STUDIJA RAZVOJA TRAMVAJSKOG PROMETA GRADA ZAGREBA

Elaborat IV

Analiza tramvajskog sustava Grada Zagreba



Zagreb, lipanj 2020.

Informacije o dokumentu

Naziv projekta	Studija razvoja tramvajskog prometa Grada Zagreba Elaborat IV – Analiza tramvajskog sustava Grada Zagreba
Naručitelj	Zagrebački električni tramvaj d.o.o. Ozaljska 105, 10110 Zagreb
Izvršitelj	Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet Zavod za prometnice Kačićeva 26, 10000 Zagreb
Oznaka elaborata	S-115-17 / 06-2020
Voditelj stručnog tima	Igor Majstorović, dipl.ing.građ.
Stručni tim	doc.dr. Maja Ahac, dipl.ing.građ. Igor Majstorović, dipl.ing.građ. Ana Rigo, dipl.ing.građ. Željko Stepan, dipl.ing.građ.
Verzija	2.1
Datum	lipanj 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET
Zavod za prometnice
Kačićeva 26, 10000 Zagreb

Predstojnik zavoda:
Prof.dr.sc. Vesna Dragčević

M.P.

Dekan:
Prof.dr.sc. Stjepan Lakušić

Sadržaj

1 Uvod 1
2 Metodologija 5
3 Polazišta 7
3.1 Obilježja prostora 7
3.1.1 Geografski aspekt 7
3.1.2 Demografski aspekt 8
3.1.3 Gospodarski aspekt 10
3.2 Prometna obilježja 11
3.2.1 Cestovna infrastruktura 12
3.2.2 Željeznička infrastruktura 14
3.2.3 Zračni prijevoz 16
3.2.4 Javni prijevoz putnika 16
3.2.5 Biciklistički promet 19
3.2.6 Pješački promet 20
4 Analiza stanja tramvajskog sustava 23
4.1 Upravljanje 23
4.2 Infrastruktura 26
4.2.1 Tramvajski kolosijek 26
4.2.2 Tramvajska okretišta 37
4.2.3 Tramvajska stajališta 39
4.2.4 Ispravljačke stanice 46
4.2.5 Kontaktna mreža 51
4.2.6 Tramvajska spremišta (remize) 54
4.3 Vozni park 56
4.3.1 Karakteristike vozila 58
4.3.2 Kvarovi vozila 65
4.4 Organizacija prijevoza 67
4.4.1 Tramvajske linije 67

4.4.2 Vozni red 90
4.5 Sustav naplate 119
4.6 Sigurnost 125
4.7 Zaključak analize stanja tramvajskog sustava 129
5 Analiza prometne ponude i potražnje 135
5.1 Prometna ponuda 135
5.1.1 Analiza dostupnosti 135
5.1.2 Analiza brzina 138
5.1.3 Analiza frekvencija 140
5.1.4 Analiza kapaciteta 141
5.1.5 Analiza opterećenja tramvajskog kolosijeka 142
5.2 Prometna potražnja 143
5.2.1 Prometna istraživanja 143
5.2.2 Evidencija putnika u tramvajskom sustavu 148
5.2.3 Prometni pokazatelji 153
5.3 Zaključak analize prometne ponude i potražnje 155
6 Analiza razvoja tramvajskog prometnog sustava 157
6.1 Prognoza prometne potražnje 157
6.2 Razvojni dokumenti 158
6.3 Scenariji razvoja 164
6.3.1 „Do-nothing“ 164
6.3.2 „Do-something“ 167
6.3.3 „Do-all“ 170
6.4 Zaključak analize razvoja tramvajskog prometnog sustava 177
7 Zaključak 179
Popis slika 183
Popis tablica 187
Popis grafikona 189

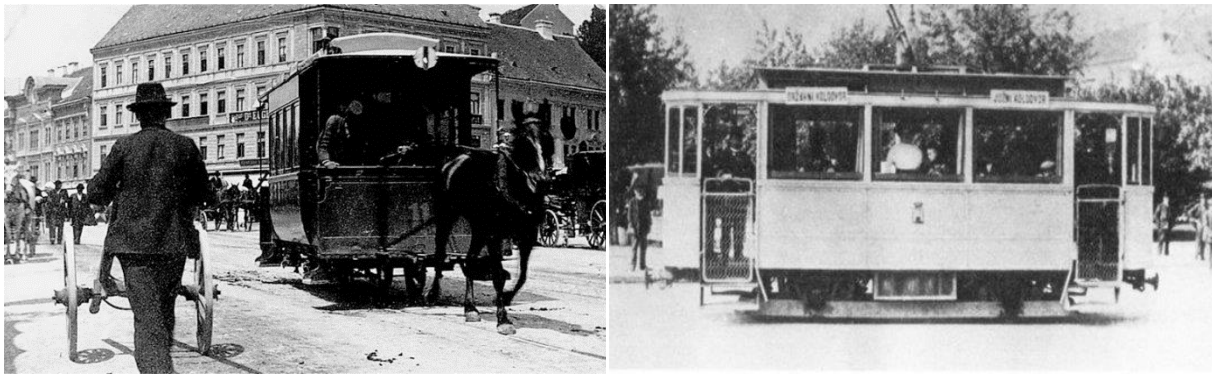
1 Uvod

Uslugu javnog prijevoza putnika na području Grada Zagreba, kao i na dijelovima okolnih područja, obavlja gradsko poduzeće Zagrebački električni tramvaj d.o.o. (u daljnjem tekstu ZET).

Genezu Zagrebačkog električnog tramvaja moguće je pratiti od 1844. godine, kada je u Zagrebu uvedena prva omnibusna linija koja je u ljetnim mjesecima povezivala Margaretski trg sa kupalištem na Savi.

Od 1891. godine zagrebačkim ulicama prvo je vozio konjski tramvaj koji je 18. kolovoza 1910. zamijenjen prvim zagrebačkim električnim tramvajem. Širina kolosijeka je iznosila 760 mm, a ukupna prometna duljina pruga oko 8 km. Konjski tramvaj ostao je u prometu još godinu dana, sve dok nije dovršena električna tramvajska mreža. Na mjestu današnjeg Tehničkog muzeja u Savskoj cesti nalazila se remiza za električne tramvaje dok se struja za napajanje tramvaja proizvodila u tada jedinoj zagrebačkoj elektrani kod Vodovodne ulice (tzv. munjari).

Slika 1-1: Konjski (lijevo) i električni tramvaj (desno)



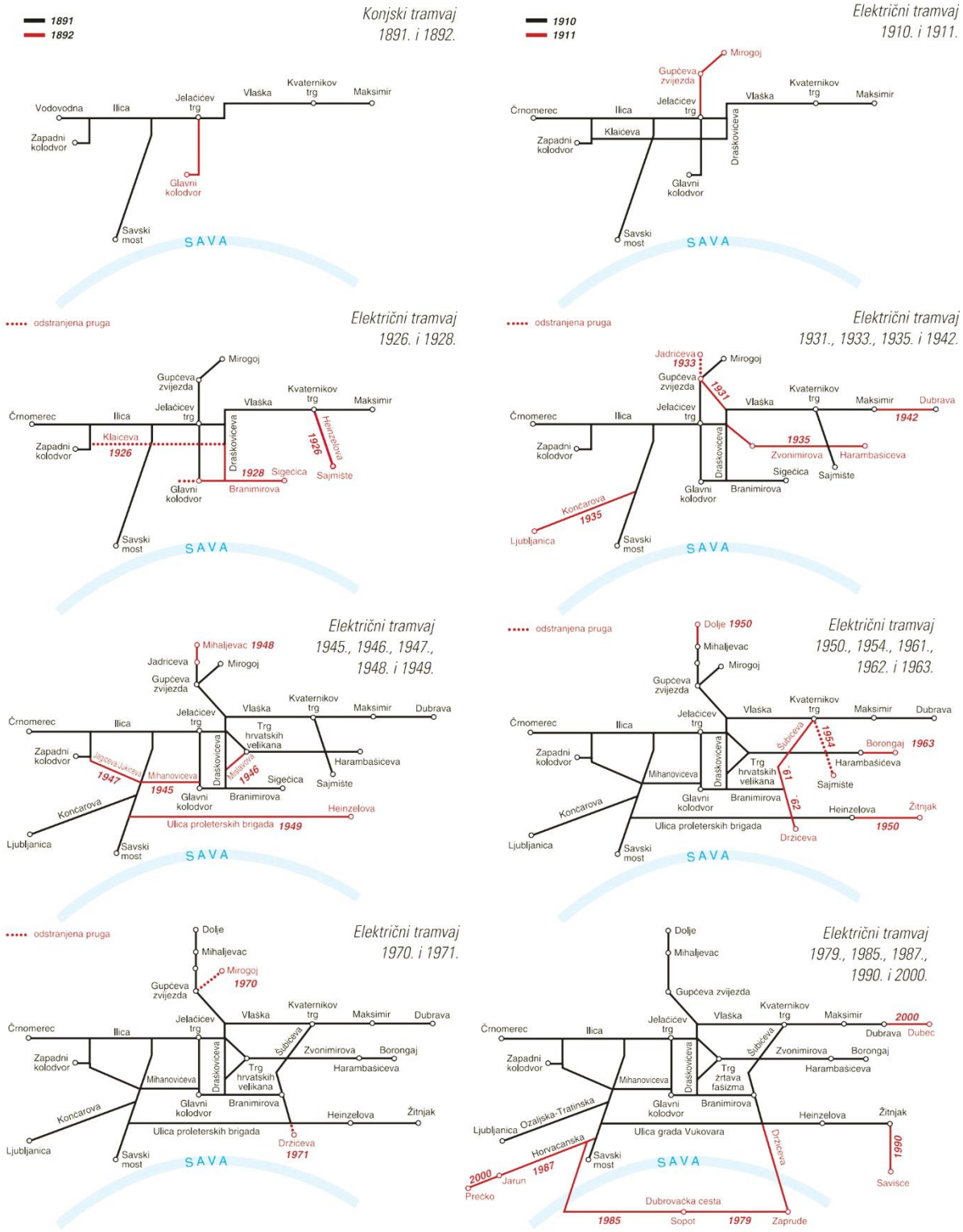
Izvor: Monografija ZET-a

U najranijem razdoblju razvoja tramvajske mreže trase tramvajske pruge često su se mijenjale odnosno dodavale su se nove pruge i ukidale se postojeće. Tako je 1926. godine uklonjena tramvajska pruga na potezu od Zapadnog kolodvora do Draškovićeve ulice (današnji zeleni val), dok je iste godine puštena u promet nova pruga između Kvaternikova trga i Sajmišta. Dvije godine kasnije puštena je u promet pruga koja prolazi današnjom Draškovićevom i Branimirovom ulicom.

Početkom 30-tih godina, točnije 1932. godine spojena je Vlaška i Gupčeva zvijezda preko Ulica Ribnjak i Medveščak, dok su 1935. godine puštene u promet pruga od Savske ulice do Ljubljanice te Zvonimirovom ulicom od Draškovićeve do Harambašićeve. Spoj Maksimira i okretišta Dubrava izgrađen je 1942. godine. Zbog nestašice električne energije i pomanjkanja stručne radne snage tijekom II svjetskog rata tramvajski promet postaje sve neredovitiji, a u studenom 1944. godine se potpuno obustavlja.

Nakon završetka rata tramvajski promet se počeo normalizirati. Do 1950. godine izgrađeno je i pušteno u promet čak sedam novih trasa od kojih valja istaknuti trasu Ulicom proleterskih brigada od Savske do Heinzelove i nadalje do Žitnjaka, te trasu koja spaja Zapadni i Glavni kolodvor kroz Jagićevu, Jukićevu i Mihanovićevu ulicu. Spoj Kvaternikova trga i Držićeve ulice pušten je u promet 1961/62. godine

Slika 1-2: Shematski prikaz razvoja tramvajske mreže na području grada Zagreba



Izvor: Monografija ZET-a

Tramvajska pruga prelazi rijeku Savu, prvo 1979. godine preko Mosta mladosti do okretišta Sopot u Novom Zagrebu, da bi 1985. godine bila puštena u promet tramvajska pruga od Savskog mosta preko novog Jadranskog mosta do okretišta Sopot, čime je zatvoren prsten kroz Novi Zagreb. Narednih godina izgrađen je niz ekstenzija pruge prema rubnim naseljima, 1987. godine od Savskog mosta do okretišta

Jarun, 1990. godine od Žitnjaka do okretišta Savišće, te 2000. godine od Dubrave do okretišta Dubec i od okretišta Jarun do okretišta Prečko.

Danas tramvajsku mrežu čini 116,3 km kolosijeka, a promet je organiziran u petnaest dnevnih i četiri noćne linije. S obzirom na trenutno stanje voznog parka, infrastrukture i elektroenergetskog sustava ZET već dulji niz godina ulaže znatna financijska sredstva za njegovu modernizaciju.

Cilj Studije razvoja tramvajskog prometa Grada Zagreba je izvršiti sveobuhvatnu analizu tramvajskog prometnog sustava na području Grada Zagreba i to sa stajališta upravljanja, stanja infrastrukture i voznog parka, organizacije prijevoza, sustava naplate i sigurnosti. Na temelju provedene ocjene stanja tramvajskog prometnog sustava, planova razvoja tramvajskog prometnog sustava te prognoze prometne potražnje predložen je smjer razvoja tramvajskog prometnog sustava koji ima za cilj dugoročnu održivosti i konkurentnost tramvajskog prometnog sustava.

2 Metodologija

Elaborat IV - Analiza tramvajskog sustava Grada Zagreba ima za cilj izvršiti sveobuhvatnu analizu tramvajskog sustava na području grada Zagreba te na temelju izvršene ocjene stanja predložiti mjere i analizirati scenarije razvoja tramvajskog prometnog sustava u budućnosti.

Izrada ovog Elaborata provedena je kroz sljedeće korake:

- opis i analiza polazišta,
- analiza i ocjena stanja sustava tramvajskog prijevoza,
- analiza prometne ponude i potražnje tramvajskog prometnog sustava,
- prognoza prometne potražnje,
- prijedlog mjera i analiza scenarija razvoja tramvajskog prometnog sustava u budućnosti.

U poglavlju Polazišta opisana su i analizirana obilježja prostora kroz geografske, demografske i ekonomske aspekte. Prometna obilježja sadržavaju opis postojeće cestovne i željezničke infrastrukture, zračnog prijevoza, javnog prijevoza putnika, te biciklističkog i pješačkog prometa.

Tramvajski prometni sustav analiziran je sa stajališta upravljanja, infrastrukture, voznog parka, organizacije prijevoza, sustava naplate i sigurnosti. Nadalje, analiza infrastrukture obuhvaća analizu tramvajskog kolosijeka, tramvajskih okretišta i stajališta, ispravljačkih stanica i pripadne kabelske infrastrukture, kontaktne mreže i tramvajskih spremišta. Analiza se temelji na rezultatima analiza kolosijeka, kontaktne mreže i ispravljačkih stanica provedenih u sklopu ove Studije, te svim dostupnim podacima naručitelja.

Analiza prometne ponude sadrži analizu dostupnosti tramvajskih stajališta kao i dostupnosti ključnih stajališta tramvajskim prometnim sustavom, zatim analizu brzina tramvajskih vozila po segmentima tramvajske prometne mreže u karakterističnom radnom danu i u vršnim satima, analizu frekvencija i kapaciteta tramvajskih vozila te analizu opterećenja tramvajskog kolosijeka.

Analiza prometne potražnje temelji se na rezultatima prometnih istraživanja provedenih između ožujka i lipnja 2017. godine u sklopu izrade I. faze Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko - zagorske županije, zatim analize podataka iz evidencije putnika u sustavu javnog prijevoza putnika te prometne analize provedene upotrebom prometnog modela razvijenog u sklopu izrade I. faze Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko - zagorske županije.

Konačno, analiza razvoja tramvajskog prometnog sustava sadrži prognozu prometne potražnje, analizu razvojnih dokumenata, te izradu prijedloga mjera i analize scenarija razvoja tramvajskog prometnog sustava u budućnosti.

3 Polazišta

3.1 Obilježja prostora

3.1.1 Geografski aspekt

Zagreb, kao najvažnije i najveće prometno čvorište u Republici Hrvatskoj, ishodište je i cilj većine cestovnih i željezničkih prometnih tokova na koje treba odgovoriti redefiniranjem postojeće mreže i planiranjem međusobnog usklađenja cestovnog i željezničkog prometa, kako daljinskog prometa koji dolazi u grad ili izlazi iz grada tako i gradskog i prigradskog.

Slika 3-1: Prometno okruženje grada Zagreba



Izvor: www.openstreetmap.org

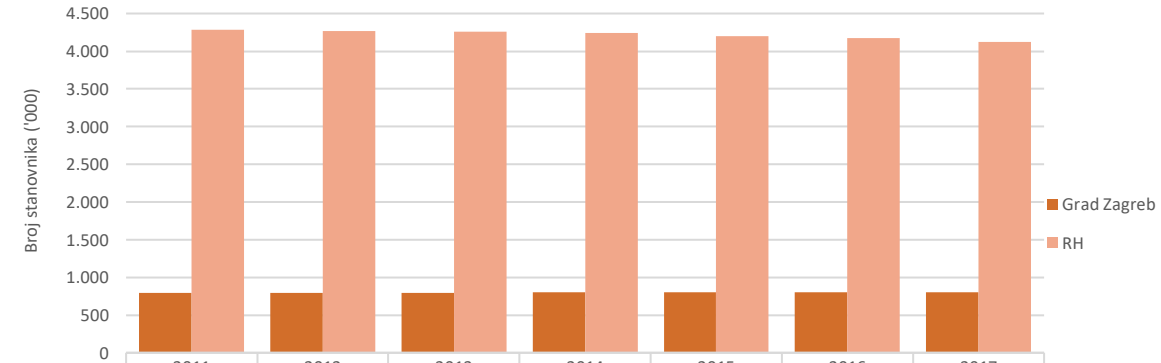
Zagreb leži na pravcu veza panonskog, mediteranskog, alpskog i središnjeg europskog prostora. Postanak i razvoj grada usko je vezan uz dva prirodna elementa: Medvednicu i rijeku Savu. U reljefnom smislu Zagreb je smješten na brežuljkastim predjelima medvedničkog prigorja, s nadmorskom visinom 150-300 m.n.m. i na ravničarskim predjelima doline rijeke Save, s prosječnom visinom 110 i 125 m.n.m. Prevladava kontinentalna klima, što znači da su ljeta suha i vruća, a zime hladne.

Grad Zagreb s površinom od 641,32 km^2 čini 1,13% površine Republike Hrvatske, a u njegovih 70 naselja živi 790.017 stanovnika (Popis stanovništva iz 2011. godine). Procjenjuje se da je u Gradu Zagrebu 2017. godine živjelo 802.762 stanovnika. Grad Zagreb je samostalna, jedinstvena teritorijalna i upravna jedinica sa statusom županije, no njegov teritorij nije podijeljen na općine, već na gradske četvrti. Graniči sa Zagrebačkom i Krapinsko-zagorskom županijom. Položaj Zagreba u srednjoeuropskom prostoru obilježava međuodnos tri najveća grada koja povezuje povijest i sadašnjost: Zagreb, Beč i Budimpešta. Potreba za povezivanjem srednjoeuropskog prostora s Jadranskim morem, činio je, a čini i danas jedan od najistaknutijih zajedničkih interesa, povezanost s europskim prostorom. Grad Zagreb nalazi se na Mediteranskom koridoru a predstvalja čvorište nekadašnjeg paneuropskog cestovnog i željezničkog koridora X (Salzburg – Ljubljana – Zagreb – Thessaloniki) i Vb (Rijeka – Zagreb – Budimpešta). Mreža autocesta približila je Hrvatsku Europi i pozitivno utjecala na regionalnu integraciju Hrvatske sa Zagrebom kao nacionalnim središtem. Sve hrvatske autoceste (A1, A2, A3, A4, A6 i A11) imaju svoje ishodište na Zagrebačkoj obilaznici. [1],

3.1.2 Demografski aspekt

Prema procjenama Državnog zavoda za statistiku[2], Republika Hrvatska sredinom 2017. godine imala je 4.124.531 stanovnika, dok je Grad Zagreb imao 802.762 stanovnika. U odnosu na Popis stanovništva iz 2011., procjena je da broj stanovnika na području Grada Zagreba raste s prosječnom godišnjom stopom rasta od 0,3%. Nadalje, u 2011. godini stanovništvo Republike Hrvatske prosječno je bilo staro 41,7 godina (muškarci 39,9, žene 43,4), što ga svrstava među najstarije stanovništvo Europe. Gustoća naseljenosti Republike Hrvatske iznosi 75,8 stanovnika/km^2, što je znatno ispod prosjeka EU-27 gdje iznosi 115 stanovnika/km^2. U nastavku slijedi usporedni prikaz kretanja broja stanovnika na području Grada Zagreba i Republike Hrvatske u razdoblju od 2011. do 2017. godine.

Grafikon 3-1: Usporedba kretanja broja stanovnika na području grada Grada Zagreba i Republike Hrvatske u razdoblju od 2011. do 2017. godine



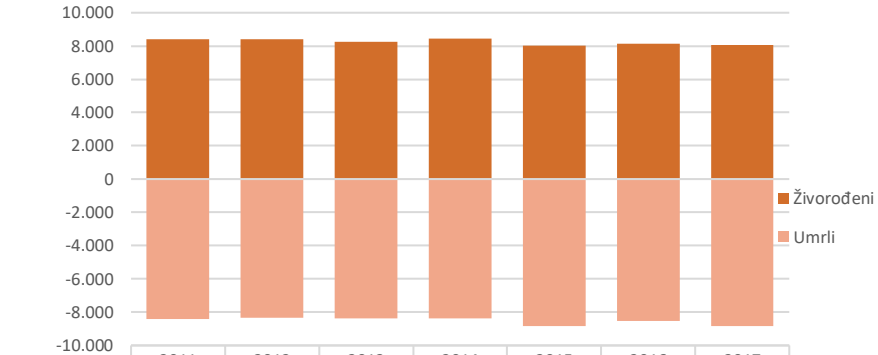
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Grad Zagreb	790.450	793.057	795.505	798.424	799.565	802.338	802.762
RH	4.280.622	4.267.558	4.255.689	4.238.389	4.203.604	4.174.349	4.124.531

Izvor: https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/Pokazatelji/Stanovnistvo%20-%20pregled%20po%20zupanijama.xlsx

[1] Razvojna strategija Grada Zagreba za razdoblje do 2020. godine
[2] Državni zavod za statistiku; Statistika u nizu; Stanovništvo – pregled po županijama (14. rujna 2018.), Tablica 7.4.3. Procjena ukupnog broja stanovnika sredinom godine

Stopa prirodnog prirasta na području Grada Zagreba, kao i na području Republike Hrvatske, je negativna. Konkretno, u 2017. godini na području Grada Zagreba živorođeno je 8.076 djece dok je umrlo 8.826 osoba što rezultira prirodnim prirastom od -750. U nastavku je prikazan grafikon prirodnog kretanja stanovništva na području Grada Zagreba.

Grafikon 3-2: Prirodno kretanje stanovništva na području Grada Zagreba u razdoblju od 2011. do 2017. godine

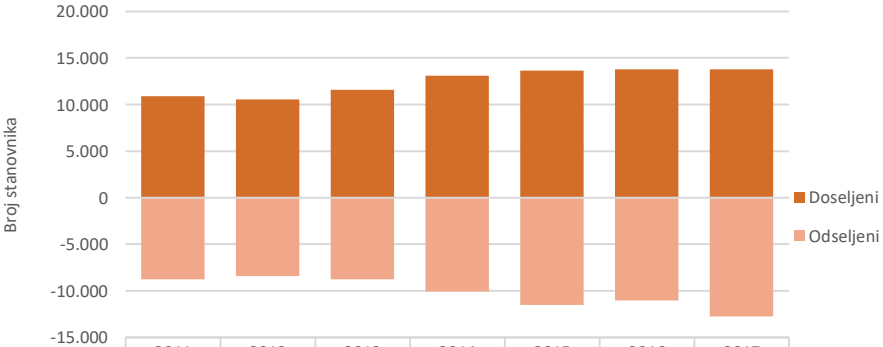


	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Živorođeni	8.411	8.394	8.254	8.452	8.039	8.120	8.076
Umrli	-8.396	-8.329	-8.360	-8.359	-8.821	-8.528	-8.826

Izvor: https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/Pokazatelji/Stanovnistvo%20-%20pregled%20po%20zupanijama.xlsx

Glavni razlog porasta broja stanovništva je veći broj doseljenih nego odseljenih stanovnika u unutarnjim migracijama. Uz Grad Zagreb, od ukupno dvadeset županija pozitivan migracijski saldo imaju samo četiri županije. Prema procjenama Državnog zavoda za statistiku, godišnje se na područje Grada Zagreba doseli oko 2 tisuće stanovnika više nego što ih se u istoj godini odseli. U nastavku slijedi prikaz omjera doseljenog i odseljenog stanovništva na području Grada Zagreba u razdoblju od 2011. do 2017. godine.

Grafikon 3-3: Usporedba kretanja broja doseljenog i odseljenog stanovništva na području Grada Zagreba u razdoblju od 2011. do 2017. godine



	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Doseljeni	10.926	10.548	11.606	13.116	13.644	13.765	13.758
Odseljeni	-8.787	-8.396	-8.735	-10.076	-11.512	-11.059	-12.755

Izvor: https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/Pokazatelji/Stanovnistvo%20-%20pregled%20po%20zupanijama.xlsx

Dnevne migracije stanovništva na predmetnom području najbolji su pokazatelj demografske, ekonomske, prometne, društvene i ukupne funkcionalne povezanosti gradske okolice s matičnim gradom, ali i pokazatelj sub-urbanizacije zagrebačke okolice. Oko 86.000 radnika koji žive na području Urbane aglomeracije Zagreb a ne žive u Gradu Zagrebu, oko 56% svih zaposlenih na području Urbane

aglomeracije Zagreb, svakog dana odlazi na radno mjesto koje se nalazi na području Grada Zagreba, čime popunjavaju oko 30% radnih mjesta u Gradu Zagrebu. S područja Urbane aglomeracije Zagreb na područje Grada Zagreba dnevno dolazi i populacija od oko 14.000 učenika i studenata. Ovakvi su podaci najbolji pokazatelj velikog značaja Grada Zagreba za njegova okolna naselja.

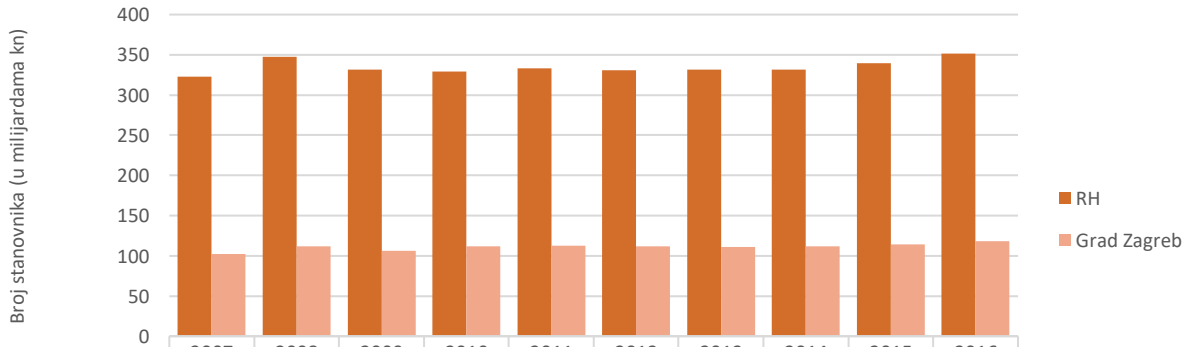
3.1.3 Gospodarski aspekt

Dosegnuta razina tehnološkog razvitka gospodarstva, koncentracija i raznolikost gospodarskih aktivnosti predstavlja ključan resurs i snažan poticaj gospodarskim aktivnostima. Osim što u njemu živi veliki broj visokoobrazovanih ljudi, Grad Zagreb je mjesto koncentracije stručnosti u tehničkom smislu. Postojeće gospodarske strukture su obrazovale sposobno lokalno stanovništvo i istodobno privlačile i zadržale u gradu kvalitetne industrijske i obrtničke radnike iz svih krajeva Hrvatske i izvan nje. Ova skupina predstavlja bazu tehnički osposobljenih ljudi koji će moći pratiti napredak neprekidno se prilagođavajući novim tehnološkim uvjetima proizvodnje. Na taj je način Grad Zagreb središte izvrsnosti u proizvodnom smislu.

Podaci Hrvatske gospodarske komore pokazuju da je, nakon razdoblja recesije 2009. – 2015., u 2016. ponovno zabilježen rast gospodarskih djelatnosti u Gradu Zagrebu. Krajem 2016. na području Grada evidentirane su 401.693 zaposlene osobe. Nezaposlenost je u padu od 2013.; 2016. prosjek nezaposlenosti je iznosio 32.809 osoba. Poduzetnici s područja Grada ostvaruju oko 50 % prihoda poduzetništva države.

U Gradu Zagrebu prisutan je trend opadanja udjela primarnih djelatnosti i proizvodnog dijela sekundarnih djelatnosti, uz porast poslovnih, stručnih i znanstveno-istraživačkih te osobito tercijarnih djelatnosti: trgovine, financijskih djelatnosti, informacija i komunikacija. Najveći porast bilježe turizam i druge ugostiteljske djelatnosti. Navedene djelatnosti koncentrirane su pretežitim dijelom unutar obuhvata GUP-a grada Zagreba; sukladno tome, na tom je području prisutan pretežiti broj zaposlenih i ostvaruje se najveći dio prihoda. [3]

Grafikon 3-4: Usporedba kretanja BDP-a Grada Zagreba i Republike Hrvatske u razdoblju od 2007. do 2016. godine



	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
RH	322.463.	347.749.	331.367.	329.143.	333.456.	330.824.	331.784.	331.569.	339.616.	351.349.
Grad Zagreb	102.546.	111.615.	106.619.	111.724.	112.383.	111.488.	110.778.	111.504.	114.355.	118.100.

Izvor: https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/Pokazatelji/Bruto%20domaci%20proizvod.xls

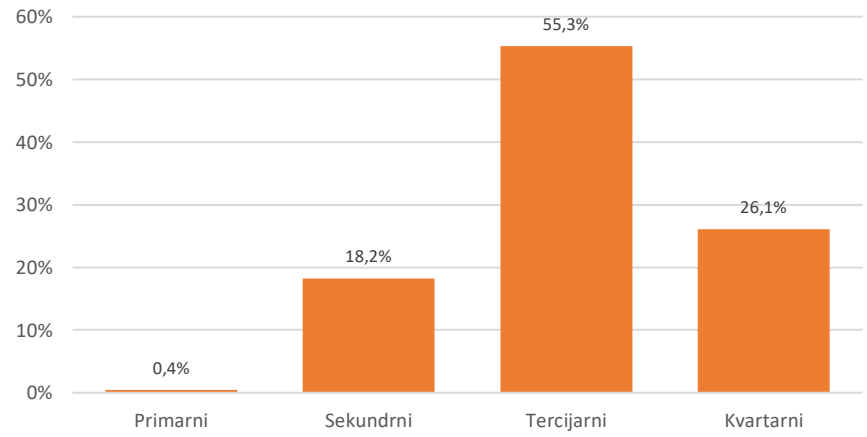
[3] Razvojna strategija Grada Zagreba za razdoblje do 2020. godine

Grad Zagreb najjače je gospodarsko središte Hrvatske u kojem se ostvaruje trećina nacionalnog BDP-a, pri čemu se udio BDP-a Grada Zagreba povećao od 30,8% u 2008. do 33,3% u 2014. U 2014. BDP Grada Zagreba iznosio je 14.298 mil. eura, pri čemu BDP po glavi stanovnika Grada Zagreba iznosi 17.908 eura te je 1,7 puta veći od BDP-a po glavi stanovnika Republike Hrvatske (10.152 eura).

U 2014. u Gradu Zagrebu na prvom je mjestu u strukturi stvaranja bruto dodane vrijednosti djelatnost trgovina na veliko i na malo, prijevoz i skladištenje, smještaj, priprema i usluživanje hrane s udjelom od 21,5%, a slijedi javna uprava i obrana, obrazovanje, djelatnosti zdravstvene zaštite i socijalne skrbi s udjelom od 14,9%. Udio prerađivačke industrije u Gradu Zagrebu pada od 13,9% u 2008. do 10,6% u 2014., dok u Hrvatskoj udjel pada sa 15,8% u 2008. na 15% u 2014. U strukturi BDV-a gospodarskih djelatnosti na razini Hrvatske, Grad Zagreb ima izrazito visoki udjel u djelatnostima: informacije i komunikacije (67,1%), financijskom sektoru (62,6%), stručnim, znanstvenim, tehničkim, administrativnim i ostalim uslužnim djelatnostima (54,9%).

Na grafičkom prikazu prikazana je zaposlenost po gospodarskim sektorima u Gradu Zagrebu u 2015. godini.

Grafikon 3-5: Zaposleni po gospodarskim sektorima u Gradu Zagrebu u 2015. godini



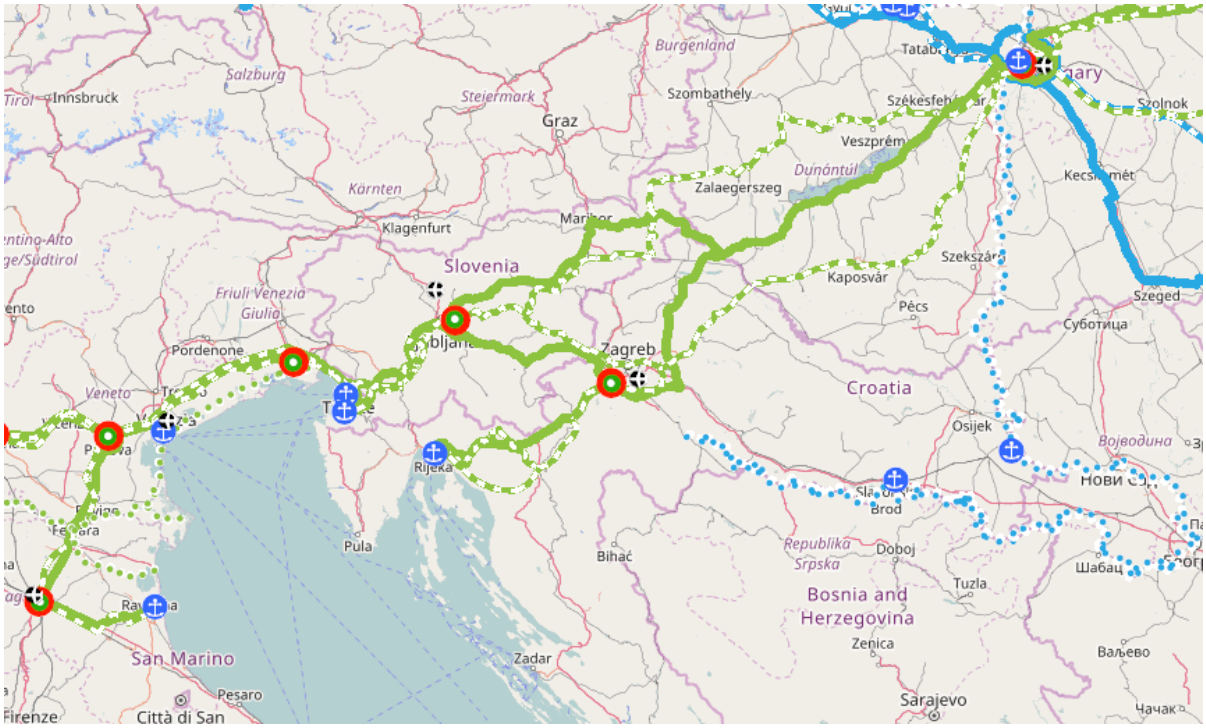
Izvor: Makroekonomski razvoj Grada Zagreba i financijski rezultati poslovanja poduzetnika u razdoblju 2008.-2015.

Prema područjima djelatnosti prerađivačka industrija čini oko 83% ukupne zagrebačke industrijske proizvodnje, opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacija oko 16%, a djelatnost rudarstva i vađenja tek 0,25%. U promatranom razdoblju nastavljen je trend ranije započetih strukturnih promjena u gospodarstvu Grada Zagreba u pravcu daljnjeg opadanja udjela industrije i građevinarstva (posebice od početka krize 2008. godine) te porast udjela trgovine, financijskih djelatnosti, informacija i komunikacija, poslovanja nekretninama, stručnih, znanstvenih i drugih uslužnih djelatnosti.

3.2 Prometna obilježja

Hrvatska se nalazi na dva koridora Osnovne prometne mreže, na Mediteranskom koridoru i na Rajna-Dunav koridoru. Mediteranski koridor povezuje jug Iberijskog poluotoka, preko španjolske i francuske mediteranske obale prolazi kroz Alpe na sjeveru Italije, zatim ulazi u Sloveniju i dalje prema mađarsko-ukrajinskoj granici. Dio tog koridora prolazi kroz Zagreb.

Slika 3-2: TEN-T koridori na području RH



Izvor: https://ec.europa.eu/transport/infrastructure/tentec/tentec-portal/map/maps.html

Riječ je o cestovnom i željezničkom koridoru, a njegov sastavni dio je i pravac Rijeka-Zagreb-Budimpešta (željeznički i cestovni pravac koji se kod nas uvriježio pod nazivom Vb koridor). Na Mediteranski koridor nastavlja se cestovni i željeznički pravac Zagreb-Slovenija, za koji se kod nas uvriježio naziv X koridor.

Postojeću prometnu infrastrukturu na području Grada Zagreba čini cestovna mreža, željeznička mreža, zračna luka Zagreb te mreža javnog prijevoza putnika i to autobusom, tramvajem i uspinjačom.

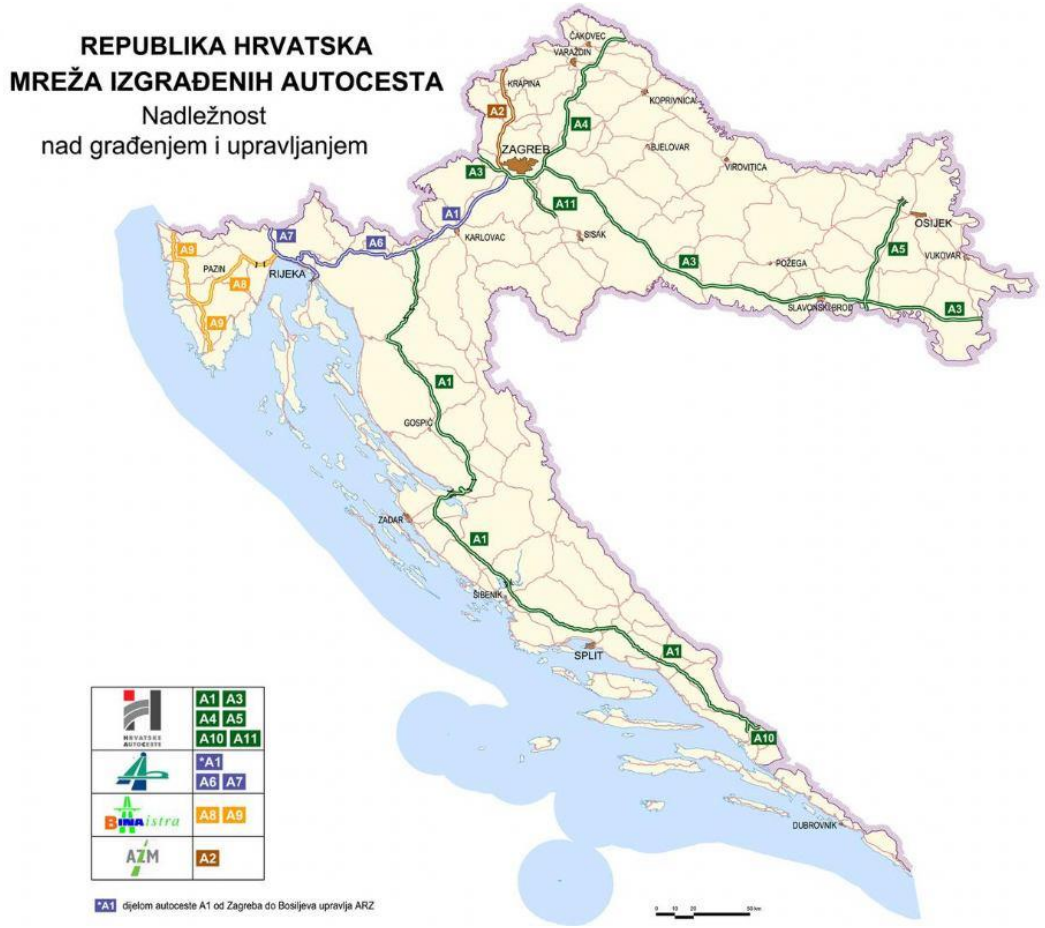
3.2.1 Cestovna infrastruktura

Sukladno Zakonu o cestama (NN 84/11, NN 22/13, NN 54/13 i NN 148/13, NN 92/14 i NN 110/19), javne ceste su javno dobro u općoj uporabi u vlasništvu Republike Hrvatske. Ovisno o njihovom društvenom, prometnom i gospodarskom značenju javne ceste se razvrstavaju u autoceste, državne ceste, županijske ceste i lokalne ceste. Autoceste i državne ceste čine jedinstvenu prometnu cjelinu i tehničko-tehnološko jedinstvo cestovne mreže.

