopota ima vrijeme putovanja T_p=40min, dok prema rezultatima iz formule (1.) T_{pa}=41,2min. Iz rezultata se može zaključiti da dolazi do kašnjenja od 1,2min. Prema formuli (3.) na liniji 6. od Črnomerca do Sopota dolazi do odstupanja δ_a=3%, pa je potrebno provesti određene mjere kako bi se vrijeme putovanja prilagodilo voznom redu.

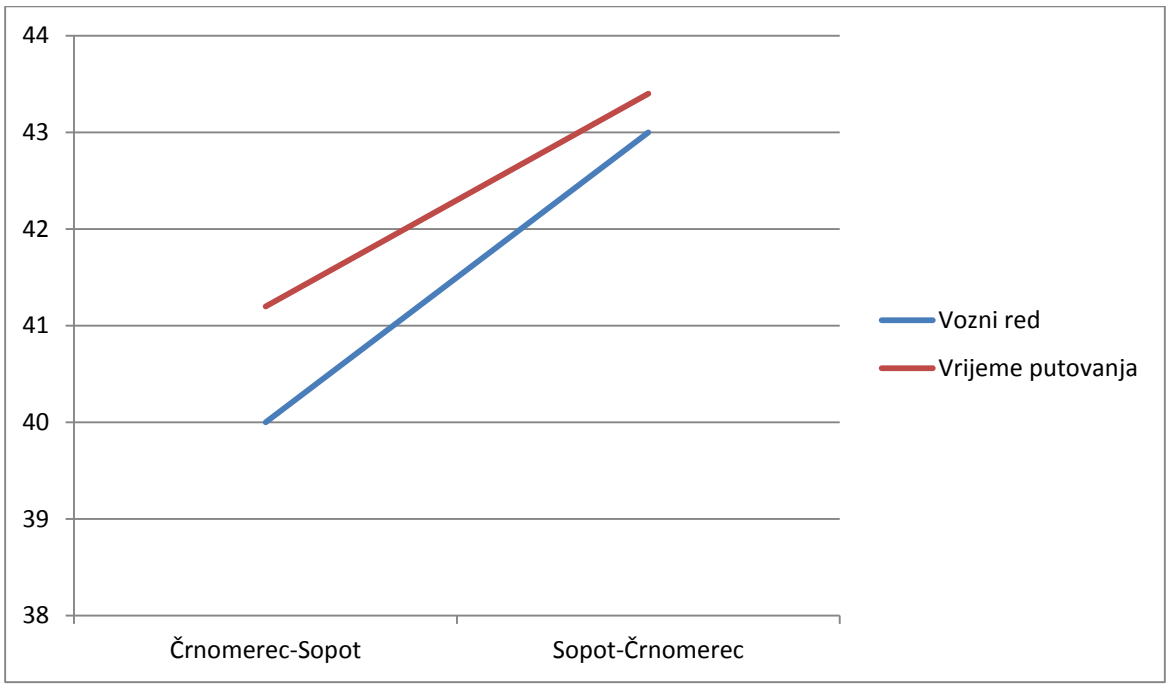


Slika 25. Prikaz voznog reda za tramvajsku liniju 6.

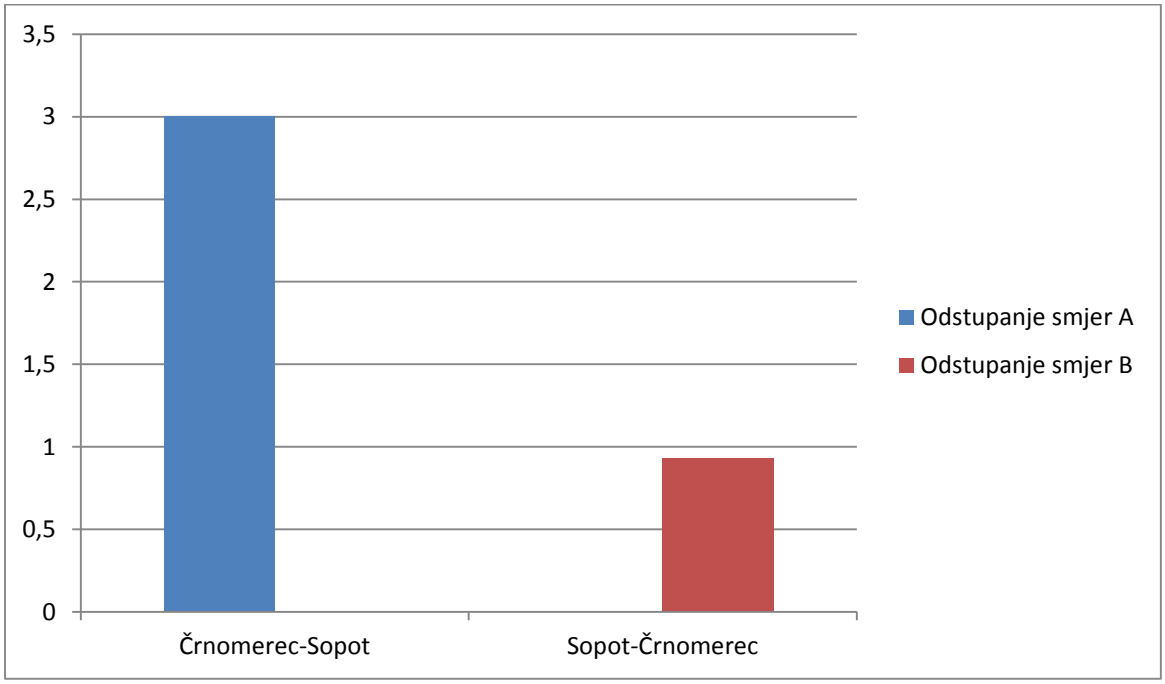
Izvor: www.zet.hr

Prema voznom redu tramvajska linija 6. od Sopota do Črnomerca ima vrijeme putovanja T_p=43min, dok prema rezultatima iz formule (2.) T_{pb}=43,4min. Iz rezultata se može zaključiti da dolazi do kašnjenja od 0,4min. Prema formuli (4.) na liniji 6. od Sopota do Črnomerca dolazi do odstupanja δ_b=0,93%, pa je potrebno provesti određene mjere kako bi se vrijeme putovanja prilagodilo voznom redu.

Odstupanje na cijeloj liniji se dobije iz formule (5.), a ono za liniju 6. iznosi δ_o=1,965%.



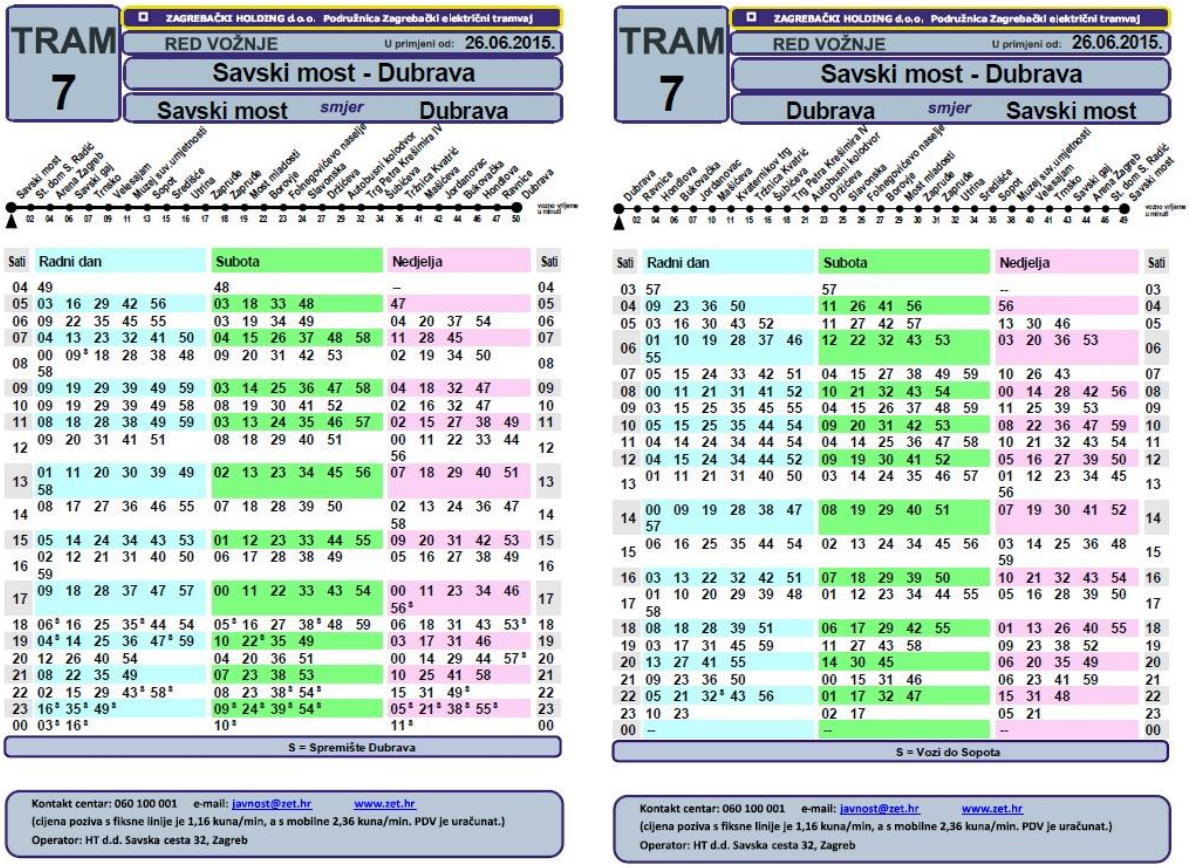
Grafikon 11. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 6.



Grafikon 12. Odstupanje linje 6.

Linija 7. Savski most-Dubrava

Prema voznom redu tramvajska linija 7. od Savskog mosta do Dubrave ima vrijeme putovanja T_p=50min, dok prema rezultatima iz formule (1.) T_{pa}=53min. Iz rezultata se može zaključiti da dolazi do kašnjenja od 3min. Prema formuli (3.) na liniji 7. od Savskog mosta do Dubrave dolazi do odstupanja δ_a=6%, pa je potrebno provesti određene mjere kako bi se vrijeme putovanja prilagodilo voznom redu.



TRAM 7

ZAGREBAČKI HOLDING d.o.o. Podružnica Zagrebački električni tramvaj

RED VOŽNJE U primjeni od: 26.06.2015.

Savski most - Dubrava

Savski most *smjer* Dubrava

Savski most – Sv. dom S. Radić – Arena Zagreb – Savski gaj – Trnsko – Velesajam – Muzej suv umjetnosti – Sopot – Središće – Utrina – Zapruđe – Zapruđe – Most mladosti – Borovje – Fotegovićevo naselje – Slavonska – Držićeva – Autobusni kolodvor – Trg Petra Krešimira IV – Šubićeva – Tržnica Kvatrić – Maščeva – Jordanovac – Bukovačka – Hondlova – Ravnice – Dubrava

vozno vrijeme u minuti: 02 04 06 07 09 11 13 15 16 17 18 19 22 23 24 27 29 32 34 36 41 42 44 46 47 50

Sati	Radni dan	Subota	Nedjelja	Sati
04	49	48	–	04
05	03 16 29 42 56	03 18 33 48	47	05
06	09 22 35 45 55	03 19 34 49	04 20 37 54	06
07	04 13 23 32 41 50	04 15 26 37 48 58	11 28 45	07
08	00 58 09[S] 18 28 38 48	09 20 31 42 53	02 19 34 50	08
09	09 19 29 39 49 59	03 14 25 36 47 58	04 18 32 47	09
10	09 19 29 39 49 58	08 19 30 41 52	02 16 32 47	10
11	08 18 28 38 49 59	03 13 24 35 46 57	02 15 27 38 49	11
12	09 20 31 41 51	08 18 29 40 51	00 11 22 33 44 56	12
13	01 58 11 20 30 39 49	02 13 23 34 45 56	07 18 29 40 51	13
14	08 17 27 36 46 55	07 18 28 39 50	02 13 24 36 47 58	14
15	05 14 24 34 43 53	01 12 23 33 44 55	09 20 31 42 53	15
16	02 59 12 21 31 40 50	06 17 28 38 49	05 16 27 38 49	16
17	09 18 28 37 47 57	00 11 22 33 43 54	00 56[S] 11 23 34 46	17
18	06[S] 16 25 35[S] 44 54	05[S] 16 27 38[S] 48 59	06 18 31 43 53[S]	18
19	04[S] 14 25 36 47[S] 59	10 22[S] 35 49	03 17 31 46	19
20	12 26 40 54	04 20 36 51	00 14 29 44 57[S]	20
21	08 22 35 49	07 23 38 53	10 25 41 58	21
22	02 15 29 43[S] 58[S]	08 23 38[S] 54[S]	15 31 49[S]	22
23	16[S] 35[S] 49[S]	09[S] 24[S] 39[S] 54[S]	05[S] 21[S] 38[S] 55[S]	23
00	03[S] 16[S]	10[S]	11[S]	00

S = Spremište Dubrava

Kontakt centar: 060 100 001 e-mail: javnost@zet.hr www.zet.hr
(cijena poziva s fiksne linije je 1,16 kuna/min, a s mobilne 2,36 kuna/min. PDV je uračunat.)
Operator: HT d.d. Savska cesta 32, Zagreb

TRAM 7

ZAGREBAČKI HOLDING d.o.o. Podružnica Zagrebački električni tramvaj

RED VOŽNJE U primjeni od: 26.06.2015.

Savski most - Dubrava

Dubrava *smjer* Savski most

Dubrava – Ravnice – Hondlova – Bukovačka – Jordanovac – Maščeva – Kvaternikov trg – Tržnica Kvatrić – Šubićeva – Trg Petra Krešimira IV – Autobusni kolodvor – Držićeva – Slavonska – Borovje – Fotegovićevo naselje – Most mladosti – Zapruđe – Zapruđe – Utrina – Središće – Sopot – Muzej suv umjetnosti – Velesajam – Trnsko – Savski gaj – Arena Zagreb – Sv. dom S. Radić – Savski most

vozno vrijeme u minuti: 02 04 06 07 10 11 15 16 18 21 23 25 26 27 29 30 31 32 34 35 38 40 41 43 44 46 49

Sati	Radni dan	Subota	Nedjelja	Sati
03	57	57	--	03
04	09 23 36 50	11 26 41 56	56	04
05	03 16 30 43 52	11 27 42 57	13 30 46	05
06	01 10 19 28 37 46 55	12 22 32 43 53	03 20 36 53	06
07	05 15 24 33 42 51	04 15 27 38 49 59	10 26 43	07
08	00 11 21 31 41 52	10 21 32 43 54	00 14 28 42 56	08
09	03 15 25 35 45 55	04 15 26 37 48 59	11 25 39 53	09
10	05 15 25 35 44 54	09 20 31 42 53	08 22 36 47 59	10
11	04 14 24 34 44 54	04 14 25 36 47 58	10 21 32 43 54	11
12	04 15 24 34 44 52	09 19 30 41 52	05 16 27 39 50	12
13	01 11 21 31 40 50	03 14 24 35 46 57	01 12 23 34 45 56	13
14	00 57 09 19 28 38 47	08 19 29 40 51	07 19 30 41 52	14
15	06 16 25 35 44 54	02 13 24 34 45 56	03 14 25 36 48 59	15
16	03 13 22 32 42 51	07 18 29 39 50	10 21 32 43 54	16
17	01 58 10 20 29 39 48	01 12 23 34 44 55	05 16 28 39 50	17
18	08 18 28 39 51	06 17 29 42 55	01 13 26 40 55	18
19	03 17 31 45 59	11 27 43 58	09 23 38 52	19
20	13 27 41 55	14 30 45	06 20 35 49	20
21	09 23 36 50	00 15 31 46	06 23 41 59	21
22	05 21 32[S] 43 56	01 17 32 47	15 31 48	22
23	10 23	02 17	05 21	23
00	--	--	--	00

S = Vozi do Sopota

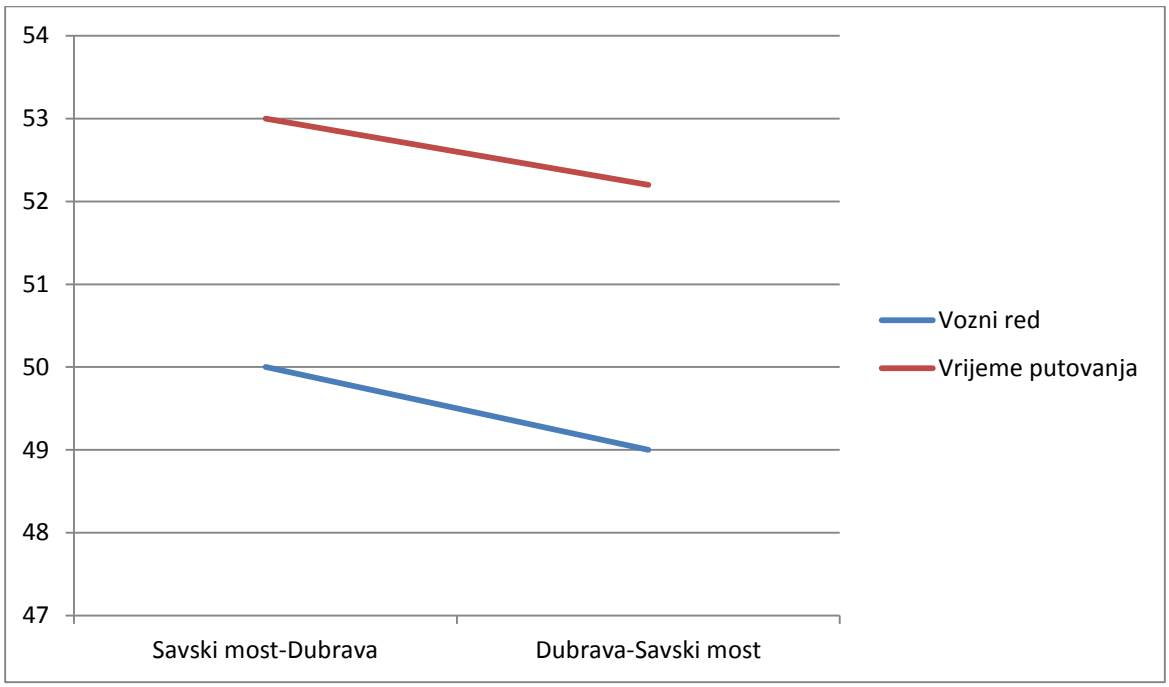
Kontakt centar: 060 100 001 e-mail: javnost@zet.hr www.zet.hr
(cijena poziva s fiksne linije je 1,16 kuna/min, a s mobilne 2,36 kuna/min. PDV je uračunat.)
Operator: HT d.d. Savska cesta 32, Zagreb

Slika 26. Prikaz voznog reda za tramvajsku liniju 7.