Hrvatske autoceste d.o.o. i koncesijska društva Autocesta Rijeka-Zagreb d.d., Autocesta Zagreb-Macelj d.o.o. i Bina-Istra d.d., upravljaju, grade i održavaju mrežu autocesta i objekata s naplatom. Mreža državnih cesta u ingerenciji je društva Hrvatske ceste d.o.o. Konačno, županijske i lokalne ceste spadaju u ovlasti županijskih uprava za ceste.

Grad Zagreb je cilj većine cestovnih i željezničkih prometnih tokova a samim tim i najveće prometno čvorište u Republici Hrvatskoj. Obilaznica Grada Zagreba, ujedno i dio autoceste A3 Bregana – Zagreb – Lipovac, predstavlja ishodište glavnih autocestovnih pravaca u Republici Hrvatskoj i to: autocesta A1 Zagreb – Split, A2 Zagreb – Macelj (granica HR/SLO), A3 Zagreb Bregana (granica HR/SLO) – Zagreb – Lipovac (granica HR/SRB), A4 Zagreb – Goričani (granica HR/HU), A6 Zagreb Rijeka i A11 Zagreb – Sisak.

Slika 3-3: Mreža autocesta na području RH



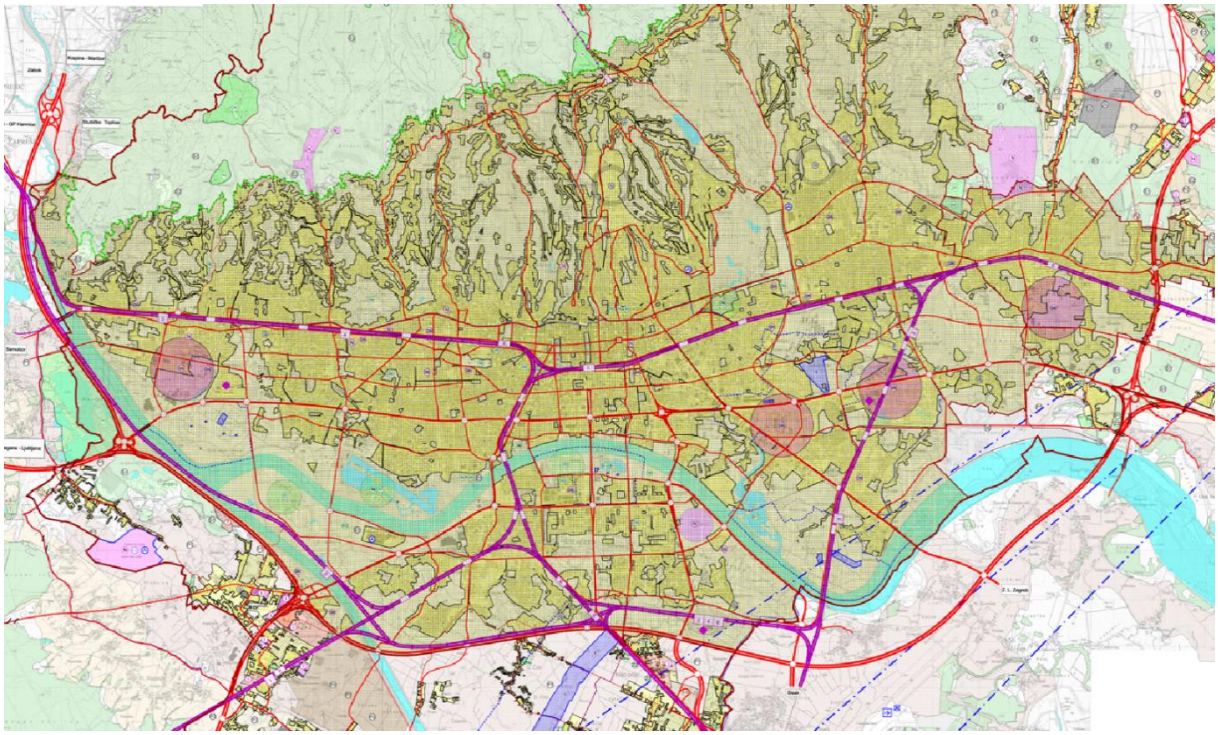
Izvor: http://www.ncs.hr/upload/katalog/2018-12-20_hrvatske_autoceste_medu_najboljima_u_svijetu(1).jpeg

Na području Grada Zagreba cestovna mreža sastoji se od gradskih avenija, glavnih gradskih ulica i gradskih ulica. Osnovnu uličnu mrežu čine gradske avenije, uglavnom položene longitudinalno, u smjeru istok-zapad. Na lijevoj obali rijeke Save, od čvora Jankomir na zapadu do čvora Ivanja Reka na istoku, proteže se avenija koju čini potez Ljubljanska – Zagrebačka – Slavonska. Ukupnom duljinom, nešto više od 22 km, avenija prolazi gradskim područjem čime čini jednu od najznačajnijih prometnica na području Grada Zagreba. Paralelno sa Slavonskom avenijom, od Savske ceste do Ulice grada Gospića, proteže se Ulica grada Vukovara. Na lijevoj obali rijeke Save, odnosno na području Novog Zagreba smještene su Avenija Dubrovnik i Jadranska avenija. Osnovnu transverzalnu mrežu gradskih avenija čine Avenija Marina Držića, Ulica Hrvatske bratske zajednice i u nastavku Avenija Većeslava Holjevca i Ulica Vjekoslava Heinzela.

Glavne gradske ulice, Aleja grada Bologne, Horvaćanska cesta, Zagrebačka cesta, Savska cesta, ulica Dubrava, Ulicu kneza Branimira, Maksimirska cesta, Ulica kralja Zvonimira i dr., nadopunjuju mrežu gradskih avenija čineći kostur cestovnog sustava Grada Zagreba.

Osnovnu uličnu mrežu grada karakterizira nedovoljna propusna moć u vremenima vršnog opterećenja, nedostatak mostova preko rijeke Save kao i nepostojanje sustava cjelovite koordinacije semaforskih uređaja.

Slika 3-4: Osnovna cestovna mreža Grada Zagreba (Prostorni plan Grada Zagreba)



Izvor: https://geoportal.zagreb.hr

3.2.2 Željeznička infrastruktura

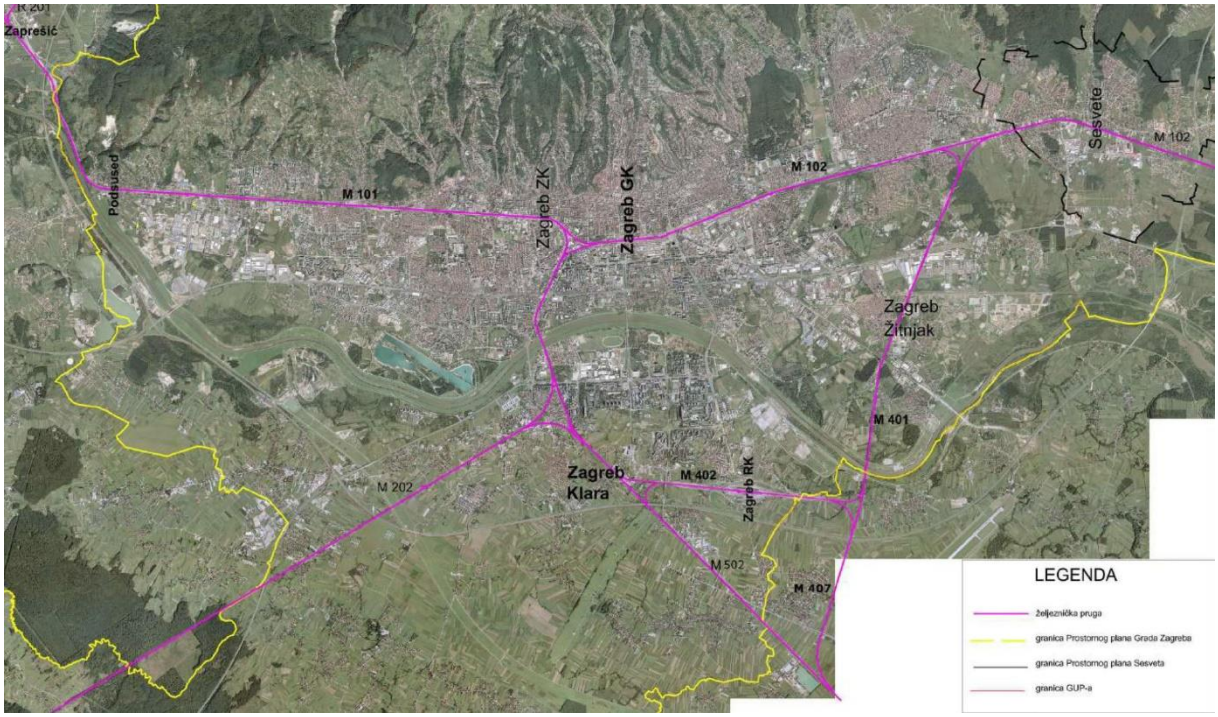
Željeznički čvor Zagreb predstavlja središnju jezgru željezničke mreže pruga u Republici Hrvatskoj koja povezuje jugozapadni i južni dio priobalne mreže pruga sa sjevernim i istočnim kontinentalnim dijelom te europskim prometnim sustavom. Grad Zagreb, pa time i željeznički čvor Zagreb nalazi se na prometnom čvorištu putova između zapadne, srednje i jugoistočne Europe te Jadranskog mora.

Ukupna duljina željezničkog koridora na području Grada Zagreba iznosi 83,22 km. Ukupna duljina željezničkih pruga u sklopu koridora iznosi 141,13 km, od čega je 137,37 km duljina glavnih željezničkih pruga. Kroz područje grada prolaze i dva europska prometna koridora (RH1 i RH2) koja traže nove izmjene u pogledu dosadašnje strukture željezničkog čvora Zagreb.[4]

Područjem Grada Zagreba prolazi željeznička pruga kojom se odvija putnički i cjelokupni teretni promet; prigradski, gradski i međunarodni željeznički promet koji nisu međusobno odvojeni. Tako danas željezničke pruge na teritoriju Grada Zagreba prolaze kroz središnje dijelove, a Grad se do sada intenzivno razvio sa svih strana pruga.

[4] I. faza modernizacije tramvajske infrastrukture u Gradu Zagrebu, str.36

Slika 3-5: Zagrebački željeznički prsten



Izvor: Studija razvoja željezničkog čvora Zagreb (2016)

Pruga Dugo Selo – Zagreb GK – Zaprešić praktično dijeli grad na sjeverni i južni dio. Sjeverno od pruge Dugo Selo – Zagreb GK – Zaprešić živi oko 345.000 stanovnika ili 44%, a južno oko 445.000 stanovnika ili oko 56%. Također, pruga Zagreb Glavni kolodvor prema Hrvatskom Leskovcu i Velikoj Gorici dijeli južni dio (južno od pruge Dugo Selo – Zagreb GK – Zaprešić) na istočni i zapadni. U ovom istočnom dijelu živi oko 220.000 stanovnika, a u zapadnom dijelu također 225.000 stanovnika. S jedne i druge strane pruge prema Hrvatskom Leskovcu i Horvatima, kao i prema Velikoj Gorici razvila su se stambena naselja, a ponegdje i industrijski, rekreacijski i drugi objekti. Pruge Sesvete – Zagreb Ranžirni kolodvor – Zagreb Klara, odnosno Zagreb Ranžirni kolodvor – Velika Gorica, dijele značajan dio gradske četvrti Peščenica – Žitnjak, odnosno južne dijelove gradske četvrti Novi Zagreb – Istok.[5]

Gradska i prigradska željeznica može se uklopiti u sustav javnog prijevoza u Zagrebu, ali postojeća mreža pruga i stajališta nije u potpunosti prilagođena potrebama javnog gradskog i prigradskog željezničkog prometa. Na području Grada Zagreba putnici mogu ući/izaći iz vlakova u gradskom prometu na 17 službenih mjesta (kolodvora i stajališta) i to 11 na dvokolosiječnoj pruzi Zaprešić – Dugo Selo, 2 na jednokolosiječnoj pruzi Zagreb – Sisak i 4 na jednokolosiječnoj pruzi Zagreb - Rijeka. Krajem 2014. dovršena je gradnja stajališta Buzin, na pruzi Zagreb - Sisak, ali ono nije pušteno u promet. U zagrebačkoj okolici trenutno je u prometu 9 niskopodnih vlakova. Trenutno prometovanje niskopodnih vlakova koje koristi HŽ putnički prijevoz odvija se na sljedećim relacijama: 6 vlakova vozi na relaciji Harmica (Savski Marof) Zagreb GK –Dugo Selo, 1 vlak vozi na relaciji Zagreb GK – Karlovac – Duga Resa i 2 vlaka voze na relaciji Zagreb GK – Koprivnica i Zagreb GK – Novska. Putna brzina u prigradskom i

[5] Studija razvoja željezničkog čvora Zagreb, str.2

gradskom željezničkom prometu je oko 40 km/h, a uska grla predstavljaju nedostatna i neadekvatno opremljena stajališta kao i nedostatan i zastarjeli vozni park. [6]

3.2.3 Zračni prijevoz

Međunarodna zračna luka Franjo Tuđman - Zagreb značajna je za razvoj zračnog prometa na regionalnoj, nacionalnoj i međunarodnoj razini. Smještena je izvan administrativnih granica Grada Zagreba, na području Zagrebačke županije (Grad Velika Gorica). Zračna luka Franjo Tuđman najveća je zračna luka Republike Hrvatske i ima status međunarodne zračne luke prvog slijetanja, a svrstana je u razred i skupinu 4E (prema ICAO).

Zračna luka Franjo Tuđman u Zagrebu glavna je izlazno/ulazna točka od i do Hrvatske i djeluje kao središte domaćeg i međunarodnog prometa u Republici Hrvatskoj.

Analiza dostupnosti prijevoza do/od Zračne luke pokazuje da je trajanje putovanja od Zračne luke do centra Zagreba 30 min. automobilom i 45 min. autobusom (tijekom razdoblja vršnog opterećenja prometa) .[7] Analiza dostupnosti iz I. faze master plana prometnog sustava Grada Zagreba pokazuje da područje dohvata od Zračne luke Zagreb obuhvaća 64% stanovništva automobilom i 2% sustavom javnog prijevoza. Samo autobusni javni prijevoz dolazi do Zračne luke Franjo Tuđman. To se obavlja autobusima koji voze između zračne luke i središnjeg autobusnog kolodvora u Zagrebu svakih 30 minuta od 04:00 do 22:00, te linijom ZET-a 290 koja ide do Kvaternikovog Trga s polascima koji se planiraju svakih 35 minuta od 04:00 do 24:00 sata. Javni prijevoz za zračnu luku isključivo je usmjeren prema središtu grada Zagreba.[8]

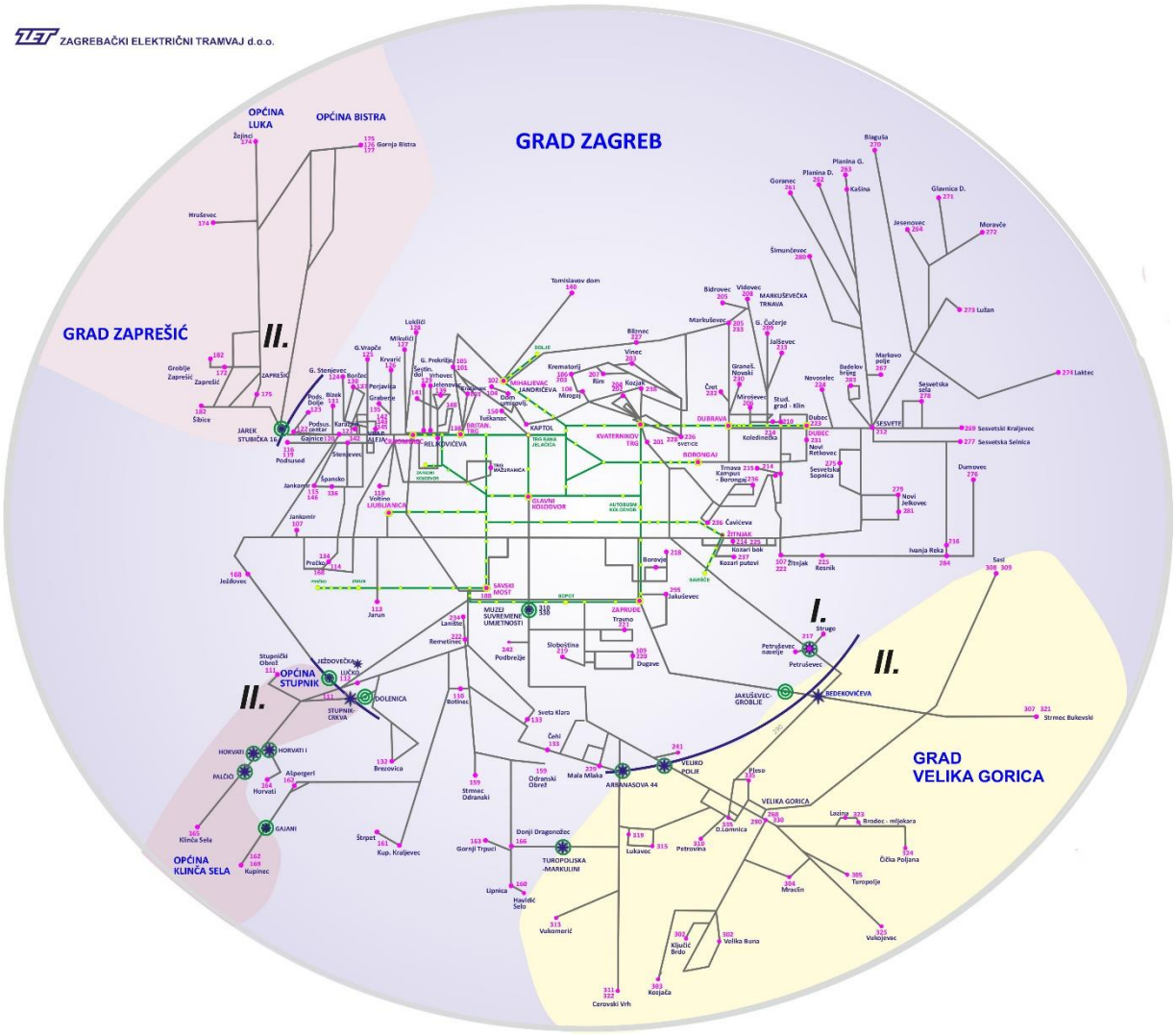
Međunarodna zračna luka Franjo Tuđman je registrirani IATA „cargo“ agent koji pruža široki raspon usluga u prihvatu i otpremi robe i pošte te posjeduje vlastita robna skladišta i upravlja njima. Korisne veze s inozemnim prijevoznicima i zračnim lukama osiguravaju mogućnosti praćenja svake pošiljke robe i pošte diljem svijeta. U stanju je prihvatiti, uskladištiti i obraditi sve uobičajene robne pošiljke i sve vrste specijalnih pošiljaka (PER2, AVI3, HEA4, DGR5, VAL6 itd.).[9]

3.2.4 Javni prijevoz putnika

Javni prijevoz na području Grada Zagreba obavlja se tramvajima, autobusima, željeznicom i uspinjačom. Najzastupljeniji vidovi javnog prijevoza u Gradu Zagrebu su autobusni i tramvajski prijevoz, kojeg karakterizira proces modernizacije autobusnog i tramvajskog voznog parka i male putne brzine. Tramvajska pruga u Zagrebu se proteže na gotovo 120 km, a 15 dnevnih i 4 noćne linije godišnje prevezu više od 190 milijuna putnika. Što se tiče autobusnog prijevoza, on se sastoji od 146 dnevnih i 4 noćne linije koje prometno povezuju područje Grada Zagreba, Velike Gorice i Zaprešića te općina Bistra, Luka, Stupnik i Klinča Sela.

[6] Razvojna strategija Grada Zagreba za razdoblje do 2020. godine
[7] I. faza master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije, str. 86
[8] I. faza master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije, str. 86 i 87
[9] I. faza master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije, str. 195

Slika 3-6: Mreža javnog prijevoza putnika ZETa



Izvor: www.zet.hr

Autobusni prijevoz putnika

Autobusna mreža područja obuhvata pokriva veliki broj autobusnih veza. Cjelokupna autobusna mreža može se podijeliti na gradske, prigradske i regionalne autobusne linije koje pokrivaju linije unutar županije i međužupanijske linije. Najčešći su gradski i prigradski autobusi, a koriste se za prijevoz ljudi u urbanim područjima, ili do/od predgrađa do gradskih središta. Regionalne autobusne linije su usluge koje se pružaju na velikim udaljenostima između gradova unutar i izvan Grada Zagreba.

Sustav javnih autobusa organiziran je za Grad Zagreb i dijelove Zagrebačke županije od strane Zagrebačkog električnog tramvaja. ZET opskrbljuje područje okolice Grada Zagreba sa 142 dnevna i 4 noćna autobusa. U središnjim dijelovima Zagreba većina autobusnih linija povezana je s 29 autobusnih terminala u Gradu Zagrebu. Sa tih terminala se opslužuje Grad Zagreb i dijelovi Zagrebačke županije (Grad Velika Gorica i Zaprešić, te Općine Luka, Bistra, Stupnik i Klinča Sela). Na području Grada Zagreba autobusni javni prijevoz provodi još i operater Samoborček koji prometuje na liniji Zagreb (Črnomerec) – Samobor.

Glavni tokovi putnika u autobusima mogu se uočiti u zapadnom dijelu Grada Zagreba, osobito duž Aleje Bologne i Ilice, zatim Avenija Većeslava Holjevca, kao i Jadranski most, koji se nalaze južno od središta grada i također imaju glavne tokove putnika u autobusima.

S oko 53.300 putnika dnevno, Črnomerec je uvjerljivo najprometnije autobusno stajalište (terminal), a drugo najprometnije autobusno stajalište je Glavni kolodvor s 29.400 putnika koji dnevno ulaze na autobus ili izlaze iz njega. [10]

Tramvajski prijevoz putnika

Kao što je već naznačeno, tramvajski prijevoz putnika u Zagrebu se proteže na gotovo 120 km, a 15 dnevnih i 4 noćne linije godišnje prevezu više od 190 milijuna putnika.

Javna tramvajska mreža uključuje samo uski gusto urbaniziran dio Zagreba. To je osnovno sredstvo javnog prijevoza na središnjem zagrebačkom području te duž Avenije Dubrovnik u Novom Zagrebu. Tramvajska mreža povezuje centar grada sa Črnomercem, Gračanima/Doljem, Dubravom/Dubcem, Borongajem, Žitnjakom i Jarunom/Prečkom, koji predstavljaju krajnje točke. Remize se nalaze na Trešnjevci i u Dubravi.

Tramvajsku mrežu karakterizira njen povijesni razvoj. Tipično za tramvajske mreže izgrađene tijekom Austro-Ugarske (do 1919.), kolosijeci su smješteni u sklopu kolnika, u blizini pločnika, gdje su također smještene i stanice. Širina kolosijeka iznosi 1 m. Prometovanje je obično povezano s ulicom i pomiješano s osobnim motoriziranim prometom, te unatoč tome što je tramvajski promet odvojen žutom trakom i namijenjen prometovanju samo tramvaja, taksija i vozila hitnih službi, čest je slučaj da se to pravilo krši što uzrokuje česte zastoje i smanjene brzine tramvaja. Preklapanje tramvajskog prometa prolazi kroz uske krivulje starog grada (minimalni polumjer kolosiječnih osi iznosi 18 m).

Trg Bana Josipa Jelačića je najprometnije tramvajsko stajalište s oko 74.000 putnika dnevno koji ulaze na tramvaj ili izlaze iz njega, a slijedi ga Glavni kolodvor s oko 42.000 putnika dnevno. Postotak putnika tijekom jutarnjih sati između 6:00 i 9:00 varira u rasponu 17-24%. Što se tiče odnosa ulaska i izlazaka u tramvajima, glavni volumeni se ostvaruju na istočnom dijelu tramvajske mreže duž Maksimirske ceste (tramvajske linije 4, 5, 6, 11 i 12) sa do 50.000 putnika uz Park Maksimir. Na zapadnoj strani - na Ilici - volumen iznosi oko 40.000 putnika (tramvajske linije 2, 6 i 11). [11]

Uspinjača

Uspinjača spaja zagrebački Gornji i Donji grad. Pruga je dužine 66 metara i savladava visinsku razliku od 30,5 metara. Zadržala je prvobitni vanjski izgled i građevnu konstrukciju, a i većinu tehničkih svojstava koja su joj dali graditelji krajem 19. st, pa je zagrebačka Uspinjača zakonski zaštićena kao spomenik kulture.

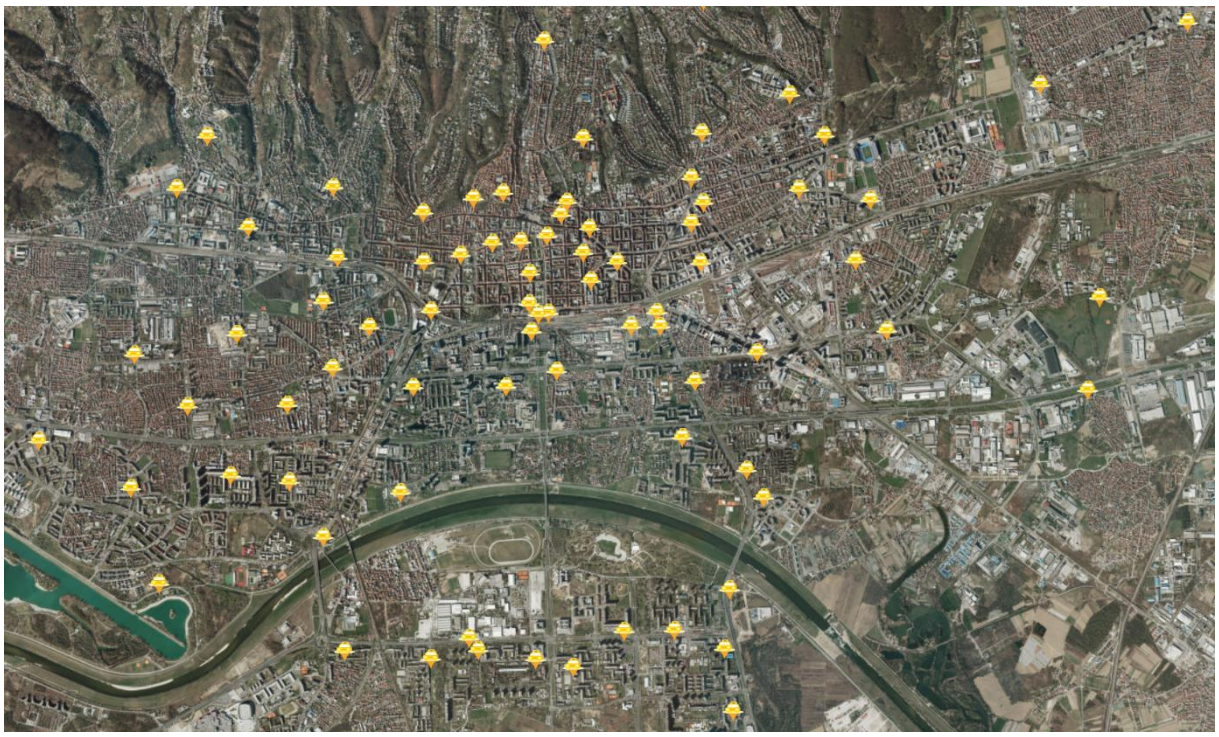
[10] I. faza master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije, str. 145
[11] I. faza master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije, str. 154

Autotaksi prijevoz putnika

Taksi prijevoz pruža javno dostupnu uslugu i stoga je dio javnog prijevoza. Međutim, nedostatak voznog reda, ruta i stajališta, sve značajke karakteristične za javni prijevoz, daje mu individualni karakter. Budući da usluga „fiksnog“ javnog prijevoza putnika ne može podržati cijelu prometnu potražnju, pokrivenost cijelog gradskog područja ovisi o taksijima, koji rade 24 sata dnevno i 7 dana tjedno, od točke do točke. Stoga je taksi prijevoz korisna dopuna uobičajenom javnom prijevozu putnika.

Usluga taksi prijevoza na području Grada Zagreba organizirana je sa 105 taksi stajališta, strateški raspoređenih na području Grada Zagreba. Radio taxi Zagreb, udruženje s više od tisuću aktivnih auto taksi prijevoznika, najveći je auto taksi prijevoznik na području Grada Zagreba. Liberalizacijom tržišta, uz Radio taxi Zagreb, uslugu auto taksi prijevoza na području Grada Zagreba vrši nekoliko većih prijevoznika od kojih treba istaknuti tvrtke Cammeo i Eko taxi, te internet platforme Uber i Bolt (Taxify).

Slika 3-7: Taksi stajališta na području Grada Zagreba



Izvor: https://geoportal.zagreb.hr

3.2.5 Biciklistički promet

2003. godine donesena je odluka da svaka nova ili rekonstruirana cesta u gradu mora uključivati biciklističku stazu, a rezultat takve odluke je znatno povećanje biciklističkog prometa. Međutim, nove biciklističke staze u većini slučajeva nisu potpuno odvojene od prometa, već su samo „obojane“ na kolniku ili na pješačkim stazama.

Zajedničko prometovanje (sharing) bicikala s ostalim vozilima na kolniku izvedeno je tijekom 2016. godine u Gajevoj i Katančićevoj ulici (720 m) te u zoni smirenog prometa Držićeva/Vukovarska (1.080 m). Tijekom 2017. godine izvedeno je u Primorskoj, Kranjčevićevoj, Teslinoj, Kordunskoj,

Berislavićevoj i Ulici A. Kovačića, u ukupnoj duljini 2.410 metara, te je ujedno obnovljena horizontalna signalizacija u Gajevoj ulici. Zaključno s 2017. godinom u Zagrebu se nalazi 4.210 metara prometnica za zajedničko prometovanje biciklističkog i motornog prometa.

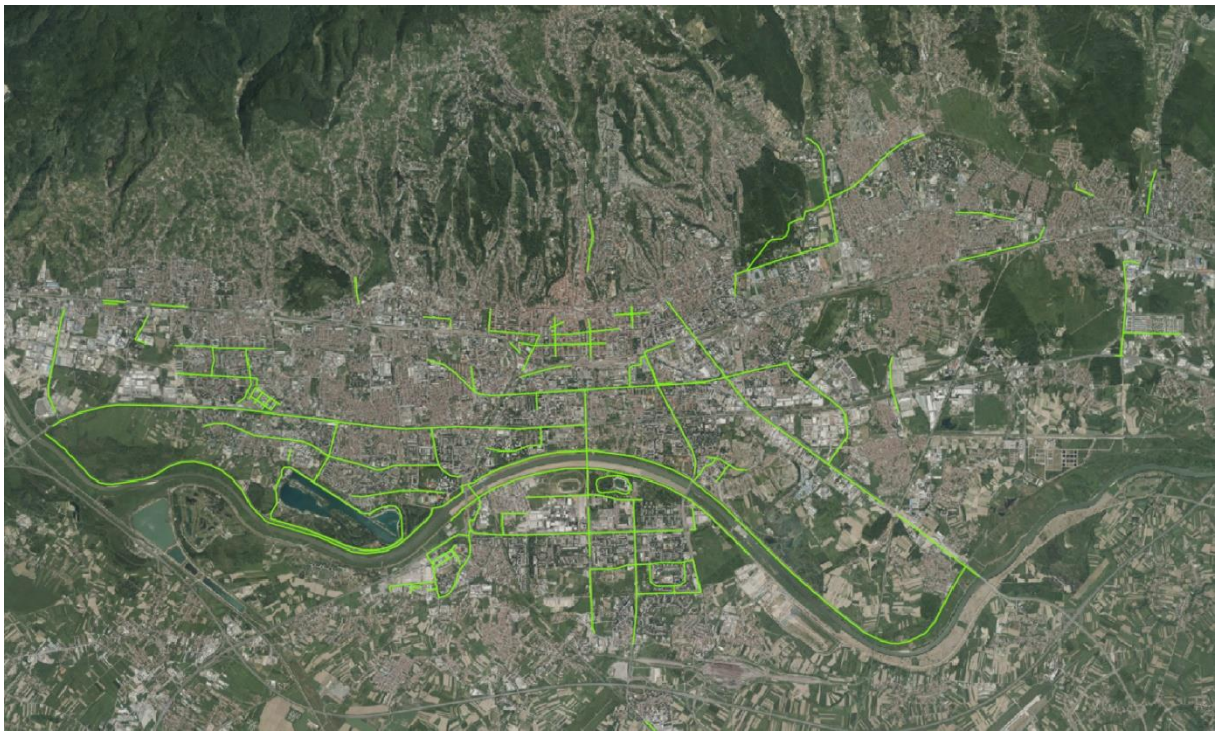
Ukupna duljina biciklističkih staza na području Grada Zagreba iznosi 269.550 metara (270 km, podatak iz siječanj 2018). Ukupno se na području Grada Zagreba na 94 lokacije nalazi 575 stalaka, što omogućuje parkiranje 1.150 bicikala.

Grad ima sustav za dijeljenje bicikala Nextbike s brojnim biciklističkim postajama diljem grada i Velike Gorice.

Na Medvednici se nalazi 144.440 metara biciklističkih staza namijenjenih rekreaciji, što uključuje 6.100 metara enduro biciklističkih staza namijenjenih rekreaciji i natjecanju, izgrađenih 2016. godine, u potpunosti odvojenih od pješačko-planinarskih tokova.

U planu je izgradnja biciklističke prometnica GREENWAY koja prati tok rijeke Save od granice sa Slovenijom do Lijevog Dubrovčaka ukupne duljine 121,6 km, s dodatnom opremom koja uključuje: rasvjetu, punjače za e-bicikle (pedelece), odmorišta, parkirališta, info-oznake, brojače prometa. Planira se i uređenje prilaza mostovima, kao i uređenje prilaza i spojeva na postojeću biciklističku i cestovnu infrastrukturu.

Slika 3-8: Biciklistička karta Zagreba



Izvor: https://geoportal.zagreb.hr

3.2.6 Pješački promet

Glavnim nedostatkom pješačenja kao načina prijevoza smatra se duljina putovanja koju ljudi mogu prehodati. Iako tradicionalni planeri smatraju optimumom radijus od 400 do 500 m, čini se kako je razumna udaljenost do koje su ljudi spremni pješačiti 2 km, što je jednako utrošenom vremenu od 20

min ako se kreću brzinom od 6 km/h. To znači da pješak može konkurirati automobilu na ovoj udaljenosti.

Na području Grada Zagreba definirana je pješačka zona, odnosno zona kretanja nemotoriziranim vozilima, koja je na zapadu omeđena Gundulićevom ulicom, na jugu Masarykovom i Teslinom ulicom, na istoku Praškom i Palmotićevom ulicom, dok je na sjeveru pješačka zona uvjetovana povijesnom kulturnom baštinom.

Slika 3-9: Pješačka zona Zagreba



Izvor: https://geoportal.zagreb.hr

Pješački kolnici uz prometnice su uzdignuti, minimalne širine 80 cm, te u zonama raskrižja upuštanjem rubnjaka spušteni na visinu cestovnog kolnika.

4 Analiza stanja tramvajskog sustava

Sveobuhvatna analiza postojećeg stanja tramvajskog prometnog sustava na području grada Zagreba obuhvaća analizu infrastrukture, voznog parka, organizacije i sigurnosti prijevoza te učinkovitosti prometnog sustava.

Analiza tramvajske infrastrukture, koja obuhvaća analizu kolosijeka, tramvajskih stajališta, kontaktnog voda, ispravljačkih stanica i pripadne kabelske infrastrukture, temelji se na analizama provedenim u sklopu izrade ove Studije a čiji su rezultati opisani sljedećim Elaboratima:

- Studija razvoja tramvajskog prometa Grada Zagreba, Elaborat I – Analiza stanja tramvajskog kolosijeka; Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, srpanj 2019.
- Studija razvoja tramvajskog prometa Grada Zagreba, Elaborat II – Analiza stanja kontaktne mreže; Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, listopad 2019.
- Studija razvoja tramvajskog prometa Grada Zagreba, Elaborat III – Analiza stanja ispravljačkih stanica i pripadne kabelske infrastrukture
    - Elektrotehnički elaborat; Končar - INEM d.d., listopad 2019.
    - Geotehnički elaborat; Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, veljača 2020.
    - Arhitektonsko/urbanistički elaborat; Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, svibanj 2020.

Analiza voznog parka, organizacije prijevoza, sustava naplate te sigurnosti prijevoza provedene su na temelju podataka naručitelja u obliku raznih izvješća (poslovna izvješća, izvješća o sigurnosti javnog gradskog prijevoza) i statističkih podataka (prodane karte, evidencija putnika, kvarovi, nesreće), tehničkih podataka o vozilima, podataka o voznom redu i sl.

4.1 Upravljanje

U postupku provedenih statusnih promjena, temeljem Izjave o osnivanju društva Zagrebački električni tramvaj d.o.o. od 29.12.2017. god., nastavno na Odluku Skupštine društva Zagrebački Holding d.o.o., Zagreb, Ulica grada Vukovara 41, Podružnica Zagrebački električni tramvaj izdvojila se iz Zagrebačkog holdinga d.o.o. te posluje samostalno kao novo trgovačko društvo Zagrebački električni tramvaj d.o.o. od 1.1.2018. god.

Osnovna djelatnost Društva je javni gradski prijevoz putnika. Prijevoz putnika obavlja se redovnim i izvanrednim linijama na području Grada Zagreba:

- autobusima,
- tramvajima,
- uspinjačom.

ZET organizira i svakodnevni prijevoz školske djece, poseban prijevoz osoba s invaliditetom i djece s teškoćama u razvoju te turistički razgled grada. U Zagrebačkoj županiji prijevoz putnika organizira se autobusima u:

- gradovima Velika Gorica i Zaprešić,
- općinama Bistra, Luka, Klinča Sela i Stupnik.

Prema poslovnom izvješću iz 2018. godine, krajem 2018. god. u Zagrebačkom električnom tramvaju d.o.o. bilo je zaposleno 3.886 radnika, od toga 3.522 radnika na neodređeno vrijeme (90,6 %) i 364 radnika na određeno vrijeme (9,4 %).

Tablica 4-1: Pregled broja zaposlenih

R. br.	OPIS	Stanje 31.12.2017.	Plan 31.12.2018.	Fluktuacija u razdoblju siječanj-prosinac 2018.		Stanje 31.12.2018.	
				Došlo	Otišlo	Broj	Udjel %
1.	Broj zaposlenih na neodređeno vrijeme od toga:	3.695	3.661	22	195	3.522	90,6
	1.1. Muškarci	3.110	3.075	14	163	2.961	76,2
	1.2. Žene	585	586	8	32	561	14,4
2.	Broj zaposlenih na određeno vrijeme od toga:	86	267	300	22	364	9,4
	2.1. Muškarci	73	227	245	15	303	7,8
	2.2. Žene	13	40	55	7	61	1,6
3.	UKUPNO (1+2), od toga:	3.781	3.928	322	217	3.886	100,0
	3.1 Muškarci	3.183	3.302	259	178	3.264	84,0
	3.2. Žene	598	626	63	39	622	16,0

Izvor: Poslovno izvješće 2018.

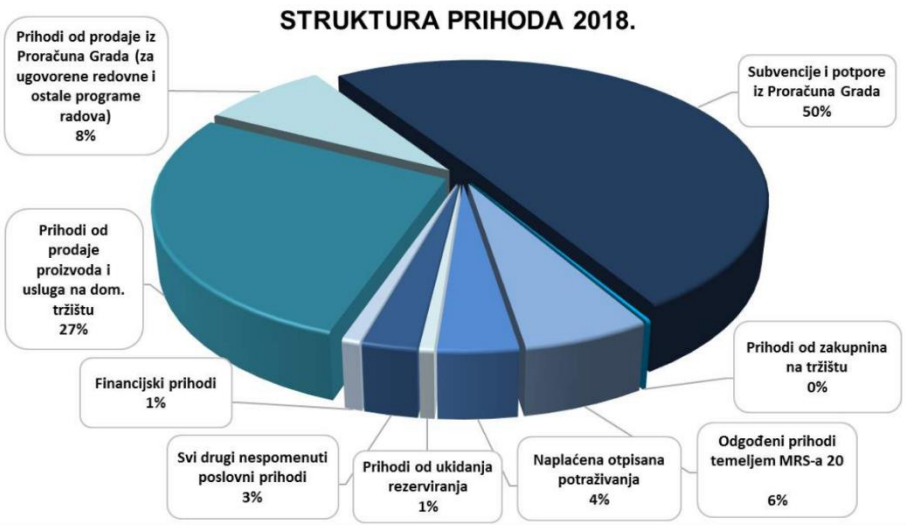
Zagrebački električni tramvaj d.o.o. u 100% je vlasništvu Grada Zagreba. ZET se financira iz cijene usluge javnog gradskog prijevoza, proračuna Grada putem subvencije i prihoda od ostalih usluga temeljem ugovora i pojedinačnih narudžbi.