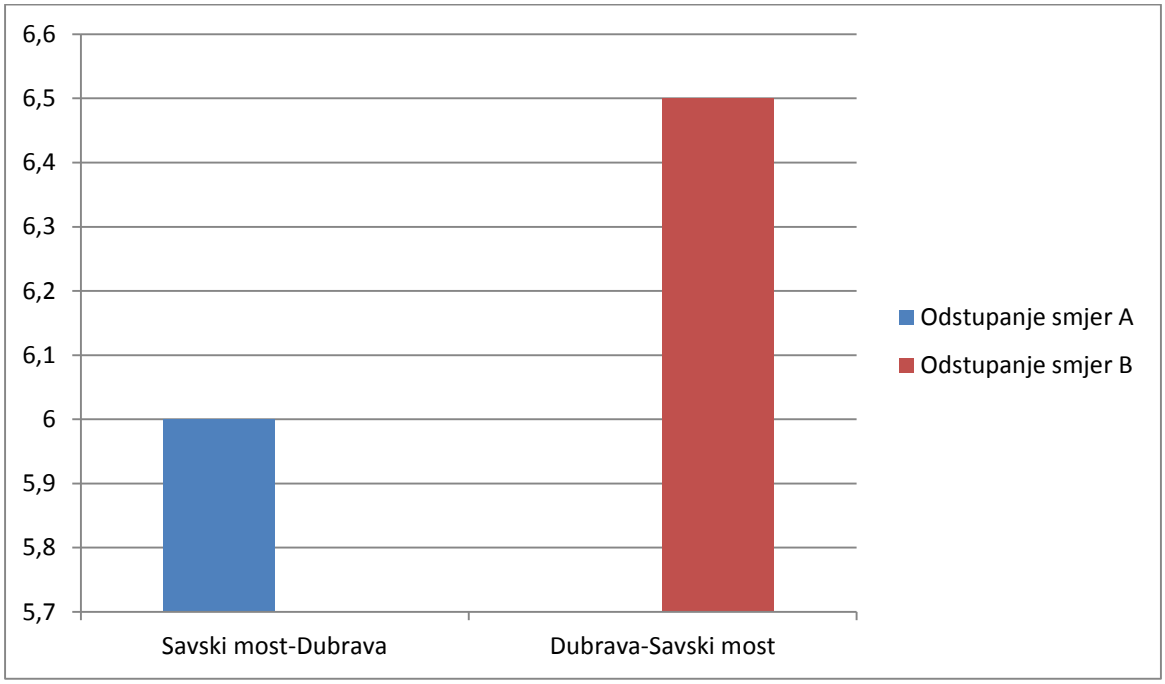
Izvor. www.zet.hr

Prema voznom redu tramvajska linija 7. od Dubrave do Savskog mosta ima vrijeme putovanja T_p=49min, dok prema rezultatima iz formule (2.) T_{pb}=52,2min. Iz rezultata se može zaključiti da dolazi do kašnjenja od 3,2min. Prema formuli (4.) na liniji 7. od Dubrave do Savskog mosta dolazi do odstupanja δ_b=6,5%, pa je potrebno provesti određene mjere kako bi se vrijeme putovanja prilagodilo voznom redu.

Odstupanje na cijeloj liniji se dobije iz formule (5.), a ono za liniju 7. iznosi δ_o=6,25%.



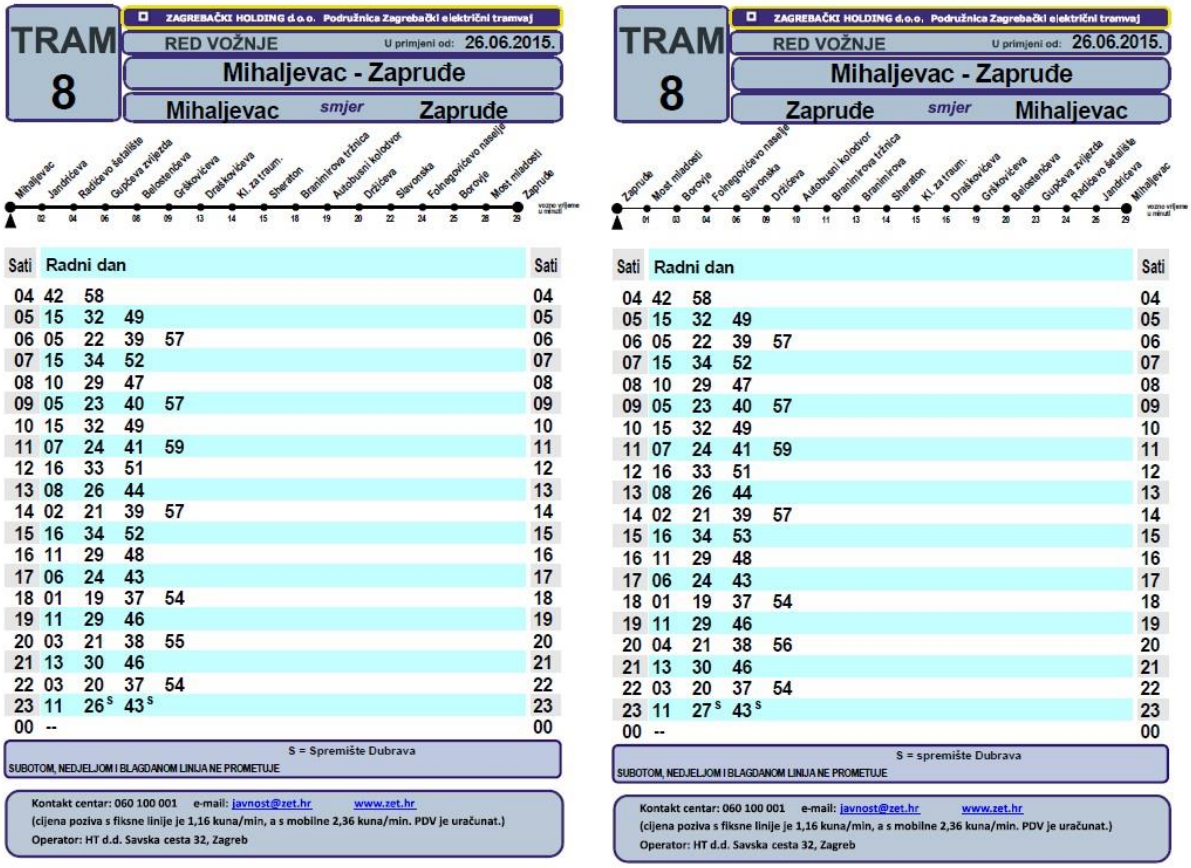
Grafikon 13. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 7.



Grafikon 14. Odstupanje linije 7.

Linija 8. Mihaljevac-Zapruđe

Prema voznom redu tramvajska linija 8. od Mihaljevca do Zapruđa ima vrijeme putovanja T_p=29min, dok prema rezultatima iz formule (1.) T_{pa}=29,1min. Iz rezultata se može zaključiti da dolazi do kašnjenja od 0,1min. Prema formuli (3.) na liniji 8. od Mihaljevca do Zapruđa dolazi do odstupanja δ_a=0,34%, pa je potrebno provesti određene mjere kako bi se vrijeme putovanja prilagodilo voznom redu.

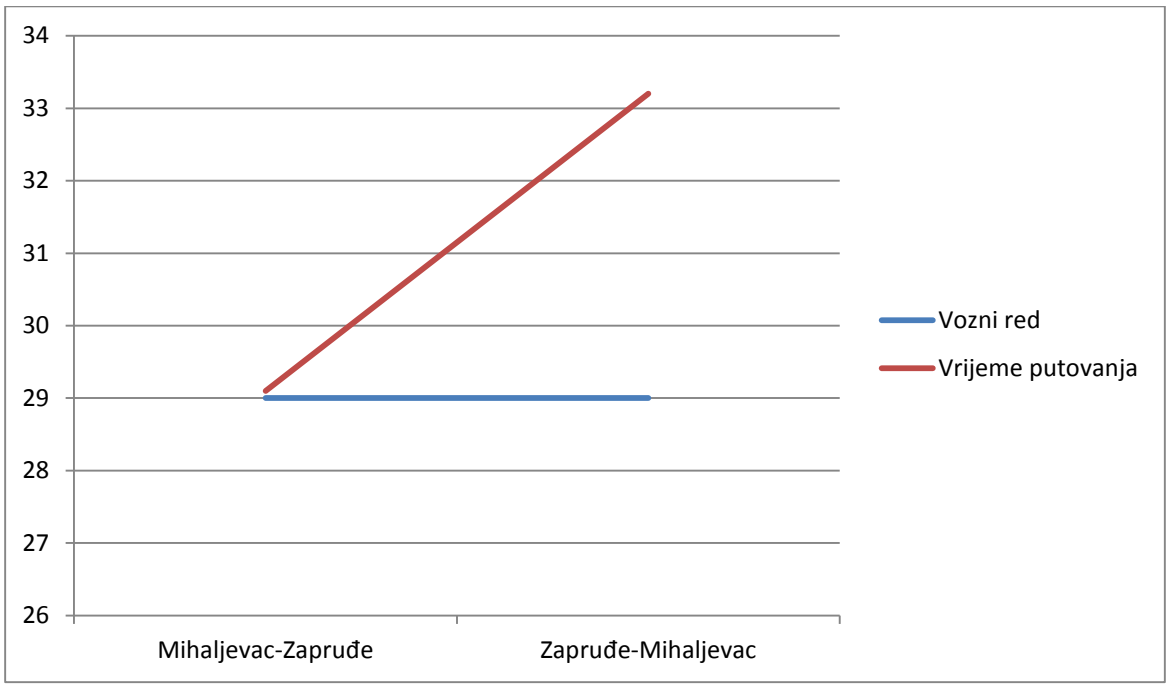


Slika 27. Prikaz voznog reda za tramvajsku liniju 8.

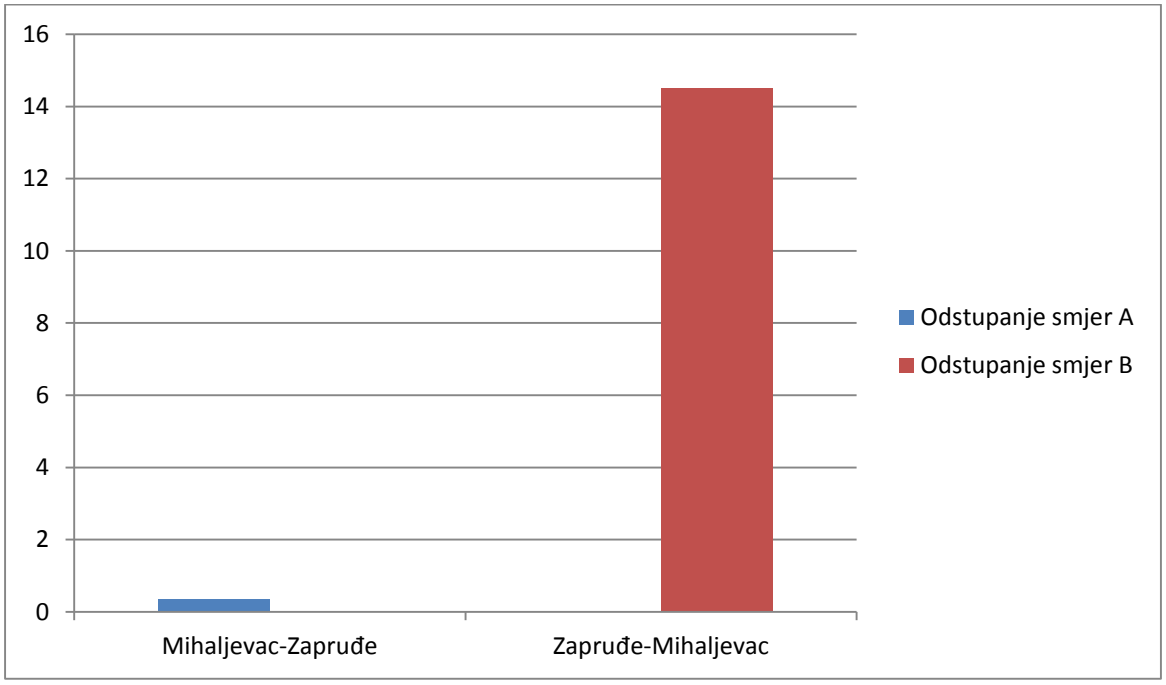
Izvor: www.zet.hr

Prema voznom redu tramvajska linija 8. od Zapruđa do Mihaljevca ima vrijeme putovanja T_p=29min, dok prema rezultatima iz formule (2.) T_{pb}=33,2min. Iz rezultata se može zaključiti da dolazi do kašnjenja od 4,2min. Prema formuli (4.) na liniji 7. od Dubrave do Savskog mosta dolazi do odstupanja δ_b=14,5%, pa je potrebno provesti određene mjere kako bi se vrijeme putovanja prilagodilo voznom redu.

Odstupanje na cijeloj liniji se dobije iz formule (5.), a ono za liniju 8. iznosi δ_o=7,42%.



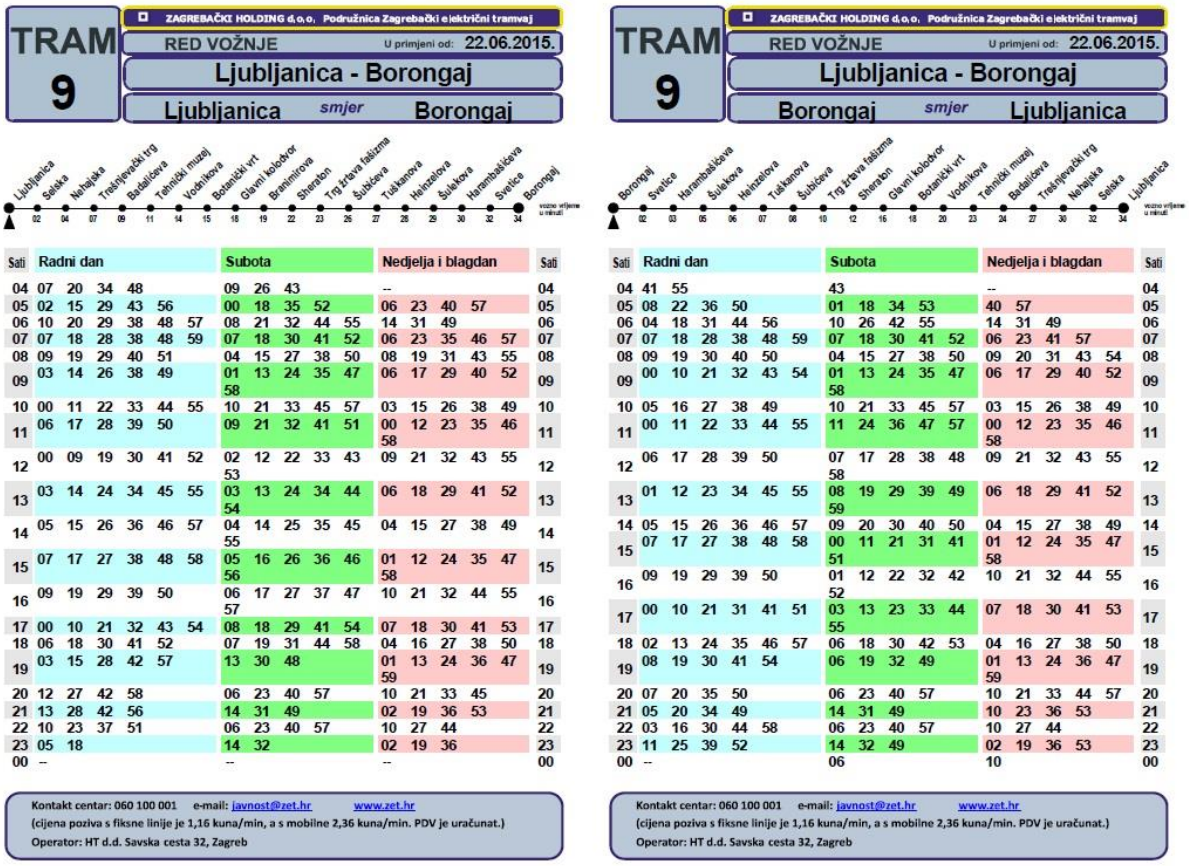
Grafikon 15. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 8.



Grafikon 16. Odstupanje linije 8.

Linija 9. Ljubljanica-Borongaj

Prema voznom redu tramvajska linija 9. od Ljubljanice do Borongaja ima vrijeme putovanja T_p=34min, dok prema rezultatima iz formule (1.) T_{pa}=35min. Iz rezultata se može zaključiti da dolazi do kašnjenja od 1min. Prema formuli (3.) na liniji 9. od Ljubljanice do Borongaja dolazi do odstupanja δ_a=2,9%, pa je potrebno provesti određene mjere kako bi se vrijeme putovanja prilagodilo voznom redu.



TRAM 9

ZAGREBAČKI HOLDING d.o.o. Podružnica Zagrebački električni tramvaj

RED VOŽNJE U primjeni od: 22.06.2015.

Ljubljanica - Borongaj

Ljubljanica smjer Borongaj

Ljubljanica, Selska, Nehajska, Trešnjevački trg, Badalićeva, Tehnički muzej, Vodnikova, Botanički vrt, Glavni kolodvor, Branimirova, Sheraton, Trg žrtava fašizma, Šubićeva, Tuškanova, Heinzelova, Šulekova, Harambašićeva, Svetice, Borongaj

vozno vrijeme u minuti: 02 04 07 09 11 14 15 18 19 22 23 26 27 28 29 30 32 34

Sati	Radni dan						Subota						Nedjelja i blagdan						Sati
04	07	20	34	48			09	26	43				--						04
05	02	15	29	43	56		00	18	35	52			06	23	40	57			05
06	10	20	29	38	48	57	08	21	32	44	55		14	31	49				06
07	07	18	28	38	48	59	07	18	30	41	52		06	23	35	46	57		07
08	09	19	29	40	51		04	15	27	38	50		08	19	31	43	55		08
09	03	14	26	38	49		01 58	13	24	35	47		06	17	29	40	52		09
10	00	11	22	33	44	55	10	21	33	45	57		03	15	26	38	49		10
11	06	17	28	39	50		09	21	32	41	51		00 58	12	23	35	46		11
12	00	09	19	30	41	52	02 53	12	22	33	43		09	21	32	43	55		12
13	03	14	24	34	45	55	03 54	13	24	34	44		06	18	29	41	52		13
14	05	15	26	36	46	57	04 55	14	25	35	45		04	15	27	38	49		14
15	07	17	27	38	48	58	05 56	16	26	36	46		01 58	12	24	35	47		15
16	09	19	29	39	50		06 57	17	27	37	47		10	21	32	44	55		16
17	00	10	21	32	43	54	08	18	29	41	54		07	18	30	41	53		17
18	06	18	30	41	52		07	19	31	44	58		04	16	27	38	50		18
19	03	15	28	42	57		13	30	48				01 59	13	24	36	47		19
20	12	27	42	58			06	23	40	57			10	21	33	45			20
21	13	28	42	56			14	31	49				02	19	36	53			21
22	10	23	37	51			06	23	40	57			10	27	44				22
23	05	18					14	32					02	19	36				23
00	--						--						--						00

Kontakt centar: 060 100 001 e-mail: javnost@zet.hr www.zet.hr
(cijena poziva s fiksne linije je 1,16 kuna/min, a s mobilne 2,36 kuna/min. PDV je uračunat.)
Operator: HT d.d. Savska cesta 32, Zagreb

TRAM 9

ZAGREBAČKI HOLDING d.o.o. Podružnica Zagrebački električni tramvaj

RED VOŽNJE U primjeni od: 22.06.2015.

Ljubljanica - Borongaj

Borongaj smjer Ljubljanica

Borongaj, Svetice, Harambašićeva, Šulekova, Heinzelova, Tuškanova, Šubićeva, Trg žrtava fašizma, Sheraton, Glavni kolodvor, Botanički vrt, Vodnikova, Tehnički muzej, Badalićeva, Trešnjevački trg, Nehajska, Selska, Ljubljanica

vozno vrijeme u minuti: 02 03 05 06 07 08 10 12 16 18 20 23 24 27 30 32 34

Sati	Radni dan						Subota						Nedjelja i blagdan						Sati
04	41	55					43						--						04
05	08	22	36	50			01	18	34	53			40	57					05
06	04	18	31	44	56		10	26	42	55			14	31	49				06
07	07	18	28	38	48	59	07	18	30	41	52		06	23	41	57			07
08	09	19	30	40	50		04	15	27	38	50		09	20	31	43	54		08
09	00	10	21	32	43	54	01 58	13	24	35	47		06	17	29	40	52		09
10	05	16	27	38	49		10	21	33	45	57		03	15	26	38	49		10
11	00	11	22	33	44	55	11	24	36	47	57		00 58	12	23	35	46		11
12	06	17	28	39	50		07 58	17	28	38	48		09	21	32	43	55		12
13	01	12	23	34	45	55	08 59	19	29	39	49		06	18	29	41	52		13
14	05	15	26	36	46	57	09	20	30	40	50		04	15	27	38	49		14
15	07	17	27	38	48	58	00 51	11	21	31	41		01 58	12	24	35	47		15
16	09	19	29	39	50		01 52	12	22	32	42		10	21	32	44	55		16
17	00	10	21	31	41	51	03 55	13	23	33	44		07	18	30	41	53		17
18	02	13	24	35	46	57	06	18	30	42	53		04	16	27	38	50		18
19	08	19	30	41	54		06	19	32	49			01 59	13	24	36	47		19
20	07	20	35	50			06	23	40	57			10	21	33	44	57		20
21	05	20	34	49			14	31	49				10	23	36	53			21
22	03	16	30	44	58		06	23	40	57			10	27	44				22
23	11	25	39	52			14	32	49				02	19	36	53			23
00	--						06						10						00

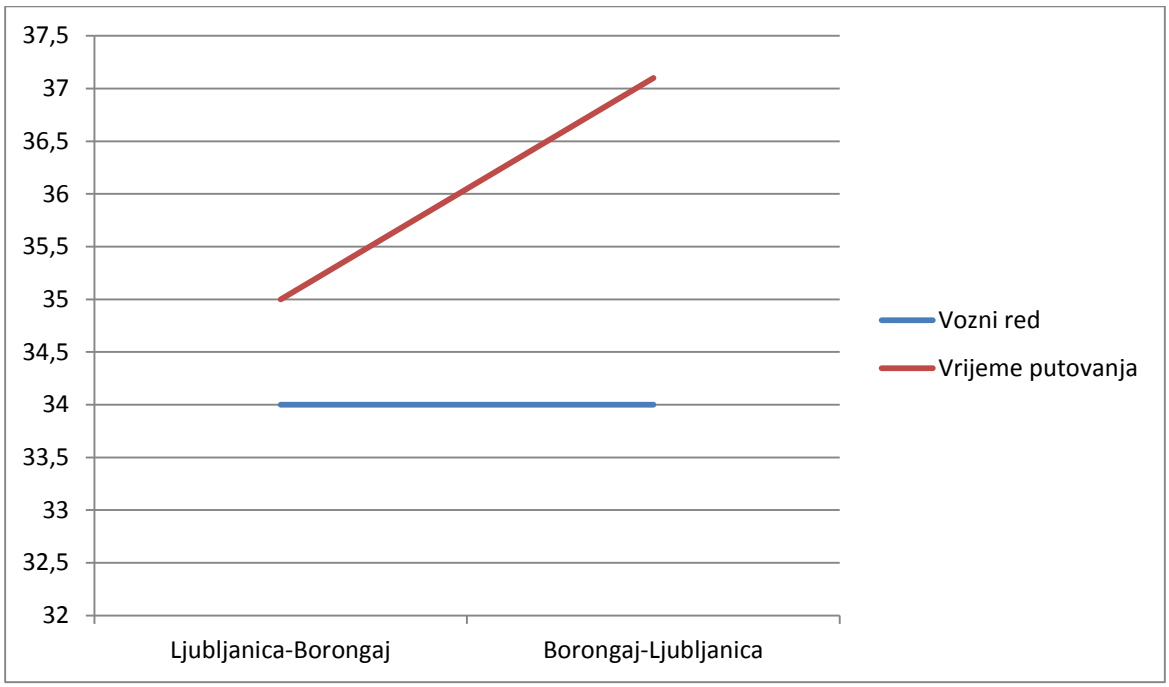
Kontakt centar: 060 100 001 e-mail: javnost@zet.hr www.zet.hr
(cijena poziva s fiksne linije je 1,16 kuna/min, a s mobilne 2,36 kuna/min. PDV je uračunat.)
Operator: HT d.d. Savska cesta 32, Zagreb

Slika 28. Prikaz voznog rada za tramvajsku linju 9.

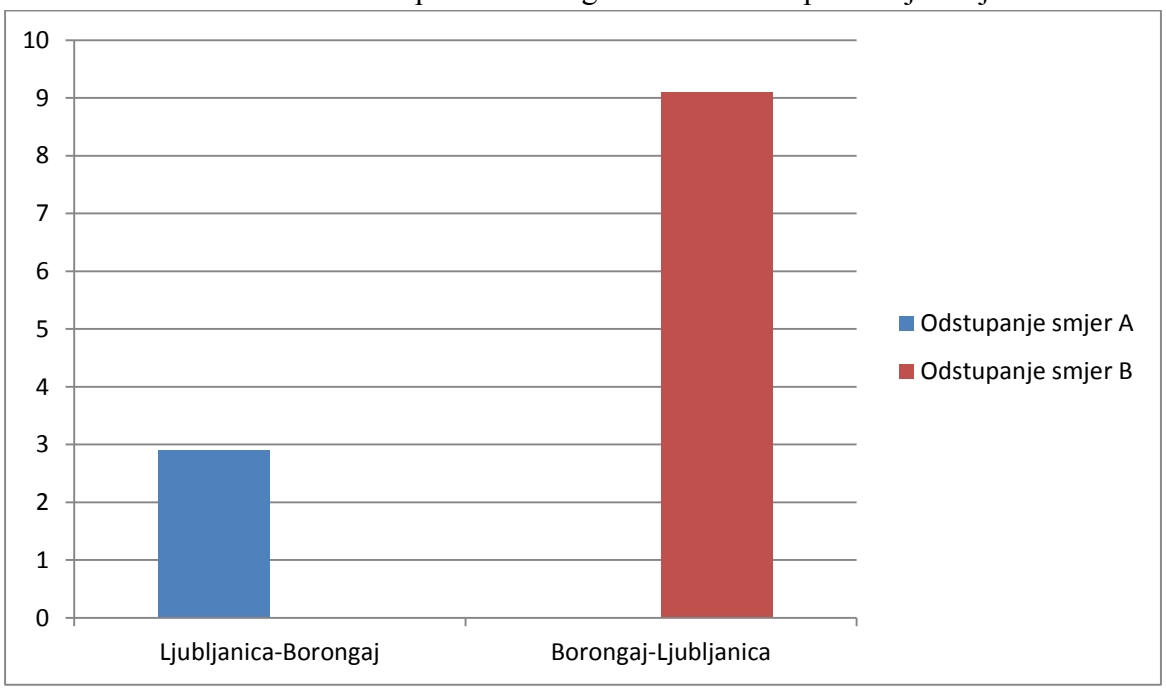
Izvor: www.zet.hr

Prema voznom redu tramvajska linija 9. od Borongaja do Ljubljanice ima vrijeme putovanja T_p=34min, dok prema rezultatima iz formule (2.) T_{pb}=37,1min. Iz rezultata se može zaključiti da dolazi do kašnjenja od 3,1min. Prema formuli (4.) na liniji 9. od Borongaja do Ljubljanice dolazi do odstupanja δ_b=9,1%, pa je potrebno provesti određene mjere kako bi se vrijeme putovanja prilagodilo voznom redu.

Odstupanje na cijeloj liniji se dobije iz formule (5.), a ono za liniju 9. iznosi δ_o=6%.



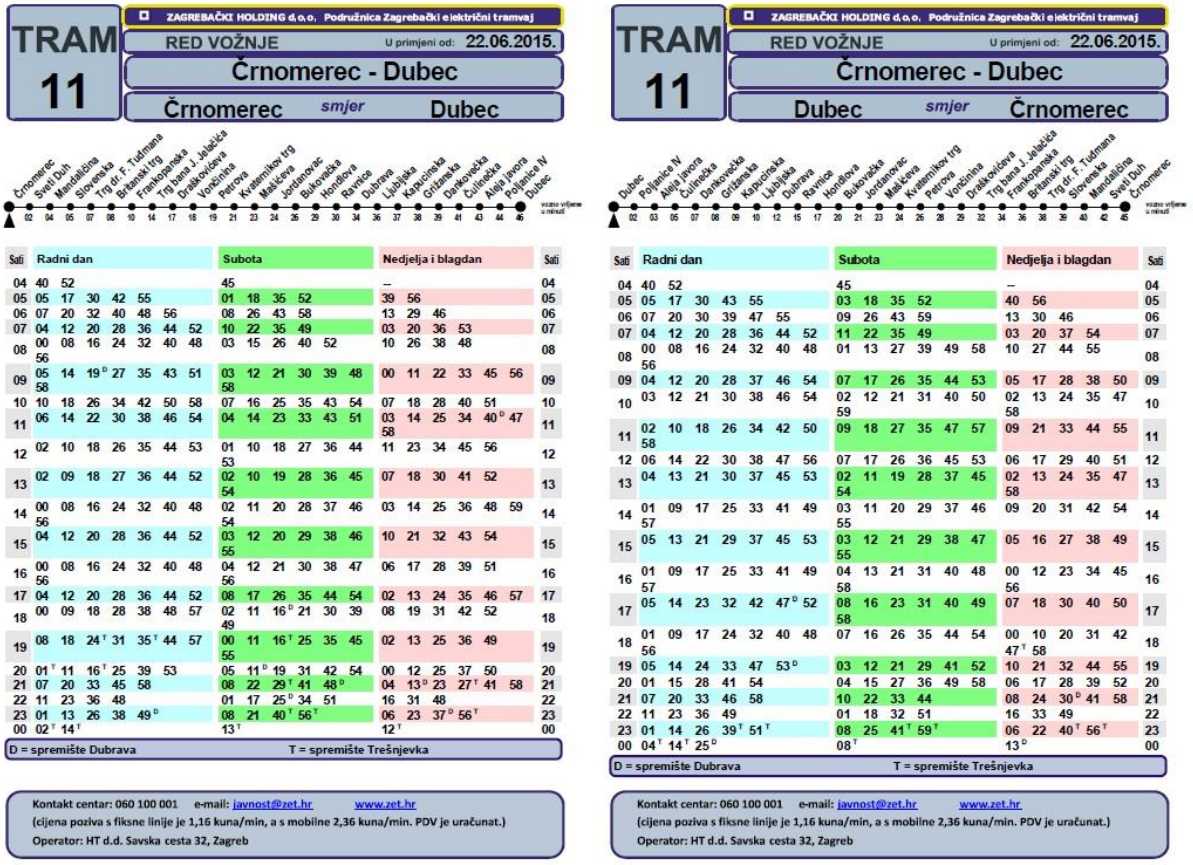
Grafikon 17. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 9.