Prihodi

ZET je u 2018. godini ostvario ukupne prihode u iznosu od 1.154.988.367 kuna, što je za 72,2 milijuna kn ili 6,7 % više od realizacije u istom razdoblju prošle godine. Ukupni prihodi zbroj su poslovnih prihoda u iznosu od 1.145.011.203 kune i financijskih prihoda u iznosu od 9.977.164 kuna.

Poslovni prihodi sastoje se od prihoda od prodaje proizvoda i usluga na domaćem tržištu-gospodarstvo i građani (315.095.654 kn), prihoda od prodaje iz Proračuna Grada za obavljene redovne i ostale programe rada (95.215.306 kn), prihoda od subvencija i potpora iz Proračuna Grada (583.767.710 kn), prihoda od zakupnina (2.201.634 kn), prihoda od besplatno ustupljene imovine od Grada-MRS 20 (68.409.978 kn), prihoda od ukidanja rezerviranja (7.831.031 kn), prihoda od naplaćenih otpisanih potraživanja (42.986.955 kn) te ostalih nespomenutih prihoda (29.502.936 kn). Prihod od prodaje proizvoda i usluga najvećim dijelom se odnosi na prihod od prijevoza putnika. Struktura prihoda ZET-a u 2018. godini prikazana je na sljedećem grafikonu.

Grafikon 4-1: Struktura prihoda ZET-a 2018. godine



Izvor: Poslovno izvješće 2018.

Tijekom 2018. godine ostvaren je prihod od prijevoza putnika u iznosu od 407.818.628 kn, od čega je 328.967.875 kn prihod od direktne prodaje, a 78.850.753 kn prihod od prodaje ostvaren temeljem „Ugovora o izdavanju mjesečnih i godišnjih pretplatnih karata ZET-a korisnicima besplatnog prijevoza i podmirivanju troškova prijevoza korisnika“ sklopljenog s Gradom Zagrebom (besplatan prijevoz za određene kategorije korisnika po Odluci o socijalnoj skrbi).

Financijski prihodi iznose 9.977.164 kn i veći su za 2,8 milijuna kn ili 40 % od iznosa u 2017. godini. Sastoje se od prihoda od redovnih kamata u iznosu od 757 kn, zateznih kamata u iznosu 2.469.924 kn, te pozitivnih tečajnih razlika u iznosu od 7.506.483 kn.

Rashodi

Ukupni rashodi u 2018. godini iznose 1.154.839.358 kn, a iskazani su kao poslovni rashodi u iznosu 1.117.350.544 kn i financijski rashodi u iznosu 37.488.814 kn. Ukupni rashodi manji su za 14,4 % od ostvarenja u istom razdoblju prošle godine.

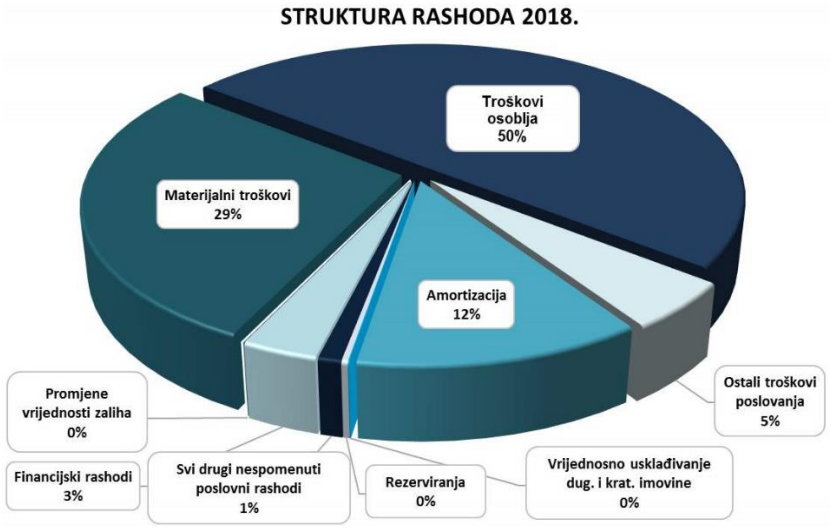
Poslovne rashode u iznosu 1.117.350.544 kn čine materijalni troškovi, troškovi osoblja, amortizacija, vrijednosno usklađenje kratkotrajne imovine, ostali troškovi poslovanja i promjene vrijednosti zaliha.

Financijski rashodi iznose 37.488.814 kn, a čine ih:

- redovne kamate po primljenim kreditima 14.513.506 kn
- zatezne kamate 1.681.976 kn
- kamate leasing 21.127.041 kn
- negativne tečajne razlike 157.782 kn
- ostali rashodi iz odnosa s nepovezanim društvima 8.508 kn

Ukupni financijski rashodi povećani su u odnosu na 2017. godinu za 8,9 milijuna kuna ili 31,1 %. Razlog povećanju troškova financijskih rashoda je knjiženje troškova kamata za pozajmice Holdinga na ovoj stavci od 2018. godine.

Grafikon 4-2: Struktura rashoda ZET-a 2018. godine



Izvor: Poslovno izvješće 2018.

4.2 Infrastruktura

Infrastrukturu tramvajskog prometnog sustava na području Grada Zagreba čine tramvajski kolosijeci, okretišta tramvaja, tramvajska stajališta, ispravljačke stanice, kontaktni vod i tramvajska spremišta.

4.2.1 Tramvajski kolosijek

Postojeća tramvajska mreža na području grada Zagreba sadrži ukupno 116.346 m kolosijeka sa širinom tramvajskoga kolosijeka od 1.000 mm. Nadalje, mrežu čini 18 tramvajskih okretišta, 258 tramvajskih stajališta i 167 skretnica. Tramvaji su smješteni u dvije remize na području Trešnjevke i Dubrave. Trešnjevačka remiza sadrži 9.213,11 m kolosijeka, od kojih je 28 za parkiranje i 87 skretnica. Remiza u Dubravi sadrži 8.500 metara kolosijeka od kojih je 30 za parkiranje i 75 skretnica.

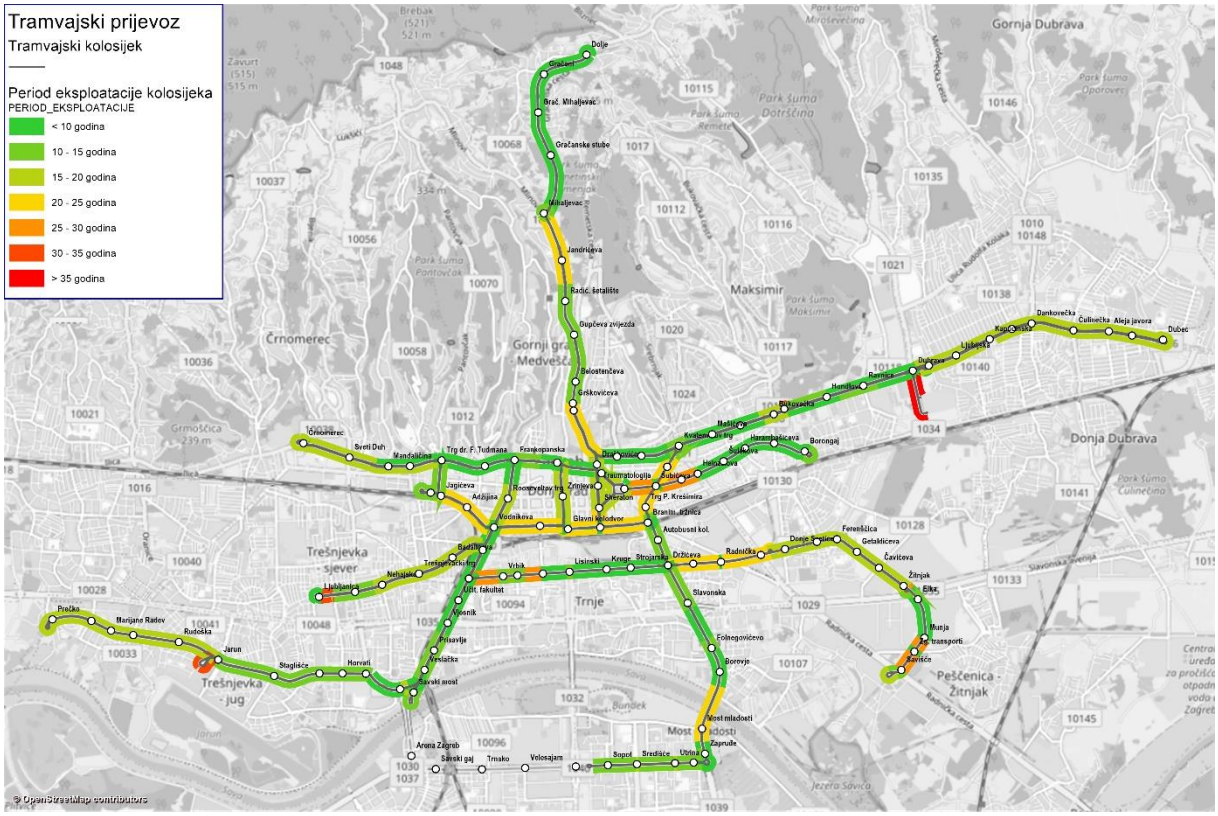
Tramvajski kolosijeci su izgrađeni, rekonstruirani odnosno popravljani u periodu od 1980. do 2018. godine, a najveći obim radova odvijao se u periodu od 1995. do 2004. godine (prosječno se pristupalo radovima na 5 km/god), zbog čega je danas najveći udio kolosijeka u eksploataciji između 15 i 25 godina što se detaljnije može vidjeti u sljedećoj tabeli.

Tablica 4-2: Pregled perioda eksploatacije kolosijeka

Period zadnjeg popravka	Period eksploatacije [godine]	Km mreže	% mreže
1980-1984	>35	0,911	0.9
1985-1989	30 - 35	2,206	2.1
1990-1994	25 - 30	4,698	4.4
1995-1999	20 - 25	26,795	25.3
2000-2004	15 - 20	23,861	22.5
2005-2009	10 - 15	16,752	15.8
2010-2014	5 - 10	14,051	13.2

Izvor: Elaborat 1 Analiza stanja tramvajskog kolosijeka, MAPA 1, Građevinski fakultet Zagreb, 2019.

Slika 4-1: Razvrstavanje segmenata tramvajske mreže prema periodu eksploatacije kolosijeka



Izvor: Izrađivač

Tramvajski kolosijeci u gradu Zagrebu su širine 1000 mm, što za posljedicu ima niz ograničenja u projektantskim i eksploatacijskim zahtjevima na kolosijek. Primjerice, male udaljenosti između tramvajskih kolosijeka i okolnih objekata kao i zahtjevi za racionalnim korištenjem gradskih prometnih površina pri projektiranju trasa tramvajskih pruga zahtijevaju ne samo manju širinu kolosijeka već i dodatno ograničavaju vrijednosti najmanjih dozvoljenih polumjera horizontalnih krivina, zbog čega su tramvajska vozila manjih dimenzija i mase (osovinskog opterećenja). Također, konstrukcija podvozja tramvajskih vozila drugačija je od podvozja klasičnih vlakova, a ta razlika je posebice izražena u slučaju suvremenih niskopodnih tramvaja.

Razlike se ogledaju i u načinu odvijanja prometa obzirom na prednosti prolaska i brzine kretanja tračničkih vozila koja, zbog nedostatka prostora u gusto izgrađenim gradskim središtima, često moraju dijeliti prometnu površinu s ostalim sudionicima u prometu te njima prilagođavati (smanjivati) svoju brzinu. Budući da konstrukcija gornjeg ustroja kolosijeka mora omogućiti i sigurno kretanje cestovnih vozila, tramvajski se kolosijeci ne izvode kao klasični kolosijeci na pragovima u zastornoj prizmi već najčešće na kontinuiranim armiranobetonskim podlogama. Iz istog se razloga tramvajski kolosijeci izvode kao zatvorene kolosiječne konstrukcije na kojima je prisilno vođenje kotača tračničkih vozila ostvareno primjenom žljebnatih tračnica, zbog čega se kotači tramvajskih vozila i profil ispusta njegova vijenca također razlikuju od kotača vlakova koji prometuju klasičnim međugradskim željezničkim prugama. Na dijelovima gdje je tramvajska pruga u zasebnom pojasu primijenjen je poluotvoreni kolosijek.

Kolosiječna konstrukcija

Tramvajsku kolosiječnu konstrukciju čine donji ustroj (nosiva podloga) i gornji ustroj pruge (tračnice, sklopovi tj. skretnice i križišta, sustav pričvršćenja tračnice te određeni način opločenja tj. zatvaranja kolosijeka). Pri periodičnoj izgradnji i rekonstrukciji (popravku) tramvajskih kolosijeka tijekom perioda od gotovo četiri desetljeća izvedena su ukupno 24 različita tipa konstrukcija kolosijeka obzirom na primijenjene kombinacije elemenata gornjeg i donjeg ustroja i načina izgradnje kolosijeka.

Obzirom na konstrukciju donjeg ustroja, razlikuju se 2 osnovna tipa kolosiječne konstrukcije - kolosijek na tucaniku (5.9% mreže) ili na AB ploči (94.1% mreže). U slučaju kolosijeka na tucaniku razlikuju se 3 primijenjena sustava ugradnje tj. pričvršćenja tračnice, dok je na kolosijeku na AB ploči u primjeni 10 različitih sustava. Na mreži se koriste 3 postupka zavarivanja tračnica. Pregled tipova konstrukcije i učestalost elemenata i načina izgradnje kolosijeka obzirom na donji ustroj i sustav ugradnje tračnica prikazan je u sljedećoj tablici.

Tablica 4-3: Pregled tipova konstrukcije i načina izgradnje kolosijeka obzirom na donji ustroj i sustav ugradnje tračnica

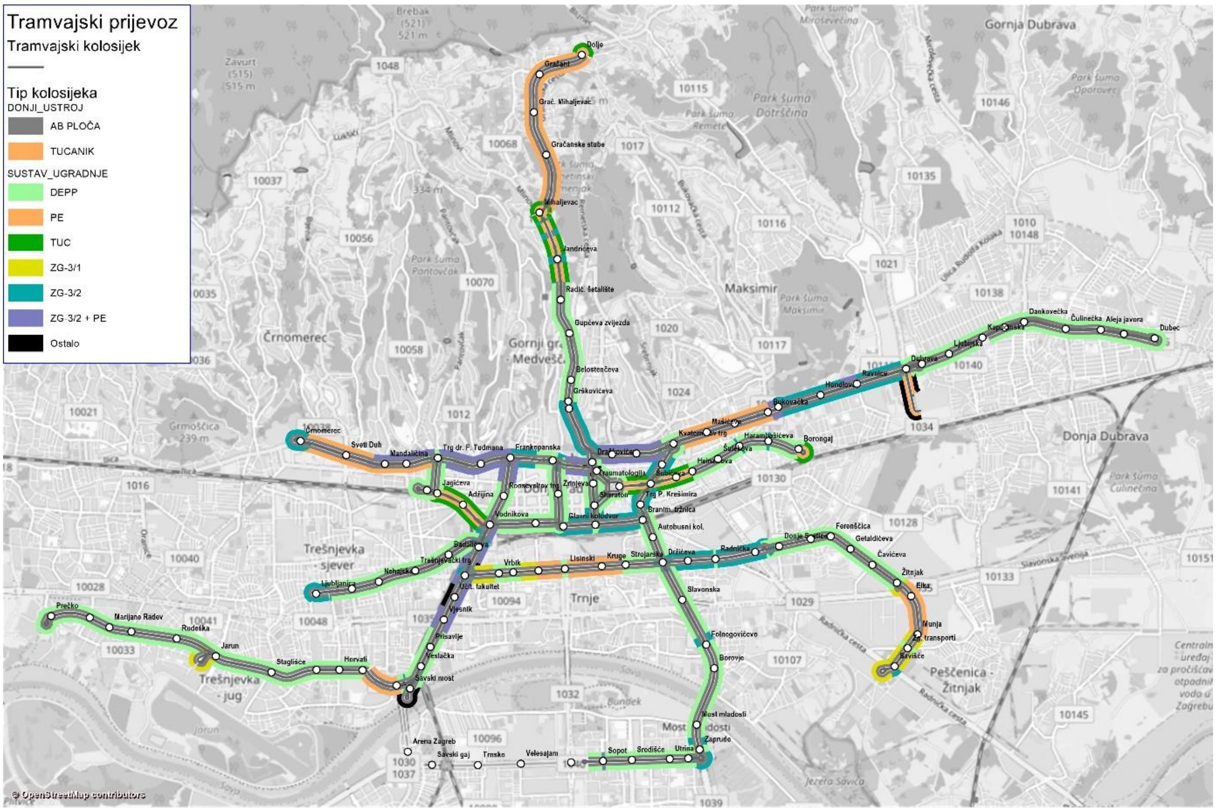
Donji ustroj kolosijeka			Sustav ugradnje (pričvršćenja tračnice)			Postupak zavarivanja
TIP	**Duljina (km)**	**%**	**TIP**	**Duljina (km)**	**%**	
AB PLOČA	99,820	94,1	DEPP	54,173	51,1	PPŽ / REL / AT
			ZG-3/2	16,929	16,0	PPŽ / REL / AT
			PE	14,543	13,7	PPŽ / REL / AT
			ZG-3/2 + PE	9,584	9,0	PPŽ / REL / AT
			ZG-3/1	3,326	3,1	PPŽ / REL / AT
			ZG2	0,531	0,5	AT
			ZG2+ PE	0,315	0,3	AT
			ZG-3/2 - IKOZIT	0,300	0,3	REL
			21-CTT	0,059	0,1	PPŽ
			21-STT	0,059	0,1	AT
TUCANIK	6,287	5,9	TUC	5,376	5,1	PPŽ / REL
			PRAG	0,613	0,6	REL
			R. BET.	0,298	0,3	AT

Izvor: Elaborat 1 Analiza stanja tramvajskog kolosijeka, MAPA 1, Građevinski fakultet Zagreb, 2019.

Analiza učestalosti pojedinih elemenata i načina izgradnje tramvajskih kolosijeka pokazala je da je najveći udio tramvajskih kolosijeka izveden na armiranobetonskoj temeljnoj ploči na kojoj su tračnice pričvršćene dvostruko elastičnim pričvrsnim priborom (sustavom DEPP) i međusobno zavarene ručnim elektrolučnim (REL) postupkom zavarivanja.

Obzirom na sustav zatvaranja kolosijeka, na mreži su duž dionica u kolniku u primjeni zatvoreni sustavi, duž dionica u zasebnom pojasu poluzatvoreni te duž dionica na mostovima otvoreni kolosiječni sustavi.

Slika 4-2: Razrstavanje segmenata tramvajske mreže prema tipu kolosiječne konstrukcije



Izvor: Izrađivač

Vizualni pregled stanja kolosijeka

U sklopu analize stanja tramvajskog kolosijeka Zagrebačkog električnog tramvaja, izvršen je vizualni pregled kolosiječne konstrukcije u dužini od 107,8 km. Vizualni pregled proveden je kako bi se ustanovile određene pojave, nepravilnosti i opažanja koja nisu jasno vidljiva iz mjerenja mjernim uređajima te kako bi se sagledalo opće stanje tramvajskog kolosijeka u Gradu Zagrebu.

Na temelju vizualnog pregleda kolosijeka ustanovljeno je da je stanje tračnica osobito loše u pojedinim stajalištima gdje dolazi do povećanog trošenja vozne površine tračnice uzrokovane kočenjem i pokretanjem tramvajskih vozila, dok je vozne površina tračnice često naborana na prilazima stajalištima. Na pojedinim dijelovima kolosijeka prisutno je značajno istrošenje tračnica. Vizualnim pregledom moguće je također ustanoviti mjesta puknuća tračnica. Puknuća su osobito učestala uzduž Maksimirske ceste, Avenije Dubrava, te dijelu Ilice od Trga Dr. Franje Tuđmana do okretnice Črnomerec.

Također, na pojedinim lokacijama na dionicama sa poluzatvorenim kolosijekom primijećen je problem s odvodnjom te zapunjavanjem tucanika sitnim frakcijama. Uočeno zablaćenje kolosijeka osobito je izraženo na sekcijama kolosijeka duž Vukovarske ulice (od Savske do Držićeve ulice), duž Zvonimirove ulice, od Heinzelove ulice do Trga žrtava fašizma, te na Ksaverskoj cesti, od Gupčeve zvjezde do Mihaljevca.

Slika 4-3: Primjeri uočenih nedostataka na tramvajskom kolosijeku



Naborano istrošenje glave tračnice, stajalište Držićeva



Puknuće tračnice u zoni zavara, na južnom kolosijeku u Branimirovoj ulici



Zablaćen kolosijek onemogućuje efikasnu odvodnju oborinske vode



Oštećena središnja AB ploča, stradali oslonci, ulica Ribnjak, zapadni kolosijek



Nedostatak brtve između asfalta i tračnice (Maksimirska ulica)



Stradavanje ležajeva i okolnog asfalta, zadiranje asfalta u slobodni profil tramvajskog vozila

Izvor: Elaborat 1 Analiza stanja tramvajskog kolosijeka, MAPA 1, Građevinski fakultet Zagreb, 2019.

Oštećenja poput propalih AB ploča, utonule tračnice ispod razine AB ploča, oštećenja na brtvljenim spojevima između asfalta i glave tračnice, propadanje asfaltnog sloja uslijed propadanja ležajeva mogu se primijetiti na zatvorenom tipu kolosijeka. Oštećenja AB ploča osobito su izražena na dijelovima

kolosijeka s intenzivnim cestovnim prometom (Ulica Ribnjak, Vlaška ulica, Ilica u blizini okretišta Črnomerec, te dijelovi Savske ceste, Maksimirska ulica), te u križanjima.

Vizualnim pregledom također su uočene nepravilnosti u zatvaranju kolosijeka sa završnim slojem od asfalta. Vidljiva su oštećenja na brtvljenim spojevima između asfalta i glave tračnice. Također je mjestimice vidljivo propadanje asfaltnog sloja uslijed propadanja ležajeva. Vrlo loša situacija primijećena je na potezu Maksimirske ceste od Hondlove ulice do Mandlove ulice, gdje je primijećeno i zadiranje asfaltnog sloja u slobodni profil kotača tramvajskog vozila uslijed propadanja ležajeva.

Propadanje ležajeva moguće je uočiti i u poluzatvorenom kolosijeku, gdje se stvaraju džepovi u zastoru zajedno sa zablaćenjem. Takve pojave češće su na dijelovima kolosijeka gdje je spriječena kvalitetna odvodnja kolosijeka.

Otvoreni kolosijek vidljiv je isključivo na dionici tramvajskog kolosijeka na Mostu mladosti. Na zapadnom kolosijeku uočen je prekid tračnica širine cca 4 cm koji je izveden neposredno prije središnje mosne dilatacije. Na tom dijelu ograničenje brzine vožnje je na 5 km/h, te takav prekid izaziva značajne dinamičke udare na kolosijek i mosnu konstrukciju prilikom prolaska tramvajskog vozila. Na izvedenom prekidu tračnica, također je vidljivo neispravno uzemljenje tračnica.

Analiza geometrije kolosijeka

Za potrebe analize ocjene stanja tramvajskih kolosijeka obzirom na kvalitetu geometrije razmatrane su vrijednosti odstupanja od projektirane širine kolosijeka G [mm], visinskih odnosa tračnica u pravcu i odstupanja od projektiranog nadvišenja u krivini C [mm], vertikalnih nepravilnosti razine tračnica u zonama zavara V [mm]. Mjerenja parametara kolosiječne geometrije provedena su pomoću elektroničkih mjernih kolica TEC-1000 poljskog proizvođača P.U.T. GRAW sp.z.o.o. na svih 475 segmenata odnosno 106 km tramvajskog kolosijek uključenih u analizu.

Slika 4-4: Elektronička mjerna kolica TEC-1000



Izvor: Elaborat 1 Analiza stanja tramvajskog kolosijeka, MAPA 1, Građevinski fakultet Zagreb, 2019.

Analiza proračunanih vrijednosti sintetiziranog pokazatelja stanja geometrije kolosijeka W pokazala je da je duž 16,8 % kolosijeka loše stanje geometrije kolosijeka koje zahtijeva rekonstrukciju kolosijeka, dok je duž 19,0 % kolosijeka zadovoljavajuće stanje geometrije kolosijeka u eksploataciji, ali uz nužan oprez i pojačano praćenje i održavanje.

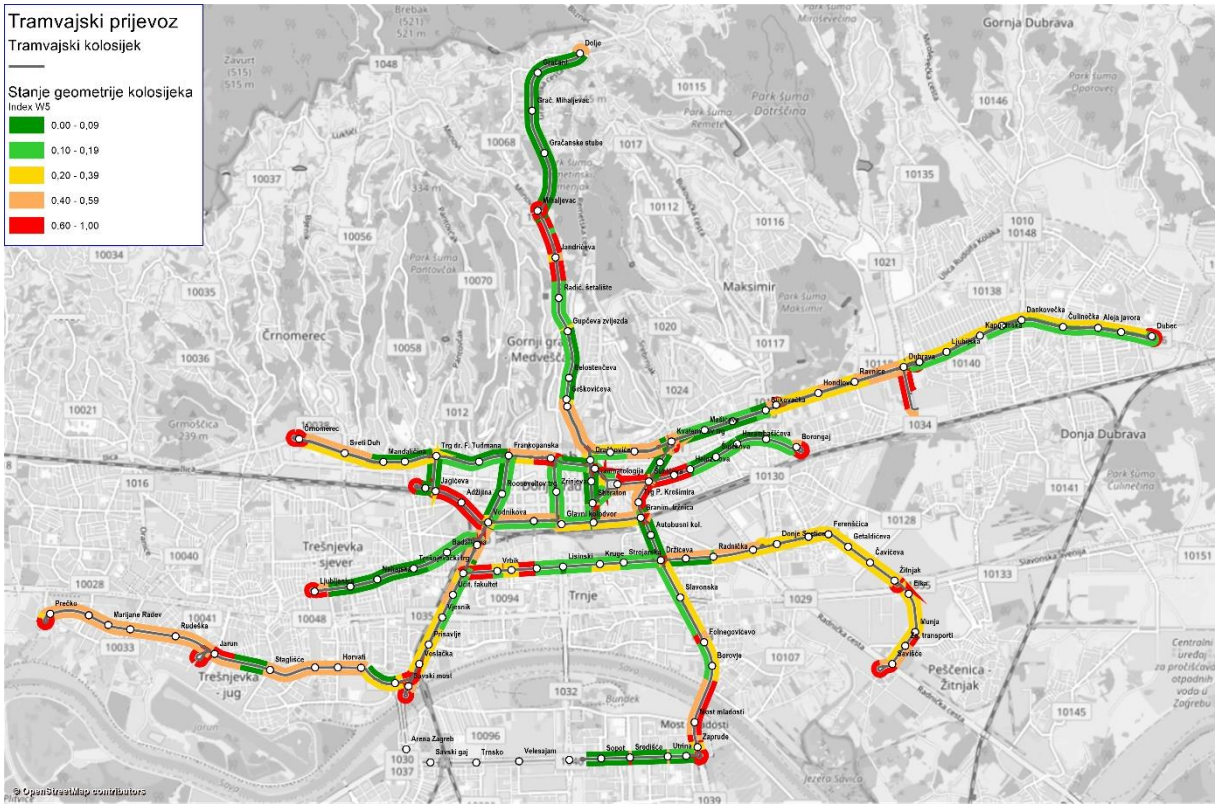
Tablica 4-4: Pregled duljina i udjela tramvajskih kolosijeka u ovisnosti o ocjeni stanja geometrije kolosijeka na segmentima

Vrijednost indeksa	Stanje geometrije tramvajskog kolosijeka	Duljina [m]	%
0,00 - 0,09	Stanje geometrije kolosijeka neposredno nakon izgradnje, popravka ili rekonstrukcije	21.895	20,6
0,11 – 0,19	Dobro stanje geometrije kolosijeka u eksploataciji	22.057	20,8
0,20 - 0,39	Zadovoljavajuće stanje geometrije kolosijeka u eksploataciji	24.213	22,8
0,40 - 0,59	Zadovoljavajuće stanje geometrije kolosijeka u eksploataciji, ali uz nužan oprez i pojačano praćenje i održavanje	20.151	19,0
0,60 – 1,00	Loše stanje geometrije kolosijeka u eksploataciji koje zahtijeva rekonstrukciju kolosijeka	17.791	16,8

Izvor: Elaborat 1 Analiza stanja tramvajskog kolosijeka, MAPA 1, Građevinski fakultet Zagreb, 2019.

Detaljan pregled stanja geometrije kolosijeka po segmentima tramvajske mreže prikazan je na sljedećoj slici.

Slika 4-5: Pregled ocjene stanja geometrije kolosijeka na tramvajskoj mreži



Izvor: Izrađivač

Analiza vremenskog profila vibracija u tramvajskom vozilu

Vibracije tramvajskog vozila izmjerene su uslijed kretanja tramvaja dionicama tramvajskih kolosijeka. Ovakvo ispitivanje daje detaljan uvid u dinamiku kretanja tramvajskog vozila po postojećoj kolosiječnoj infrastrukturi, ukazuje na nepravilnosti na kolosijeku, sigurnost prometovanja vozila i udobnost vožnje. U svrhu usporedbe ekvivalentnih razina ubrzanja na svim definiranim segmentima tramvajskog kolosijeka dužim od 50 m gdje je bilo moguće ostvariti kontinuiranu brzinu vožnje u intervalu od min. 10 s (ukupno 206 segmenata kolosijeka) izračunani su indeksi mirnoće hoda i indeksi udobnosti

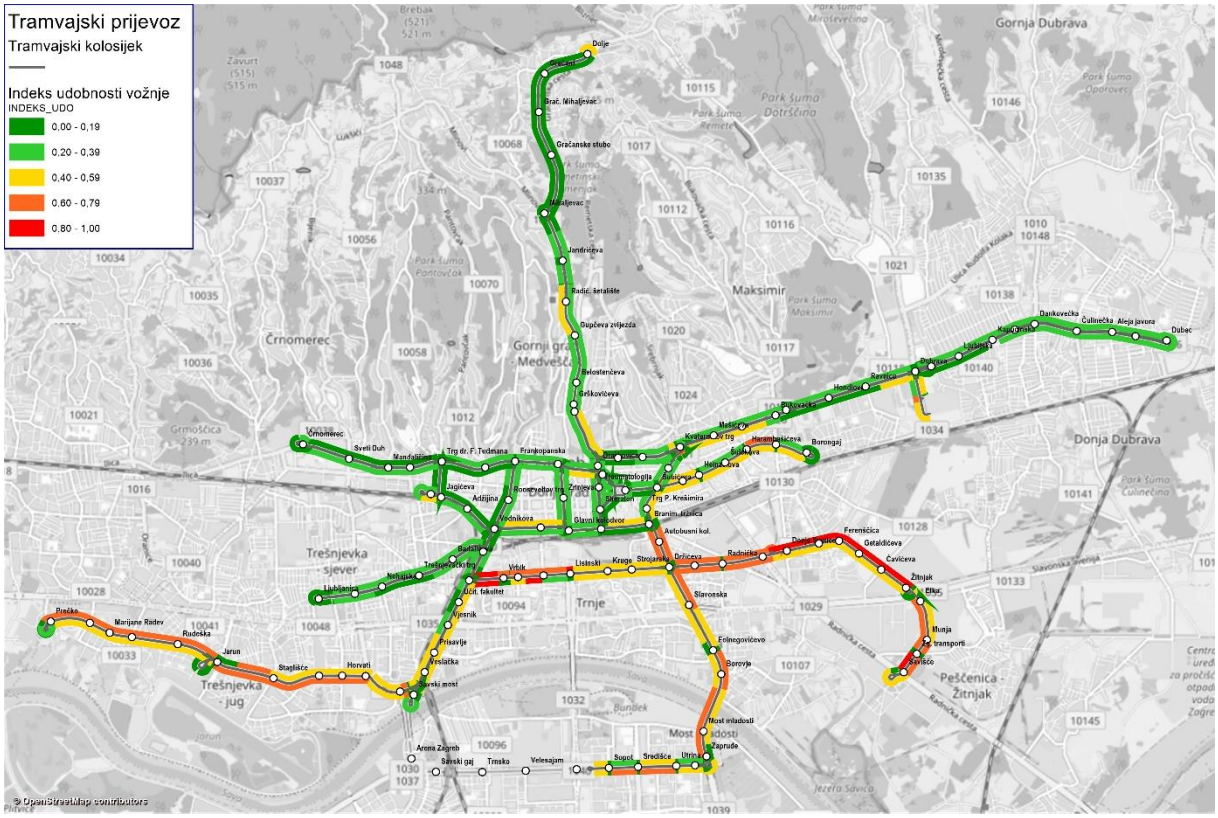
vožnje u granicama od 0 do 1, gdje vrijednost 0 predstavlja najnižu ekvivalentnu razinu ubrzanja, a vrijednost 1 najvišu ekvivalentnu razinu ubrzanja. Veće vrijednosti indeksa mirnoće hoda ukazuju na veće nepravilnosti u geometriji kolosijeka, naboranosti tračnica i stanja zavara, dok veće vrijednosti udobnosti vožnje ukazuju na utjecaj stanja kolosijeka na dinamičko ponašanje sanduka vozila. U sljedećoj tablici prikazuje se udio kolosijeka s obzirom na različite vrijednosti indeksa mirnoće hoda i udobnosti vožnje temeljenog na ekvivalentnim razinama vibracija.

Tablica 4-5: Pregled duljina i udjela tramvajskih kolosijeka u ovisnosti o izmjerenim ekvivalentnim razinama vibracija na segmentima

Vrijednost indeksa	Stanje vibracija prilikom prolaska tramvajskog vozila	Indeks mirnoće hoda		Indeks udobnosti vožnje	
		Duljina [m]	%	Duljina [m]	%
0,00 - 0,19	Vrlo mala razina vibracija	13.388	13	15.668	15
0,20 - 0,39	Zadovoljavajuća razina vibracija	34.387	33	35.871	34
0,40 - 0,59	Osjetne vibracije vozila na segmentu	33.017	31	24.229	22
0,60 - 0,79	Značajne vibracije vozila na segmentu	9.908	9	13.488	13
0,80 - 1,00	Vrlo velike vibracije vozila na segmentu	2.282	2	3.726	4

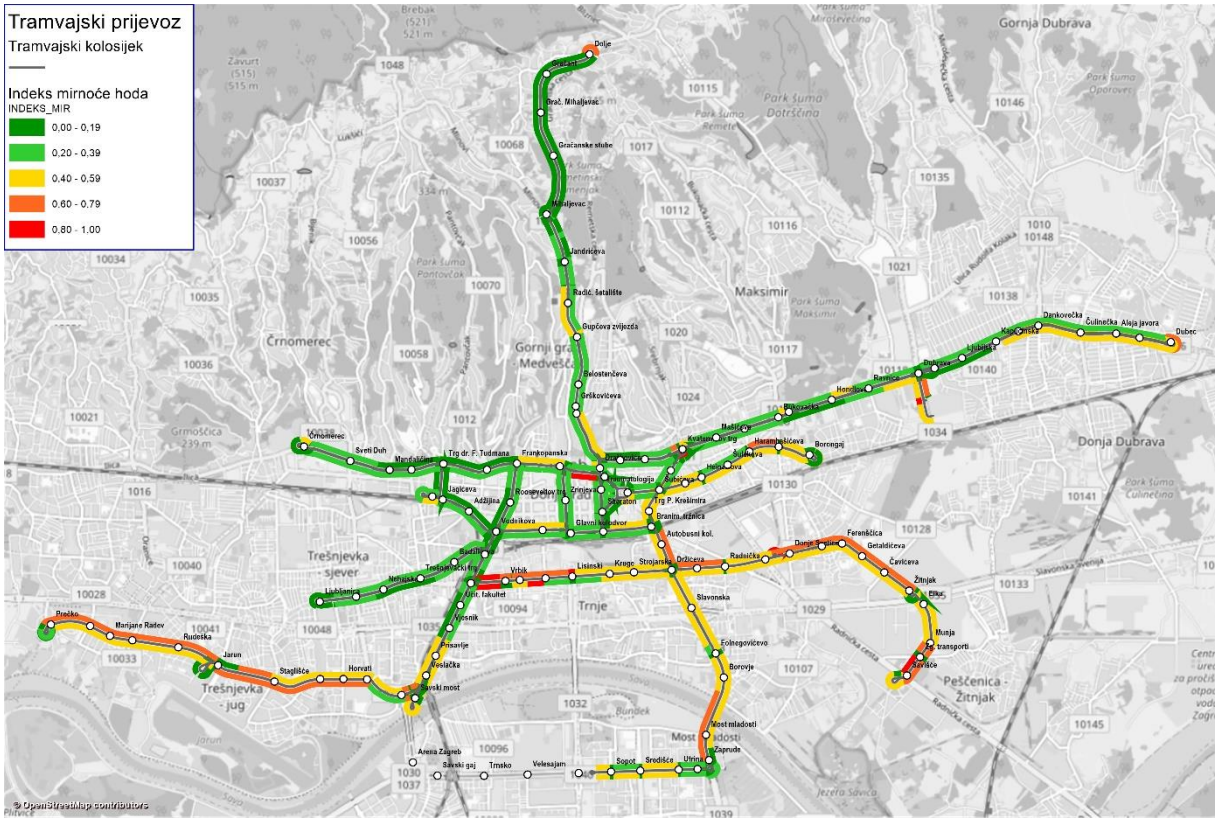
Izvor: Elaborat 1 Analiza stanja tramvajskog kolosijeka, MAPA 1, Građevinski fakultet Zagreb, 2019.

Slika 4-6: Pregled ocjene indeksa udobnosti vožnje na tramvajskoj mreži



Izvor: Izrađivač

Slika 4-7: Pregled ocjene indeksa mirnoće hoda na tramvajskoj mreži



Izvor: Izrađivač

Kategorije indeksa udobnosti vožnje veće od 0,6, gdje se pojavljuju vrlo velike razine vibracija osovinskih postolja i sanduka vozila ukazuju na dionice kolosijeka koje su prioritetne za održavanje odnosno rekonstrukciju. Na dionicama sa indeksom između 0,4 i 0,6 potrebno je uz pojačani nadzor nad kolosijekom voditi računa o održavanju vozne površine tračnica i stanju zavara tračnica kako vibracije ne bi utjecale na udobnost vožnje i okolne objekte uz tramvajski kolosijek.

Od ukupne duljine kolosijeka, na 13 km, odnosno na 12% nije provedena analiza ekvivalentnih razina vibracija s obzirom da su u tim slučajevima segmenti bili prekratki za uspješno provođenje ovakve analize. Na tim segmentima moguće je promatrati prekoračenja Sperlingovog indeksa udobnosti vožnje i mirnoće hoda koji upućuje na diskretne lokacije pojave degradacije kolosijeka.

Analiza poprečnih profila tračnica, skretnica i sklopova

Mjerna mjesta poprečnih presjeka tračnica su određena kako bi se nakon provedene analize rezultata mjerenja dobilo stvarno stanje istrošenja tračnica, srcišta skretnica i križališta. Izvršena su mjerenja 406 poprečnih presjeka (profila) tračnica u krivinama, 498 poprečnih presjeka (profila) tračnica u srcištima skretnica te 328 poprečnih presjeka (profila) tračnica u križalištima. Na cjelokupnoj tramvajskoj mreži ukupno je izmjereno 1.232 profila.

Analizom izmjerenih poprečnih presjeka tračnica na 46 lokacija utvrđeno je stvarno stanje tramvajskih tračnica u sklopovima skretnica i križališta te u krivinama radijusa manjeg od 250 m na tramvajskoj infrastrukturi u gradu Zagrebu.

Veličina istrošenja tračnica ovisi o periodu eksploatacije, veličini prometnog opterećenja, provedenim radovima na sanaciji (nadovarivanju), kvaliteti tračnica te prisutnim dinamičkim udarima uzrokovanim nepravilnostima na voznoj površini tračnice i kotačima.

Visinsko istrošenje vanjskih tračnica u krivini kreće se od 0 mm do 24,46 mm, a bočno istrošenje od 0 mm do 19,57 mm. Kod unutarnjih tračnica u krivinama visinsko se istrošenje kreće od 0 mm do 11,15 mm, a bočno istrošenje od 0 mm do 10,45 mm.

Dubina žlijeba na tračnicama u skretnicama kod 50% žlijebova tračnica premašuje maksimalnu dopuštenu vrijednost visinskog istrošenja od 6 mm, dok je kod 33% žlijebova tračnica u križalištima izmjerena dubina žlijeba veća od dopuštenih 6 mm.

Analiza buke pri prometovanju tramvajskih vozila

Mjerenje buke provedeno je u putničkom prometu tramvajskog vozila te u okolišu uslijed prolaska tramvaja na kritičnim lokacijama. Radi lakše usporedbe rezultata definirano je šest kategorija bučnosti obzirom na dobivene vrijednosti ekvivalentnih razina buke.

Mjerenja u putničkom prometu tramvajskog vozila su provođena u tramvaju NT 2200 (gar. br. 2284) koji je konstantnom brzinom od 20 km/h prometovao po svim kolosijecima tramvajske mreže Grada Zagreba. Ekvivalentna razina buka u putničkom prostoru ispitnog tramvaja za vrijeme stajanja iznosila je 56,2 dB(A), a najmanja izmjerena ekvivalentna razina buke u putničkom prostoru tramvaja pri brzini od 20 km/h 67,7 dB(A). Razlika između navedenih razina veća je od 10 dB(A), što je skladu s preporukama norme HRN EN ISO 3381:2005. Postotak trase na kojoj je zabilježena određena kategorija bučnosti prikazan je u sljedećoj tablici.