Grafikon 18. Odstupanje linije 9.

Linija 11. Črnomerec-Dubec

Prema voznom redu tramvajska linija 11. od Črnomerca do Dubca ima vrijeme putovanja T_p=46min, dok prema rezultatima iz formule (1.) T_{pa}=44,9min. Iz rezultata se može zaključiti da je tramvaj došao ranije 1,1min. Prema formuli (3.) na liniji 11. od Črnomerca do Dubca dolazi do odstupanja δ_a=-2,4%. U ovom slučaju vozilo je došlo ranije nego je predviđeno prema voznom redu.

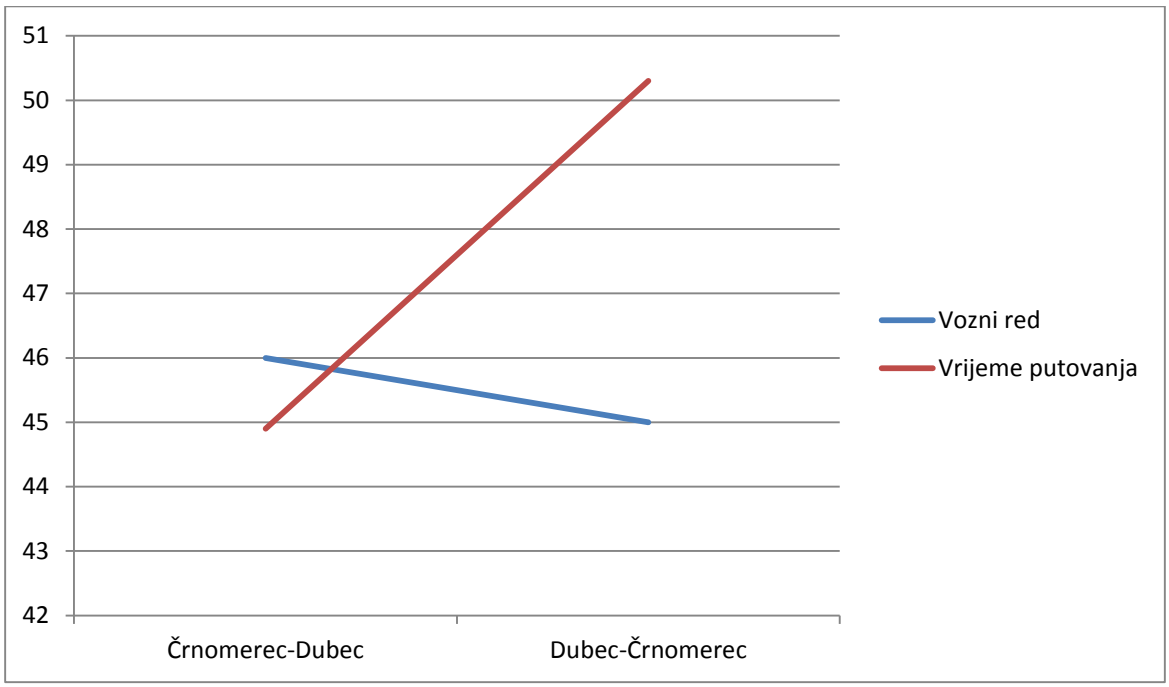


Slika 29. Prikaz voznog reda za tramvajsku liniju 11.

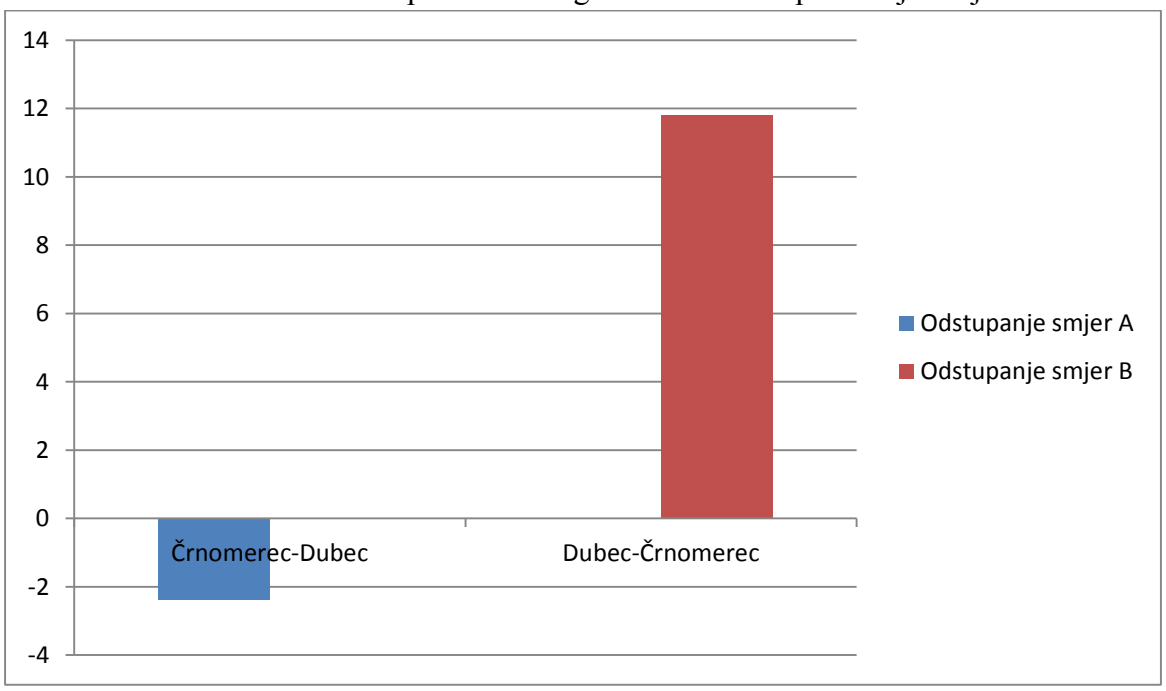
Izvor: www.zet.hr

Prema voznom redu tramvajska linija 11. od Dubca do Črnomerca ima vrijeme putovanja T_p=45min, dok prema rezultatima iz formule (2.) T_{pb}=50,3 min. Iz rezultata se može zaključiti da dolazi do kašnjenja od 5,3min. Prema formuli (4.) na liniji 11. od Dubca do Črnomerca dolazi do odstupanja δ_b=11,8%, pa je potrebno provesti određene mjere kako bi se vrijeme putovanja prilagodilo voznom redu.

Odstupanje na cijeloj liniji se dobije iz formule (5.), a ono za liniju 11. iznosi δ_o=4,7%.



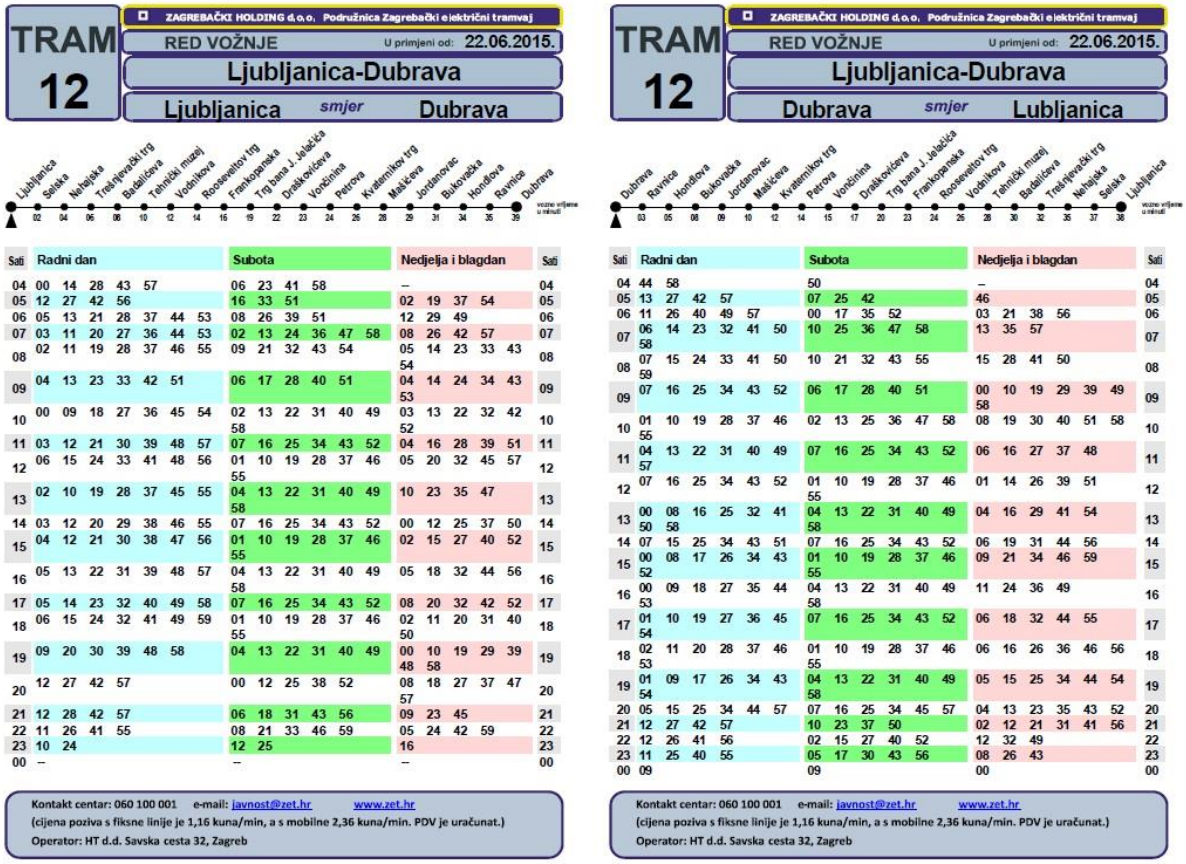
Grafikon 19. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 11.



Grafikon 20. Odstupanje linije 11.

Linija 12. Ljubljanica-Dubrava

Prema voznom redu tramvajska linija 12. od Ljubljanice do Dubrave ima vrijeme putovanja T_p=39min, dok prema rezultatima iz formule (1.) T_{pa}=44min. Iz rezultata se može zaključiti da dolazi do kašnjenja od 5min. Prema formuli (3.) na liniji 12. od Ljubljanice do Dubrava dolazi do odstupanja δ_a=12,8%, pa je potrebno provesti određene mjere kako bi se vrijeme putovanja prilagodilo voznom redu.

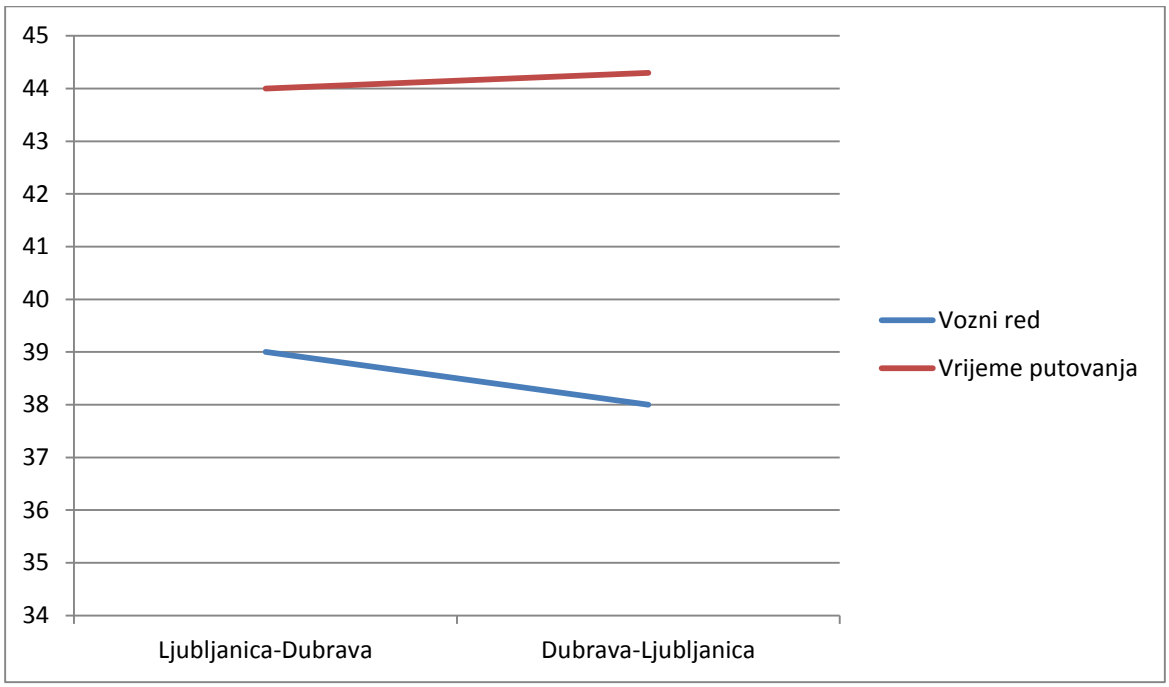


Slika 30. Prikaz voznog reda za liniju 12.

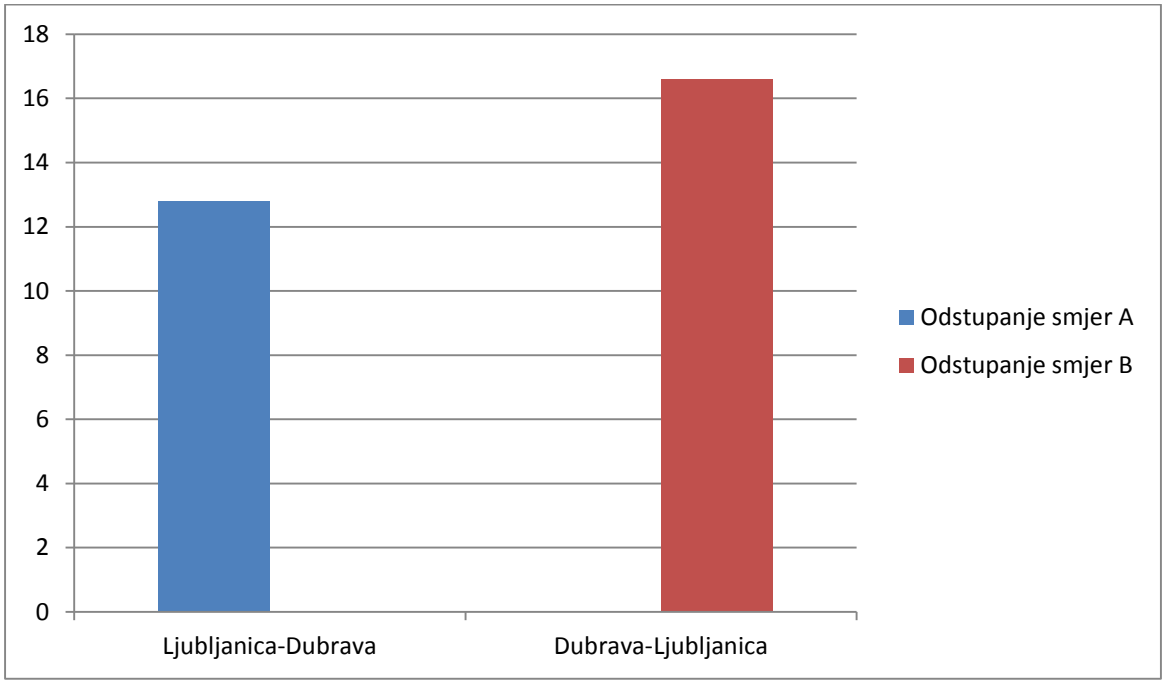
Izvor: www.zet.hr

Prema voznom redu tramvajska linija 12. od Dubrave do Ljubljanice ima vrijeme putovanja T_p=38min, dok prema rezultatima iz formule (2.) T_{pb}=44,3 min. Iz rezultata se može zaključiti da dolazi do kašnjenja od 6,3min. Prema formuli (4.) na liniji 12. od Dubrave do Ljubljanice dolazi do odstupanja δ_b=16,6%, pa je potrebno provesti određene mjere kako bi se vrijeme putovanja prilagodilo voznom redu.