Tablica 4-6: Analiza bučnosti u tramvajskom vozilu

Kategorija bučnosti	Duljina [m]	%
$L_{A,eq} \leq 69,9$ dB(A);	2.089,25	2
70,0 dB(A) $\leq L_{A,eq} \leq$ 72,4 dB(A);	38.230,71	41
72,5 dB(A) $\leq L_{A,eq} \leq$ 74,9 dB(A)	42.703,57	46
75,0 dB(A) $\leq L_{A,eq} \leq$ 77,4 dB(A)	8.545,63	9
77,5 dB(A) $\leq L_{A,eq} \leq$ 79,9 dB(A)	944,29	1
$L_{A,eq} \geq 80,0$ dB(A)	607,08	1

Izvor: Elaborat 1 Analiza stanja tramvajskog kolosijeka, MAPA 1, Građevinski fakultet Zagreb, 2019.

Razina buke izvan vozila mjerena je na 33 lokacije i ukupno na 231 mjernom mjestu. Kategorije bučnosti zajedno sa postotkom mjernih mjesta koje spadaju u određenu kategoriju prikazani su u sljedećoj tablici.

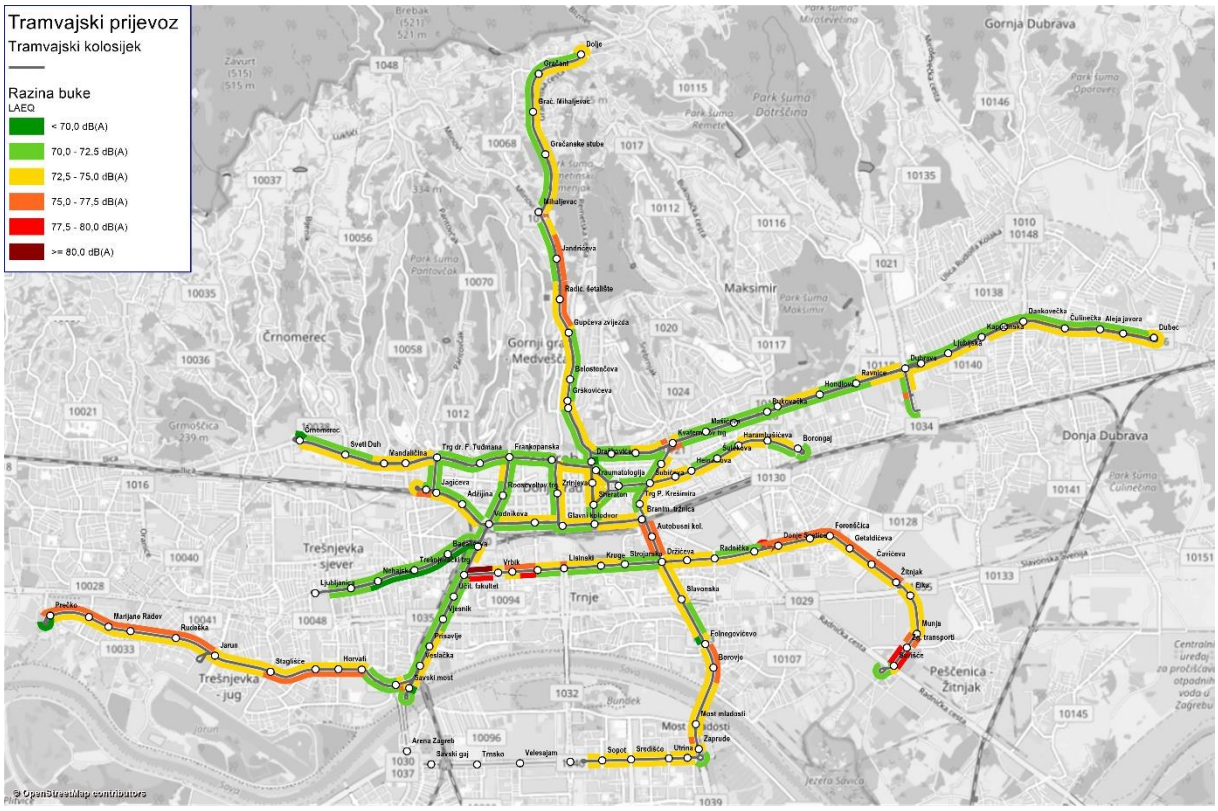
Tablica 4-7: Bučnost u okolišu prilikom prolaska tramvajskog vozila

Kategorija Bučnost	Mjerna mjesta	
	Broj mjernih mjesta	Postotak mjernih mjesta
$L_{A,eq} \leq 59,9$ dB(A);	8	3 %
60,0 dB(A) $\leq L_{A,eq} \leq$ 69,9 dB(A);	58	25 %
70,0 dB(A) $\leq L_{A,eq} \leq$ 79,9 dB(A)	132	57 %
80,0 dB(A) $\leq L_{A,eq} \leq$ 89,99 dB(A)	31	13 %
$L_{A,eq} \geq$ 90,0 dB(A)	2	1%

Izvor: Elaborat 1 Analiza stanja tramvajskog kolosijeka, MAPA 1, Građevinski fakultet Zagreb, 2019.

Kako je vidljivo u tablici, u većini promatranih krivina malih polumjera ekvivalentna razina buke prilikom prolaska tramvaja iznosila je između 70,0 dB(A) i 79,9 dB(A). Temeljem rezultata spektralne analize zaključeno je da se visokofrekventna buka cviljenja u krivinama malih polumjera najčešće javlja u pojasu frekvencija između 500 Hz i 630 Hz. U takvim krivinama preporučeno je podmazivanje tračnica u svrhu smanjenja trenja između kotača i tračnice.

Slika 4-8: Pregled bučnosti u tramvajskom vozilu po segmentima tramvajske mreže



Izvor: Izrađivač

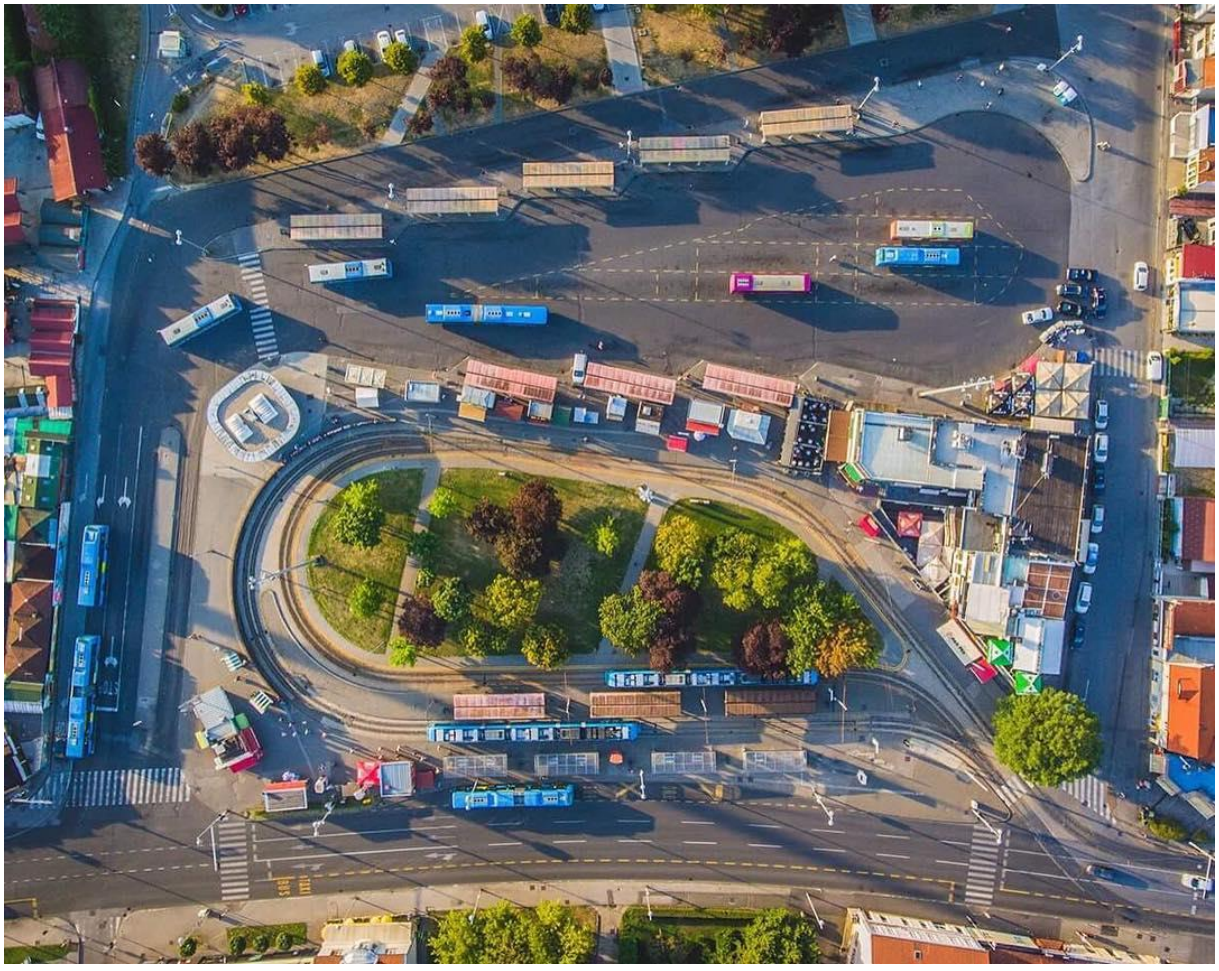
Na kritičnim lokacijama koje se nalaze u neposrednoj blizini objekata u kojima ljudi rade i borave, a na kojima ekvivalentna razina buke prelazi 75 dB(A), preporuča se provedba dodatnih mjerenja razina buke na mjestu imisije te, prema potrebi, primjena odgovarajućih mjera zaštite od buke na izvoru (kolosijeku).

4.2.2 Tramvajska okretišta

Tramvajska okretišta predstavljaju krajnje točke trase tramvajskog kolosijeka na kojima tramvajsko vozilo mijenja smjer kretanja. Okretišta u pravilu sadržavaju početno i završno stajalište jedne ili više tramvajskih linija. Okretišta većeg broja linija, jednog ili više vrsta prijevoza ili koja služe za prijelaz s jednog oblika prijevoza na drugi, nazivaju se terminalima javnoga prijevoza putnika.

Tramvajska prometna mreža ZET-a sadrži ukupno 18 okretišta tramvaja. Funkciju početnog odnosno krajnjeg stajališta ima ukupno 15 tramvajskih okretišta, od čega se 8 okretišta nalazi na krajnjim rubovima tramvajske mreže, dok se 7 okretišta nalazi unutar tramvajske mreže. Preostala 3 okretišta, svojevrsni povijesni ostaci razvoja tramvajske prometne mreže, nalaze se unutar tramvajske mreže i omogućuju skraćenje tramvajskih linija u izvanrednim slučajevima (zatvaranje pojedinog segmenta mreže zbog kvarova vozila, radova na mreži, nesreća, događanja i sl.).

Slika 4-9: Terminal Črnomerec



https://vizkultura.hr/ (autor: Jelena Pašić)

Tablica 4-8: Pregled tramvajskih okretišta i veza s drugim oblicima javnog prijevoza putnika

Okretište	Tramvajske linije	Veza s drugim oblicima javnog prijevoza putnika
Črnomerec (terminal)	2 Črnomerec – Savišće 6 Črnomerec – Sopot 11 Črnomerec – Dubec 31 Črnomerec – Savski most	Autobusne linije: 109 Črnomerec – Dugave; 119 Črnomerec-Podsused most; 120 Črnomerec – Gajnice – Prečko; 121 Črnomerec – Karažnik – Gajnice; 122 Črnomerec – Podsused – Centar; 123 Črnomerec – Podsusedsko Dolje; 124 Črnomerec – Gornji Stenjevec; 125 Črnomerec – Gornje Vrapče; 126 Črnomerec – Gornja Kustošija – Krvatrić; 127 Črnomerec – Mikulići; 128 Črnomerec – Lukšići; 130 Črnomerec – Borčec; 131 Črnomerec – Bizek; 134 Črnomerec – Prečko; 135 Črnomerec – Graberje; 136 Črnomerec – Španska; 137 Črnomerec – Perjavica – Borčec; 172 Črnomerec – Zaprešić; 176 Črnomerec – Gornja Bistra; 177 Črnomerec – Poljanica – Gornja Bistra
Zapadni kolodvor	1 Zapadni kolodvor – Borongaj	Putnički vlak (Zapadni kolodvor)
Ljubljanica (terminal)	3 Ljubljanica – Savišće 9 Ljubljanica – Borongaj 12 Ljubljanica – Dubrava 34 Ljubljanica – Dubec	Autobusne linije: 113 Ljubljanica – Jarun; 114 Ljubljanica – Prečko; 115 Ljubljanica – Španska – Jankomir; 116 Ljubljanica – Podsused most
Prečko (terminal)	5 Prečko – Dubrava 17 Prečko – Borongaj 32 Prečko - Borongaj	Autobusne linije: 114 Ljubljanica – Prečko; 120 Črnomerec – Gajnice – Prečko; 134 Črnomerec – Prečko; 168 Savski most – Ježdovec – Prečko
Savski most (terminal)	4 Savski most – Dubec 31 Črnomerec – Savski most	Autobusne linije: 108 Glavni kolodvor – Savski most; 110 Savski most – Botinec; 111 Savski most – Donji Stupnik – Stupnički Obrež; 112 Savski most – Lučko; 132 Savski most – Goli Breg – Brezovica; 133 Savski most – Sveta Klara – Čehi; 159 Savski most – Strmec Odranski; 160 Savski most – Lipnica – Havidić Selo; 161 Savski most – Kupinečki Kraljevec – Štrpet; 162 Savski most – Ašpergeri – Kupinec; 163 Savski most – Donji Trpuci – Gornji Trpuci; 164 Savski most – Horvati; 165 Savski most – Klinča Sela; 168 Savski most – Ježdovec – Prečko; 169 Savski most – Kupinec; 315 Savski most – Lukavec
Sopot	6 Črnomerec – Sopot 7 Savski most - Dubec	Autobusne linije: 109 Črnomerec – Dugave; 166 Glavni kolodvor – Donji Dragonožec; 219 Glavni kolodvor – Sloboština; 220 Glavni kolodvor – Dugave; 221Glavni kolodvor – Travno; 222 Remetinec – Žitnjak; 229 Glavni kolodvor – Odra – Mala Mlaka; 241 Veliko Polje; 242 Glavni kolodvor – Podbrežje; 268 Glavni kolodvor – Velika Gorica; 310 Petrovina; 311 Cerovski Vrh; 313 Vukomerić; 330 Velika Gorica (brza linija)
Zapruđe	8 Mihaljevac – Zapruđe 14 Mihaljevac – Zapruđe	Autobusne linije: 295 Zapruđe – Jakuševec – Zapruđe; 307 Zapruđe – Strmec Bukevski; 308 Zapruđe – Sasi
Savišće	2 Črnomerec – Savišće 3 Ljubljanica – Savišće 33 Gračansko Dolje - Savišće	Autobusne linije: 217 Kvaternikov trg – Struge – Petruševečko Naselje; 290 Kvaternikov trg – Zračna Luka – Velika Gorica
Žitnjak	13 Žitnjak – Kvaternikov trg	Autobusne linije: 107 Jankomir – Žitnjak; 222 Remetinec – Žitnjak
Borongaj (terminal)	1 Zapadni kolodvor – Borongaj 9 Ljubljanica – Borongaj 17 Prečko – Borongaj 32 Prečko - Borongaj	Autobusne linije: 231 Borongaj – Dubec; 269 Borongaj – Sesvetski Kraljevec
Kvaternikov trg (terminal)	13 Žitnjak – Kvaternikov trg	Autobusne linije: 201 Kaptol – Kvaternikov trg; 202 Kvaternikov trg – Kozjak; 204 Kvaternikov trg - Horvatovac – Voćarska – Kvaternikov trg; 207 Kvaternikov trg – Rim – Kvaternikov trg; 215 Kvaternikov trg – Trnava; 216 Kvaternikov trg – Resnik – Ivanja Reka; 217 Kvaternikov trg – Struge – Petruševačko Naselje; 237 Kvaternikov trg – Kozari putevi; 276 Kvaternikov trg – Ivanja Reka – Dumovec; 290 Kvaternikov trg – Zračna luka – Velika Gorica

Okretište	Tramvajske linije	Veza s drugim oblicima javnog prijevoza putnika
Dubrava (terminal)	5 Prečko - Dubrava 12 Ljubljanica – Dubrava	Autobusne linije: 205 Dubrava – Markuševec – Bidrovec; 206 Dubrava – Miroševec; 208 Dubrava – Vidovec; 209 Dubrava – Čučerje; 210 Dubrava – Studenski grad – Novi Retkovec; 213 Dubrava – Jalševec; 223 Dubrava – Trnovčica – Dubec; 230 Dubrava – Granešinski Novaki; 232 Dubrava – Čret
Dubec (terminal)	4 Savski most – Dubec 7 Savski most - Dubec 11 Črnomerec – Dubec 34 Ljubljanica – Dubec	Autobusne linije: 212 Dubec – Sesvete; 223 Dubec – Trnovčica – Dubec; 224 Dubec – Novoselec; 231 Borongaj – Dubec; 261 Dubec – Sesvete – Goranec; 262 Dubec – Sesvete – Planina Donja; 263 Dubec – Sesvete – Kašina – Planina Gornja; 264 Dubec – Sesvete – Jesenovec; 267 Dubec – Markovo Polje; 270 Dubec – Sesvete – Blaguša; 271 Dubec – Sesvete – Glavnica Donja; 272 Dubec – Sesvete – Moravča; 273 Dubec – Sesvete – Lužan; 274 Dubec – Sesvete – Laktec; 279 Dubec – Novi Jelkovec; 280 Dubec – Sesvete – Šimunčevec; 283 Dubec – Brestje – Sesvete
Mihaljevac (terminal)	8 Mihaljevac - Zapruđe 14 Mihaljevac – Zapruđe	Autobusne linije: 102 Britanski trg – Mihaljevac; 140 Mihaljevac – Sljeme; 233 Mihaljevac – Markuševec
Gračansko Dolje	15 Mihaljevac – Gračansko Dolje 33 Gračansko Dolje - Savišće	-

Izvor: Izrađivač

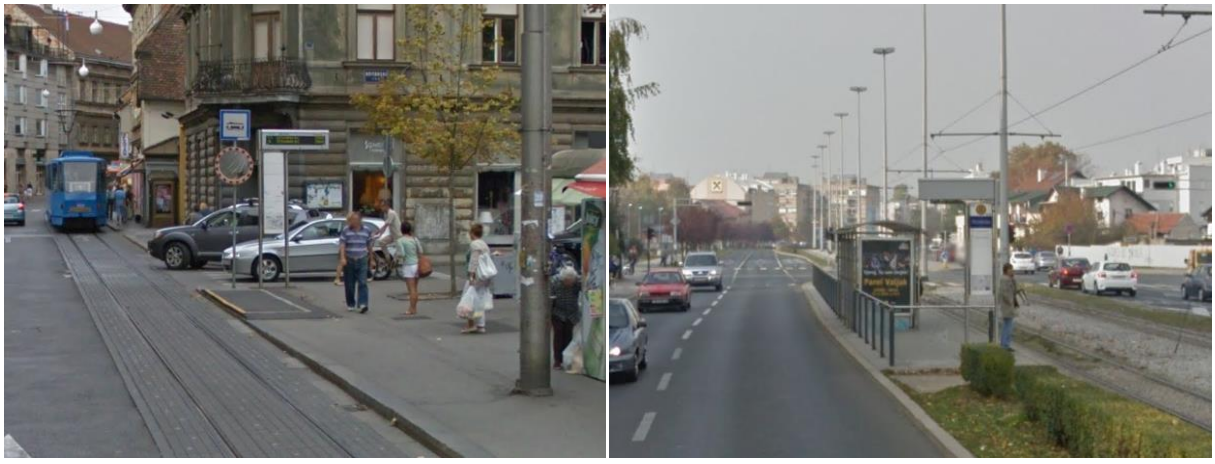
4.2.3 Tramvajska stajališta

Na cjelokupnoj tramvajskoj mreži u Zagrebu ukupno se nalazi 258 tramvajskih stajališta (perona). S obzirom na ukupnu duljinu tramvajskih kolosijeka od 116 km, stajalište se nalazi u prosjeku na svakih 421 m. Statistička analiza stajališta provedena je na osnovu detaljnog vizualnog pregleda prilikom terenskog obilaska te ulaznih podataka dobivenih od strane ZET-a.

Položaj stajališta (perona)

Položaj tramvajskog stajališta određen je s obzirom na položaj tramvajske pruge. U slučaju da se tramvajska pruga nalazi u zasebnom pojasu, stajališta su smještena u zasebno tijelo, a u slučaju da se pruga nalazi u sklopu kolnika, uz rub prometnice, stajališta su smještena na pločniku.

Slika 4-10: Položaj stajališta u odnosu na položaj pruge; stajalište na pločniku (lijevo) i stajalište u zasebnom tijelu (desno)



Izvor: maps.google.com

Od ukupnog broja tramvajskih stajališta 101 stajalište (39%) smješteno je na pločniku dok je 157 (61%) stajališta smješteno u zasebnom tijelu. Najveći broj stajališta koja su smještena na pločniku nalaze se u širem centru grada, gdje zbog ograničenosti prostora i položaja tramvajske pruge nije moguća drugačija izvedba.

Duljina stajališta (perona)

Prema Pravilniku o tehničkim uvjetima i elementima za projektiranje, izgradnju i rekonstrukciju željezničke pruge gradske željeznice, duljina perona na stajalištu ne može biti manja od najdužeg vlaka koji prometuju po toj pruzi. Najduži tramvaj koji prometuje na mreži ZET-a jest tramvaj tipa TMK 2200 čija duljina iznosi 32 m.

Analizom duljina stajališta ustanovljeno je da sveukupno 19 tramvajskih stajališta odnosno perona ima duljinu manju od minimalnih 32 m. Većina tih stajališta smještena je u zasebnom tijelu.

Tablica 4-9: Pregled tramvajskih stajališta čija je duljina manja od minimalne potrebne

Šifra stajališta	Naziv stajališta	Duljina stajališta [m]	Položaj stajališta
1190	GRAČANSKE STUBE - istok	15,10	zasebno tijelo
1191	GRAČANSKE STUBE - zapad	15,20	zasebno tijelo
1192	GRAČANSKI MIHALJEVAC - istok	15,20	zasebno tijelo
1193	GRAČANSKI MIHALJEVAC - zapad	15,20	zasebno tijelo
1194	GRAČANI - istok	22,80	zasebno tijelo
1195	GRAČANI - zapad	20,50	zasebno tijelo
1216	MIHALJEVAC (terminal - izlaz linije 15) - zapad	17,40	zasebno tijelo
1214	KVATERNIKOV TRG (okretište linije 13) - istok	27,00	zasebno tijelo
	JUKIĆEVA - jug	25,20	zasebno tijelo
1183	RADIĆEVO ŠETALIŠTE - istok	27,40	zasebno tijelo
1012	BRITANSKI TRG - sjever	29,90	pločnik
1180	BELOSTENČEVA - zapad	21,80	zasebno tijelo
1178	GRŠKOVIĆEVA - zapad	30,70	zasebno tijelo
1040	BOŽIDARA ADŽIJE - jug	31,60	zasebno tijelo
1196	DOLJE (okretište - izlaz linije 15) - istok	20,20	zasebno tijelo
1197	DOLJE (okretište - ulaz linije 15) - zapad	24,50	zasebno tijelo
1146	UČITELJSKI FAKULTET - istok	30,00	pločnik
1179	BELOSTENČEVA - istok	31,20	zasebno tijelo
1026	JORDANOVAC - sjever	31,90	pločnik

Izvor: Elaborat 1 Analiza stanja tramvajskog kolosijeka, MAPA 1, Građevinski fakultet Zagreb, 2019.

Širina stajališta (perona)

Prema Pravilniku o tehničkim uvjetima i elementima za projektiranje, izgradnju i rekonstrukciju željezničke pruge gradske željeznice najmanja širina perona na stajalištima iznosi 2 m. Ustanovljeno je da 27 stajališta (10%) ima širinu manju od 2 m. Gotovo sva stajališta čija je širina manja od minimalnih 2 m nalaze se u zasebnom tijelu.

Tablica 4-10: Pregled tramvajskih stajališta čija je širina manja od minimalne potrebne

Šifra stajališta	Naziv stajališta	Širina stajališta (m)	Položaj stajališta
1195	GRAČANI - zapad	2,00	zasebno tijelo
1091	BRANIMIROVA TRŽNICA - jug	2,10	zasebno tijelo
1053	KRUGE - jug	1,58	zasebno tijelo
1055	STROJARSKA - jug	1,60	zasebno tijelo
1163	TUŠKANOVA - sjever	1,60	zasebno tijelo
1166	ŠULEKOVA - jug	1,60	zasebno tijelo
1190	GRAČANSKE STUBE - istok	1,60	zasebno tijelo
1194	GRAČANI - istok	2,00	zasebno tijelo
1196	DOLJE (okretište - izlaz linije 15) - istok	1,60	zasebno tijelo
1046	ZAGREPČANKA - jug	1,64	zasebno tijelo
1059	OLIBSKA - sjever	1,70	zasebno tijelo
1162	TUŠKANOVA - jug	1,70	zasebno tijelo
1167	ŠULEKOVA - sjever	1,70	zasebno tijelo
1170	SVETICE - jug	1,70	zasebno tijelo
1186	JANDRIĆEVA - zapad	1,70 (2,60)	zasebno tijelo
1191	GRAČANSKE STUBE - zapad	1,70	zasebno tijelo
1216	MIHALJEVAC (terminal - izlaz linije 15) - zapad	1,70	zasebno tijelo
1054	KRUGE - sjever	1,80	zasebno tijelo
1056	STROJARSKA - sjever	1,80	zasebno tijelo
1058	OLIBSKA - jug	1,70	zasebno tijelo
1164	HEINZELOVA - jug	1,80	zasebno tijelo
1171	SVETICE - sjever	1,80	zasebno tijelo
1193	GRAČANSKI MIHALJEVAC - zapad	1,40 (2,00)	zasebno tijelo
1038	TRG DR. FRANJE TUĐMANA - istok	1,90	zasebno tijelo
1168	HARAMBAŠIĆEVA - jug	1,90	zasebno tijelo
1192	GRAČANSKI MIHALJEVAC - istok	1,80	zasebno tijelo

Izvor: Elaborat 1 Analiza stanja tramvajskog kolosijeka, MAPA 1, Građevinski fakultet Zagreb, 2019.

Međutim, najveći problem javlja se na stajalištima smještenim u zoni pločnika koja zbog ograničenosti prostora i malene udaljenosti od okolnih zgrada do ruba pločnika zauzimaju površinu gotovo cijelog pločnika te otežavaju normalno kretanje pješaka i osoba smanjene pokretljivosti.

Slika 4-11: Nedostatna širina stajališta otežava kretanje pješaka; Stajalište Vodnikova sjever



Izvor: Elaborat 1 Analiza stanja tramvajskog kolosijeka, MAPA 1, Građevinski fakultet Zagreb, 2019.

Visina stajališta (perona)

Prema istom Pravilniku, visina stajališta (nastupne plohe) iznad gornjeg ruba tračnica mora biti 20 cm. Analiza pokazuje da čak 43% stajališta ima visinu manju od minimalne.

Udaljenost rubnjaka stajališta od osi kolosijeka

Prema Propisniku o održavanju pruge i pružnih postrojenja minimalna udaljenost rubnjaka na stajalištu od osi kolosijeka iznosi 1.250 mm. Od ukupnog broja stajališta, njih 15, odnosno 6%, ne zadovoljava ovu minimalnu udaljenost.

Tablica 4-11: Pregled tramvajskih stajališta čija je udaljenost rubnjaka od osi kolosijeka manja od minimalne potrebne

Šifra stajališta	Naziv stajališta	Udaljenost rubnjaka na stajalištu od osi kolosijeka [mm]	Položaj stajališta
1202	NEHAJSKA - jug	1.150	pločnik
1049	MIRAMARSKA jug	1.200	zasebno tijelo
1050	MIRAMARSKA sjever	1.200	zasebno tijelo
1051	LISINSKI - jug	1.200	zasebno tijelo
1053	KRUGE - jug	1.200	zasebno tijelo
1054	KRUGE - sjever	1.200	zasebno tijelo
1055	STROJARSKA - jug	1.200	zasebno tijelo
1056	STROJARSKA - sjever	1.200	zasebno tijelo
1066	IVANIĆGRADSKA - jug	1.200	zasebno tijelo
1071	GETALDIĆEVA - sjever	1.200	zasebno tijelo
1113	SOPOT (okretište - izlaz linije 6) - sjever	1.200	zasebno tijelo
1125	STUDENTSKI DOM "STJEPAN RADIĆ" - sjever	1.200	zasebno tijelo
1199	LJUBLJANICA (terminal - izlaz) - sjever	1.200	pločnik
1210	TRG KRALJA PETRA KREŠIMIRA IV - istok	1.200	zasebno tijelo
1122	ARENA ZAGREB - zapad	1.230	zasebno tijelo

Izvor: Elaborat 1 Analiza stanja tramvajskog kolosijeka, MAPA 1, Građevinski fakultet Zagreb, 2019.

Stajališna oznaka (Info stup)

Sva stajališta na tramvajskoj mreži označena su jednim od 9 tipova info stupova koji se koriste na mreži ZET-a. Podjela stajališta s obzirom na tip info stupa prikazana je na sljedećoj slici. Info stupovi tipa Info - ND1 i Info – ND2 mogu se kombinirati s Pylon (Info stup 1) i Mast (Info stup 2).

Slika 4-12: Tipovi info stupova



Info – ND1



Info – ND2



Pylon (Info stup 1)



Mast (Info stup 2)



Ovjes gornjeg voda



ZET - šelna



ZET - Info



ZET - stup

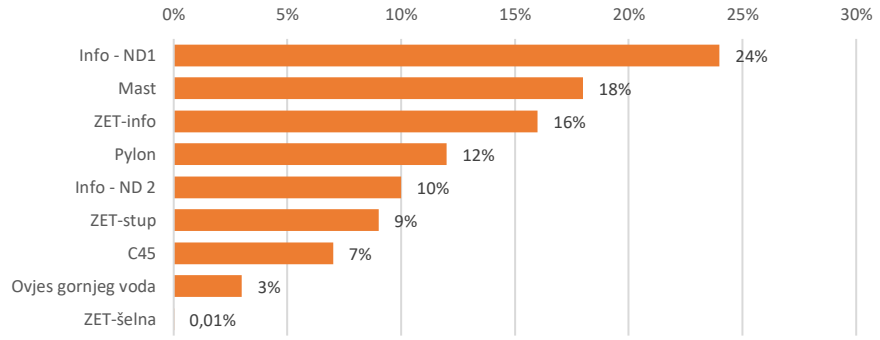


C45

Izvor: Elaborat 1 Analiza stanja tramvajskog kolosijeka, MAPA 1, Građevinski fakultet Zagreb, 2019.

Ukupno 9 različitih oblika info stupa govori da označavanje tramvajskih stajališta nije jednoznačno. Svako treće stajalište ima informacijski ekran tipa ND1 ili ND2 u kombinaciji s Pylon ili Mast info stupom. Od ukupnog broja stajališta, jedno od tri stajališta opremljeno je samo info stupom tipa Pylon ili Mast. Na sljedećem grafikonu prikazana je raspodjela stajališta prema tipu info stupa.

Grafikon 4-3: Podjela stajališta s obzirom na tipove info stupova



Izvor: Elaborat 1 Analiza stanja tramvajskog kolosijeka, MAPA 1, Građevinski fakultet Zagreb, 2019.

Nadstrešnica

Od ukupnog broja stajališta na 172 stajališta (67%) izvedena je nadstrešnica. Razlikuje se ukupno 8 tipova nadstrešnica od čega su najzastupljenija tri tipa nadstrešnica prikazana na sljedećoj slici.

Slika 4-13: Najzastupljeniji tipovi nadstrešnica

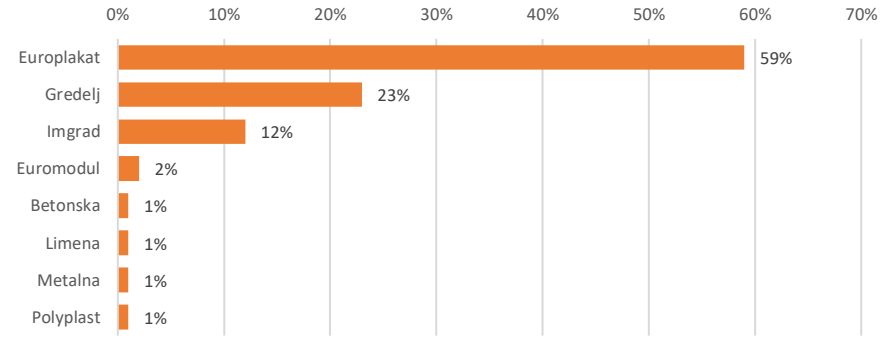


Europlakat / Gredelj Imgrad

Izvor: Elaborat 1 Analiza stanja tramvajskog kolosijeka, MAPA 1, Građevinski fakultet Zagreb, 2019.

Najviše stajališta opremljeno je nadstrešnicama tipa Europlakat i Gredelj, ukupno 82% stajališta. Na frekventnim stajalištima poput autobusnog kolodvora, željezničkog kolodvora te ponekih stajališta u centru grada izvedene su dvije nadstrešnice. Zanimljivo je da na središnjem zagrebačkom trgu odnosno na stajalištu Trg bana Josipa Jelačića nije izvedena niti jedna nadstrešnica.

Grafikon 4-4: Podjela stajališta s obzirom na tipove nadstrešnica



Izvor: Elaborat 1 Analiza stanja tramvajskog kolosijeka, MAPA 1, Građevinski fakultet Zagreb, 2019.

Zaštitne ograde

Prema Pravilniku o tehničkim uvjetima i elementima za projektiranje, izgradnju i rekonstrukciju željezničke pruge gradske željeznice, sva stajališta koja se nalaze u zasebnom tijelu moraju imati zaštitne ograde.

Slika 4-14: Zaštitne ograde



Staklena



Betonska



Željezna (tip Zagreb)

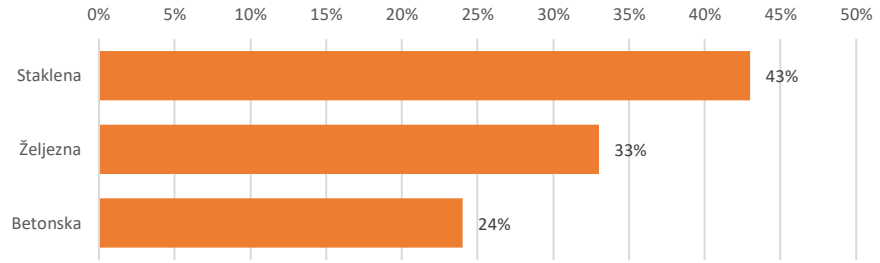


Željezna (tip Euromodul)

Izvor: Elaborat 1 Analiza stanja tramvajskog kolosijeka, MAPA 1, Građevinski fakultet Zagreb, 2019.

Na mreži ZET-a od ukupno 157 stajališta u zasebnom pojasu, na 97 stajališta (62%) je izvedena zaštitna ograda. Prema vrsti, najzastupljenija je staklena ograda (43%), slijedi željezna ograda (33%), a najmanje je betonske ograde (24%).

Grafikon 4-5: Podjela stajališta s obzirom na tipove zaštitne ograde



Izvor: Elaborat 1 Analiza stanja tramvajskog kolosijeka, MAPA 1, Građevinski fakultet Zagreb, 2019.

4.2.4 Ispravljačke stanice

Osnovni ekonomski uvjet postojanja tramvajske pruge je njena prometnost dok je osnovni tehnički preduvjet za egzistenciju tramvajskih pruga dostatnost izvora energije za napajanje vozila. Stabilna postrojenja električne vuče služe za opskrbu vučnih vozila električnom energijom, a njihovom funkcijom treba osigurati dovoljnu snagu izvora i odgovarajuću raspodjelu duž električne pruge, siguran pogon postrojenja u težim meteorološkim uvjetima, dobar prijenos električne energije od priključka na srednjenaponsku mrežu preko elektrovučnih podstanica i kontaktne mreže do vozila, uz promjenu napona u dozvoljenim granicama, kvalitetan, stalan kontakt između kliznih površina oduzimača struje i kontaktne mreže. U gradu Zagrebu postoji ukupno 15 ispravljačkih stanica koje služe za napajanje kontaktne mreže ZET-a istosmjernim naponom 660 V (600 V).

Tablica 4-12: Osnovni podaci o ispravljačkim stanicama

Ispravljačka stanica	Godina izgradnje	Godine rekonstrukcije	Dužina pojnog kabela (m)	Dužina sektorskog napajanja (m)	Nominalna struja ispravljača (A)
Daničićeva	1954.	1969.-1981.	12.338	15.067	8.000
Patačićkina	1927.	1972.	7.320	12.440	6.000
Ružmarinka	1958.	1973.	6.070	9.472	6.000
Remiza	1969.	1982.	2.996	11.255	6.000
Držićeva	1959.	1979.	4.909	8.224	6.000
Zvijezda	1965.	1978.	3.484	10.282	4.000
Trnje	1988.	/	4.645	7.380	6.000
Zapruđe	1979.	/	4.030	6.851	6.000
Dubrava	1979.	/	3.075	12.620	6.000
Savski gaj	1986.	/	9.763	6.340	6.000
Horvati	1987.	/	7.655	10.660	6.000
Žitnjak	1990.	/	5.015	5.590	6.000
Kapucinska	2000.	/	1.185	2.610	2.000
Poljanice	2000.	/	1.500	3.286	2.000
Prečko (Dekanići)	2000.	/	1.879	4.344	2.000

Izvor: Podaci naručitelja

Slika 4-15: Ispravljačke stanice; primjeri građevina



IS „Daničićeva“



IS „Patačićkina“



IS „Ružmarinka“



IS „Remiza“



IS „Dubrava“



IS „Savski Gaj“



IS „Žitnjak“



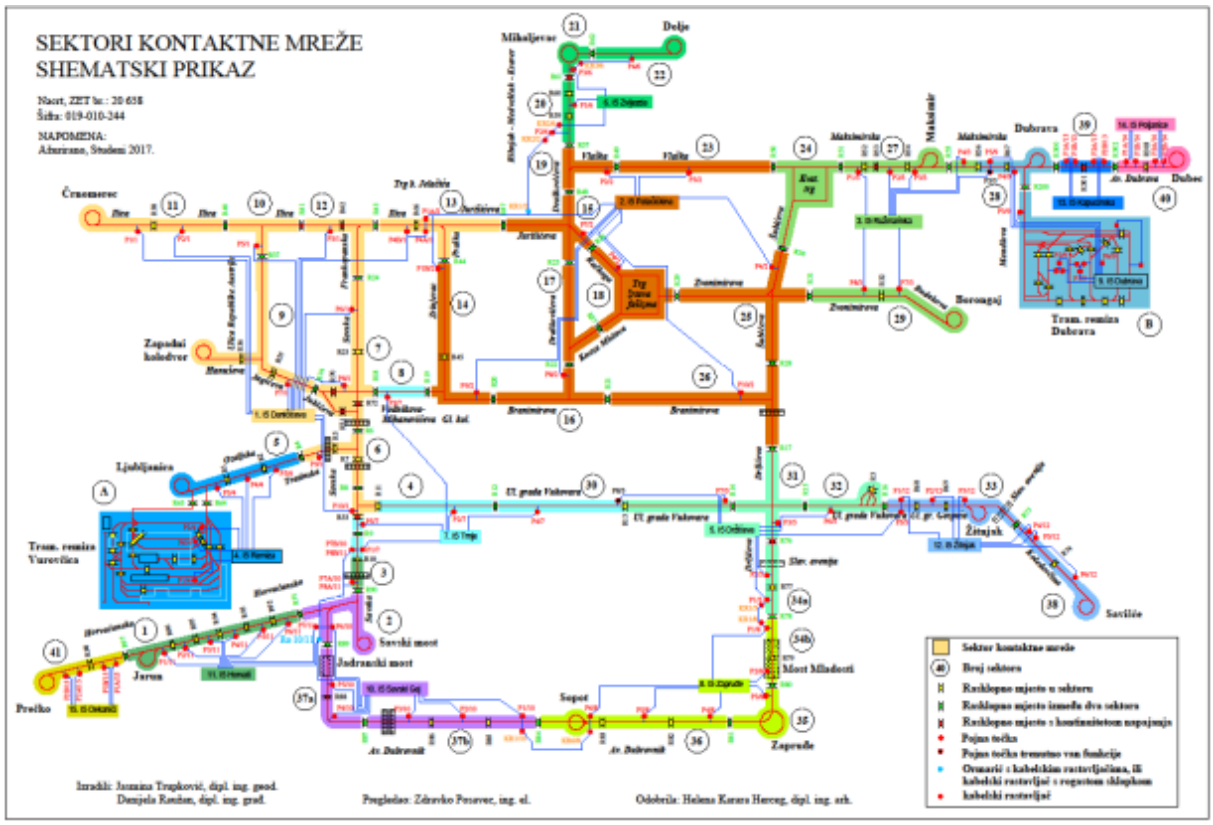
IS „Poljanice“

Izvor: Elaborat 3. Analiza stanja ispravljačkih stanica i pripadne kabelske infrastrukture, KNJIGA 1, Končar, 2019.