Odstupanje na cijeloj liniji se dobije iz formule (5.), a ono za liniju 12. iznosi δ_o=14,7%.



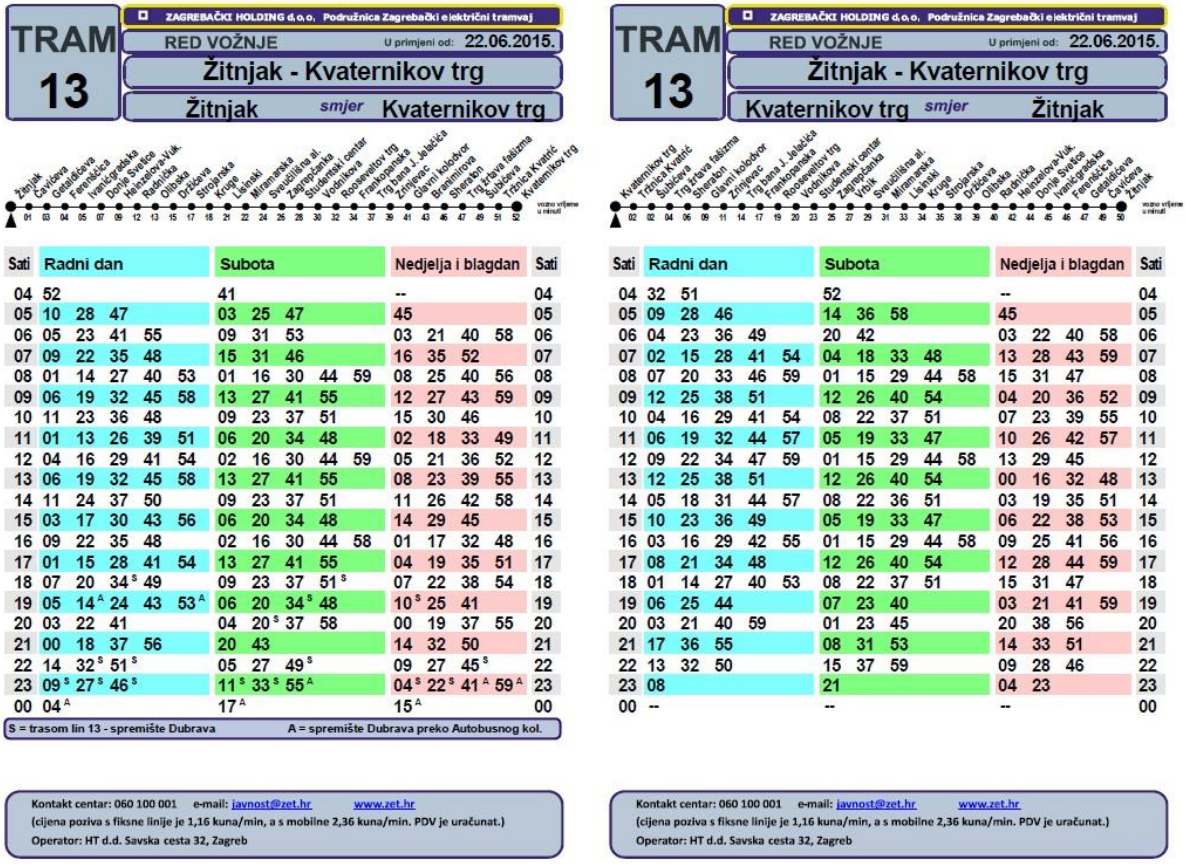
Grafikon 21. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 12.



Grafikon 22. Odstupanje linije 12.

Linija 13. Žitnjak-Kvaternikov trg

Prema voznom redu tramvajska linija 13. od Žitnjaka do Kvaternikovog trga ima vrijeme putovanja T_p=52min, dok prema rezultatima iz formule (1.) T_{pa}=52,9min. Iz rezultata se može zaključiti da dolazi do kašnjenja od 0,9min. Prema formuli (3.) na liniji 13. od Žitnjaka do Kvaternikovog trga dolazi do odstupanja δ_a=1,7%, pa je potrebno provesti određene mjere kako bi se vrijeme putovanja prilagodilo voznom redu.



TRAM 13

ZAGREBAČKI HOLDING d.o.o. Podružnica Zagrebački električni tramvaj

RED VOŽNJE U primjeni od: 22.06.2015.

Žitnjak - Kvaternikov trg

Žitnjak smjer Kvaternikov trg

Žitnjak, Cavićeva, Cerovečka, Ferenščica, Ivanićgradska, Donje Svetice, Heinzelova-Vuk, Radnička, Oblička, Držićeva, Strojarska, Krugе, Lašinski, Miramarska, Svetošimunska al., Zagrebačka, Studentski centar, Vodnikova, Rooseveltov trg, Frankopanska, Trg bana J. Jelačića, Zrinjevac, Glavni kolodvor, Branimirova, Shelton, Trg žrtava fašizma, Jurišićeva, Tržnica Kvatrić, Kvaternikov trg

vozno vrijeme u minuti

Sati	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan	Sati
04	52	41	--	04
05	10 28 47	03 25 47	45	05
06	05 23 41 55	09 31 53	03 21 40 58	06
07	09 22 35 48	15 31 46	16 35 52	07
08	01 14 27 40 53	01 16 30 44 59	08 25 40 56	08
09	06 19 32 45 58	13 27 41 55	12 27 43 59	09
10	11 23 36 48	09 23 37 51	15 30 46	10
11	01 13 26 39 51	06 20 34 48	02 18 33 49	11
12	04 16 29 41 54	02 16 30 44 59	05 21 36 52	12
13	06 19 32 45 58	13 27 41 55	08 23 39 55	13
14	11 24 37 50	09 23 37 51	11 26 42 58	14
15	03 17 30 43 56	06 20 34 48	14 29 45	15
16	09 22 35 48	02 16 30 44 58	01 17 32 48	16
17	01 15 28 41 54	13 27 41 55	04 19 35 51	17
18	07 20 34 S 49	09 23 37 51 S	07 22 38 54	18
19	05 14 A 24 43 53 A	06 20 34 S 48	10 S 25 41	19
20	03 22 41	04 20 S 37 58	00 19 37 55	20
21	00 18 37 56	20 43	14 32 50	21
22	14 32 S 51 S	05 27 49 S	09 27 45 S	22
23	09 S 27 S 46 S	11 S 33 S 55 A	04 S 22 S 41 A 59 A	23
00	04 A	17 A	15 A	00

S = trasom lin 13 - spremište Dubrava A = spremište Dubrava preko Autobusnog kol.

Kontakt centar: 060 100 001 e-mail: javnost@zet.hr www.zet.hr
(cijena poziva s fiksne linije je 1,16 kuna/min, a s mobilne 2,36 kuna/min. PDV je uračunat.)
Operator: HT d.d. Savska cesta 32, Zagreb

TRAM 13

ZAGREBAČKI HOLDING d.o.o. Podružnica Zagrebački električni tramvaj

RED VOŽNJE U primjeni od: 22.06.2015.

Žitnjak - Kvaternikov trg

Kvaternikov trg smjer Žitnjak

Kvaternikov trg, Tržnica Kvatrić, Jurišićeva, Trg žrtava fašizma, Shelton, Glavni kolodvor, Zrinjevac, Trg bana J. Jelačića, Frankopanska, Rooseveltov trg, Vodnikova, Studentski centar, Zagrebačka, Vrbik, Svetošimunska al., Miramarska, Lašinski, Krugе, Strojarska, Držićeva, Oblička, Radnička, Heinzelova-Vuk, Donje Svetice, Ivanićgradska, Ferenščica, Cerovečka, Cavićeva, Žitnjak

vozno vrijeme u minuti

Sati	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan	Sati
04	32 51	52	--	04
05	09 28 46	14 36 58	45	05
06	04 23 36 49	20 42	03 22 40 58	06
07	02 15 28 41 54	04 18 33 48	13 28 43 59	07
08	07 20 33 46 59	01 15 29 44 58	15 31 47	08
09	12 25 38 51	12 26 40 54	04 20 36 52	09
10	04 16 29 41 54	08 22 37 51	07 23 39 55	10
11	06 19 32 44 57	05 19 33 47	10 26 42 57	11
12	09 22 34 47 59	01 15 29 44 58	13 29 45	12
13	12 25 38 51	12 26 40 54	00 16 32 48	13
14	05 18 31 44 57	08 22 36 51	03 19 35 51	14
15	10 23 36 49	05 19 33 47	06 22 38 53	15
16	03 16 29 42 55	01 15 29 44 58	09 25 41 56	16
17	08 21 34 48	12 26 40 54	12 28 44 59	17
18	01 14 27 40 53	08 22 37 51	15 31 47	18
19	06 25 44	07 23 40	03 21 41 59	19
20	03 21 40 59	01 23 45	20 38 56	20
21	17 36 55	08 31 53	14 33 51	21
22	13 32 50	15 37 59	09 28 46	22
23	08	21	04 23	23
00	--	--	--	00

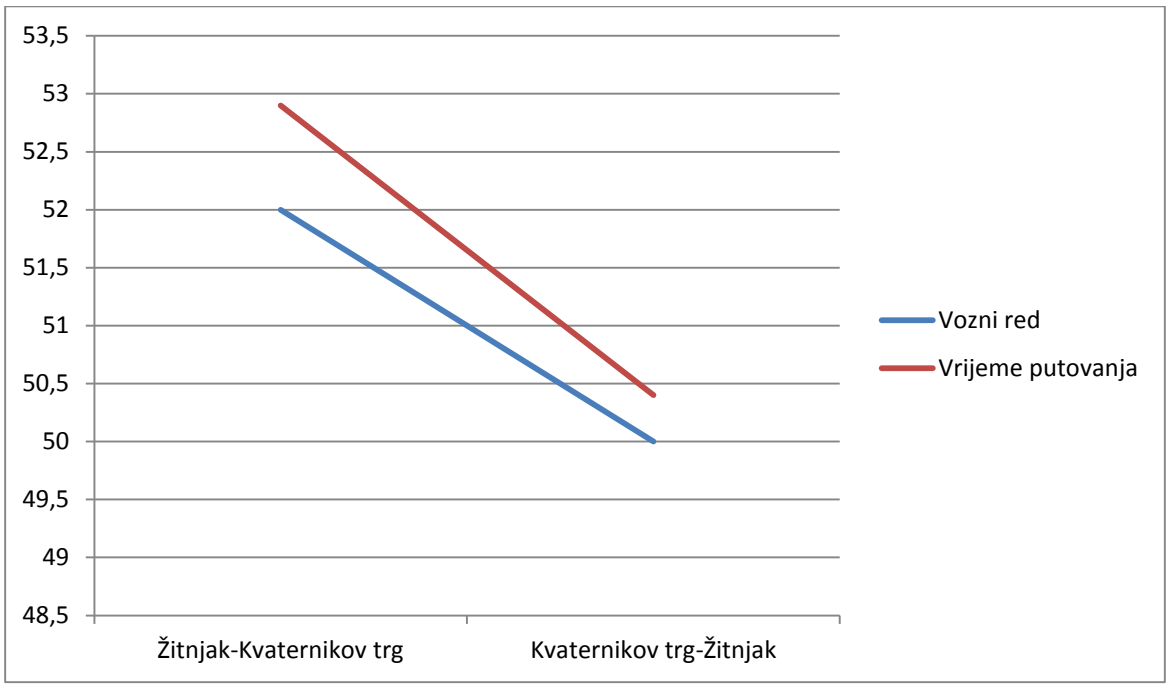
Kontakt centar: 060 100 001 e-mail: javnost@zet.hr www.zet.hr
(cijena poziva s fiksne linije je 1,16 kuna/min, a s mobilne 2,36 kuna/min. PDV je uračunat.)
Operator: HT d.d. Savska cesta 32, Zagreb

Slika 31. Prikaz voznog reda za liniju 13.

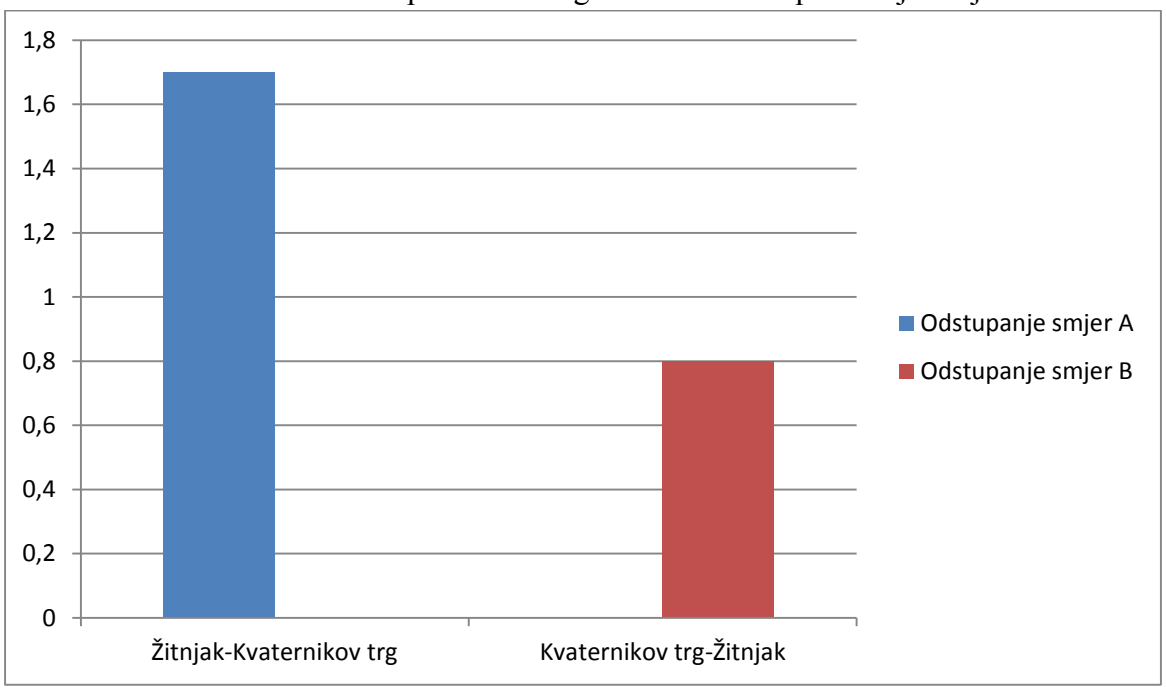
Izvor: www.zet.hr

Prema voznom redu tramvajska linija 13. od Kvaternikovog trga do Žitnjaka ima vrijeme putovanja T_p=50min, dok prema rezultatima iz formule (2.) T_{pb}=50,4 min. Iz rezultata se može zaključiti da dolazi do kašnjenja od 0,4min. Prema formuli (4.) na liniji 13. od Kvaternikovog trga do Žitnjaka dolazi do odstupanja δ_b=0,8%, pa je potrebno provesti određene mjere kako bi se vrijeme putovanja prilagodilo voznom redu.

Odstupanje na cijeloj liniji se dobije iz formule (5.), a ono za liniju 13. iznosi δ_o=1,25%.



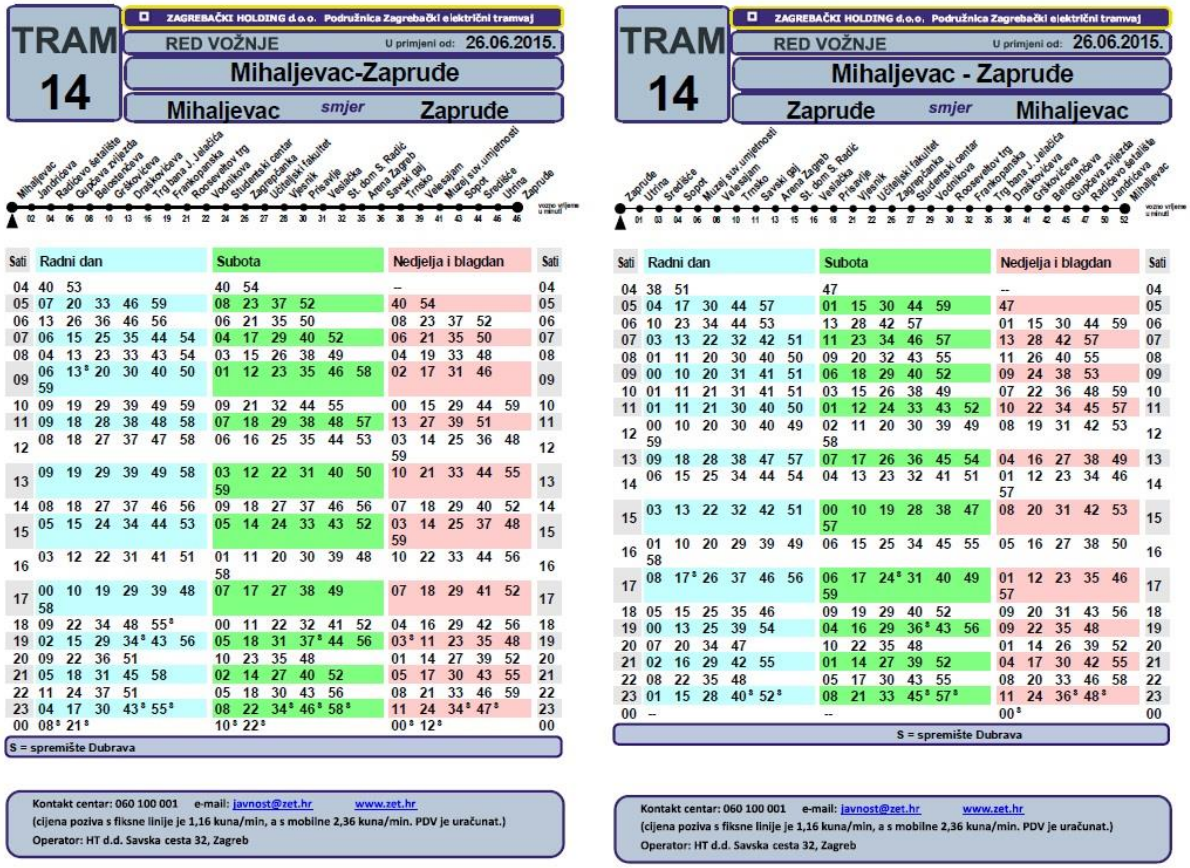
Grafikon 23. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 13.



Grafikon 24. Odstupanje linije 13.

Linija 14. Mihaljevac-Zapruđe

Prema voznom redu tramvajska linija 14. od Mihaljevca do Zapruđa ima vrijeme putovanja T_p=46min, dok prema rezultatima iz formule (1.) T_{pa}=53,2min. Iz rezultata se može zaključiti da dolazi do kašnjenja od 7,2min. Prema formuli (3.) na liniji 14. od Mihaljevca do Zapruđa dolazi do odstupanja δ_a=15,7%, pa je potrebno provesti određene mjere kako bi se vrijeme putovanja prilagodilo voznom redu.

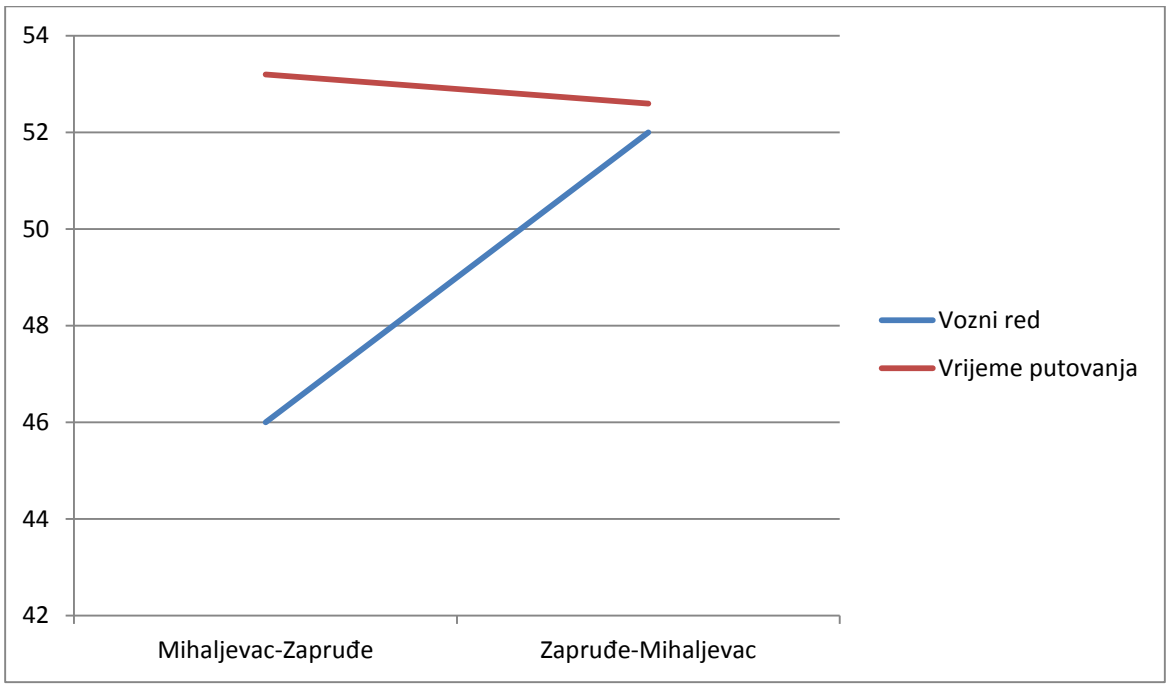


Slika 32. Prikaz voznog reda za liniju 14.

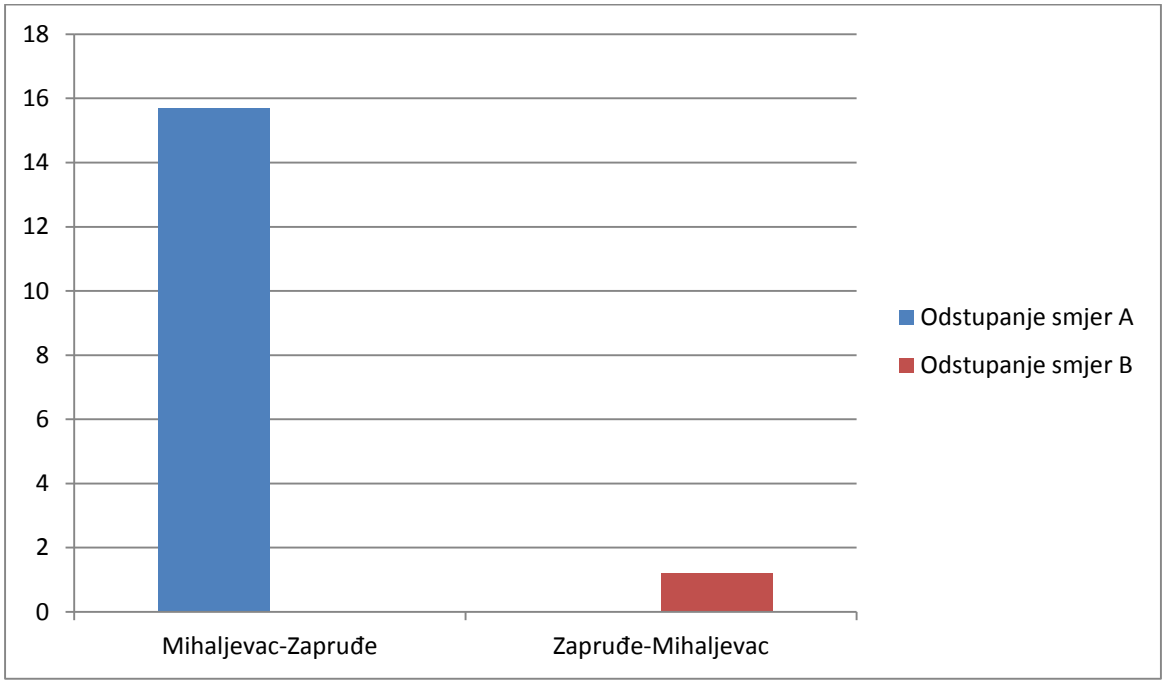
Izvor: www.zet.hr

Prema voznom redu tramvajska linija 14. od Zapruđa do Mihaljevca ima vrijeme putovanja T_p=52min, dok prema rezultatima iz formule (2.) T_{pb}=52,6 min. Iz rezultata se može zaključiti da dolazi do kašnjenja od 0,6min. Prema formuli (4.) na liniji 14. od Zapruđa do Mihaljevca dolazi do odstupanja δ_b=1,2%, pa je potrebno provesti određene mjere kako bi se vrijeme putovanja prilagodilo voznom redu.

Odstupanje na cijeloj liniji se dobije iz formule (5.), a ono za liniju 14. iznosi δ_o=8,45%.



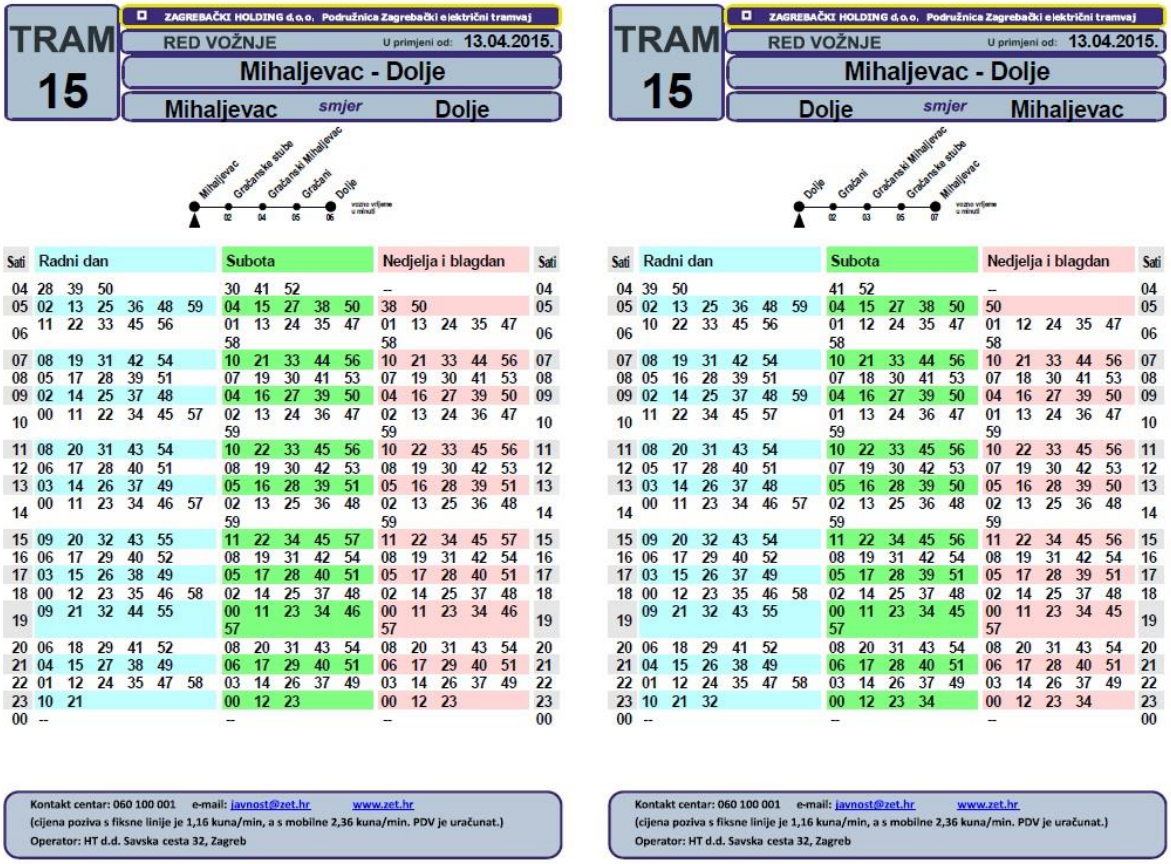
Grafikon 25. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 14.



Grafikon 26. Odstupanje linije 14.

Linija 15. Mihaljevac-Dolje

Prema voznom redu tramvajska linija 15. od Mihaljevca do Dolje ima vrijeme putovanja T_p=6min, dok prema rezultatima iz formule (1.) T_{pa}=5,7min. Iz rezultata se može zaključiti da je tramvaj došao ranije 0,3min. Prema formuli (3.) na liniji 15. od Mihaljevca do Dolje dolazi do odstupanja δ_a=-5%. U ovom slučaju vozilo je došlo ranije nego je predviđeno prema voznom redu.



TRAM 15

ZAGREBAČKI HOLDING d.o.o. Podružnica Zagrebački električni tramvaj

RED VOŽNJE U primjeni od: 13.04.2015.

Mihaljevac - Dolje

Mihaljevac smjer Dolje

Mihaljevac – Gračanska stuba – Gračanski Mihaljevac – Gračani – Dolje

vozno vrijeme u minuti: 02 04 05 06

Sati	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan	Sati
04	28 39 50	30 41 52	–	04
05	02 13 25 36 48 59	04 15 27 38 50	38 50	05
06	11 22 33 45 56	01 13 24 35 47 58	01 13 24 35 47 58	06
07	08 19 31 42 54	10 21 33 44 56	10 21 33 44 56	07
08	05 17 28 39 51	07 19 30 41 53	07 19 30 41 53	08
09	02 14 25 37 48	04 16 27 39 50	04 16 27 39 50	09
10	00 11 22 34 45 57	02 13 24 36 47 59	02 13 24 36 47 59	10
11	08 20 31 43 54	10 22 33 45 56	10 22 33 45 56	11
12	06 17 28 40 51	08 19 30 42 53	08 19 30 42 53	12
13	03 14 26 37 49	05 16 28 39 51	05 16 28 39 51	13
14	00 11 23 34 46 57	02 13 25 36 48 59	02 13 25 36 48 59	14
15	09 20 32 43 55	11 22 34 45 57	11 22 34 45 57	15
16	06 17 29 40 52	08 19 31 42 54	08 19 31 42 54	16
17	03 15 26 38 49	05 17 28 40 51	05 17 28 40 51	17
18	00 12 23 35 46 58	02 14 25 37 48	02 14 25 37 48	18
19	09 21 32 44 55	00 11 23 34 46 57	00 11 23 34 46 57	19
20	06 18 29 41 52	08 20 31 43 54	08 20 31 43 54	20
21	04 15 27 38 49	06 17 29 40 51	06 17 29 40 51	21
22	01 12 24 35 47 58	03 14 26 37 49	03 14 26 37 49	22
23	10 21	00 12 23	00 12 23	23
00	–	–	–	00

Kontakt centar: 060 100 001 e-mail: javnost@zet.hr www.zet.hr
(cijena poziva s fiksne linije je 1,16 kuna/min, a s mobilne 2,36 kuna/min. PDV je uračunat.)
Operator: HT d.d. Savska cesta 32, Zagreb

TRAM 15

ZAGREBAČKI HOLDING d.o.o. Podružnica Zagrebački električni tramvaj

RED VOŽNJE U primjeni od: 13.04.2015.