U toku je izgradnja šesnaeste ispravljačke stanice IS „Gračansko Dolje“ u sklopu Donje postaje Žičare Sljeme. IS Savski Gaj u ovom trenutku je izvan funkcije uslijed izvođenja radova na rotoru Remetinec i obustave tramvajskog prometa.

Preferirani nazivni naponi istosmjernih kontaktnih mreža prema normi EN50163 su 600 VDC, 750 VDC, 1500 VDC ili 3000 VDC. To je razlog zašto se nazivni napon ZET-a često definira kao 600 VDC. Međutim, ispravljači u ispravljačkim stanicama osiguravaju napon na glavnim sabirnicama ispravljačkih stanica u rasponu od 660 VDC do 700 VDC pa se često u tehničkoj dokumentaciji ZET-a navodi nazivni istosmjerni napon u ispravljačkim stanicama od 660 VDC.

Slika 4-16: Sektori kontaktne mreže



Izvor: Podaci naručitelja

Glavne karakteristike ispravljačkih stanica su sljedeće:

- napajanje je kabelski iz distribucijske elektroenergetske mreže HEP-a naponom 10 ili 20 kV, osim IS „Kapucinska“, „Poljanice“, „Dekanići“ koje su uvezene u sustav preko postojećih IS.
- RP su 10 kV zidane (klasične) izvedbe, odnosno metalom oklopljene izvedbe IS „Žitnjak“
- ugrađeni su uljni ispravljački transformatori, osim u novijim ispravljačkim stanicama IS „Kapucinska“, „Poljanice“ i „Dekanići“ gdje su ugrađeni suhi tronamotni trofazni ispravljački transformatori
- ugrađeni su neupravljivi trofazni šestpulsni diodni ispravljači, osim u IS „Kapucinska“ „Poljanice“ i „Dekanići“ gdje je ugrađen dvanaestpulsni
- razvodi se sastoje se od istosmjernog razvoda +660 V i – 660 V i obojenih istosmjernih plosnatih bakrenih pozitivnih i negativnih sabirnica
- za potrebe napajanja zgrade koristi se postrojenje vlastite potrošnje 400 V, 50 Hz

Detaljniji prikaz karakteristika po ispravljačkim stanicama u pogledu napajanja, RP-a, tipova ugrađenih transformatora, tipova ispravljača, razvoda i napajanje zgrade dano je u tabelarno u nastavku.

Tablica 4-13: Osnovne karakteristike ispravljačkih stanica

Ispravljačka stanica	Napajanje		RP (broj ćelija)	Transformatori		Ispravljači		Razvod	Napajanje zgrade
	broj sekcija	tip		broj	tip	broj	tip		
Daničićeva	8	HEP, 10 kV	11	4	TI 1500-12 „Končar-D&ST“	4	Si3M 660/2000 „Končar-INEM“	+ 660 V - 660 V	400 V, 50 Hz
Patačićkina	11	HEP, 10 kV	12	3	TI 1500-12 „Končar-D&ST“	3	Si3M 660/2000 „Končar-INEM“	+ 660 V - 660 V	400 V, 50 Hz
Ružmarinka	4+1+2	HEP, 10 kV		2	TI 1500-12 „Končar-D&ST“	2	Si3M 660/3000 PGV „Končar-INEM“	+ 660 V - 660 V	400 V, 50 Hz
Remiza	3+S+H*	HEP, 10 kV	11	2	TI 2200-12 „Končar-D&ST“	2	Si3M 660/3000 PGV-1 „Končar-INEM“	+ 660 V - 660 V	400 V, 50 Hz
Držićeva	8	HEP, 10 kV	9	2	TI 2200-12 „Končar-D&ST“	2	Si3M 660/3000 PGV-1 „Končar-INEM“	+ 660 V - 660 V	400 V, 50 Hz
Zvijezda	4	HEP, 10 kV	7	2	TI 1500-12 „Končar-D&ST“	2	SiP 3M 660/2000 GEV „Končar-INEM“	+ 660 V - 660 V	400 V, 50 Hz
Trnje	5	HEP, 10 kV	7	2	TBN 2200-24 „Končar-D&ST“	2	Si3M 660/3000 PGV-1 „Končar-INEM“	+ 660 V - 660 V	400 V, 50 Hz
Zapruđe	6	HEP, 10 kV	9	2	TI 2200-12 „Končar-D&ST“	2	Si3M 660/3000 PGV-1 „Končar-INEM“	+ 660 V - 660 V	400 V, 50 Hz
Dubrava	3+S+H*	HEP, 10 kV	9	2	TI 2200-12 „Končar-D&ST“	2	Si3M 660/3000 PGV-1 „Končar-INEM“	+ 660 V - 660 V	400 V, 50 Hz
Savski gaj		HEP, 20 kV	6	2	TBN 2200-24 „Končar-D&ST“	4	3 UKTB-3M-02907 „ČKD Praha“	+ 660 V - 660 V	400 V, 50 Hz
Horvati	8	HEP, 20 kV	7	2	TBN 2200-24 „Končar-D&ST“	2	Si3M 660/3000 PGV-1 „Končar-INEM“	+ 660 V - 660 V	400 V, 50 Hz
Žitnjak	6	HEP, 10 kV	7	2	TBN 2200-24 „Končar-D&ST“	2	Si3M 660/3000 PGV-1 „Končar-INEM“	+ 660 V - 660 V	400 V, 50 Hz
Kapucinska	2	IS „Ružmarinka“ IS „Poljanice“		1	TRC 1500 „Tesar“	1	GR6/A „ABB Daimler-Benz Transportation“	+ 660 V - 660 V	400 V, 50 Hz
Poljanice	2	IS „Poljanice“ IS „Kapucinska“		1	TRC 1500 „Tesar“	1	GR6/A „ABB Daimler-Benz Transportation	+ 660 V - 660 V	400 V, 50 Hz
Prečko (Dekanići)	2	IS „Horvati“ IS „Jarun“		1	TRC 1500 „Tesar“	1	GR6/A „ABB Daimler-Benz Transportation	+ 660 V - 660 V	400 V, 50 Hz

** S – spremište, H – servisna hala*

Izvor: Elaborat 3. Analiza stanja ispravljačkih stanica i pripadne kabelske infrastrukture, KNJIGA 1, Končar, 2019.

Projektna rješenja postojećih ispravljačkih stanica su primjerena vremenu i razvoju tehnologije kada je većina stanica izgrađena ili je u njima napravljena zadnja veća rekonstrukcija za dvanaest starijih ispravljačkih stanica osim IS Kapucinska, IS Poljanice i IS Dekanići koje su novije. Uglavnom je u svim ispravljačkim stanicama, osigurana dovoljna zalihost u nazivnoj snazi osnovne opreme, unatoč znatnom povećanju vršnih snaga kojim je opterećena kontaktna mreža, te je osigurana zadovoljavajuća snaga RP 10 i 20 kV, ispravljačkih transformatora i diodnih ispravljača s izuzetkom u IS Patačićkina.

Vlasnička struktura ispravljačkih stanica, kao jedan od ključnih elemenata ne samo prilikom pokretanja upravnog postupka (ishođenja lokacijske ili građevne dozvole), već i prilikom prijave na EU fondove nije riješena. Veliki broj IS nema usklađene katastarske i gruntovne podatke čiji pregled je dan u sljedećoj tabeli.

Tablica 4-14: Osnovni podaci o statusu zemljišta na kojem su IS sagrađene

Ispravljačka stanica	Katastarska čestica	Vlasnik	Posjednik
Daničićeva	726, k.o Trešnjevka	Grad Zagreb	HEP d.d.
Patačićkina	6093, k.o. Centar	Zagrebački holding	**Zagrebački električni tramvaj**
Ružmarinka	232/16, k.o. Pešćenica	Elektra poduzeće za elektrifikaciju sjeverne Hrvatske	HEP d.d.
Remiza	3368, k.o. Trešnjevka	**Zagrebački električni tramvaj**	**Zagrebački električni tramvaj**
Držićeva	2203/3, k.o. Trnje	Grad Zagreb	**Zagrebački električni tramvaj**
Zvijezda	3689/1, k.o. Gračani	?	Grad Zagreb
Trnje	923/51, k.o. Trnje	Općina Trnje	**Zagrebački električni tramvaj**
Zapruđe	612/10, k.o. Zaprudski otok	**Zagrebački električni tramvaj**	**Zagrebački električni tramvaj**
Dubrava	137/1, k.o. Pešćenica	Grad Zagreb privatni vlasnici – fizičke osobe ZG Holding	**Zagrebački električni tramvaj**
Savski gaj	3435/4, k.o. Klara	Republika Hrvatska – upravlja HŽ-Infrastruktura d.o.o. Grad Zagreb	HŽ-Hrvatske željeznice d.o.o.
Horvati	6216/2, k.o. Trešnjevka	Društveno vlasništvo Grad Zagreb	Grad Zagreb
Žitnjak	nije formirana, k.o. Pešćenica	Grad Zagreb Općenarodna imovina Društveno vlasništvo Općina Pešćenica	Badel 1862 d.d. Dukat d.d. Javno dobro putevi Grad Zagreb
Kapucinska	nije formirana, k.o. Dubrava	Republika Hrvatska privatni vlasnici – fizičke osoba Grad Zagreb	Grad Zagreb
Poljanice	nije formirana, k.o. Dubrava	Društveno vlasništvo Grad Zagreb	Grad Zagreb
Prečko (Dekanići)	nije formirana, k.o. Vrapče	Grad Zagreb	Grad Zagreb

Izvor: www.katastar.hr, www.oss.uredjenazemlja.hr; Elaborat 3. Analiza stanja ispravljačkih stanica i pripadne kabelske infrastrukture, Arhitektonski i urbanistički dio, Građevinski fakultet Zagreb, 2020.

U arhitektonsko urbanističkom smislu IS tipološki možemo podijeliti na dva osnovna tipa: .

- složenije - IS izgrađene do 2000. godine čija je osnovna karakteristika je da imaju najmanje dvije etaže (polu-kopani podrum koji uglavnom služi za jednostavniji rasplet kablova, te visoko prizemlje u kojem su smješteno elektroenergetsko postrojenje (transformatori, ispravljači) te pomoćni prostori). Tlocrtna površina kreće se od 110 m^2 naviše, GBP-a od 220 m^2 naviše, a površina građevnih čestica u rasponu od 334 - 1430 m^2 što najviše ovisi o mogućnosti organizacije kolnog pristupa do IS.
- jednostavnije - IS izgrađene nakon 2000. godine čija je osnovna karakteristika da imaju jednu etažu, sadrže manji broj sekcija napajanja i manje su nominalne snage na ispravljaču (2.000 A).

Projektna dokumentacija IS uglavnom ne postoji, sačuvani su parcijalni projekti i to najčešće elektrotehničkih instalacija (jake i /ili slabe struje), bez građevinskih ili arhitektonskih projekata. Podaci o izvedenom stanju pojedinih IS ne postoje. Tlocrtni gabariti ovih IS su manji (svega 39 m^2), kao i ukupni GBP i veličina potrebne građevne čestice.

Geološke značajke područja pokazuju da površinu terena na kojem se nalaze ispravljačke stanice izgrađuju naslage Pleistocenske naslage (Q1), holocenske strosti (Q2) koje su predstavljene aluvijalnim nanosom prve savske terase (a1) i druge savske terase (a2) razvijene su uz manje prekide duž čitavog toka rijeke Save, proluvija (pr) koje se nalaze u manjim količinama na južnim i zapadnim padinama Medvednice, kontakt naslaga Pleistocenske starosti (Q1) koje su predstavljene močvarnim praporima (lb). Naslage aluvijalnog nanosa prve savske terase (a1) razvijene su duž čitavog toka rijeke Save, gdje je akon taloženja šljunka i pijeska koji čini drugu savsku terasu nastupila je faza erozije i denudacije. Druga savska terasa prema litofacijesnim značajkama obuhvaća izmjene facijesa krupnozrnatih šljunaka i pijesaka čija debljina dosta varira (preko 60 m), jer su one taložene nakon intenzivne erozije. Naslage proluvija (pr) razvijene su uglavnom u obliku krupnozrnatih slabozaobljenih šljunaka, koji su pomiješani pijeskom i glinom čija debljina ne prelazi 10 metara. Sedimenti močvarnog prapora (lb) izgrađuju prostranu prapornu zaravan koja se pruža od istočnog dijela zagrebačkog gradskog područja prema istoku i jugoistoku. Naslage pleistocena (Q1) genetski pripadaju fluvijalnom tipu sedimenata, a prema litofacijesnim značajkama obuhvaćaju facijes šljunaka s lećama pijesaka, pijeske s lećama šljunaka, glinovitopjeskovite, glinovite i pjeskovite prahove te gline.

Tektonska situacija područja na kojem se nalaze ispravljačke stanice pokazuje da se nalaze u strukturnoj jedinici Savski bazen, koje je u zoni utjecaja najvažnijeg rasjeda strukturnog sklopa, odnosno glavnog rasjeda iz zone Zagrebački rasjed.

Hidrogeološka situacija pokazuje da na terenu nisu vidljive značajnije hidrogeološke pojave, otjecanje vode je površinsko, sa mogućnosti stvaranja površinskih tokova i manjih lokvi. Na pojedinim lokacijama (IS Zvijezda) površina terena je erodirana i reljef je u stalnom nastajanju na kojem se pojavljuju klizišta, jaružanja, povremeni tokovi, lokve i povremene akumulacije.

IS Zapruđe i IS Savski Gaj nalaze se na kvartarnom vodonosnom horizontu koji je vezan uz srednji tok rijeke Save, odnosno Savska tektonski predisponirana dolina koja je najznačajniji hidrogeološki fenomen.

4.2.5 Kontaktna mreža

Tramvajska kontaktna mreža je stabilno postrojenje električne vuče namijenjeno za kontinuirano i kvalitetno napajanje tramvajskih vozila električnom energijom pri svim pogonskim brzinama i u svim vremenskim uvjetima. Veza kontaktne mreže sa ispravljačkim stanicama ostvaruje se kabelskom mrežom energetskih vodova.

Mehanički gledano, tramvajska kontaktna mreža skup je konstruktivnih elemenata međusobno povezanih u jedinstvenu cjelinu, a električki gledano zapravo se radi o 15 izoliranih elemenata. Funkcionalni je dio elektroenergetskog sustava ZET-a s ukupno 108 zasebnih strujnih krugova, svaki sa svojim elektroenergetskim karakteristikama. U cilju lakšeg praćenja stanja, kontaktna mreža grada Zagreba administrativno je podijeljena na 41 sektor. Kontaktna mreža ukupne dužine 121 km prati liniju kolosijeka.

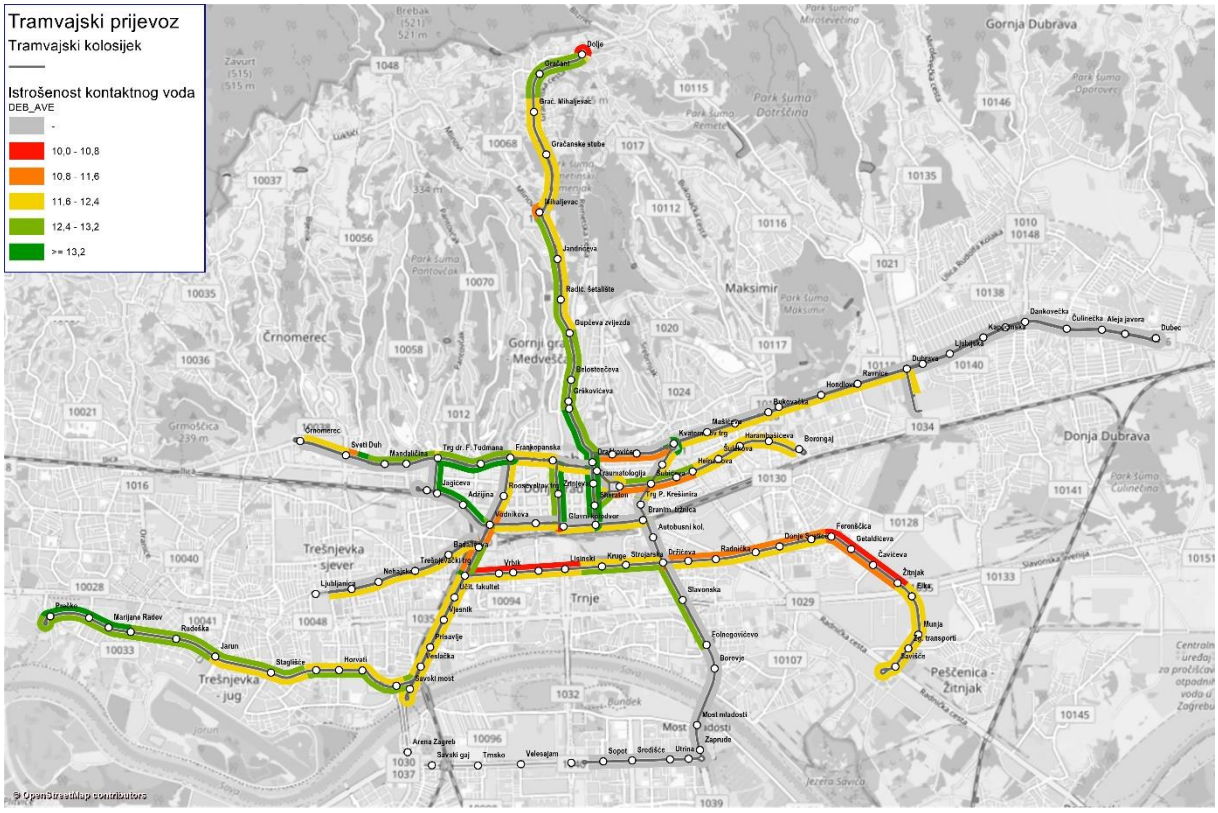
Kontaktni vodič napaja tramvajska vozila električnom istosmjernom strujom napona 600V + 20% - 33%. U izravnom je kontaktu s pantografom tramvajskog vozila. Trošenje kontaktnog vodiča dešava se uslijed trenja između klizača pantografa i donje plohe kontaktnog vodiča. Osim trošenja uslijed trenja, promjene u poprečnom presjeku kontaktnog vodiča moguće su uslijed kratkih spojeva i iznimnog porasta temperature (uslijed električnog otpora) u vodiču. Vozne žice po svom obliku mogu biti izdužene ili okruglog tipa Ri 100. Oba tipa zadovoljavaju tehničke energetske uvjete. Presjek obaju tipova vozne žice je 100 mm² Cu.

Tablica 4-15: Osnovni podaci dužine kontaktne mreže (u metrima)

Kontaktna mreža	Dužina[km]
Ukupna dužina kontaktne mreže	121
Ukupna dužina kontaktne mreže u tramvajskom spremištu	17
Ukupna dužina kontaktne mreže u gradu	104
Ukupna dužina kolosijeka na zasebnom tijelu	32
Ukupna dužina kontaktne mreže s kolosijekom na cestovnoj površini	29
Ukupna dužina kompenzirane lančanice	5
Ukupna dužina kompenzirane elastične mreže	19
Ukupna dužina krute mreže	34

Izvor: Podaci naručitelja

Slika 4-17: Pregled istrošenosti kontaktnog voda po segmentima tramvajske mreže



Izvor: Elaborat 2 Analiza stanja kontaktne mreže, Građevinski fakultet Zagreb, 2019.

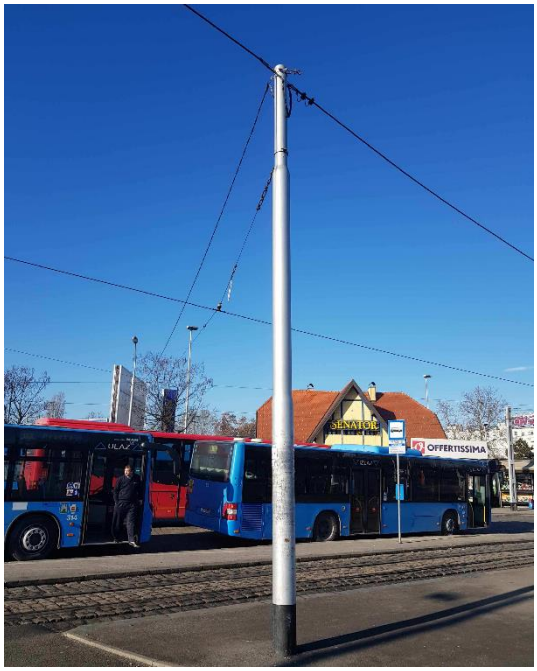
Mjerenje istrošenosti kontaktnog vodiča izvršeno je uz pomoć tramvaja TMK 2284, u 5 navrata u noćnim satima. Mjerenja debljine kontaktnog vodiča kalkulirani su u sklopu Matlab programskog okruženja te su rezultati kalibrirani na temelju poznate dimenzije pantografa, poznate pozicije poligonacije, kalibrirani uz pomoć direktnih mjerenja debljine kontaktnog vodiča u tramvajskoj remizi Ljubljanica. Akvizicija slika je vršena frekvencijom od 60 fps-a, dok je obrada mjerenja i sinkronizacija mjerenja sa GPS pozicijama rađena svake sekunde. Na taj način, dobiven je podatak o istrošenosti kontaktnog vodiča svakih 5 m (uz prosječnu brzinu vožnje od 20 km/h).

Rezultati analize pokazuju da postoje kritične dionice sa smanjenom debljinom kontaktnog vodiča. Na takvim dionicama je potreban povećan oprez i češća kontrola istrošenosti kontaktnog vodiča, te eventualna zamjena kontaktnog vodiča ukoliko on ne zadovoljava minimalne zahtjeve sustava opskrbe električnom energijom. Veće promjene debljine unutar segmenata prisutne su na dionicama nekompenzirane kontaktne mreže (01 i 02) što može biti posljedica većeg provjesa, odnosno povećanog trenja na pantograf u fazi spuštanja prema najnižoj točki provjesa.

Tramvajska kontaktna mreža pričvršćena je na 4 različita načina: na zgrade, stupove rasvjete, stupove samo za kontaktnu mrežu te na neki drugi način (npr. na nadvožnjak, na most). Prihvatna se mjesta nalaze na zgradama u 911 slučaja (24 %), stupovima rasvjete u 1.971 slučaja (52 %) te stupovima kontaktne mreže u 835 slučaja (22 %). U 74 slučaja (2 %) mreža je pričvršćena na neki drugi način.

Stupovi kontaktne mreže su lake krute savojno opterećene konzole koje se dimenzioniraju prema očekivanoj nateznoj sili opterećenja postojeće kontaktne mreže. Stupovi se odabiru prema rezultanti sila dobivenih analitičkim ili grafičkim proračunom kontaktne mreže. Općenito, stup mora biti dimenzioniran prema silama koje na njega prenosi nosiva konstrukcija i prema svojstvima (nosivosti i slijeganju) temeljnog tla. Prilikom vizualnog pregleda stupova, provedena je procjena njihovog općeg stanja. Stanje je procijenjeno kao dobro, srednje ili loše. Dobro stanje je pripisano stupovima na kojima nije zamijećeno nikakvo oštećenje stupa ili premaza (77%), srednje stanje je karakteristično za stupove koji imaju neka oštećenja te su primijećeni korozijski procesi (22%), dok loše stanje karakterizira stupove sa znatnim oštećenjima, kao što su puknuća ili rupe u stupovima te je korozija zamijećena na većem dijelu stupa (2%). U cilju sprječavanja korozije stupova primjenjuje se antikorozivna zaštita u obliku premaza. Tijekom provođenja vizualne kontrole stupova, provedena je i analiza stanja premaza, pri čemu se premaz ocjenjivao kao loš, srednji ili dobar. Premaz je ocijenjen kao „dobar“ ukoliko nije zamijećeno nikakvo ili vrlo malo oštećenje ili korozija (57%), kao „srednji“ ukoliko je na nekim segmentima oštećen te je zamijećena korozija (26%), a „loš“ ukoliko je premaz oštećen, a korozija je obuhvatila znatno veću površinu stupa (13%), te stupovi bez premaza (4%).

Slika 4-18: Načini pričvršćenja tramvajske kontaktne mreže



Stup kontaktne mreže



Stup javne rasvjete



Pričvršćenje na zgradu



Ostalo

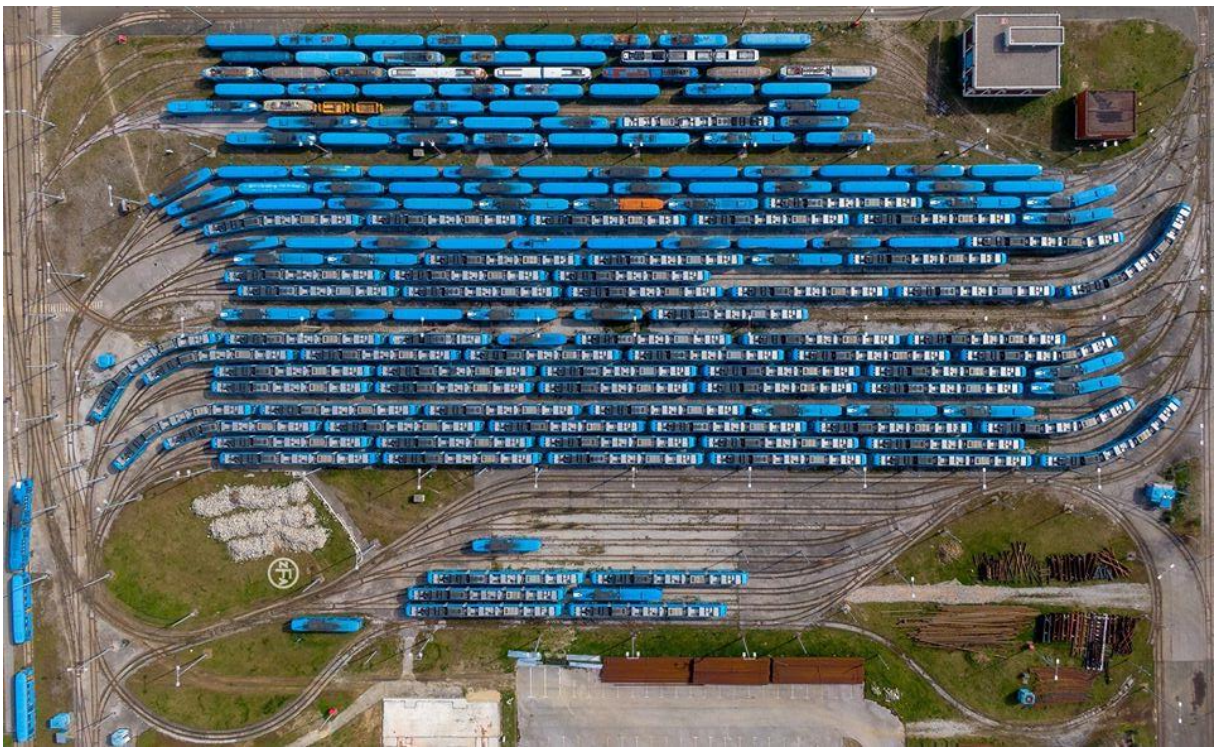
Izvor: Eleborat 2 Analiza stanja kontaktne mreže, Građevinski fakultet Zagreb, 2019.

4.2.6 Tramvajska spremišta (remize)

Tramvaji su smješteni u 2 spremišta odnosno remize. Prvo spremište izgrađeno je na Trešnjevci (Ljubljanica), na zapadnom dijelu grada, a novije u Dubravi, na istočnom dijelu grada, neposredno prije izgradnje tramvajske pruge u Novom Zagrebu za potrebe povećanog broja vozila u voznom parku. Takvim smještajem spremišta postiglo se kvalitetno opsluživanje cijele tramvajske mreže s minimalnim gubicima u vremenu i prostoru.

Zbog proširenja tramvajske mreže koje je uslijedilo nakon izgradnje remize Dubrava (pruga u Horvaćanskoj ulici do Prečkog te u Aveniji Dubrava od zaokretnice Dubrava do Dupca) i mogućeg daljnjeg proširenja mreže te radi tehnologije i opreme potrebne za održavanje novih vrsta tramvaja, postojeća dva spremišta neće biti dostatna u prostornom i u tehničko-tehnološkom pogledu.

Slika 4-19: Tramvajsko spremište Dubrava



Izvor: https://www.facebook.com/zagreb.from.above

Tramvajsko spremište Trešnjevka je, u prvotnoj veličini i sadržajima, izgrađeno 1936. godine. Spremište se dograđivalo tijekom vremena, a zadnji objekt (skladište zapaljivih materijala) je izgrađen 1985. godine.

Na prostoru tramvajskog spremišta nalaze se sadržaji za prihvat, parkiranje i održavanje tramvajskih vozila, prostor za rad i osoblje na održavanju tramvajskih pruga, objekata i opreme, energetski objekti, radionica za održavanje autobusnih vozila, skladišni prostori, prateći objekti, uprava ZET- a s pratećim stručnim službama. Ukupna površina zemljišta je 82.651 m^2, tlocrtna površina izgrađenih objekata iznosi 35.122 m^2, a tramvajski parkirališni kolosijeci su dugi 9.100 m.

Spremište je projektirano za prihvat i održavanje tramvajskih vozila od kojih su neka visoke starosne strukture, a prihvaća 236 tramvajskih vozila. Spremište Trešnjevka svojim prometno - tehničkim karakteristikama i veličinom nije pogodno za prihvat i servisiranje novih niskopodnih tramvaja NT2200. Komunalna infrastruktura je dotrajala, a oprema za održavanje vozila neprikladna.

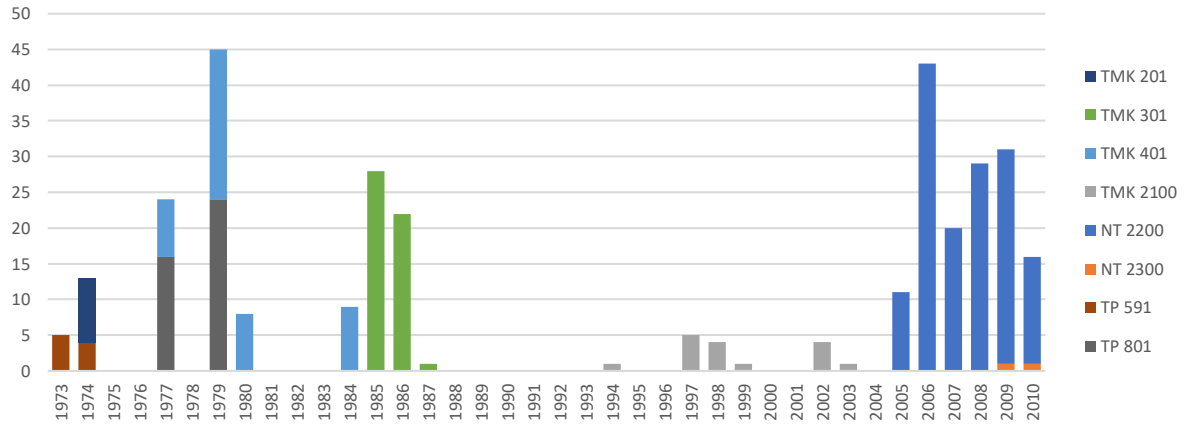
Tramvajsko spremište Dubrava prostire se na 68.024 m^2, tlocrtna površina izgrađenih objekata iznosi 7.511 m^2, a tramvajski parkirališni kolosijeci su dugi 8.200 m. Spremište je izgrađeno 1979. godine s ciljem rasterećenja spremišta na Trešnjevci te optimiranja praznih kilometara i smanjenja troškova na prometnoj mreži.

Svi objekti u spremištu (osim praonice) izgrađeni su 1979. godine kad je izgrađen privremeni prometni objekt (baraka) koji postoji i danas. Parkirališni tramvajski kolosijeci su površine koje nisu asfaltirane te je otežano njihovo održavanje zimi, a spremište do danas nije tehnološki u potpunosti završeno. Osnovni problemi vezani su za dotrajalost postojeće infrastrukture.

4.3 Vozni park

Na dan 31. svibnja 2019. godine, vozni park čini ukupno 317 tramvajskih vozila, od čega 266 motornih kola i 51 prikolica. Većinu tramvajskih vozila danas čine tramvajska motorna kola TMK 2200, ukupno 140 niskopodnih tramvaja puštenih u promet između 2005. i 2010. godine. Slijede tramvajska motorna kola proizvođača ČKD-Tatra, ukupno 97 vozila od čega 51 vozilo tipa TMK 301 (KT4YU) i 46 vozila tipa TMK 401 (T4YU) s 40 odgovarajućih prikolica tipa MTK801 (B4YU). Vozila TMK 401 počela su se koristiti u razdoblju između 1977. i 1984., a slijedila su vozila tipa TMK koja su puštena u promet između 1985. i 1987. godine.

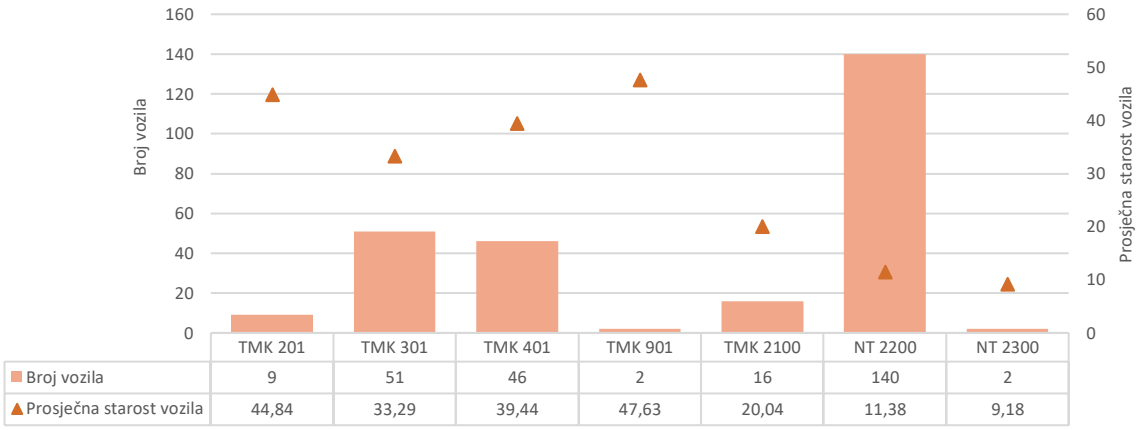
Grafikon 4-6: Godina puštanja tramvajskih vozila u promet



Izvor: Podaci naručitelja

Prosječna starost motornih kola iznosi 22,8 godina dok prosječna starost prikolica iznosi 42,3 godine. Najveći broj čine i uvjetno najmlađa vozila, 140 motornih kola tipa TMK 2200, prosječne starosti 11,4 godine. Slijede tramvajska motorna kola TMK 301, ukupno 51 vozilo prosječne starosti 33,3 godine, te 46 vozila TMK 401 prosječne starosti 39,4 godine. Pregled broja vozila i prosječne starosti istih prikazan je na sljedećem grafikonu.

Grafikon 4-7: Broj i prosječna starost tramvajskih motornih kola; stanje 26.6.2019.

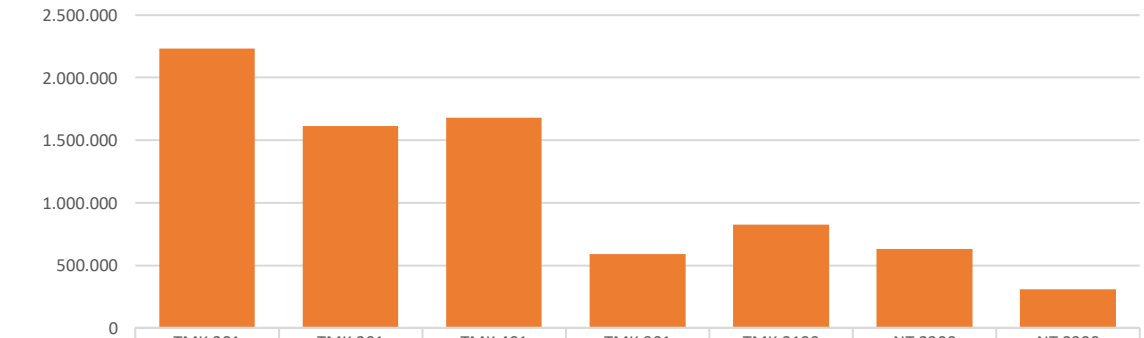


	TMK 201	TMK 301	TMK 401	TMK 901	TMK 2100	NT 2200	NT 2300
Broj vozila	9	51	46	2	16	140	2
Prosječna starost vozila	44,84	33,29	39,44	47,63	20,04	11,38	9,18

Izvor: Podaci naručitelja

Sva tramvajska vozila u svom životnom vijeku ukupno su ostvarila 378.361.453 kilometara, gdje je u prosjeku svako vozilo ostvarilo oko 1,2 milijuna kilometara. Motorna kola ostvarila su ukupno 282.547.878 kilometara, odnosno u prosjeku svako motorno vozilo ostvarilo je nešto više od milijun kilometara. Pregled prosječnog broja prijeđenih kilometara po tipu tramvajskih motornih kola prikazan je na sljedećem grafikonu.

Grafikon 4-8: Prosječni broj prijeđenih kilometara po tipu tramvajskih motornih kola; stanje 26.6.2019.

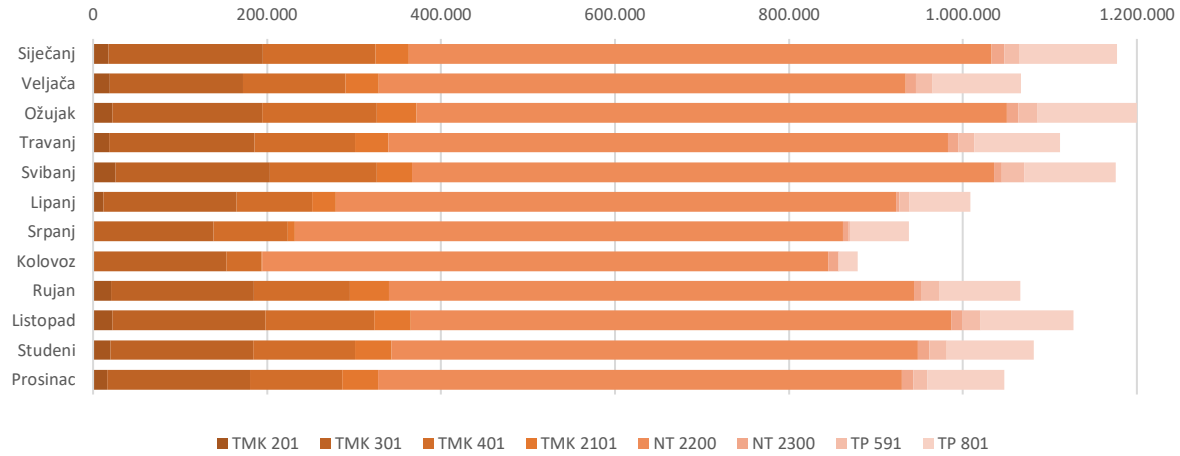


	TMK 201	TMK 301	TMK 401	TMK 901	TMK 2100	NT 2200	NT 2300
Prosječno km	2.234.828,00	1.613.623,74	1.677.746,36	588.579,45	822.623,63	628.662,70	305.684,00

Izvor: Podaci naručitelja

Samo u 2018. godini sva tramvajska motorna kola i tramvajske prikolice prešla su više od 12,6 milijuna kilometara, što u prosjeku iznosi nešto manje od 1,1 milijun kilometara mjesečno odnosno 35 tisuća kilometara dnevno. Najviše kilometara prešla su i najbrojnija vozila u voznom parku ZET-a, vozila tipa TMK 2200, preko 7,6 milijuna kilometara odnosno nešto više od 60 % svih prijeđenih kilometara u 2018. godini. Pregled ukupnog broja prijeđenih kilometara u 2018. godini po mjesecima i vrsti vozila prikazan je na sljedećem grafikonu.