Mihaljevac - Dolje

Dolje smjer Mihaljevac

Dolje – Gračani – Gračanski Mihaljevac – Gračanska stuba – Mihaljevac

vozno vrijeme u minuti: 02 03 05 07

Sati	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan	Sati
04	39 50	41 52	–	04
05	02 13 25 36 48 59	04 15 27 38 50	50	05
06	10 22 33 45 56	01 12 24 35 47 58	01 12 24 35 47 58	06
07	08 19 31 42 54	10 21 33 44 56	10 21 33 44 56	07
08	05 16 28 39 51	07 18 30 41 53	07 18 30 41 53	08
09	02 14 25 37 48 59	04 16 27 39 50	04 16 27 39 50	09
10	11 22 34 45 57	01 13 24 36 47 59	01 13 24 36 47 59	10
11	08 20 31 43 54	10 22 33 45 56	10 22 33 45 56	11
12	05 17 28 40 51	07 19 30 42 53	07 19 30 42 53	12
13	03 14 26 37 48	05 16 28 39 50	05 16 28 39 50	13
14	00 11 23 34 46 57	02 13 25 36 48 59	02 13 25 36 48 59	14
15	09 20 32 43 54	11 22 34 45 56	11 22 34 45 56	15
16	06 17 29 40 52	08 19 31 42 54	08 19 31 42 54	16
17	03 15 26 37 49	05 17 28 39 51	05 17 28 39 51	17
18	00 12 23 35 46 58	02 14 25 37 48	02 14 25 37 48	18
19	09 21 32 43 55	00 11 23 34 45 57	00 11 23 34 45 57	19
20	06 18 29 41 52	08 20 31 43 54	08 20 31 43 54	20
21	04 15 26 38 49	06 17 28 40 51	06 17 28 40 51	21
22	01 12 24 35 47 58	03 14 26 37 49	03 14 26 37 49	22
23	10 21 32	00 12 23 34	00 12 23 34	23
00	–	–	–	00

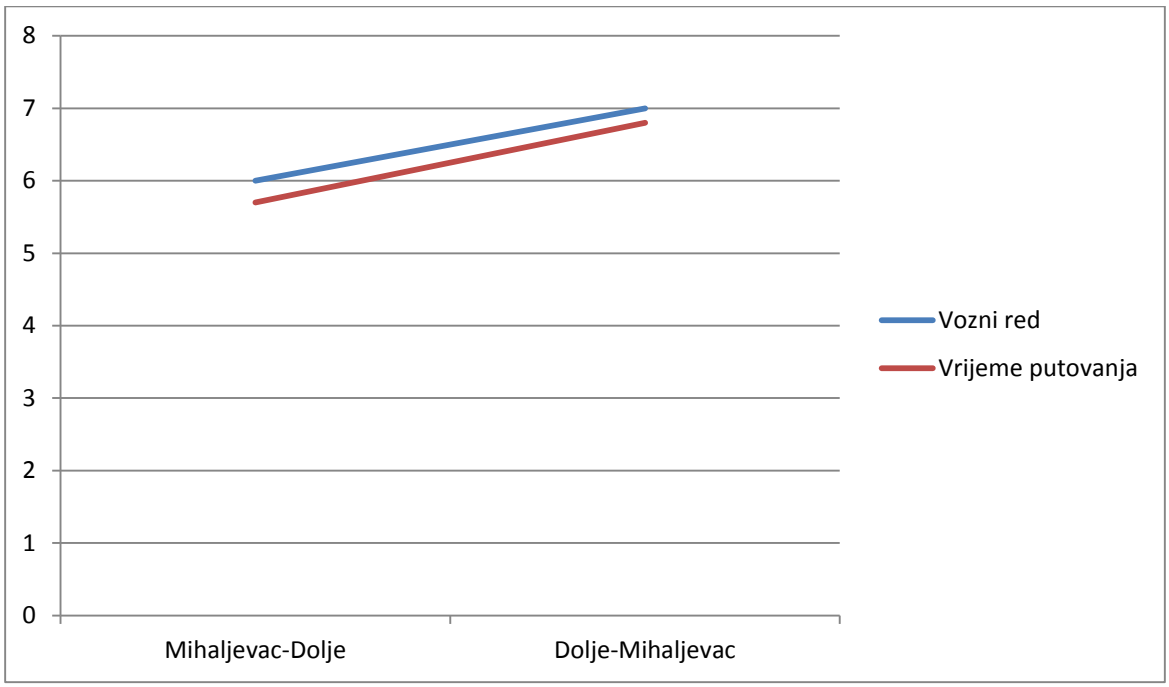
Kontakt centar: 060 100 001 e-mail: javnost@zet.hr www.zet.hr
(cijena poziva s fiksne linije je 1,16 kuna/min, a s mobilne 2,36 kuna/min. PDV je uračunat.)
Operator: HT d.d. Savska cesta 32, Zagreb

Slika 33. Prikaz voznog reda linije 15.

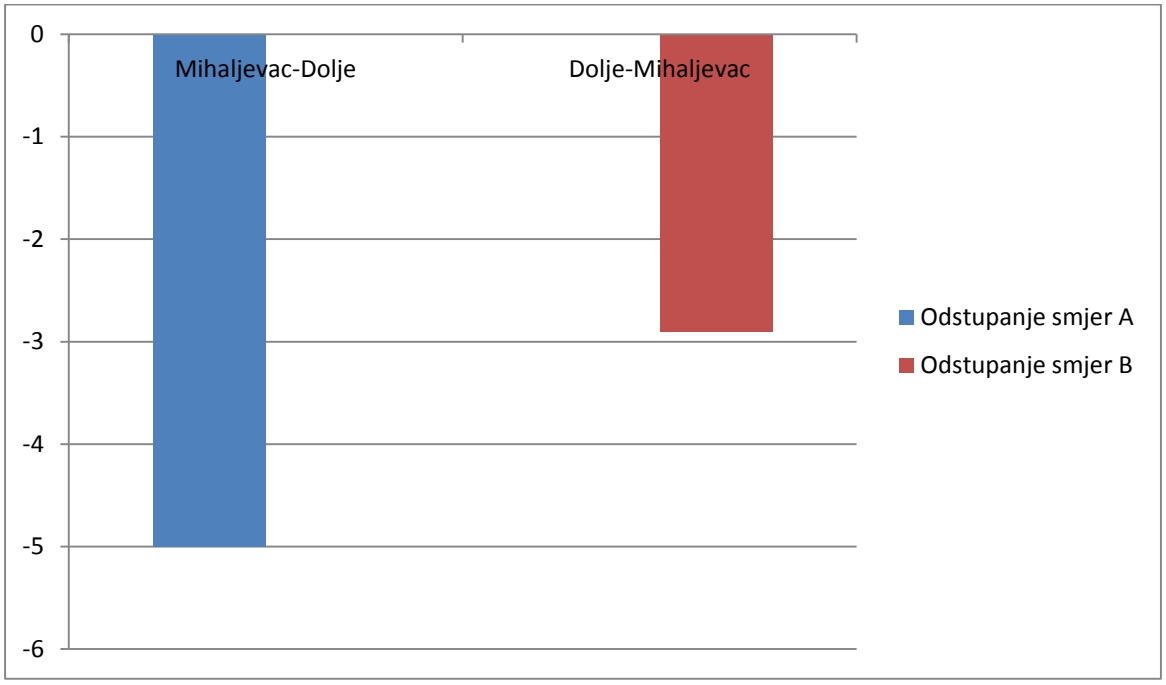
Izvor: www.zet.hr

Prema voznom redu tramvajska linija 15. od Dolje do Mihaljevca ima vrijeme putovanja T_p=7min, dok prema rezultatima iz formule (2.) T_{pb}=6,8min. Iz rezultata se može zaključiti da je tramvaj došao ranije 0,2min. Prema formuli (4.) na liniji 15. od Dolje do Mihaljevca dolazi do odstupanja δ_b=-2,9%. U ovom slučaju vozilo je došlo ranije nego je predviđeno prema voznom redu.

Odstupanje na cijeloj liniji se dobije iz formule (5.), a ono za liniju 15. iznosi δ_o=-3,95%.



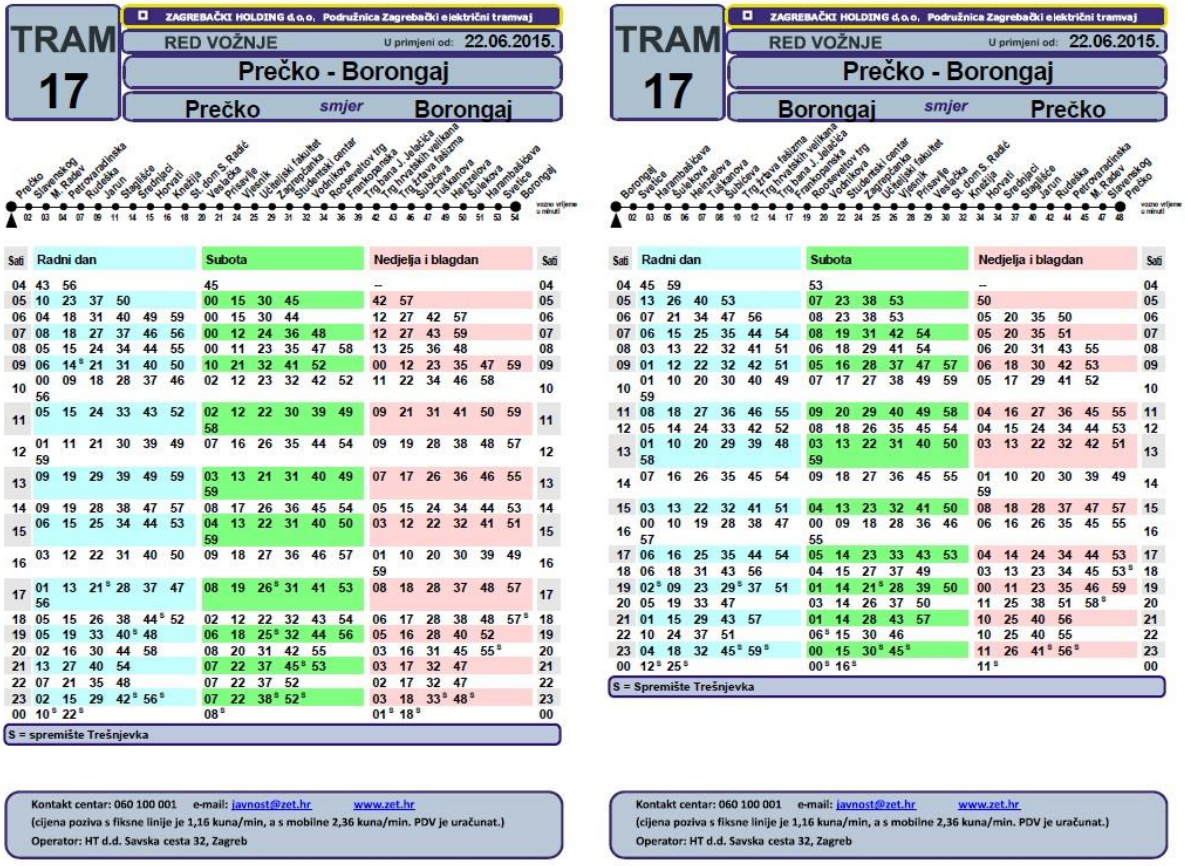
Grafikon 27. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 15.



Grafikon 28. Odstupanje linije 15.

Linija 17. Prečko-Borongaj

Prema voznom redu tramvajska linija 17. od Prečkog do Borongaja ima vrijeme putovanja T_p=54min, dok prema rezultatima iz formule (1.) T_{pa}=55,2min. Iz rezultata se može zaključiti da dolazi do kašnjenja od 1,2min. Prema formuli (3.) na liniji 17. od Prečkog do Borongaja dolazi do odstupanja δ_a=2,2%, pa je potrebno provesti određene mjere kako bi se vrijeme putovanja prilagodilo voznom redu.

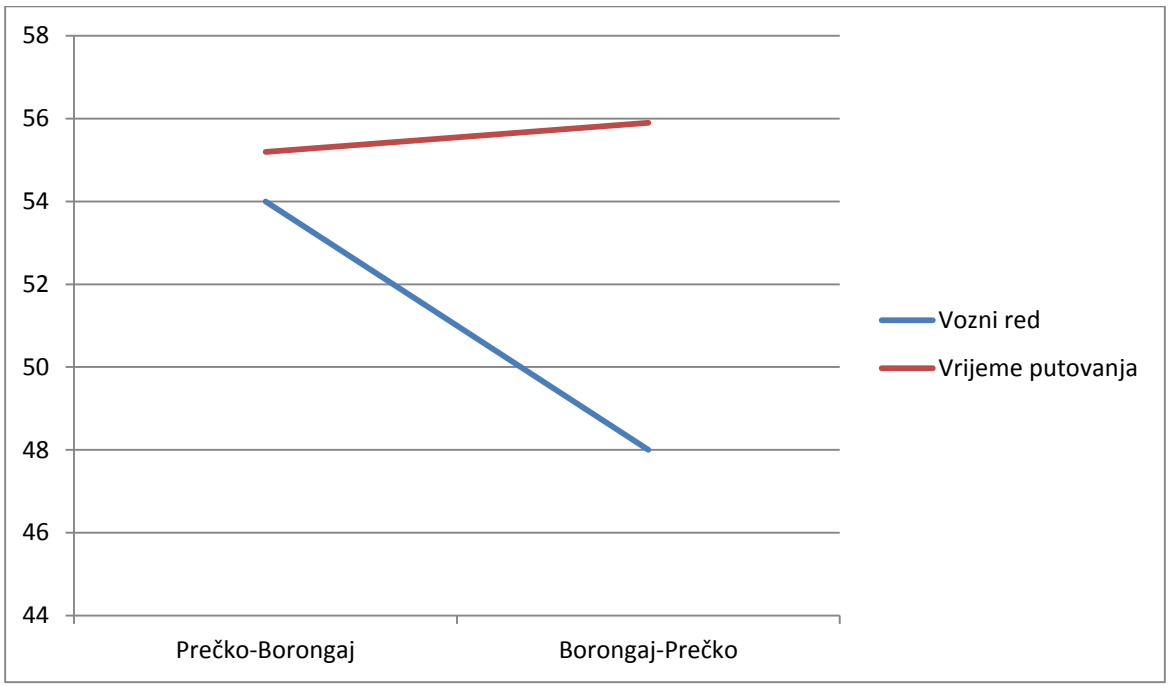


Slika 34. Prikaz voznog reda linije 17.

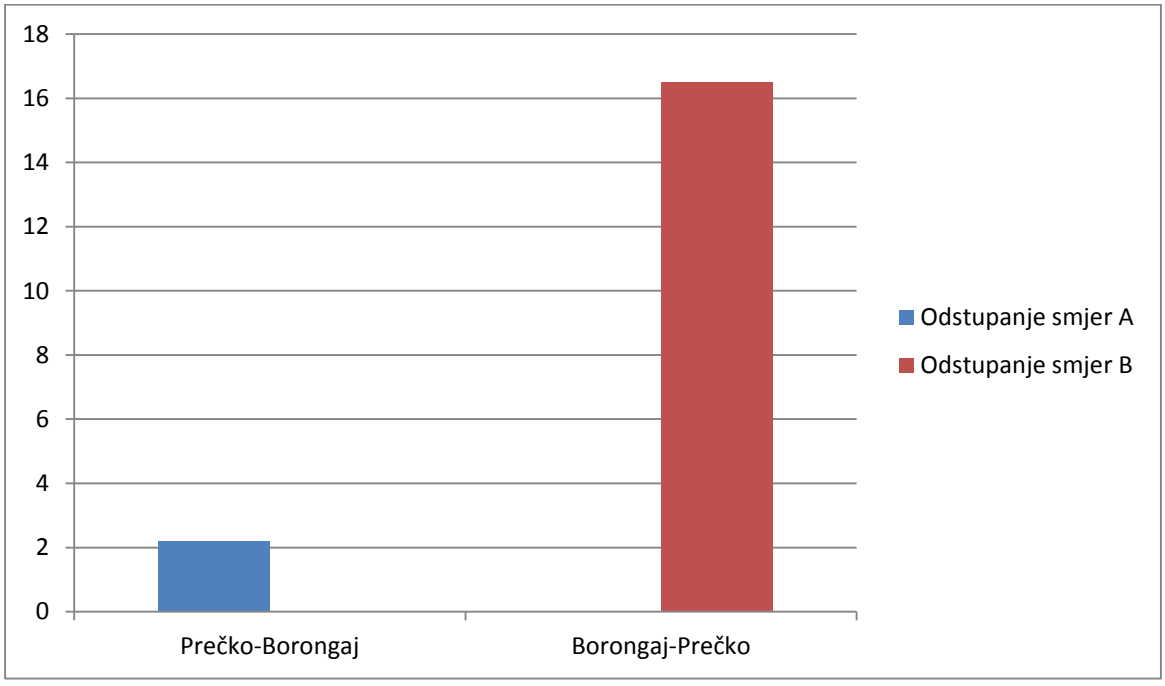
Izvor: www.zet.hr

rema voznom redu tramvajska linija 17. od Borongaja do Prečkog ima vrijeme putovanja T_p=48min, dok prema rezultatima iz formule (2.) T_{pb}=55,9 min. Iz rezultata se može zaključiti da dolazi do kašnjenja od 7,9min. Prema formuli (4.) na liniji 17. od Borongaja do Prečkog dolazi do odstupanja δ_b=16,5%, pa je potrebno provesti određene mjere kako bi se vrijeme putovanja prilagodilo voznom redu.

Odstupanje na cijeloj liniji se dobije iz formule (5.), a ono za liniju 17. iznosi δ_o=9,35%.



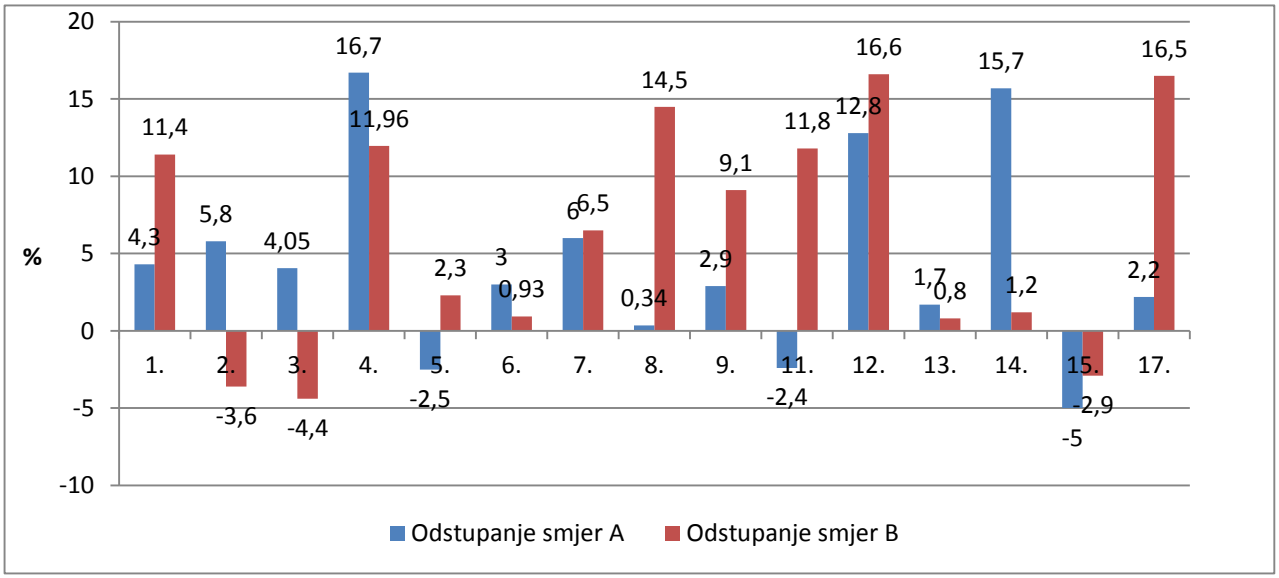
Grafikon 29. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 17.



Grafikon 30. Odstupanje linije 17.

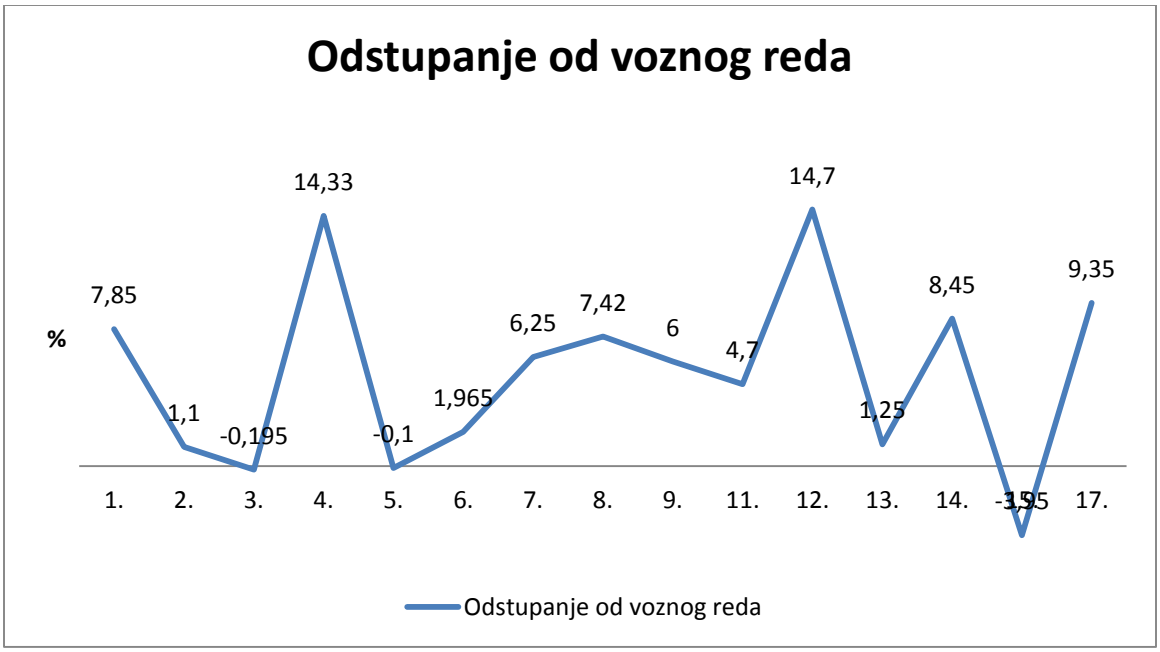
5.3. Zaključno razmatranje i odstupanje od voznog reda

U poglavlju zaključno razmatranje i odstupanje od voznog reda su prikazana dva grafikona koji vizualno prikazuju rezultate koji su dobiveni. Prvi grafikon prikazuje odstupanje vremena od voznog reda za svaku pojedinu liniju u određenom smjeru, izraženo u postotcima. Iz rezultata se vidi da odstupanje na linijama u određenim smjerovima varira o raznim čimbenicima koji utječu na pojedinu liniju tokom putovanja.



Grafikon 31. Grafički prikaz odstupanja po smjerovima svake linije

Drugi grafikon predstavlja prosječno odstupanje od vremena voznog reda, izraženo u postotcima. Rezultati prikazuju da većina linija ima odstupanja od voznog reda, dok linije 3., 5., i 15. pridržavaju se vremenim zadanim voznim redom.



Grafikon 32. Grafički prikaz odstupanja od voznog reda

6. ZAKLJUČAK

Tramvajski podsustav je veoma važan za grad Zagreb jer na godišnjoj razini se preveze veliki broj putnika, pa se stoga uz autobusni podsustav na njemu treba bazirati razvoj prometa u gradu Zagrebu. Njegova važnost se očituje u vanjskim učincima:

- smanjenje troškova ZET-a smanjenjem potrebnog broja vozila na radu (koji je većinom subvencioniran od strane grada Zagreba) i smanjenje eksternih troškova JGP-a zbog poboljšanog prometnog procesa,
- smanjenje negativnog utjecaja na okoliš,
- smanjenje opterećenja energetske mreže i ušteda energije.

Nakon obrađenih rezultata koji su prikazani (Grafikon 32.) može se zaključiti da tramvajske linije 3.,5. i 15. imaju najmanja odstupanja od voznog reda pa te linije zadovoljavaju kvalitetu usluge u javnom gradskom prijevozu. Prosječno odstupanje svih linija je 5,3%. Ostalih dvanaest tramvajskih linija ima zabilježen negativan trend, odnosno kašnjenje i veća odstupanja od voznog reda pa bi trebalo poduzeti određene mjere kako bi se to promjenilo, odnosno kako bi se poboljšale kvalitete usluge u javnom gradskom prijevozu. Za jedan grad, kao što je u ovom slučaju, bi trebali biti bolji rezulatati, jer je Zagreb glavni grad Republike Hrvatske, gospodarsko i industrijsko središte sa velikim utjecajem na financijsku moć same države, i zbog toga što 1/4 stanovništva države su potencijalni korisnici usluge javnog gradskog prijevoza.

Zadaća rješenja za unaprjeđenje prioriteta JGP-a je eliminacija neželjenih učinaka koje čimbenici smetnje stvaraju, a manifestiraju se u obliku gubitka brzine. Zbog toga se prioritet može podijeliti u tri skupine:

- zakonodavni prioritet,
- fizički prioritet,
- operacionalizirani prioritet.

Da bi tramvajski podsustav mogao funkcionirati kao dio sustava gradske ulične mreže, potrebne su zakonske smjernice koje određuju pravila ponašanja tramvajskih vozila u prometnom sustavu, većinom bazirane na općim karakteristikama vozila i infrastrukture kojima se sustav služi.

Osim preventivnog zakonodavni prioritet mora biti i represivnog (korektivnog) karaktera, odnosno propisati sankcije u slučajevima nepoštivanja zakonske regulative. U gradu Zagrebu najveći prekršaj je nepoštivanje žutih traka. Za takve prekršaje najčešće su implementirane sljedeće tehnologije:

- CCTV kamere za videonadzor (CCTV – Closed-circuit television)
- Program za automatsko prepoznavanje registracijskih oznaka (ANPR - Automatic number plate recognition),
- GPS sustav.

Pod pojmom fizičkog prioriteta smatraju se različiti oblici rezerviranja određenih površina na kolniku namijenjenih vozilima javnog gradskog prijevoza kao posebno izdvojeni prometni trakovi, posebni prilazi namijenjeni vozilima JGP-a, kolnici koji daju prvenstvo i kolnici isključivo za javni gradski prijevoz. Tri su glavne skupine ostvarivanja fizičkog prioriteta: nadzeman, podzeman i u razini. Nadzemni i podzemni prioriteti se koriste kod tračničkih sustava kao što je metro ili laka gradska željeznica, gdje je apsolutni prioritet neophodan zbog visoke razine prometne usluge sustava uslijed velikih potražnji za prijevozom. Kod tramvajskog podsustava prioritet je od manje važnosti zbog manje prijevozne sposobnosti i veće osjetljivosti ulične mreže prema većim zahvatima, pa je u pravilu u razini.

Pod operacionaliziranim prioritetom smatraju se sljedeći postupci:

- Produljenje faze za tramvaje,
- Raniji nastup tramvajske faze,
- Dodatna faza za tramvaje,
- Povlačenje faze.

Osnovni koncept osiguravanja prednosti prolaska raskrižjem sastoji se od prepoznavanja (detekcije) tramvajskog vozila, proslijeđivanja informacije semaforskom uređaju te izvršenje promjene signalne slike konfliktnog semaforiziranog raskrižja.

LITERATURA

[1] Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa I, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.

[2] Štefančić G.: Tehnologija gradskog prometa II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010.

[3] Zavada, J.: Vozila za javni gradski prijevoz, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.

[4] Rajsman, M.: Tehnologija cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012.

[5] Legac, I. i suradnici: Gradske prometnice, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2011.

[6] Bošnjak, I.: Inteligentni transportni sustavi 1, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.

[7] Brčić, D.; Ševrović, M.: Logistika prijevoza putnika (priručnik), Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012.

[8] Banković, R: Javni gradski putnički prevoz, Naučna knjiga, Beograd, 1982.

[9] Šojat, D.: Analiza prioriteta tramvajskog podsustava u gradu Zagrebu, diplomski rad, Zagreb, 2012.

[10] http://www.zet.hr/tramvaj.aspx (pristupio svibanj 2015.)

[11] http://kvaliteta.inet.hr/e-quality/prethodni/20/Trbusic_T_rad1.pdf (pristupio svibanj 2015.)

[12]http://en.wikibooks.org/wiki/Fundamentals_of_Transportation/Timetabling_and_Scheduling (pristupio svibanj 2015.)

[13]http://en.wikibooks.org/wiki/Fundamentals_of_Transportation/Network_Design_and_Frequency (pristupio svibanj 2015.)

[14] http://hr.wikipedia.org/wiki/Tramvajski_promet_u_Zagrebu (pristupio lipanj 2015.)

[15] http://pages.greencitystreets.com/improve-public-transport/traffic-signal-priority/ (pristupio kolovoz 2015.)

[16] http://www.zakon.hr/z/245/Zakon-o-prijevozu-u-cestovnom-prometu (pristupio rujan 2015.)

[17] https://hr.wikipedia.org/wiki/Tramvajski_promet_u_Zagrebu (pristupio rujan 2015.)

[18] www.civitaszagreb.hr/kvaliteta_usluge_u_javnom_gradskom_prijevoz (pristupio rujan 2015.)

[19] https://earth.google.com (pristupio rujan 2015.)

POPIS KRATICA

GPS – Global Positioning System

ZET – Zagrebački električni tramvaj

JPP – Javni prijevoz putnika

JGP – Javni gradski prijevoz

ĐĐ – Đuro Đaković

TMK – Tramvajska motorna kola

ČKD – Českomoravska Kolben Danek

PHF – Peak Hour Factor

POPIS VELIČINA

Oznaka	Naziv	Jedinica	Stranica
$T_{p.a,b}$	Vrijeme putovanja	min	26
$T_{v,a,b}$	Vrijeme vožnje	min	26
$T_{ui,a,b}$	Vrijeme ulaska i izlaska putnika	min	26
$\delta_{o,a,b}$	Neravnomjernost vremena	%	26

POPIS SLIKA

Rbr. Naziv slike Str.

1. Mreža tramvajskih linija.....8

2. Trasa linije 1.....9

3. Trasa linije 2.....10

4. Trasa linije 3.....10

5. Trasa linije 4.....11

6. Trasa linije 5.....11

7. Trasa linije 6.....12

8. Trasa linije 7.....12

9. Trasa linije 8.....13

10. Trasa linije 9.....13

11. Trasa linije 11.....14

12. Trasa linije 12.....14

13. Trasa linije 13.....15

14. Trasa linije 14.....15

15. Trasa linije 15.....16

16. Trasa linije 17.....16

17. Uređaj GPS Logger gt-740fl.....24

18. Položaj GPS uređaja u tramvaju.....25

19. Prikaz prikupljanja podataka.....25

20. Prikaz voznog reda za tramvajsku liniju 1.....27

21. Prikaz voznog reda za tramvajsku liniju 2.....29

22. Prikaz voznog reda za tramvajsku liniju 3.....31
23. Prikaz voznog reda za tramvajsku liniju 4.....33
24. Prikaz voznog reda za tramvajsku liniju 5.....35
25. Prikaz voznog reda za tramvajsku liniju 6.....37
26. Prikaz voznog reda za tramvajsku liniju 7.....39
27. Prikaz voznog reda za tramvajsku liniju 8.....41
28. Prikaz voznog reda za tramvajsku liniju 9.....43
29. Prikaz voznog reda za tramvajsku liniju 11.....45
30. Prikaz voznog reda za tramvajsku liniju 12.....47
31. Prikaz voznog reda za tramvajsku liniju 13.....49
32. Prikaz voznog reda za tramvajsku liniju 14.....51
33. Prikaz voznog reda za tramvajsku liniju 15.....53
34. Prikaz voznog reda za tramvajsku liniju 17.....55

POPIS TABLICA

Rbr. Naziv tablice Str.

1. Udio žutih trakova na pojedinoj liniji.....23

POPIS GRAFIKONA

Rbr. Naziv tablice Str.

Grafikon 1. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 1.....28

Grafikon 2. Odstupanje linije 1.....28

Grafikon 3. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 2.....30

Grafikon 4. Odstupanje linije 2.....30

Grafikon 5. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 3.....32

Grafikon 6. Odstupanje linije 3.....32

Grafikon 7. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 4.....34

Grafikon 8. Odstupanje linije 4.....34

Grafikon 9. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 5.....36

Grafikon 10. Odstupanje linije 5.....36

Grafikon 11. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 6.....38

Grafikon 12. Odstupanje linije 6.....38

Grafikon 13. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 7.....40

Grafikon 14. Odstupanje linije 7.....40

Grafikon 15. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 8.....42

Grafikon 16. Odstupanje linije 8.....42

Grafikon 17. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 9.....44

Grafikon 18. Odstupanje linije 9.....44

Grafikon 19. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 11.....46

Grafikon 20. Odstupanje linije 11.....46

Grafikon 21. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 12.....48

Grafikon 22. Odstupanje linije 12.....48

Grafikon 23. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 13.....50

Grafikon 24. Odstupanje linije 13.....50

Grafikon 25. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 14.....52

Grafikon 26. Odstupanje linije 14.....52

Grafikon 27. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 15.....54

Grafikon 28. Odstupanje linije 15.....54

Grafikon 29. Grafički prikaz voznog reda i vremena putovanja linije 17.....56

Grafikon 30. Odstupanje linije 17.....56

Grafikon 31. Grafički prikaz odstupanja po smjerovima svake linije.....57

Grafikon 32. Grafički prikaz odstupanja od voznog reda.....58

POPIS PRILOGA