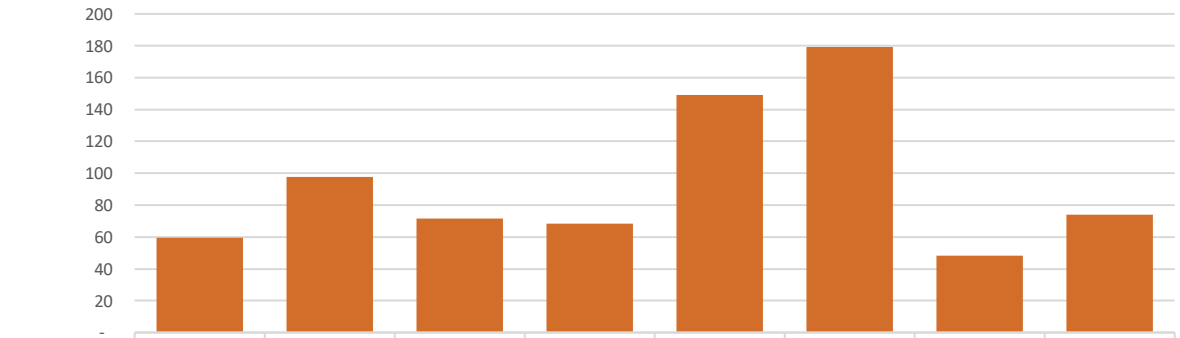
Grafikon 4-9: Prijeđeni kilometri prema vrsti vozila u 2018. godini



Izvor: Podaci naručitelja

Obzirom na broj pojedinog tipa vozila u voznom parku, tramvajska vozila tipa TMK 2300 (NT 2300) prešla su u 2018. godini, u prosjeku, više od 65 tisuća kilometara po vozilu, odnosno svako tramvajsko vozilo tipa TMK 2300 dnevno prijeđe 179 kilometara. Slijede tramvajska vozila tipa TMK 2200 sa prijeđenih 55 tisuća kilometara/god odnosno 149 km/dan po vozilu, te vozila tipa 301 sa prijeđenih 35 tisuća kilometara/god odnosno 98 km/dan po vozilu. Pregled prosječnog broja prijeđenih kilometara po pojedinom vozilu u 2018. godini prikazan je na sljedećem grafikonu.

Grafikon 4-10: Prijeđeni kilometri po pojedinom vozilu u 2018. godini



	TMK 201	TMK 301	TMK 401	TMK 2101	NT 2200	NT 2300	TP 591	TP 801
Dnevno	59	98	72	69	149	179	48	74
Godišnje	21.643	35.715	26.181	25.015	54.453	65.356	17.659	26.988

Izvor: Podaci naručitelja

4.3.1 Karakteristike vozila

Osnovne tehničke karakteristike (broj vozila, naziv proizvođača, maksimalna brzina (km/h), ubrzanje vozila (m/s²), dužina / širina / visina (mm), masa praznog vozila (t), broj putničkih sjedala, broj stajaćih mjesta, masa punog vozila (t) i broj osovina) tramvajskih motornih kola i prikolica prikazane su u sljedećoj tablici.

Tablica 4-16: Osnovni tehnički podaci tramvajskih vozila

Tip vozila	TMK 201	TMK 301	TMK 401	TMK 2100	NT 2200	NT 2300	TP 591	TP 801
Broj vozila	9	51	46	16	140	2	11	40
Proizvođač	Đuro Đaković	ČKD	ČKD	Cro Tram	Končar	Končar	Đuro Đaković	ČKD
Maksimalna brzina (km/h)	56	55	55	58	70	70	56	56
Ubrzanje (m/s²)	1,1	1,3	0,79	0,85	1,1	1,1	-	-
Dužina (mm)	14,000	18,110	14,000	27,300	32,038	20,700	12,600	14,000
Širina (mm)	2,203	2,180	2,200	2,200	2,300	2,300	2,200	2,200
Visina (mm)	3,161	3,110	3,033	3,527	3,700	3,700	3,135	3,033
Masa praznog vozila (t)	17,12	19,70	17,30	35,00	41,50	28,50	8,60	13,50
Broj putničkih sjedala	21	25	20	46	41	27	17	21
Broj stajaćih mjesta	83	125	83	196	241	123	92	93
Masa punog vozila (t)	25,00	31,03	25,10	53,23	62,73	39,83	16,85	22,13
Broj osovina	4	4	4	8	6	4	4	4

Izvor: Podaci naručitelja

TMK 201 i TP 591

Tramvajsko vozilo TMK 201 je četveroosovinski tip tramvaja koji je proizveden za potrebe tramvajske mreže grada Zagreba 1973. godine, a proizvedeno je ukupno 30 tramvajskih vozila iz te serije. Posljednji iz serije je isporučen 1974. godine. U gradu Zagrebu još 9 primjeraka aktivno sudjeluje u prijevozu putnika, a dio ih je iskorišten za proizvodnju tramvaja tipa TMK 2100. Tramvaj se proizvodio u tvornici "Đuro Đaković" u Slavonskom Brodu.

Slika 4-20: TMK 201 i TP 591



Izvor: Goran Kekić

Dužina tramvaja tipa TMK 201 iznosi 14.000 mm, širina je 2.203 mm, a visina iznosi 3.161 mm. Vozilo ima troja vrata. Masa praznog vozila iznosi 17,12 tona. Vozilo ima ukupno 104 mjesta za putnike od

čega 21 sjedeće i 83 stajaćih. Masa punog vozila iznosi 25,00 tona. Tramvajsko vozilo ima četiri motora snage od 60 kW. Najveće ubrzanje vozila iznosi 1,1 m/s^2, te može postići brzinu od najviše 56 km/h.

Slika 4-21: Upravljačnica i unutrašnjost TMK 201



Izvor: https://www.prometna-zona.com/

Tramvajska prikolica tipa TP 591, istog proizvođača, namijenjena je tramvajskim motornim vozilima tipa TMK 201. Vozni park ZET-a sadržava ukupno 11 prikolica ove serije.

Tramvajska prikolica ima četiri osovine. Duljina kolnog ormara prikolice iznosi 12.600 mm, širina je 2.200 mm, a visina iznosi 3.135 mm. Tramvajska prikolica tipa TP 591 ima 17 sjedećih mjesta i 92 stajaća mjesta, ukupno 106 mjesta. Masa prazne prikolice iznosi 8,6 tona, a pune prikolice 16,85 tona.

TMK 301

Tramvajsko vozilo TMK 301 je četveroosovinski dvodijelni tramvaj proizvođača ČKD Tatra (tip Tatra KT4YU) koji je spojen zglobom za lakše zakretanje. Vozila su nabavljena 1985. godine, a posljednje vozilo pušteno je u promet u travnju 1987. godine. Vozni park ZET-a sadrži ukupno 51 tramvajsko vozilo ovoga tipa.

Slika 4-22: TMK 301



Izvor: Goran Kekić

Dužina tramvaja iznosi 18.110 mm, širina je 2.180 mm, a visina iznosi 3.110 mm. Masa praznog vozila iznosi 19,75 tona. Vozilo ima ukupno 150 mjesta za putnike od čega 25 sjedeće i 125 stajaćih mjesta. Masa punog vozila iznosi 31,03 tona. Tramvajsko vozilo ima četiri elektromotora snage 40 kW. Najveće ubrzanje vozila iznosi 1,3 m/s^2, dok maksimalna brzina tramvaja iznosi 55 km/h.

Slika 4-23: Upravljačnica i unutrašnjost TMK 301





Izvor: https://www.prometna-zona.com/

TMK 401 i TP 801

Tramvajska vozila tipa TMK 401 češkog proizvođača ČKD Tatra (tip Tatra T4YU) imaju četiri osovine, a pokretana su sa četiri elektromotora snage 43 kW. Vozila su nabavljana u razdoblju od 1977. do 1984. godine. Vozni park ZET-a trenutno sadrži 46 vozila ovog tipa.

Slika 4-24: TMK 401 i TP 801



Izvor: Goran Kekić

Dužina tramvaja tipa TMK 401 iznosi 14.000 mm, širina je 2.200 mm a visina iznosi 3.033 mm. Tramvajsko vozilo ima ukupno 103 mjesta, od čega 20 sjedećih i 83 sjedećih mjesta. Vozila su pokretana s četiri elektromotora snage 43 kW. Maksimalna brzina tramvajskih motornih kola iznosi 55 km/h uz najveće ubrzanje od 0,79 m/s^2.

Slika 4-25: Upravljačnica i unutrašnjost TMK 401





Izvor: https://www.prometna-zona.com/

Tramvajska prikolica tipa TP 801, istog proizvođača, namijenjena je za tip tramvaja TMK 401. U voznom parku ZET-a nalazi se ukupno 40 tramvajskih prikolica ove serije. Tramvajska prikolica ima četiri osovine. Duljina kolnog ormara prikolice iznosi 14.000 mm, širina je 2.200 mm, a visina iznosi 3.033 mm. Tramvajska prikolica tipa TP 801 ima ukupno 114 mjesta, od čega 21 sjedeće i 93 stajaćih mjesta. Masa prazne prikolice iznosi 13,5 tona, a pune 22,13 tona.

TMK 2100

Tramvajska vozila tipa TMK 2100, tvrtke Končar, proizvedena su u razdoblju od 1994. do 2003. godine za potrebe javnog prijevoza putnika na području Grada Zagreba. Prototip ove serije tramvaja napravljen je 1994. godine, a kasnija se proizvodnja odvijala u tri serije po 5 komada do 2003. godine. Svih 16 tramvajskih vozila ovoga tipa još uvijek je u upotrebi.

Slika 4-26: TMK 2100



Izvor: Goran Kekić

Tramvajsko vozilo tipa tipa TMK 2100 sastoji se od tri dijela povezana s dva zgloba. Prednji dio vozila sadrži upravljačnicu i jedno pogonsko okretno postolje, zadnji dio vozila također ima jedno pogonsko okretno postolje, a srednji dio vozila ima dva slobodna okretna postolja.

Slika 4-27: Upravljačnica i unutrašnjost TMK 2100



Izvor: https://www.prometna-zona.com/

Dužina tramvaja tipa TMK 2100 iznosi 27.300 mm, širina je 2.200 mm a visina iznosi 3.527 mm. Tramvajsko vozilo ima ukupno 242 mjesta, od čega 46 sjedećih i 196 sjedećih mjesta. Vozila imaju 8 osovina, a pokretana su s četiri elektromotora snage 70 kW. Maksimalna brzina tramvajskih motornih kola iznosi 58 km/h uz najveće ubrzanje od 0,85 m/s^2.

TMK 2200

Tramvajska vozila tipa TMK 2200 (poznata i pod nazivom NT 2200), proizvedena u konzorciju Crotram, prva su niskopodna tramvajska vozila na području Grada Zagreba, puštena u promet između 2005. i 2010. godine. Vozni park ZET-a sadrži ukupno 140 tramvajskih vozila ovog tipa.

Slika 4-28: TMK 2200



Izvor: Goran Kekić

Slika 4-29: Upravljačnica i unutrašnjost TMK 2200



Izvor: https://www.prometna-zona.com/

Tramvajska vozila TMK 2200 sastoje se od pet segmenata međusobno povezanih sa četiri zgloba. Dužina tramvaja iznosi 32.038 mm, širina je 2.300 mm, a visina iznosi 3.700 mm. Tramvajsko vozilo ima ukupno 282 mjesta, od čega 41 sjedeće i 241 sjedeće mjesto. Motorna kola imaju 6 osovina, a pokretana su sa šest asinkronih motora, minimalne snage 65 kW. Maksimalna brzina tramvajskih motornih kola iznosi 70 km/h uz najveće ubrzanje od 1,1 m/s^2.

TMK 2300

Tramvajska vozila tipa TMK 2300 (NT 2300), kao i tramvajska vozila tipa TMK 2200, niskopodna su tramvajska motorna kola proizvedena u konzorciju Crotram. Tramvajska vozila tipa TMK 2300 puštena su u promet 2009. i 2010. godine. Vozni park ZET-a sadrži ukupno 2 tramvajska vozila ovoga tipa.

Slika 4-30: TMK 2300



Izvor: Goran Kekić

Tramvajsko vozilo tipa TMK 2300 predstavlja kraću verzija vozila TMK 2200. Motorna kola podijeljena su u tri međusobno zglobno povezana modula. Duljina tramvajskih vozila tipa TMK 2300 iznosi

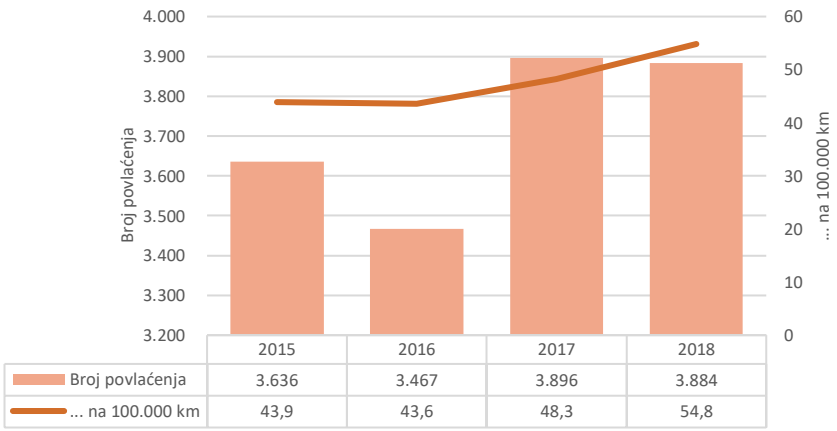
20.740 mm, širina vozila je 2.300 mm, a visina iznosi 3.700 mm. Tramvajsko vozilo ima ukupno 150 mjesta, od čega 27 sjedećih i 123 sjedećih mjesta.

Tramvajska motorna kola imaju ukupno četiri osovine, a pogonjena su sa četiri asinkrona motora, minimalne snage od 65 kW. Maksimalna brzina tramvajskog vozila iznosi 70 km/h uz najveće ubrzanje od 1,1 m/s^2.

4.3.2 Kvarovi vozila

Na godišnjoj razini iz prometa se povuče između 3.500 i 4.000 vozila, odnosno na 100.000 prijeđenih kilometara iz prometa se povuče oko 50 tramvajskih vozila. Iako je u 2017. i 2018. godini zabilježen gotovo identičan broj povlačenja vozila iz prometa, 3.869 povlačenja 2017. godine i 3.884 povlačenja 2018. godine, broj povlačenja na 100.000 prijeđenih kilometara tramvajskih vozila je porastao za 13,5 %, odnosno sa 48,3 povlačenja u 2017. godini na 54,8 povlačenja u 2018. godini. Pregled broja povlačenja tramvajskih vozila iz prometa od 2015. do 2018. godine prikazan je na sljedećem grafikonu.

Grafikon 4-11: Broj povlačenja tramvajskih vozila iz prometa od 2015. do 2018. godine

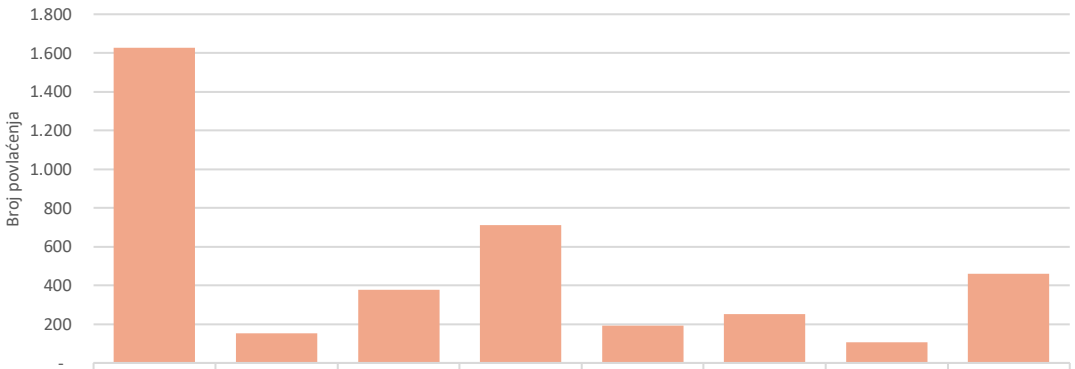


	2015	2016	2017	2018
Broj povlačenja	3.636	3.467	3.896	3.884
... na 100.000 km	43,9	43,6	48,3	54,8

Izvor: Podaci naručitelja

Statistički, uzroci provlačenja vozila iz prometa razvrstani su u 8 kategorija kako slijedi: upravljanje, vožnja ili kočenje; kolni ormar; postolje; sustav vrata; signalizacija i informatizacija; vozački prostor; putnički prostor; ostalo. Najčešći razlog povlačenja vozila iz prometa u 2018. godini je upravljanje, vožnja ili kočenje, ukupno 1.628 povlačenja odnosno 18,4 povlačenja na 100.000 prijeđenih kilometara tramvajskih vozila. Po broju i učestalosti slijedi sustav vrata koji je uzrokovao 710 povlačenja (16,8 povlačenja na 100.000 kilometara), postolje kao uzročnik 378 povlačenja (5,5 povlačenja na 100.000 kilometara) te ostali uzroci u 462 slučaja povlačenja (5,0 povlačenja na 100.000 kilometara) vozila iz prometa. Pregled uzroka povlačenja tramvajskih vozila iz prometa u 2018. godini prikazan je na sljedećem grafikonu.

Grafikon 4-12: Uzroci povlačenja tramvajskih vozila iz prometa 2018. godine

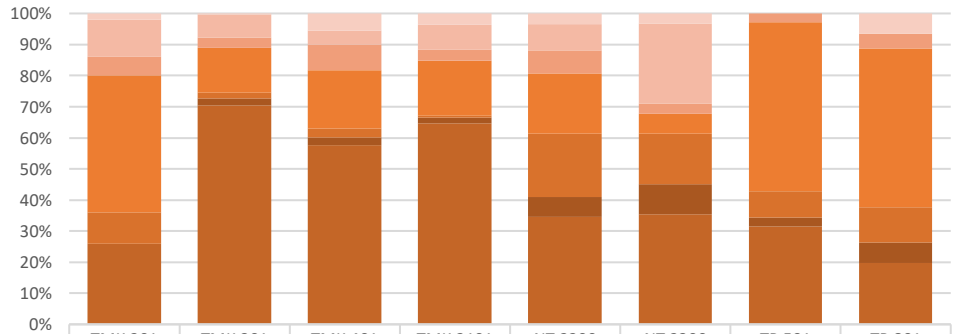


	Upravljanje, vožnja ili kočenje	Kolni ormar	Postolje	Sustav vrata	Signalizacija i informatizacija	Vozački prostor	Putnički prostor	Ostalo
Broj povlačenja	1.628	153	378	710	194	252	107	462
... na 100.000 km	18,4	2,4	5,5	16,8	2,4	2,2	2,1	5,0

Izvor: Podaci naručitelja

U 2018. godini u najviše slučajeva povlačena su tramvajska vozila tipa TMK 2200, pri čemu je u 34 % slučaja uzrok povlačenja vozila bilo upravljanje, vožnja ili kočenje, u 20 % slučaja postolje, te u 19 % slučaja sustav vrata. Prema broju povlačenja na 100.000 prijeđenih kilometara pojedine vrste vozila najčešće su povlačena vozila TMK 401, čak 59,0 puta, slijede vozila tipa TMK 2100 sa 41,7 i TMK 301 sa 41,4 povlačenje na 100.000 prijeđenih kilometara. Pri tome, najčešći uzrok povlačenja vozila bilo je upravljanje, vožnja ili kočenje, 34,0 povlačenja na 100.000 prijeđenih kilometara vozila TMK 401, 31,6 povlačenja na 100.000 prijeđenih kilometara vozila TMK 301 i 26,5 povlačenja na 100.000 prijeđenih kilometara vozila TMK 2100. Pregled uzroka povlačenja tramvajskih vozila iz prometa 2018. godine prema vrsti vozila prikazan je na sljedećem grafikonu. Vrijednosti u grafikonu prikazuju broj povlačenja vozila na 100.000 prijeđenih kilometara pojedine vrste vozila.

Grafikon 4-13: Uzroci povlačenja tramvajskih vozila iz prometa 2018. godine prema vrsti vozila (broj povlačenja na 100.000 km pojedine vrste vozila)



	TMK 201	TMK 301	TMK 401	TMK 2101	NT 2200	NT 2300	TP 591	TP 801
Putnički prostor	0,5	0,2	3,2	1,5	0,7	0,8	0,0	1,2
Vozački prostor	3,1	3,3	2,7	3,2	1,6	6,1	0,0	0,0
Signalizacija i informatizacija	1,5	1,5	4,9	1,5	1,5	0,8	0,5	0,8
Sustav vrata	11,3	6,4	11,0	7,2	3,7	1,5	9,8	9,4
Postolje	2,6	0,8	1,7	0,2	3,9	3,8	1,5	2,0
Kolni ormar	0,0	1,0	1,5	0,7	1,2	2,3	0,5	1,2
Upravljanje, vožnja ili kočenje	6,7	31,6	34,0	26,5	6,7	8,4	5,7	3,6

Izvor: Podaci naručitelja

4.4 Organizacija prijevoza

Javni prijevoz putnika na području Grada Zagreba organiziran je kroz ukupno 19 tramvajskih linija, s pripadajućim voznim redom. U ovom poglavlju zasebno su analizirane tramvajske linije s pripadajućim tramvajskim stajalištima te vozni redovi za pojedine tramvajske linije.

S obzirom da se u ljetnim mjesecima 2018. godine vršila rekonstrukcija kolosijeka na pojedinim dijelovima tramvajske mreže, a što je posljedično uzrokovalo mnoge izmjene u ljetnom voznom redu, u nastavku je analizirano razdoblje izvan turističke sezone. Poseban naglasak stavljen je na organizaciju prometa radnog dana.

4.4.1 Tramvajske linije

Tramvajski prijevoz putnika na području grada Zagreba organiziran je s 15 dnevnih i 4 noćnih tramvajskih linija koje opslužuju sveukupno 258 stajališta. Dnevne linije organizirane su od 04:00 do 00:00 sata, a noćne od 00:00 do 04:00 sata. Ukupna duljina tramvajskih pruga na linijama dnevnog prometa iznosi 158,3 km, a noćnih tramvajskih linija 57,3 km.

Tramvajske linije povezuju šire područja Grada Zagreba sa samim središtem Grada preko 15 tramvajskih okretišta (terminala), prolazeći pored ključnih državnih i gradskih institucija, bolnica, fakulteta, i sl. Najkraća tramvajska linija dugačka je svega 2,7 km i sadrži 5 stajališta, a povezuje Mihaljevac i Gračansko Dolje. S druge strane, najdulja tramvajska linija 7 Savski most – Dubec, dugačka 16,4 km, sadrži ujedno i najviše stajališta, ukupno 35. Prosječna međustanična udaljenost iznosi 465 metara. Pregled osnovnih karakteristika dnevnih tramvajskih linija prikazan je u sljedećoj tablici.

Tablica 4-17: Pregled dnevnih tramvajskih linija

Naziv linije	Duljina linije [km]	Broj stajališta	Međustanična udaljenost [m]
1 Zapadni kolodvor - Borongaj	5,915	15	425
2 Črnomerec - Savišće	10,723	27	410
3 Ljubljanica - Savišće	10,178	28	375
4 Savski most - Dubec	13,630	31	455
5 Prečko - Dubrava	14,448	33	450
6 Črnomerec - Sopot	10,472	23	475
7 Savski most - Dubec	16,400	35	480
8 Mihaljevac - Zapruđe	8,359	17	520
9 Ljubljanica - Borongaj	7,384	19	410
11 Črnomerec - Dubec	11,998	26	480
12 Ljubljanica - Dubrava	9,336	20	490
13 Kvaternikov trg - Žitnjak	11,267	29	400
14 Mihaljevac - Zapruđe	12,900	27	495
15 Mihaljevac - Dolje	2,711	5	680
17 Prečko - Borongaj	12,596	30	435

Izvor: Podaci naručitelja

Noćne tramvajske linije organizirane su na način da u noćnim satima, kada je potražnja za javnim prijevozom putnika svedena na minimum, povezuju šire područje Grada Zagreba sa središtem Grada. Pregled osnovnih karakteristika noćnih tramvajskih linija prikazan je u sljedećoj tablici.

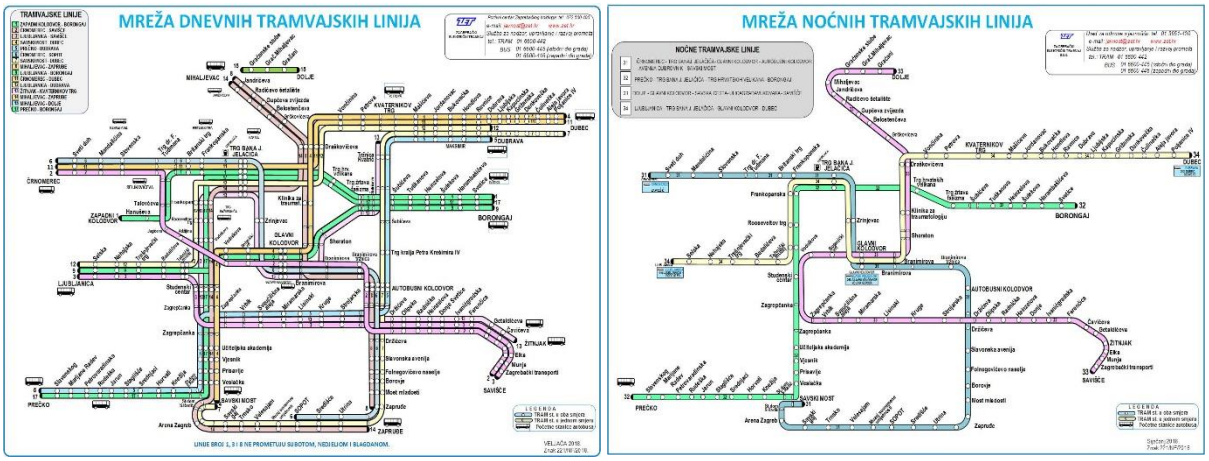
Tablica 4-18: Pregled noćnih tramvajskih linija

Naziv linije	Duljina linije [km]	Broj stajališta	Međustanična udaljenost [m]
31 Črnomerec – Savski most	14,160	29	505
32 Prečko – Borongaj	12,596	30	435
33 Gračansko Dolje – Savišće	16,342	38	440
34 Ljubljanica – Dubec	14,157	33	440

Izvor: Podaci naručitelja

Na slikama koje slijede shematski su prikazane dnevne i noćne tramvajske linije na području Grada Zagreba.

Slika 4-31: Mreža dnevnih i noćnih tramvajskih linija



Izvor: Podaci naručitelja

Tramvajska linija 1 Zapadni kolodvor – Borongaj

Tramvajska linija 1 povezuje Zapadni kolodvor na zapadu grada i terminal Borongaj na istoku grada sa središnjim zagrebačkim trgom. Trasa linije započinje na okretištu Zapadni kolodvor, prolazi istočnom stranom Trga dr. Franje Tuđmana odnosno Ulicom Republike Austrije te Ilicom do središnjeg Trga bana Josipa Jelačića. Nastavno Jurišićevom ulicom dolazi do Trga Hrvatskih velikana, zatim Ulicom Franje Račkog do Trga žrtava fašizma gdje ulazi u ulicu kralja Zvonimira, duž koje je pruga smještena u razdjelnom pojasu ulice i odvojena od ostalih modova prometa, prolazi južnom stranom Trga John F.Kennedy, te konačno završava na okretištu Borongaj.

Slika 4-32: Ulica Republike Austrije, Istočna strana Trga dr. Franje Tuđmana

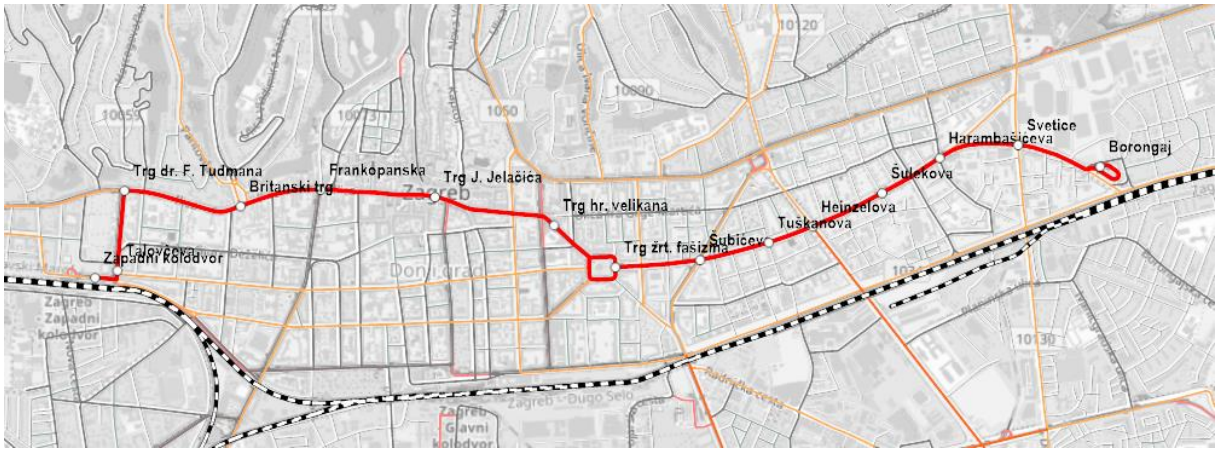


Izvor: www.hkv.hr

Ukupna duljina trase ove linije iznosi 5,915 m. Na trasi tramvajske linije nalazi se 15 tramvajskih stajališta, od čega dva okretišta: Zapadni kolodvor (okretište), Talovčeva, Trg dr. F. Tuđmana, Britanski trg, Frankopanska, Trg bana J.Jelačića, Trg hrvatskih velikana, Trg žrtava fašizma, Šubićeva, Tuškanova, Heinzelova, Šulekova, Harambašićeva i Svetice (okretište).

U prosjeku tramvajska stajališta su udaljena 425 metara. Položaj trase tramvajske linija 1 Zapadni kolodvor – Borongaj prikazan je na sljedećoj slici.

Slika 4-33: Trasa tramvajske linije 1 Zapadni kolodvor – Borongaj



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 2 Črnomerec – Savišće

Tramvajska linija 2 povezuje zapadni dio grada preko terminala Črnomerec i jugoistočni dio grada sa središtem grada prolazeći pored Zapadnog kolodvora, Glavnog kolodvora i Autobusnog kolodvora. Trasa linije započinje na okretištu Črnomerec, prolazi Ilicom do Trga dr. Franje Tuđmana, zatim istočnom stranom Trga odnosno Ulicom Republike Austrije, te ulicama Vatroslava Jagića i Ivana Franje Jukića uz željezničku prugu do raskrižja sa Savskom cestom. Nakon raskrižja sa Savskom prolazi ulicom Valentina Vodnika i Antuna Mihanovića do južne strane Trga kralja Tomislava. Od Trga kralja Tomislava prolazi Ulicom kneza Branimira do Avenije Marina Držića odnosno Autobusnog kolodvora. Zatim prolazi Ulicom grada Vukovara, Ulicom grada Gospića i Koledovčinom sve do okretišta Savišće na raskrižju Koledovčine s Radničkom cestom. Ulicama V. Jagića i I.F.Jukića te od Avenije Marina Držića pa

sve do okretišta Savišće pruga je smještena u zasebnom pojasu te nije u koliziji sa ostalim modovima prometa.

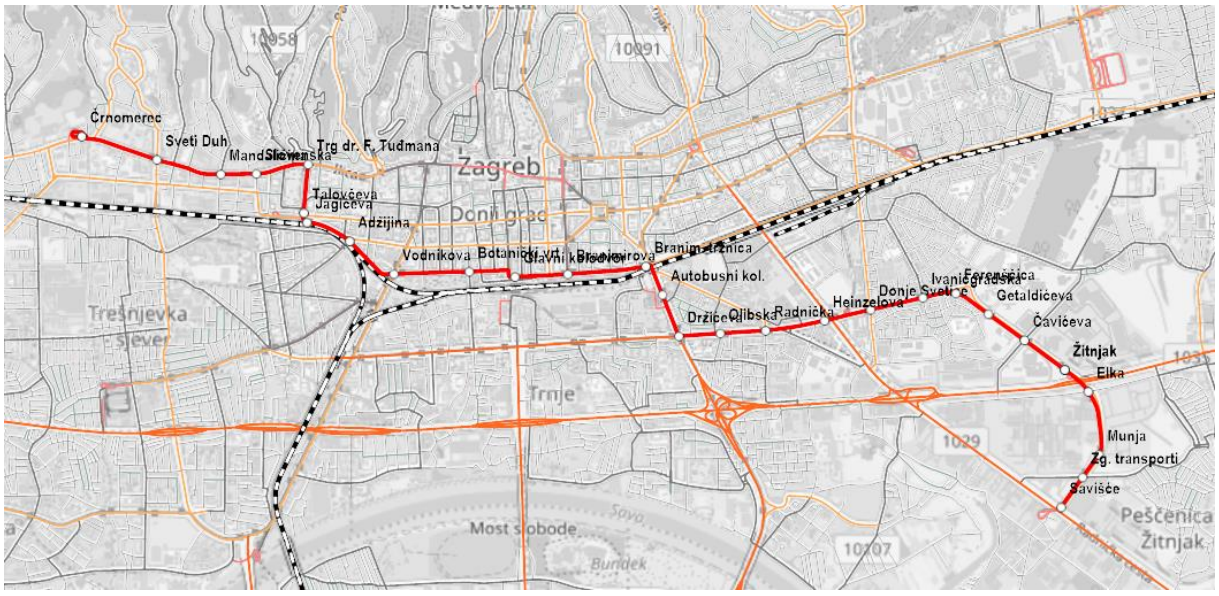
Slika 4-34: Ulica Vatroslava Jagića, stajalište Jagićeva



Izvor: trams.fandom.com

Ukupna duljina trase iznosi 10.723 m, a sadrži ukupno 27 stajališta kako slijedi: Črnomerec (okretište), Sveti Duh, Mandaličina, Slovenska, Trg dr. F. Tuđmana, Talovčeva, Adžijina, Vodnikova, Botanički vrt, Glavni kolodvor, Branimirova, Branim. tržnica, Autobusni kolodvor, Držićeva, Olibska, Radnička, Heinzelova, Donje Svetice, Ivanićgradska, Ferenščica, Getaldićeva, Čavićeva, Žitnjak, Elka, Munja, Zg. transporti, Savišće (okretište). Prosječna udaljenost između tramvajskih stajališta iznosi 410 metara. Položaj trase tramvajske linija 2 Črnomerec – Savišće prikazan je na sljedećoj slici.

Slika 4-35: Trasa tramvajske linije 2 Črnomerec – Savišće



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 3 Ljubljanica – Savišće

Tramvajska linija 3 povezuje zapadni dio grada preko terminala Ljubljanica i istočni dio grada u zoni Ulice grada Vukovara sa središtem grada, prolazeći pored Studenskog centra u Savskoj ulici, niza

gradskih i državnih institucija raspoređenih po Vukovarskoj ulici te poslovne zone na Radničkoj cesti. Trasa linije započinje na okretištu Ljubljanica u zapadnom dijelu grada Zagreba, prolazi Ozaljskom i Tratinskom ulicom, te Savskom cestom do ulice grada Vukovara. U nastavku prolazi čitavom duljinom Ulice grada Vukovara, te Ulicom grada Gospića i Koledovčinom do okretišta Savišće u istočnom dijelu grada Zagreba. U Ozaljskoj i Tratinskoj ulici te na Savskoj cesti tramvajska pruga smještena je na kolniku u istoj razini s ostalim prometnim tokovima, dok je Ulici grada Vukovara, Ulici grada Gospića i Koledovčini pruga odvojena od ostalih prometnih tokova, te je smještena u razdjelnom pojasu ili uz rub kolnika ceste.

Slika 4-36: Koledovčina ulica, stajalište Zagrebački transporti



Izvor: maps.google.com

Ukupna duljina trase iznosi 10.178 m i sadrži 28 stajališta: Ljubljanica (okretište), Selska, Nehajska, Trešnjevački trg, Badalićeva, Tehnički muzej, Studentski centar, Zagrepčanka, Vrbik, Sveučilišna al., Miramarska, Lisinski, Kruge, Strojarska, Držićeva, Olibska, Radnička, Heinzelova, Donje Svetice, Ivanićgradska, Ferenščica, Getaldićeva, Čavićeva, Žitnjak, Elka, Munja, Zg. transporti i Savišće (okretište). Prosječna udaljenost između tramvajskih stajališta iznosi 375 metara. Položaj trase tramvajske linija 3 Ljubljanica – Savišće prikazan je na sljedećoj slici.

Slika 4-37: Trasa tramvajske linije 3 Ljubljanica – Savišće



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 4 Savski most – Dubec

Tramvajska linija 4 povezuje jugozapadni dio grada preko terminala Savski most i istočni dio grada sjeverno od željezničke pruge sa središtem grada prolazeći pored Studentskog centra i Glavnog kolodvora. Trasa linije započinje u zapadnom dijelu grada Zagreba na okretištu Savski most gdje se ujedno nalazi najveći Studentski dom Stjepan Radić, prolazi Savskom cestom do Ulice Valentina Vodnika, zatim prolazi kroz Ulicom Antuna Mihanovića do Trg kralja Tomislava odnosno Glavnog kolodvora, te Ulicom kneza Branimira i Ulicom Janka Draškovića do Vlaške ulice. Nastavno prema istoku grada trasa linije prolazi cijelom duljinom Vlaške ulice, sjevernom stranom Kvaternikova trga, Maksimirskom cestom te ulicom Dubrava do okretišta Dubec. Tramvajska pruga smještena je na kolniku u istoj razini s ostalim prometnim tokovima na cijeloj duljini linije. Na pojedinim dijelovima trase tramvajski kolosijek odvojen je od kolnog prometa žutom trakom.

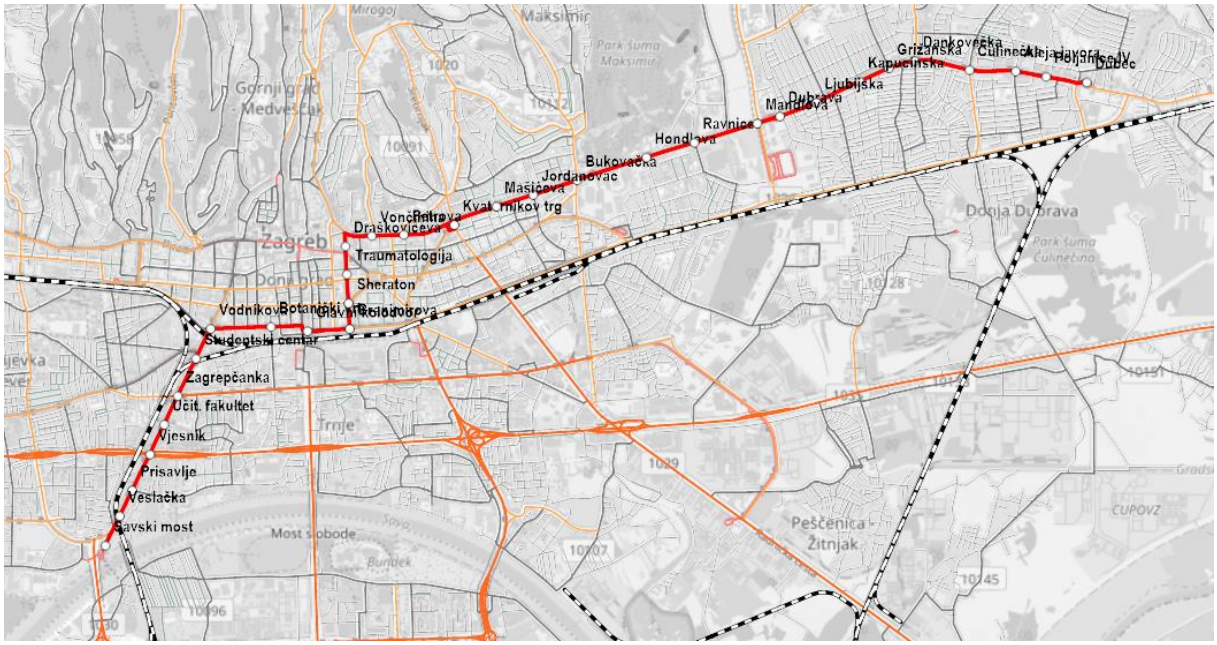
Slika 4-38: Draškovićeva ulica, stajalište Sheraton



Izvor: maps.google.com

Ukupna duljina trase ove linije iznosi 13.630 m, a sadrži ukupno 31 tramvajsko stajalište: Savski most (okretište), Veslačka, Prisavlje, Vjesnik, Učit. fakultet, Zagrepčanka, Studentski centar, Vodnikova, Botanički vrt, Glavni kolodvor, Branimirova, Sheraton, Traumatologija, Draškovićeva, Vončinina, Petrova, Kvaternikov trg, Mašićeva, Jordanovac, Bukovačka, Hondlova, Ravnice, Dubrava, Ljubijska, Kapucinska, Grižanska, Dankovečka, Čulinečka, Aleja javora, Poljanice IV, Dubec (okretište). Prosječna udaljenost između tramvajskih stajališta iznosi 455 metara. Položaj trase tramvajske linija 4 Savski most – Dubec prikazan je na sljedećoj slici.

Slika 4-39: Trasa tramvajske linije 4 Savski most – Dubec

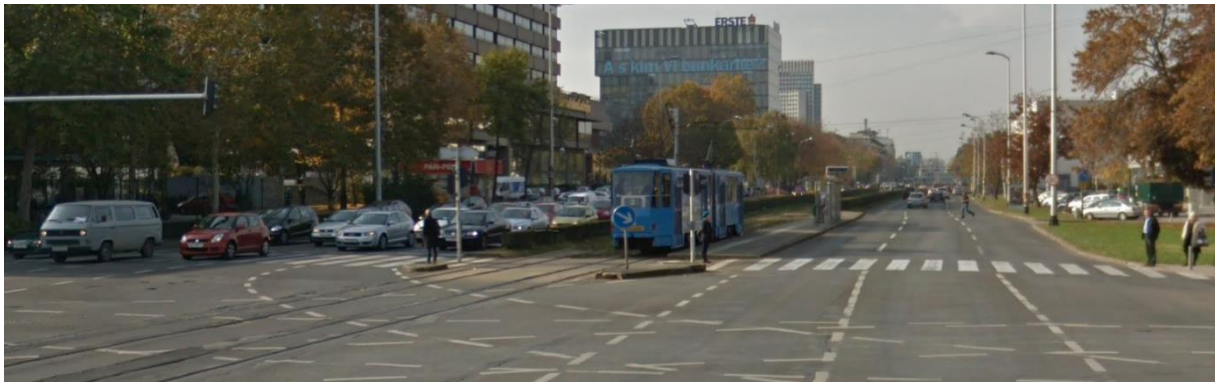


Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 5 Prečko – Dubrava

Tramvajska linija 5 povezuje naselja krajnjeg zapadnog i krajnjeg istočnog dijela grada sa središtem grada preko Ulice grada Vukovara, Autobusnog kolodvora i Kvaternikova trga. Trasa linije započinje na okretištu Prečko u zapadnom dijelu Zagreba, prolazi cijelom duljinom Ul. Ivana Matetića Ronjgova i Horvaćanskom cestom do Selske ceste, nadalje Selskom cestom do Savskog mosta, Savskom cestu prema sjeveru do Ulice grada Vukovara. Nastavno prolazi Ulicom grada Vukovara, te Avenije Marina Držića i Šibićevom ulicom do Kvaternikova trga. Konačno, trasa linije prolazi Maksimirskom cestom i završava u okretištu Dubrava u istočnom dijelu grada Zagreba. U Horvaćanskoj i Selskoj cesti te u Ulici grada Vukovara, Aveniji Marina Držića i Ulici Pavla Šubića tramvajska pruga je smještena u razdjelnom središnjem pojasu, a u preostalom dijelu tramvajska pruga smještena je na kolniku u razini s ostalim modovima prometa.

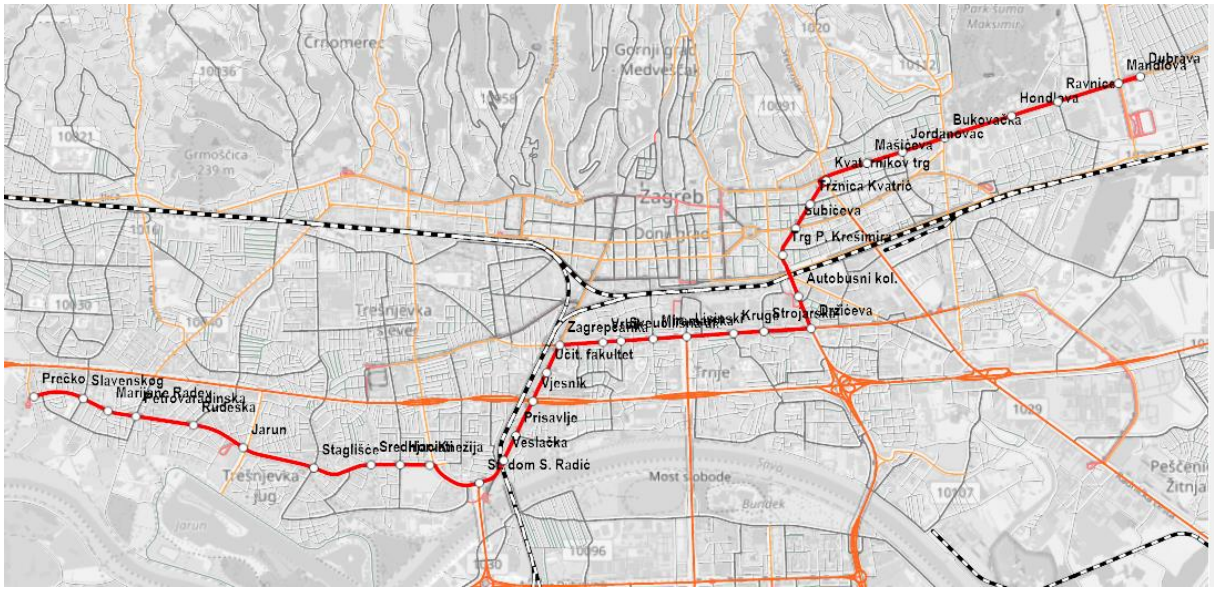
Slika 4-40: Ulica grada Vukovara, stajalište Miramarska



Izvor: maps.google.com

Ukupna duljina trase iznosi 14.448 m, a sadrži 33 tramvajskih stajališta kako slijedi: Prečko (okretište), Slavenskog, Marijane Radev, Petrovaradinska, Rudeška, Jarun, Stagliśće, Srednjaci, Horvati, Knežija, St. dom S. Radić, Veslačka, Prisavlje, Vjesnik, Učit. fakultet, Zagrepčanka, Vrbik, Sveučilišna al., Miramarska, Lisinski, Kruge, Strojarska, Držićeva, Autobusni kol., Trg P. Krešimira, Šubićeva, Tržnica Kvatrić, Mašićeva, Jordanovac, Bukovačka, Hondlova, Ravnice i Dubrava (okretište). Prosječna udaljenost između tramvajskih stajališta iznosi 450 metara. Položaj trase tramvajske linija 5 Prečko – Dubrava prikazan je na sljedećoj slici.

Slika 4-41: Trasa tramvajske linije 5 Prečko – Dubrava



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 6 Črnomerec – Sopot

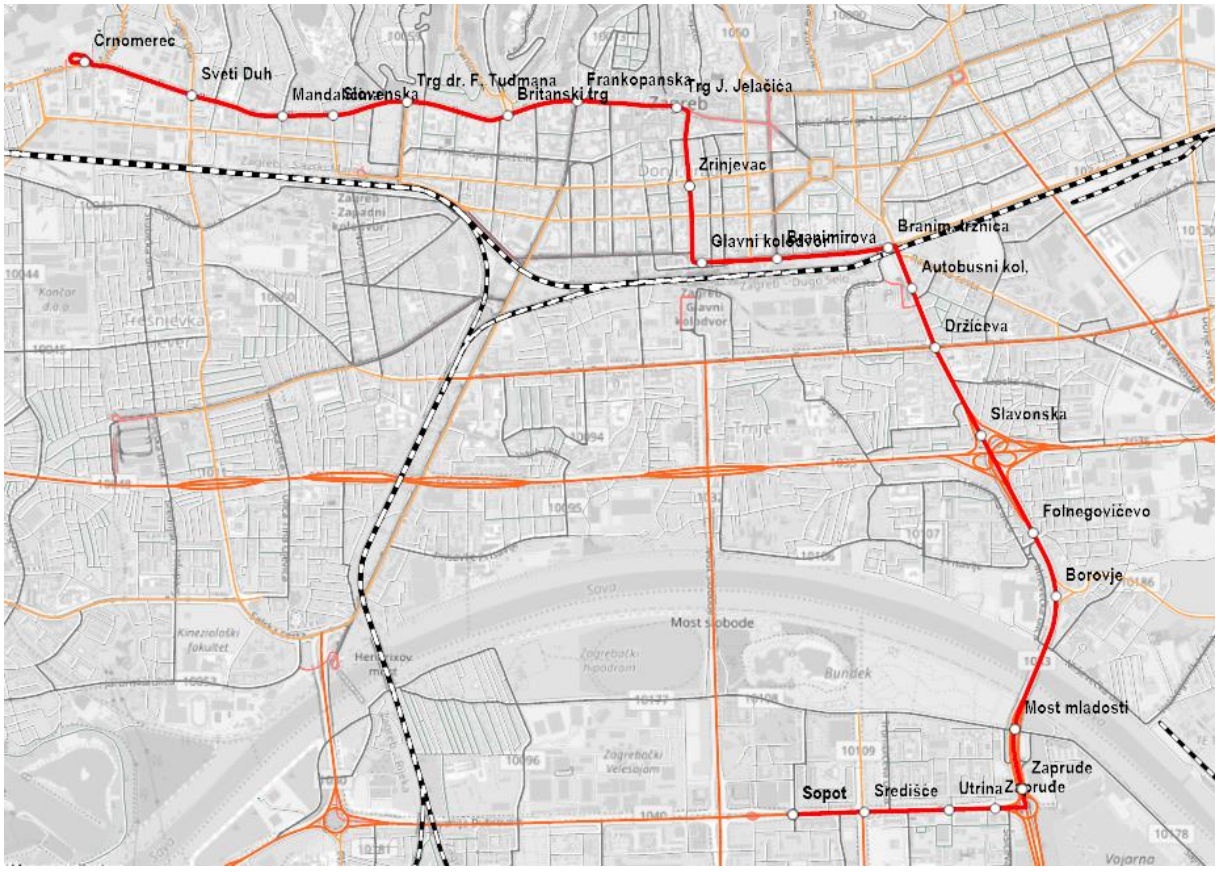
Tramvajska linija 6 povezuje naselja zapadnog dijela grada preko terminala Črnomerec i jugoistočnog dijela Novog Zagreba sa središtem grada, prolazeći pored Autobusnog i glavnog kolodvora. Trasa linije započinje na okretištu Črnomerec, prolazi cijelom duljinom Ilice do glavnog zagrebačkog Trga bana Josipa Jelačića. Praškom ulicom prema jugu povezuje Glavni kolodvor i Trg bana Josipa Jelačića. Nastavno prolazi Ulicom kneza Branimira, a zatim skreće prema jugu u Aveniju Marina Držića, gdje prolazi istočnom stanom Autobusnog kolodvora. Preko mosta Slobode prelazi rijeku Savu te ispod kružnog raskrižja u Zapruđu ulazi u Aveniju Dubrovnik i završava na okretištu Sopot. U Aveniji Marina Držića i Aveniji Dubrovnik tramvajska pruga smještena je u razdjelnom pojasu odvojeno od ostalih prometnih tokova. U preostalom dijelu trase tramvajska pruga smještena je na kolniku u istoj razini s ostalim modovima prometa.

Slika 4-42: Ilica, stajalište Slovenska



Izvor: maps.google.com

Slika 4-43: Trasa tramvajske linije 6 Črnomerec – Sopot



Izvor: Izrađivač

Ukupna duljina trase iznosi 10.472 m, a sadrži 23 stajališta kako slijedi: Črnomerec (okretište), Sveti Duh, Mandaličina, Slovenska, Trg dr. F. Tuđmana, Britanski trg, Frankopanska, Trg J. Jelačića, Zrinjevac, Glavni kolodvor, Branimirova, Branim. tržnica, Autobusni kol., Držićeva, Slavonska, Folnegovićevo, Borovje, Most mladosti, Zaprude, Utrina, Središće, Sopot. Prosječna udaljenost između tramvajskih stajališta iznosi 475 metara. Položaj trase tramvajske linija 6 Črnomerec – Sopot prikazan je na sljedećoj slici.

Tramvajska linija 7 Savski most – Dubec

Tramvajska linija 7 povezuje Novi Zagreb cijelom duljinom Avenije Dubrovnik i istočnog dijela grada sjeverno od željezničke pruge sa središtem grada preko Kvaternikova trga i Autobusnog kolodvora. Trasa linije započinje na okretištu Savski most, prelazi rijeku Savu Jadranskim mostom, nastavlja cijelom duljinom Avenije Dubrovnik do Sarajevske ceste, te Mostom Mladosti ponovno prelazi rijeku Savu. Nastavno, trasa prolazi Avenijom Marina Držića i Šubićevom ulicom do Kvaternikova trga, te Maksimirskom cestom i ulicom Dubrava do okretišta Dubec u istočnom dijelu grada Zagreba. Na Jadranskom mostu i Mostu mladosti, te uzduž Avenije Dubrovnik, Avenije Marina Držića i Ulice Pavla Šubića tramvajska pruga smještena je u središnjem pojasu, odvojeno od ostalih prometnih tokova, a na ostalim dijelovima trase tramvajska pruga smještena je na kolniku u razini s ostalim modovima prometa.

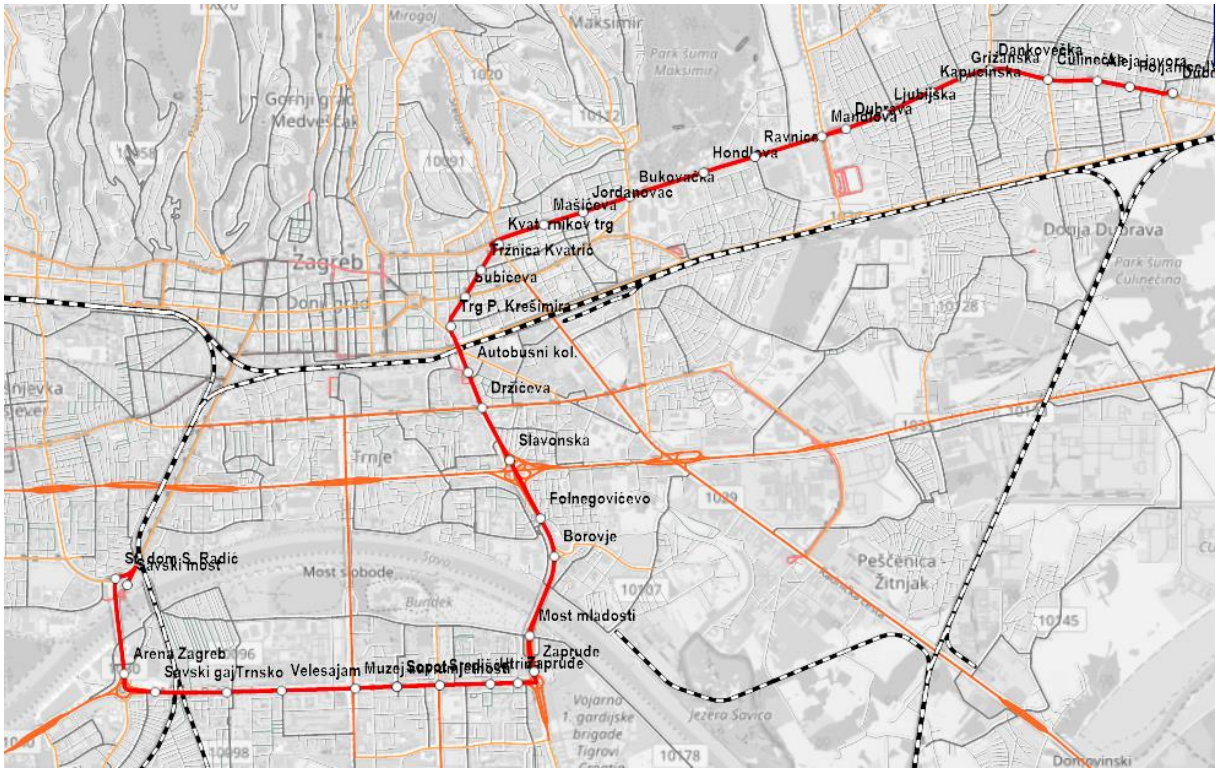
Slika 4-44: Avenija Dubrovnik, stajalište Središće



Izvor: maps.google.com

Ukupna duljina trase ove linije iznosi 16.400 m i sadrži ukupno 35 stajališta kako slijedi: Savski most (okretište), St. dom S. Radić, Arena Zagreb, Savski gaj, Trnsko, Velesajam, Muzej suv.umjetnosti, Sopot, Središće, Utrina, Zapruđe, Most mladosti, Borovje, Folnegovićevo, Slavonska, Držićeva, Autobusni kolodvor, Trg P. Krešimira, Šubićeva, Tržnica Kvatrić, Mašićeva, Jordanovac, Bukovačka, Hondlova, Ravnice, Dubrava, Ljubijska, Kapucinska, Grižanska, Dankovečka, Čulinečka, Aleja javora, Poljanice IV i Dubec (okretište). Prosječna udaljenost između tramvajskih stajališta iznosi 480 metara. Položaj trase tramvajske linija 7 Savski most – Dubec prikazan je na sljedećoj slici.

Slika 4-45: Trasa tramvajske linije 7 Savski most – Dubec



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 8 Mihaljevac – Zapruđe

Tramvajska linija 8 povezuje naselja podsljemenske zone i jugoistočni dio Novog Zagreba sa središtem grada. Početak trase je na okretištu Mihaljevac, prema jugu prolazi Ksaverskom cestom, Ulicom Medveščak, Ulicom Ribnjak i Draškovićevom ulicom, zatim Ulicom kneza Branimira dolazi do Avenije Marina Držića. Nastavno prema jugu trasa prolazi Avenijom Marina Držića, prelazi rijeku Savu preko Mosta mladosti i završava u istočnom dijelu Novog Zagreba, u okretištu Zapruđe. U Ksaverskoj cesti, Ulici Medveščak i Aveniji Marina Držića tramvajska pruga smještena je u razdjelnom pojasu odvojeno od ostalih prometnih tokova dok je na preostalom dijelu trase tramvajska pruga smještena na kolniku u razini s ostalim modovima prometa.

Slika 4-46: Ksaverska cesta

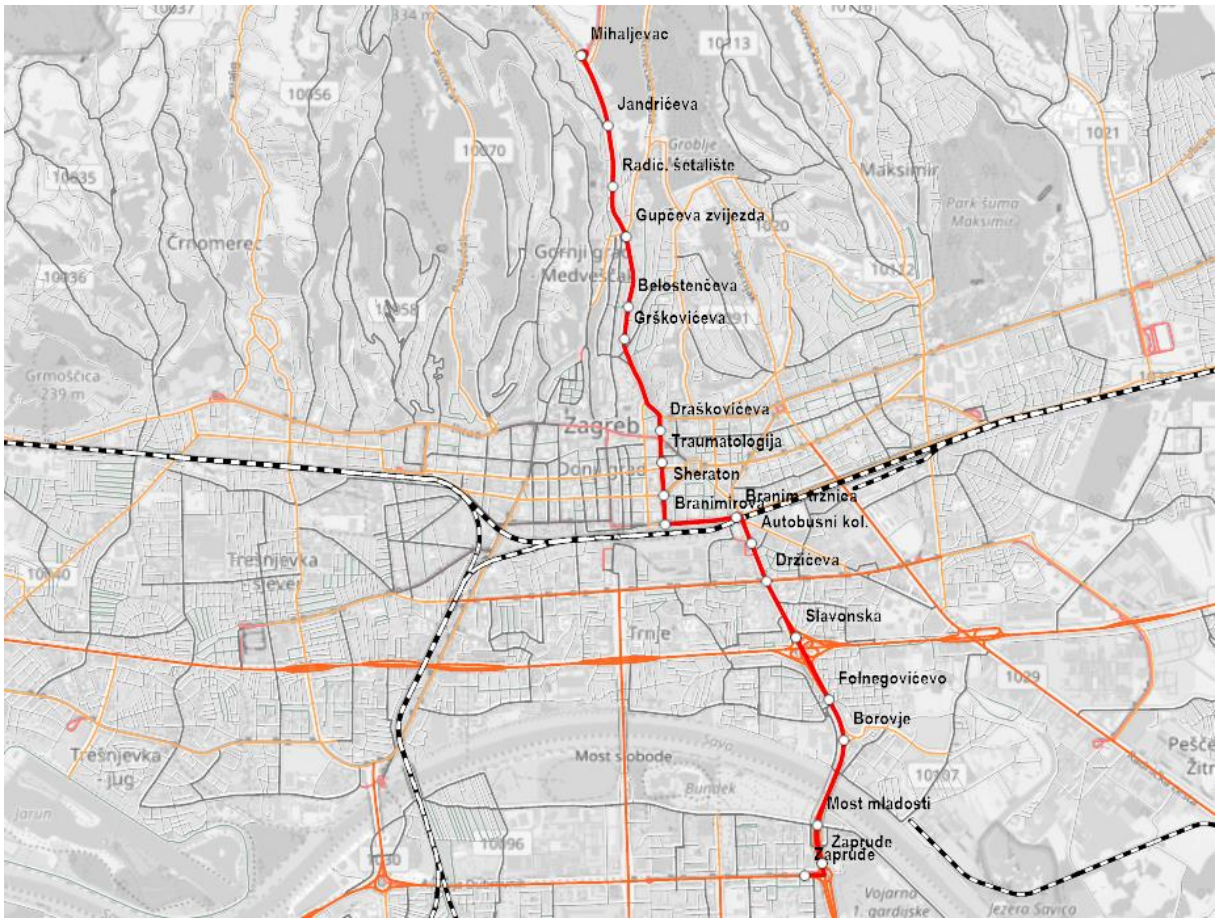


Izvor: maps.google.com

Ukupna duljina trase ove linije iznosi 8.359 m i sastoji se od ukupno 17 stajališta kako slijedi: Mihaljevac (okretište), Jandrićeva, Radić. šetalište, Gupčeva zvijezda, Belostenčeva, Grškovićeva, Draškovićeva,

Traumatologija, Sheraton, Branim. tržnica, Autobusni kol., Držićeva, Slavonska, Folnegovićevo, Borovje, Most mladosti, Zapruđe (okretište). Prosječna udaljenosti između tramvajskih stajališta iznosi 520 metara. Položaj trase tramvajske linija 8 Mihaljevac – Zapruđe prikazan je na sljedećoj slici.

Slika 4-47: Trasa tramvajske linije 8 Mihaljevac – Zapruđe



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 9 Ljubljanica – Borongaj

Tramvajska linija 9 povezuje naselja zapadnog dijela grada preko terminala Ljubljanica i istočna naselja sjeverno od željezničke pruge u terminalu Borongaj sa središtem grada u zoni Glavnog kolodvora. Trasa linija započinje na okretištu Ljubljanica, prolazi Ozaljskom i Tratinskom ulicom do Savske ceste, nadalje Savskom cestom pored Studentskog centra, te ulicama Valentina Vodnika i Antuna Mihanovića do Trga kralja Tomislava odnosno Glavnog kolodvora. Od trga kralja Tomislava trasa prolazi Ulicom kneza Branimira, dijelom Draškovićeve ulice i Ulicom kneza Mislava do Trga žrtava fašizma. Nakon Trga žrtava fašizma prolazi Ulicom kralja Zvonimira prema istoku do okretišta Borongaj. Tramvajska linija u dijelu koji prolazi Ulicom kralja Zvonimira nalazi se u zasebnom pojasu odvojena od ostalih modova prometa.

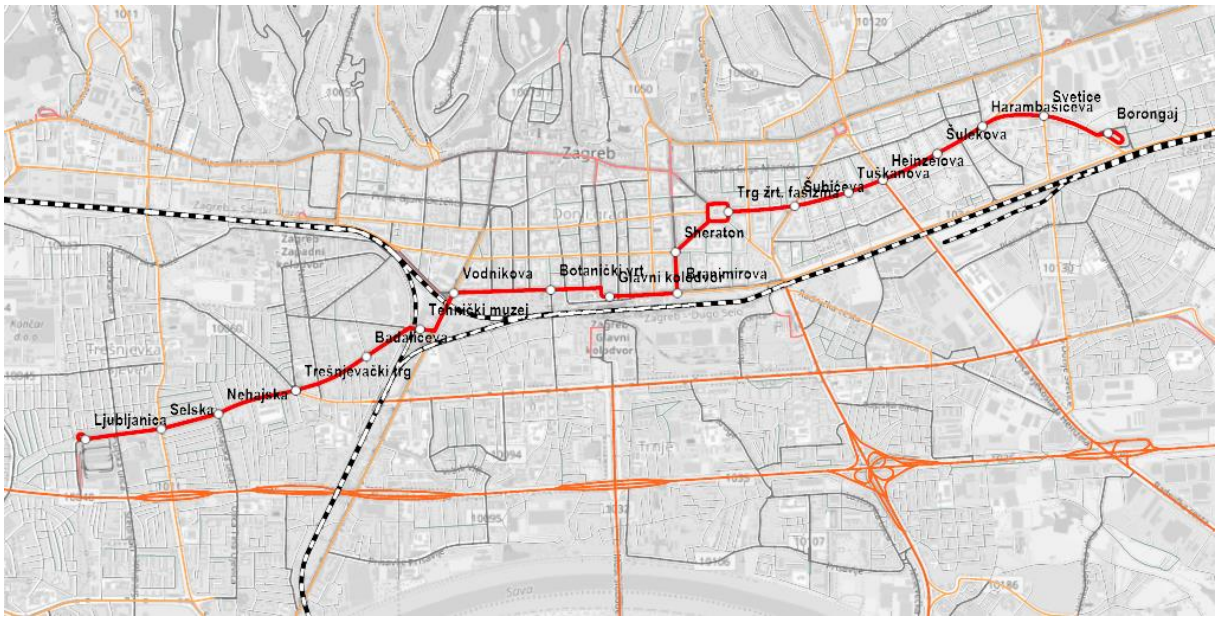
Slika 4-48: Ulica kranja Zvonimira



Izvor: maps.google.com

Ukupna duljina trase linije broj 9 iznosi 7.384 m, a sastoji se od 19 stajališta kako slijedi: Ljubljanica (okretište), Selska, Nehajska, Trešnjevački trg, Badalićeva, Tehnički muzej, Vodnikova, Botanički vrt, Glavni kolodvor, Branimirova, Sheraton, Trg žrt. fašizma, Šubićeva, Tuškanova, Heinzelova, Šulekova, Harambašićeva, Svetice i Borongaj (okretište). Prosječna udaljenosti između tramvajskih stajališta iznosi 520 metara. Položaj trase tramvajske linija 8 Mihaljevac – Zapruđe prikazan je na sljedećoj slici.

Slika 4-49: Trasa tramvajske linije 9 Ljubljanica – Borongaj



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 11 Črnomerec – Dubec

Tramvajska linija 11 povezuje zapadni dio grada preko terminala Črnomerec i krajnju istočni dio grada sjeverno od željezničke pruge sa središtem grada. Trasa linije 11 počinje na okretištu Črnomerec, prometuje Ilicom do Trga bana Josipa Jelačića, nastavlja Jurišićevom i Draškovićevom ulicom do Vlaške ulice, te Vlaškom ulicom do Kvaternikova trga. Nadalje, trasa linije prolazi Maksimirskom cestom i Ulicom Dubrava do okretišta Dubec. Tramvajska pruga je cijelom dužinom trase smještena na kolniku u razini s ostalim modovima prometa.

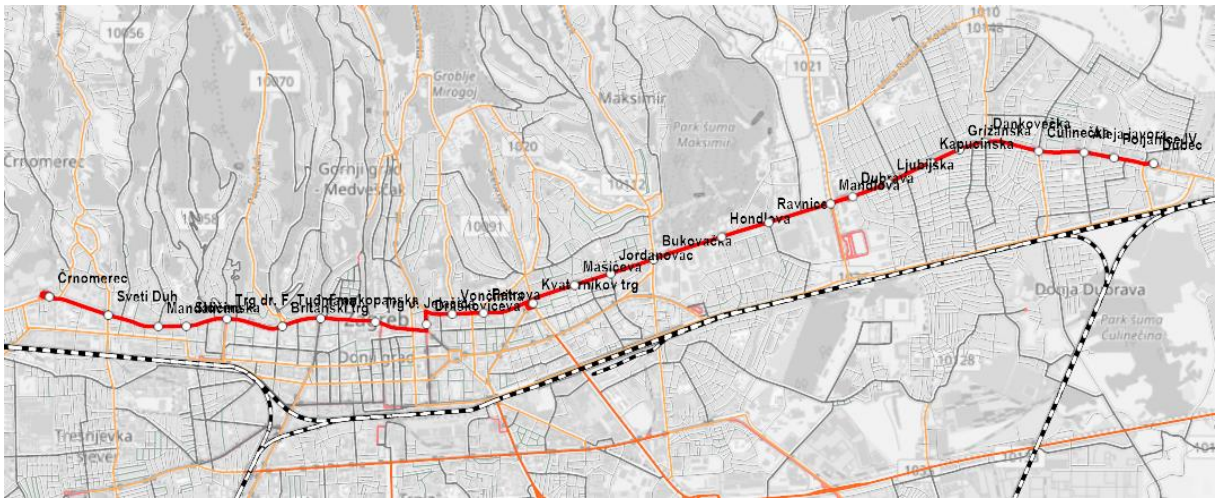
Slika 4-50: Ilica



Izvor: www.total-croatia-news.com

Ukupna duljina trase iznosi 11.998 m i sadrži 26 stajališta kako slijedi: Črnomerec (okretište), Sveti Duh, Mandaličina, Slovenska, Trg dr. F. Tuđmana, Britanski trg, Frankopanska, Trg J. Jelačića, Draškovićeva, Vončinina, Petrova, Kvaternikov trg, Mašićeva, Jordanovac, Bukovačka, Hondlova, Ravnice, Dubrava, Ljubijska, Kapucinska, Grižanska, Dankovečka, Čulinečka, Aleja javora, Poljanice IV i Dubec (okretište). Prosječna udaljenosti između tramvajskih stajališta iznosi 480 metara. Položaj trase tramvajske linija 11 Črnomerec – Dubec prikazan je na sljedećoj slici.

Slika 4-51: Trasa tramvajske linije 11 Črnomerec – Dubec



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 12 Ljubljanica – Dubrava

Tramvajska linija 12 povezuje naselja zapadnog dijela grada preko terminala Ljubljanica i istočna naselja sjeverno od željezničke pruge u terminalu Dubrava sa središtem grada u zoni Glavnog kolodvora. Trasa linije započinje okretištu Ljubljanica, prolazi Ozaljskom i Tratinskom ulicom do Savske ceste te nadalje Savskom cestom pored Studentskog centra i Hrvatskog narodnog kazališta kroz Frankopansku ulicu do Ilice. U nastavku prema istoku, trasa linije prolazi Ilicom preko Trga bana J.Jelačića i Jurišićevom ulicom do Draškovićeve ulice, te Vlaškom ulicom do Kvaternikova trga i

Maksimirskom ulicom do okretišta Dubrava. Tramvajska pruga je na cijeloj duljini linije smještena na kolniku u istoj razini s ostalim prometnim tokovima.

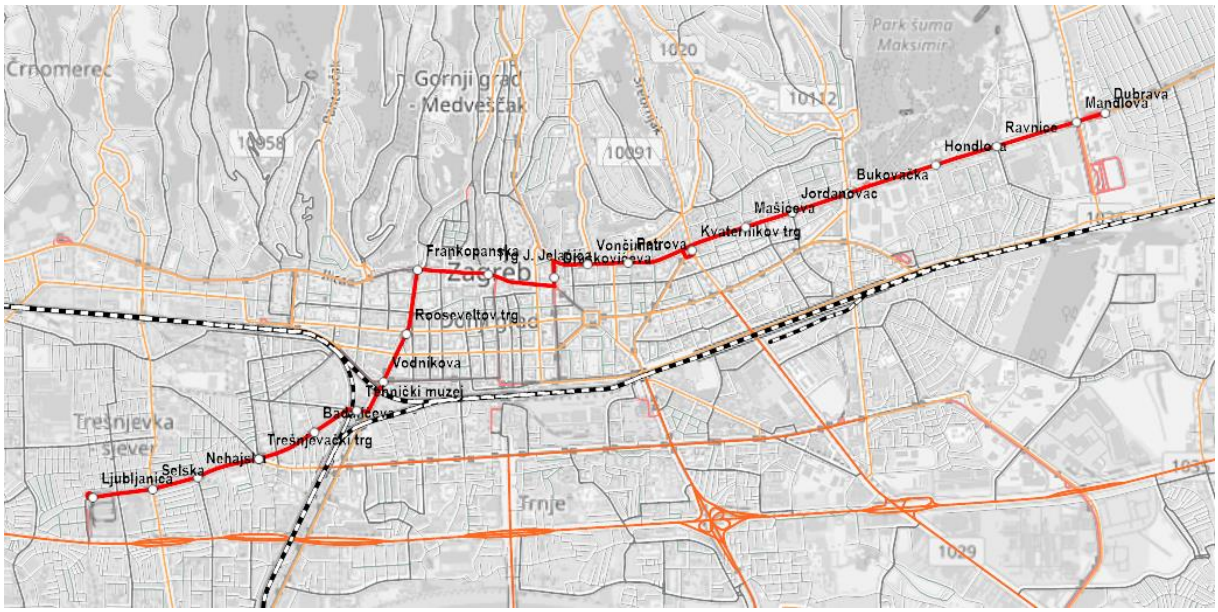
Slika 4-52: Trešnjevački trg



Izvor: maps.google.com

Ukupna duljina trase ove linije iznosi 9.336 m, a sadrži ukupno 20 stajališta kako slijedi: Ljubljanica (okretište), Selska, Nehajska, Trešnjevački trg, Badalićeva, Tehnički muzej, Vodnikova, Rooseveltov trg, Frankopanska, Trg J. Jelačića, Draškovićeva, Vončina, Petrova, Kvaternikov trg, Mašićeva, Jordanovac, Bukovačka, Hondlova, Ravnice i Dubrava (okretište). Prosječna udaljenosti između tramvajskih stajališta iznosi 490 metara. Položaj trase tramvajske linija 12 Ljubljanica – Dubrava prikazan je na sljedećoj slici.

Slika 4-53: Trasa tramvajske linije 12 Ljubljanica – Dubrava



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 13 Žitnjak - Kvaternikov trg

Tramvajska linija 13 započinje u jugoistočnom dijelu grada na okretištu Žitnjak i završava na Kvaternikovom trgu, s glavnim obilježjem povezivanja tramvajskih stajališta na Ulici grada Vukovara s jedne strane te tramvajskih stajališta na području donjega grada. Kao što je već rečeno, trasa linije započinje u okretište Žitnjak, , prolazi Ulicom grada Gospića te Ulicom Grada Vukovara sve do Savske

ceste. Nadalje, prolazi Savskom cestom i Frankopanskom ulicom do Ilice te Ilicom do središnjeg Trga bana J.Jelačića. Nastavno, trasa linije prolazi Praškom ulicom do Glavnog kolodvora, Ulicom kneza Branimira, Draškovićevom ulicom i Ulicom Kneza Mislava do Trga žrtava fašizma, te Ulicom kralja Zvonimira i Šubićevom ulicom do Kvaternikova trga. U Ulici grada Gospića i Ulici grada Vukovara tramvajska pruga smještena je u razdjelnom pojasu odvojena od ostalih prometnih tokova. Na ostalim dijelovima trase pruga je smještena na kolniku u razini s ostalim modovima prometa.

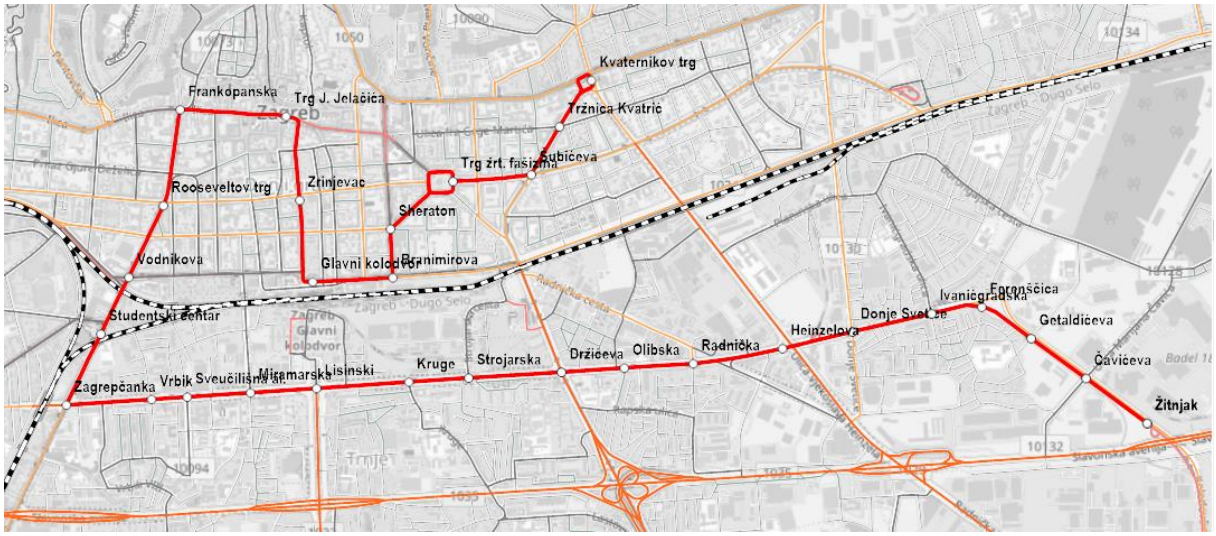
Slika 4-54: Šubićeva ulica, stajalište Šubićeva



Izvor: maps.google.com

Ukupna duljina trase iznosi 11.267 km, a sadrži ukupno 29 stajališta: Žitnjak (okretište), Čavićeva, Getaldićeva, Ferenščica, Ivanićgradska, Donje Svetice, Heinzelova, Radnička, Olibska, Držićeva, Strojarska, Kruge, Lisinski, Miramarska, Sveučilišna al., Zagrepčanka, Studentski centar, Vodnikova, Rooseveltov trg, Frankopanska, Trg J. Jelačića, Zrinjevac, Glavni kolodvor, Branimirova, Sheraton, Trg žrtava fašizma, Šubićeva, Tržnica Kvatrić, Kvaternikov trg (okretište). Prosječna udaljenosti između tramvajskih stajališta iznosi 400 metara. Položaj trase tramvajske linija 13 Žitnjak - Kvaternikov trg prikazan je na sljedećoj slici.

Slika 4-55: Trasa tramvajske linije 13 Žitnjak - Kvaternikov trg



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 14 Mihaljevac – Zapruđe

Tramvajska linija 14 povezuje naselja podsljemenske zone u terminalu Mihaljevac i Novi Zagreb sa središtem grada. Trasa linije započinje na okretištu Mihaljevac, prema jugu prolazi Ksaverskom cestom, Ulicom Medveščak, Ulicom Ribnjak i dijelom Draškovićeve ulice, te Jurišićevom ulicom do Trga bana Josipa Jelačića. Nastavno prolazi Ilicom, Frankopanskom ulicom i Savskom cestom do Jadranskog mosta gdje prelazi rijeku Savu i ulazi u Novi Zagreb. Konačno, prolazi cijelom duljinom Avenije Dubrovnik i završava u okretištu Zapruđe. U Ksaverskoj cesti, Ulici Medveščak, Aveniji Dubrovnik te na Jadranskom mostu tramvajska pruga smještena je u razdjelnom pojasu odvojena od ostalih prometnih tokova. Na ostalim dijelovima trase pruga je smještena na kolniku u razini s ostalim modovima prometa.

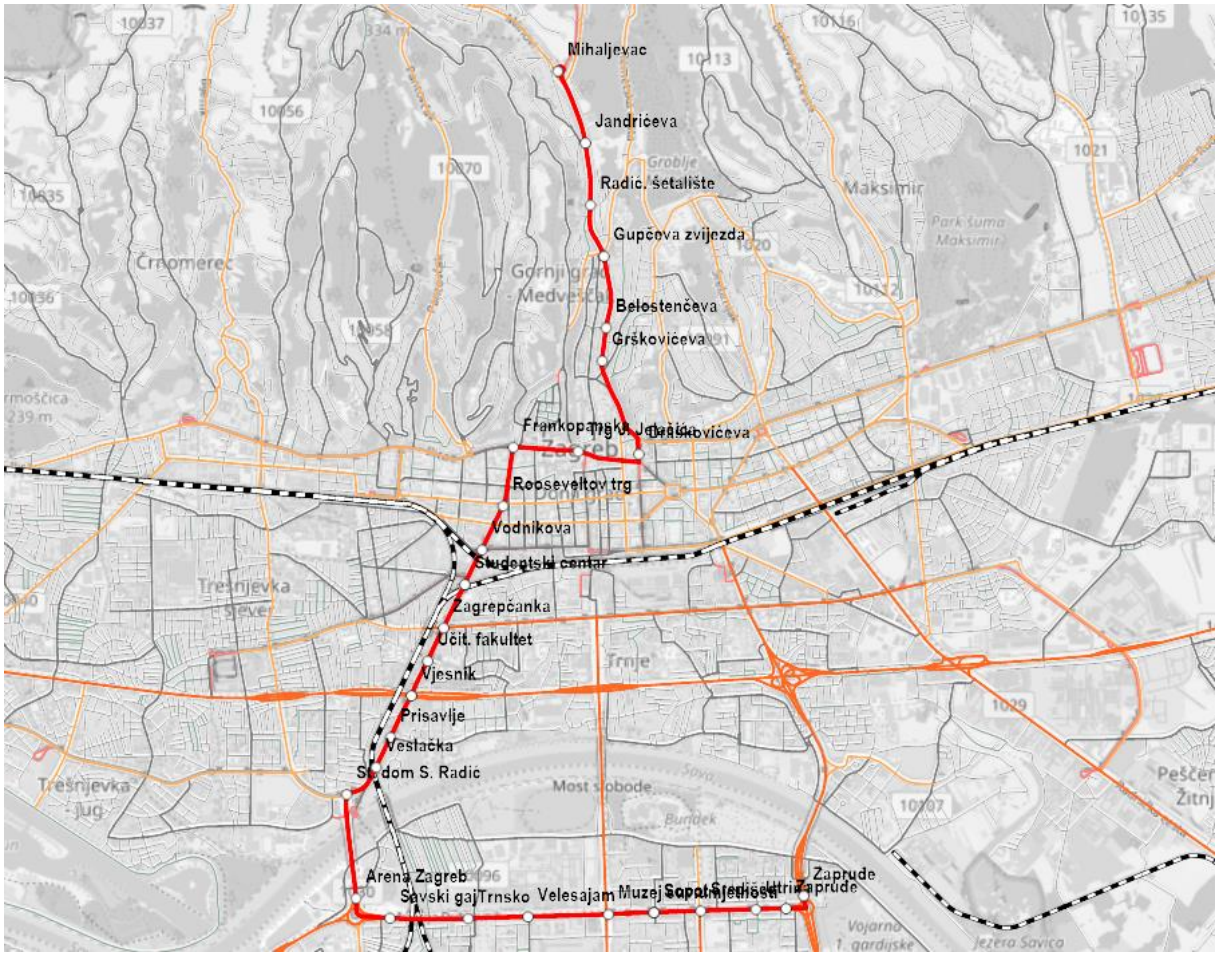
Slika 4-56: Savska cesta



Izvor: maps.google.com

Ukupna duljina trase ove linije iznosi 12.900 m te sadrži 27 stajališta kako slijedi: Mihaljevac (okretište), Jandrićeva, Radić. šetalište, Gupčeva zvijezda, Belostenčeva, Gršković eva, Draškovićeva, Trg J Josipa Jelačića, Frankopanska, Rooseveltov trg, Vodnikova, Studentski centar, Zagrepčanka, Učiteljski fakultet, Vjesnik, Prisavlje, Veslačka, St. dom S. Radić, Arena Zagreb, Savski gaj, Trnsko, Velesajam, Muzej suvremene umjetnosti, Sopot, Središće, Utrina i Zapruđe (okretište). Prosječna udaljenosti između tramvajskih stajališta iznosi 495 metara. Položaj trase tramvajske linija 14 Mihaljevac – Zapruđe prikazan je na sljedećoj slici.

Slika 4-57: Trasa tramvajske linije 14 Mihaljevac – Zapruđe



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 15 Mihaljevac – Dolje

Tramvajska linija 15 povezuje okretište Mihaljevac i Gračansko Dolje: Trasa tramvajske linije položena je u samostalnom koridoru, poviše Gračanske ceste od okretišta Mihaljevac do okretišta Dolje.

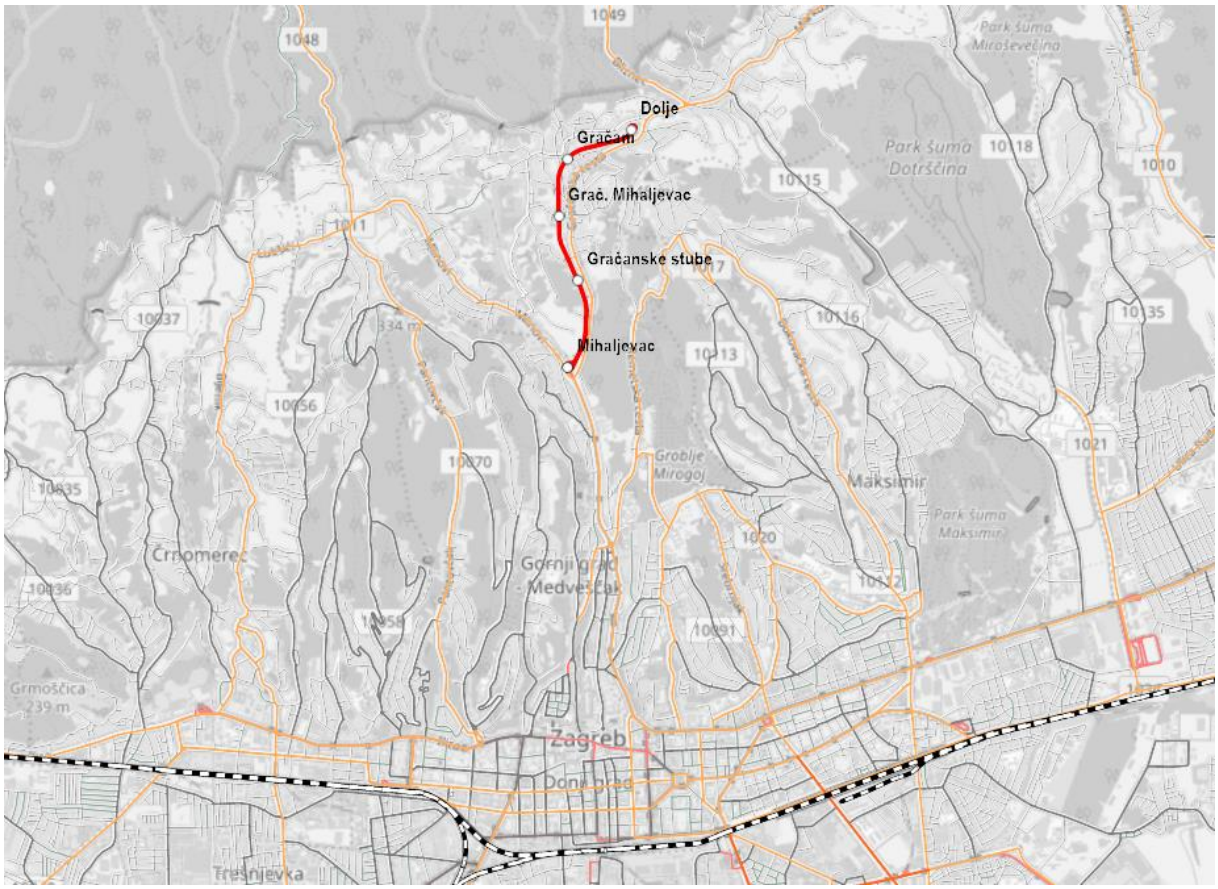
Slika 4-58: Nadvožnjak nad Ulicom Grabeščak



Izvor: zet.hr

Ukupna duljina trase iznosi 2.711 m i sastoji se od 5 stajališta: Mihaljevac (okretište), Gračanske stube, Grač. Mihaljevac, Gračani i Dolje (okretište). Prosječna udaljenosti između tramvajskih stajališta iznosi 680 metara. Položaj trase tramvajske linija 15 Mihaljevac – Dolje prikazan je na sljedećoj slici.

Slika 4-59: Trasa tramvajske linije 15 Mihaljevac – Dolje



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 17 Prečko – Borongaj

Tramvajska linija 17 povezuje naselja jugozapadnog dijela grada južno od Zagrebačke avenije istočni dio grada sjeverno od željezničke pruge sa središnjim Trgom bana Josipa Jelačića. Trasa linije započinje na okretištu Prečko u zapadnom dijelu Zagreba, prolazi cijelom duljinom Ul. Ivana Matetića Ronjgova i Horvaćanskom cestom do Selske ceste, nadalje Selskom cestom do Savskog mosta i Savskom cestu prema sjeveru do Ilice i Trga bana Josipa Jelačića. Nastavno prema istoku Jurišićevom ulicom dolazi do Trga Hrvatskih velikana, zatim Ulicom Franje Račkog do Trga žrtava fašizma gdje ulazi u ulicu kralja Zvonimira, duž koje je pruga smještena u razdjelnom pojasu ulice i odvojena od ostalih modova prometa, prolazi južnom stranom Trga John F. Kennedy, te konačno završava na okretištu Borongaj.

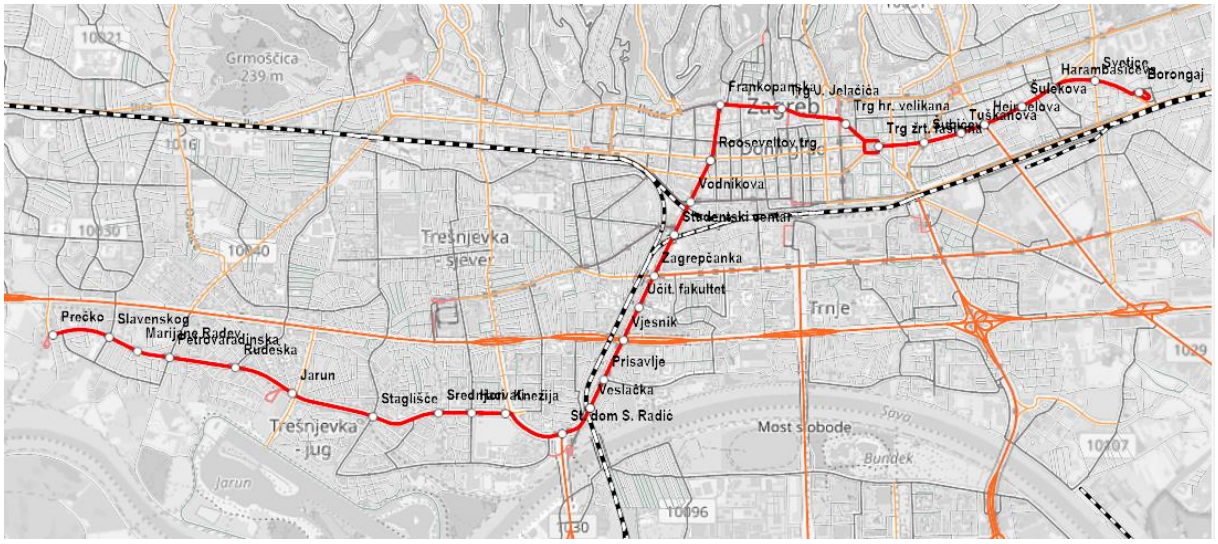
Slika 4-60: Horvaćanska cesta, stajalište Jarun



Izvor: maps.google.com

Ukupna duljina trase linije 17 iznosi 12.596 m i sastoji se od 30 stajališta: Prečko (okretište), Slavenskog, Marijane Radev, Petrovaradinska, Rudeška, Jarun, Staglišće, Srednjaci, Horvati, Knežija, Studentski dom Stjepan Radić, Veslačka, Prisavlje, Vjesnik, Učiteljski fakultet, Zagrepčanka, Studentski centar, Vodnikova, Rooseveltov trg, Frankopanska, Trg Josipa Jelačića, Trg hrvatskih velikana, Trg žrtava fašizma, Šubićeva, Tuškanova, Heinzelova, Šulekova, Harambašićeva, Svetice i Borongaj (okretište). Prosječna udaljenosti između tramvajskih stajališta iznosi 435 metara. Položaj trase tramvajske linija 17 Prečko – Borongaj prikazan je na sljedećoj slici.

Slika 4-61: Trasa tramvajske linije 17 Prečko – Borongaj



Izvor: Izrađivač

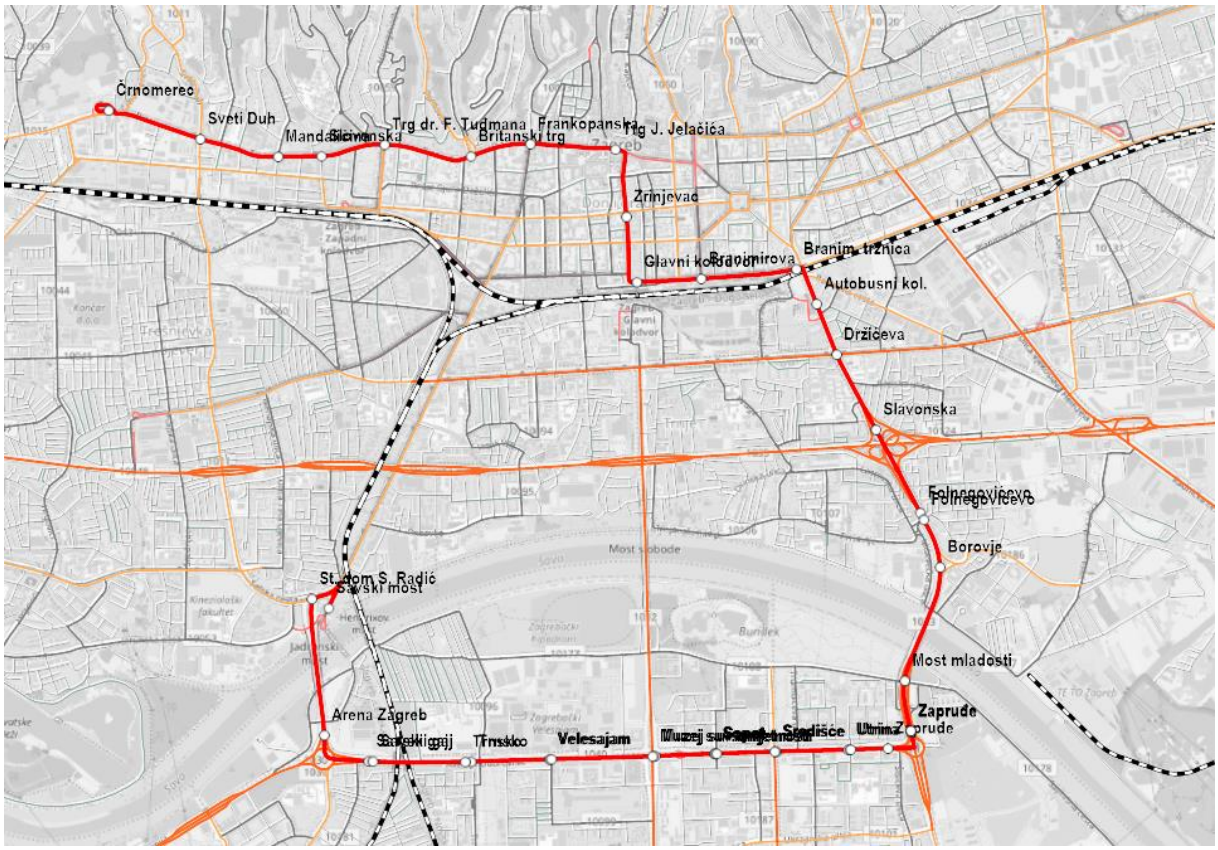
Tramvajska linija 31 Črnomerec – Savski most

Noćna tramvajska linija 31 povezuje terminal na Črnomercu, središnji Trg bana Josipa Jelačića, Glavni kolodvor, Autobusni kolodvor i Novi Zagreb. Trasa tramvajske linije započinje na okretištu Črnomerec, prolazi Ilicom Trga bana Josipa Jelačića, Praškom ulicom do Glavnog kolodvora, ulicom kneza Branimira i Avenijom Marina Držića do Autobusnog kolodvora. Nastavno prema jugu trasa prelazi rijeku Savu preko Mosta mladosti, prolazi Avenijom Dubrovnik do Jadranskog mosta, gdje ponovno prelazi rijeku

Savu i završava na okretištu Savski most. Veći dio trase noćne tramvajske linije 31 istovjetane je trasi dnevne tramvajske linije 6 Črnomerec – Sopot.

Ukupna duljina trase noćne linije 31 iznosi 14.160 m i sastoji se od 29 stajališta kako slijedi: Črnomerec (okretište), Sveti Duh, Mandaličina, Slovenska, Trg dr. Franje Tuđmana, Britanski trg, Frankopanska, Trg Josipa Jelačića, Zrinjevac, Glavni kolodvor, Branimirova, Branim. tržnica, Autobusni kol., Držićeva, Slavonska, Folnegovićevo, Borovje, Most mladosti, Zapruđe, Utrina, Središće, Sopot, Muzej suvremene umjetnosti, Velesajam, Trnsko, Savski Gaj, Arena Zagreb, St. dom S. Radić i Savski most (okretište). Prosječna udaljenosti između tramvajskih stajališta iznosi 505 metara. Položaj trase tramvajske linija 31 Črnomerec – Savski most prikazan je na sljedećoj slici.

Slika 4-62: Trasa tramvajske linije 31 Črnomerec – Savski most

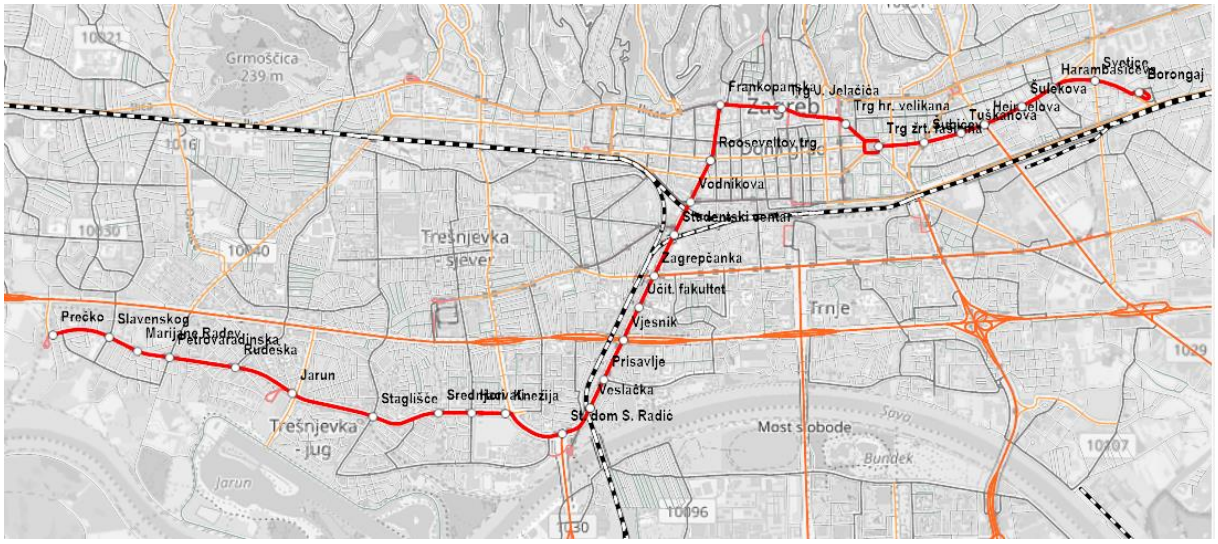


Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 32 Prečko – Borongaj

Noćna tramvajska linija 32 povezuje terminale i okretišta Prečko i Borongaj preko Trga bana Josipa Jelačića. Trasa noćne tramvajske linije 32 istovjetan je trasi dnevne tramvajske linije 17 Prečko - Borongaj. Položaj trase tramvajske linija 32 Prečko – Borongaj prikazan je na sljedećoj slici.

Slika 4-63: Trasa tramvajske linije 32 Prečko – Borongaj



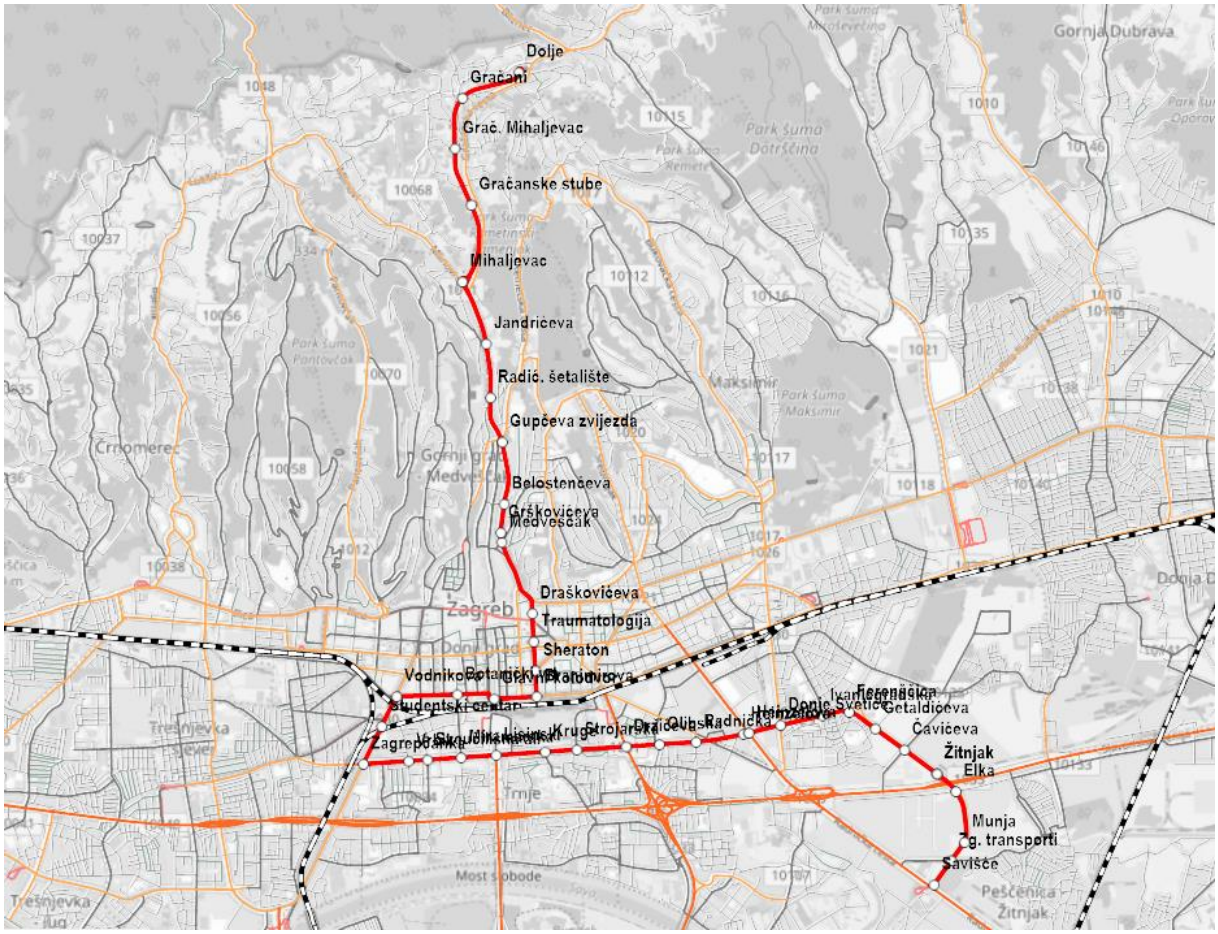
Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 33 Gračansko Dolje – Savišće

Trasa noćne tramvajske linije 33 povezuje Gračansko Dolje i Savišće preko Glavnog kolodvora. Trasa linije započinje na okretištu Gračansko Dolje te prolazi u samostalnom koridoru, smještenom poviše Gračanske ceste, do okretišta Mihaljevac. Od okretišta Mihaljevac trasa prolazi Ksaverskom cestom, Ulicom Medveščak, Ulicom Ribnjak, Draškovićevom ulicom i dijelom Branimirove ulice do Glavnog kolodvora. Nastavno prolazi Mihanovićevom i Vodnikovom ulicom do Savske ceste, zatim Savskom cestom do Ulice grada Vukovara, te Ulicom Grada Vukovara, Ulicom grada Gospića i Koledovčinom do okretišta Savišće.

Ukupna duljina trase noćne linije 33 iznosi 16.342 m i sastoji se od 38 stajališta kako slijedi: Dolje (okretište), Gračani, Grač. Mihaljevac, Gračanske stube, Mihaljevac, Jandrićeva, Radić. šetalište, Gupčeva zvijezda, Belostenčeva, Grškovićeva, Draškovićeva, Traumatologija, Sheraton, Glavni kolodvor, Botanički vrt, Vodnikova, Studentski centar, Zagrepčanka, Vrbik, Sveučilišna aleja, Miramarska, Lisinski, Kruge, Strojarska, Držićeva, Olibska, Radnička, Heinzelova, Donje Svetice, Ivanićgradska, Ferenščica, Getaldićeva, Čavićeva, Žitnjak, Elka, Munja, Zg. transporti i Savišće (okretište). Prosječna udaljenosti između tramvajskih stajališta iznosi 440 metara. Položaj trase tramvajske linija 33 Gračansko Dolje – Savišće prikazan je na sljedećoj slici.

Slika 4-64: Trasa tramvajske linije 33 Gračansko Dolje – Savišće



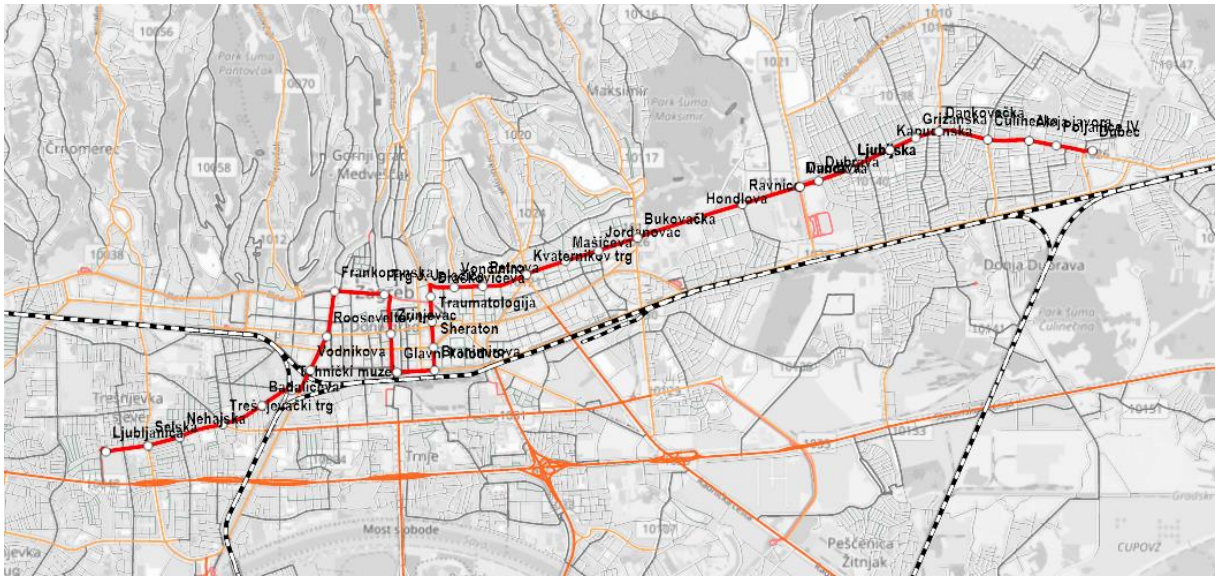
Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 34 Ljubljanica – Dubec

Trasa noćne tramvajska linija 34 većim se dijelom poklapa s trasom tramvajske linije 12 Ljubljanica – Dubrava. Trasa linija počinje na okretištu Ljubljanica, prolazi Ozaljskom i Tratinskom ulicom do Savske ceste, Savskom cestom i Frankopanskom ulicom do Ilice, te Ilicom do Trga bana Josipa Jelačića. U nastavku prolazi Praškom ulicom do Glavnog kolodvora, Branimirovom i Draškovićevom ulicom do Vlaške ceste, Vlaškom ulicom do Kvaternikova trga, te Maksimirskom ulicom i ulicom Dubrava do okretišta Dubec.

Ukupna duljina trase noćne linije 34 iznosi 14.157 m i sastoji se od 33 stajališta kako slijedi: Ljubljanica (okretište), Selska, Nehajska, Trešnjevački trg, Badalićeva, Tehnički muzej, Vodnikova, Rooseveltov trg, Frankopanska, Trg Josipa Jelačića, Zrinjevac, Glavni kolodvor, Branimirova, Sheraton, Traumatologija, Draškovićeva, Vončinina, Petrova, Kvaternikov trg, Mašićeva, Jordanovac, Bukovačka, Hondlova, Ravnice, Dubrava, Ljubijska, Kapucinska, Grižanska, Dankovečka, Čulinečka, Aleja javora, Poljanice IV i Dubec (okretište). Prosječna udaljenosti između tramvajskih stajališta iznosi 440 metara. Položaj trase tramvajske linija 34 Ljubljanica – Dubec prikazan je na sljedećoj slici.

Slika 4-65: Trasa tramvajske linije 34 Ljubljanica – Dubec



Izvor: Izrađivač

4.4.2 Vozni red

Tramvajski prijevoz na području Grada Zagreba, na godišnjoj razini, uređen je kroz 2 sezonska vozna reda, jedan za razdoblje izvan turističke sezone, a drugi za razdoblje u vrijeme turističke sezone. U pojedinom razdoblju vozni red je određen zasebno za radni dan, subotu te nedjelju i blagdan. Dodatno, tijekom jednog dana vozni red podijeljen je na dnevne (od 4:00 do 24:00) i noćne tramvajske linije.

Tablica 4-19: Izvadak iz tramvajskog voznog reda, proljeće 2018, dnevne linije

BR. LIN.	TERMINAL	VRIJEME POLASKA								
		RADNI DAN			SUBOTA			NEDJELJA I BLAGDAN		
		PRVI	ZADNJI	SLIJED	PRVI	ZADNJI	SLIJED	PRVI	ZADNJI	SLIJED
1	Zapadni kolodvor	4:42	23:22	12 - 19	ne prometuje			ne prometuje		
	Borongaj	4:51	23:32	min						
2	Črnomerec	4:42	23:16	8 - 14	4:44	23:19	10 - 15	5:33	23:18	14 - 20
	Savišće	4:44	23:40	min	4:49	23:25	min	5:40	23:28	min
3	Ljubljanica	4:03	23:30	12 - 16	ne prometuje			ne prometuje		
	Savišće	4:50	00:16	min						
4	Savski most	4:49	23:26	9 - 12	4:42	23:43	10 - 16	5:42	23:30	12 - 19
	Dubec	4:38	23:15	min	4:34	23:21	min	5:43	23:12	min
5	Prečko	4:48	23:18	12 - 16	4:52	23:09	13 - 15	5:46	23:26	13 - 16
	Dubrava	4:50	23:20	min	4:52	23:25	min	5:37	23:35	min
6	Črnomerec	4:44	23:30	6 - 13	4:44	23:34	8 - 13	5:40	23:24	9 - 17
	Sopot	4:49	23:28	min	4:48	23:39	min	5:47	23:14	min
7	Sopot	4:45	23:35	7 - 12	4:39	23:25	11 - 17	5:44	23:32	13 - 18
	Dubec	4:40	23:25	min	4:40	23:26	min	5:45	23:33	min
8	Mihaljevac	4:42	23:20	14 - 17	ne prometuje			ne prometuje		
	Zaprude	4:42	23:20	min						
9	Ljubljanica	4:07	23:36	8 - 14	4:09	23:26	9 - 17	5:06	23:30	10 - 17
	Borongaj	4:41	00:08	min	4:43	00:00	min	5:40	00:05	min
11	Črnomerec	4:38	23:24	6 - 11	4:45	23:21	8 - 17	5:39	23:23	11 - 17
	Dubec	4:43	23:24	min	4:45	23:25	min	5:40	23:22	min
12	Ljubljanica	3:56	23:35	7 - 11	4:02	23:20	8 - 15	5:02	23:16	9 - 17
	Dubrava	4:40	00:19	min	4:46	00:04	min	5:46	00:00	min
13	Žitnjak	4:45	23:39	11 - 19	4:41	23:24	11 - 22	5:45	23:21	12 - 19
	Kvaternikov trg	4:25	23:38	min	4:52	23:23	min	5:45	23:22	min
14	Mihaljevac	4:40	23:31	7 - 13	4:40	23:25	9 - 12	5:40	23:24	9 - 12
	Savski most	4:37	23:35	min	4:40	23:25	min	5:40	23:24	min
15	Mihaljevac	4:28	23:21	11 - 12	4:30	23:23	11 - 12	5:38	23:23	11 - 12
	Dolje	4:39	23:32	min	4:41	23:34	min	5:50	23:34	min
17	Prečko	4:46	23:19	7 - 12	4:45	23:17	9 - 15	5:42	23:18	9 - 15
	Borongaj	4:43	23:16	min	4:53	23:25	min	5:50	23:26	min

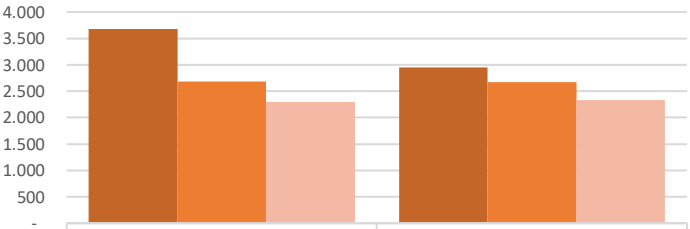
Izvor: www.zet.hr

S obzirom da se u ljetnim mjesecima 2018. godine vršila rekonstrukcija kolosijeka dijela tramvajske mreže, a što je posljedično uzrokovalo mnoge izmjene u tramvajskom voznom redu, u nastavku je analizirano razdoblje izvan turističke sezone. Poseban naglasak stavljen je na vozni red radnog dana, odnosno na vršne sate kada je promet najintenzivniji.

U razdoblju izvan turističke sezone, proljeće 2018. godina, radnim danom tramvajski promet organiziran je kroz 187 voznih redova za pojedino tramvajsko vozilo koji sadrže ukupno 3.681 polazaka tramvajskih vozila, uključujući servisne vožnje, odnosno izlaske tramvajskih vozila iz depoa na mrežu te povratak istih u depo. Subotom je tramvajski promet organiziran kroz 131 vozni s ukupno 2.685 polazaka tramvajskih vozila, dok je nedjeljom i blagdanom organiziran kroz 114 voznih redova s ukupno 2.302 polazaka tramvajskih vozila.

Radnim danom u vrijeme turističke sezone tramvajske linije prometuju značajno rjeđe nego izvan turističke sezone. Radnim danom tramvajska vozila polaze ukupno 2.946 puta, subotom 2.676 puta, dok nedjeljom i blagdanom polaze 2.331 put. Pregled broja polazaka svih tramvajskih vozila u karakterističnom danu izvan i u vrijeme turističke sezone prikazan je na sljedećem grafikonu.

Grafikon 4-14: Ukupan broj polazaka tramvajskih vozila u karakterističnim danima u i izvan turističke sezone



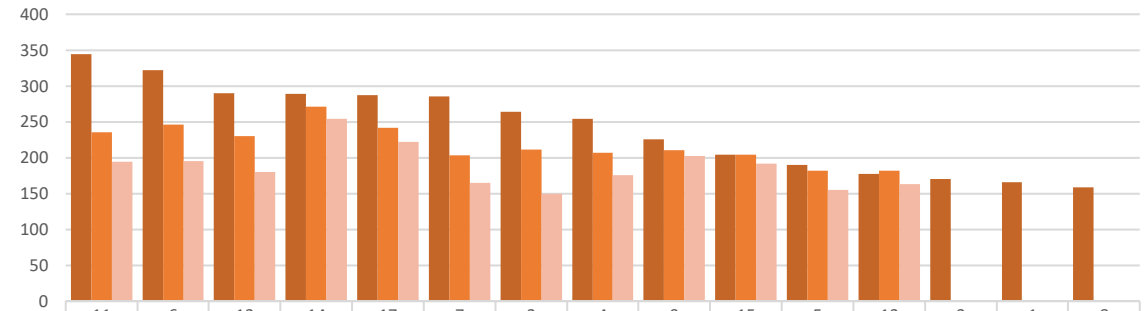
	Izvan turističke sezone	U vrijeme turističke sezone
RD	3.681	2.946
SUB	2.685	2.676
NED	2.302	2.331

Izvor: Podaci naručitelja

Izvan turističke sezone, najveći broj polazaka u radnom danu, ukupno 344 polazaka u oba smjera, ima tramvajska linija broj 11 Črnomerec - Dubec. Tramvajska linija broj 6 Črnomerec - Sopot ima 322 polazaka, dok tramvajske linije 12 Ljubljanica - Dubrava, 14 Mihaljevac - Sopot, 17 Prečko - Borongaj i 7 Sopot - Dubec polaze između 285 i 290 puta. Najmanje polazaka, osim noćnih linija imaju linije 3 Ljubljanica - Savišće sa 170 polazaka, 1 Zapadni kolodvor - Borongaj sa 166 polazaka i linija 8 Mihaljevac - Zapruđe sa 159 polazaka.

Subotom najveći broj polazaka, ukupno 271, ima tramvajska linija 14 Mihaljevac – Zapruđe. Slijede linija 6 Črnomerec – Sopot s 246 polazaka, linija 17 Prečko – Borongaj s 242 polazaka, linija 11 Črnomerec – Dubec s 235 polazaka i linija 12 Ljubljanica – Dubrava s 230 polazaka. Nedjeljom i blagdanom najviše polazaka ima tramvajska linija 14 Mihaljevac – Zapruđe, ukupno 254. Slijede linija 17 Prečko – Borongaj s 222 polazaka i linija 9 Ljubljanica – Borongaj s 202 polazaka. Tramvajske linije 1 Zapadni kolodvor – Borongaj, 3 Ljubljanica – Savišće i 8 Mihaljevac – Zapruđe ne voze tijekom subote, nedjelje i blagdanom. Pregled broja polazaka po tramvajskim linijama u karakterističnim danima izvan turističke sezone prikazan je na sljedećem grafikonu.

Grafikon 4-15: Ukupan broj polazaka tramvajskih vozila po linijama u karakterističnom danu izvan turističke sezone



	11	6	12	14	17	7	2	4	9	15	5	13	3	1	8
RD	344	322	290	289	287	285	264	254	226	204	190	177	170	166	159
SUB	235	246	230	271	242	203	211	207	210	204	182	182	0	0	0
NED	194	195	180	254	222	165	150	176	202	192	155	163	0	0	0

Izvor: Podaci naručitelja

U nastavku teksta detaljno su analizirani vozni redovi po tramvajskim linijama i po ključnim tramvajskim stajalištima. Za svaki tramvajsku liniju i karakterističan dan u razdoblju izvan turističke sezone izvršena je analiza organizacije i vođenja tramvajskog prometa putem sljedećih vrijednosti: duljina tramvajske linije, broj tramvajskih stajališta, broj tramvajskih vozila u radu, slijed vozila (interval), frekvencija, vrijeme putovanja, vrijeme obrta, dnevni broj polazaka, dnevni broj kilometara, prijevozna brzina i brzina obrta. Osim općih podataka, za radni dan izvan turističke sezone dan je grafički prikaz frekvencija i broj polazaka tramvaja kao i grafički prikaz voznog reda u jutarnjem vršnom satu između 7:00 i 9:00.

Tramvajska linija 1 Zapadni kolodvor – Borongaj

Tramvajska linija 1 Zapadni kolodvor – Borongaj prometuje samo radnim danom izvan turističke sezone. Tijekom radnog dana tramvajsku liniju opslužuje 5 tramvajskih vozila tipa TMK 301. Pokazatelji za tramvajsku liniju 1 prikazani su u sljedećoj tablici.

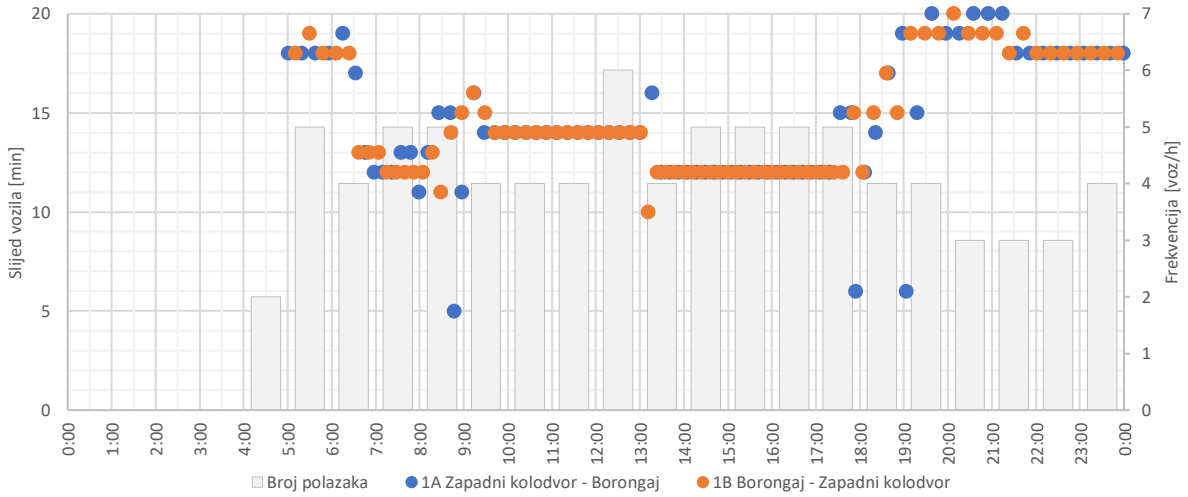
Tablica 4-20: Pokazatelji tramvajske linije 1 Zapadni kolodvor – Borongaj

Naziv linije	**1 Zapadni kolodvor - Borongaj**		
Karakterističan dan	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan
Broj vozila u radu	5	-	-
Slijed vozila [min]	12	-	-
Frekvencija usluge [voz/h]	5	-	-
Vrijeme putovanja [min]	50	-	-
Vrijeme obrta [min]	61	-	-
Dnevni broj polazaka	166	-	-
Dnevni broj kilometara	982	-	-
Prijevozna brzina [km/h]	14,2	-	-
Brzina obrta [km/h]	11,6	-	-

Izvor: Izrađivač

Tijekom radnog dana izvan turističke sezone tramvajska linija 1 Zapadni kolodvor - Borongaj u vršnim satima (ujutro između 7:00 i 8:30, te poslijepodne između 13:30 i 17:30), kada je i najveća potražnja za javnim prijevozom, prometuje svakih 12 minuta. U vremenskom razdoblju između 9:30 i 13:30 sati tramvaj polazi nešto rjeđe, odnosno svakih 14 minuta. Zbog manje potražnje u ranim jutarnjim, te večernjim i noćnim satima tramvaj polazi svakih 18 do 20 minuta. Vremenski razmak između polazaka tramvaja na liniji 1 Zapadni kolodvor - Borongaj u oba smjera prikazan je u sljedećem grafičkom prikazu.

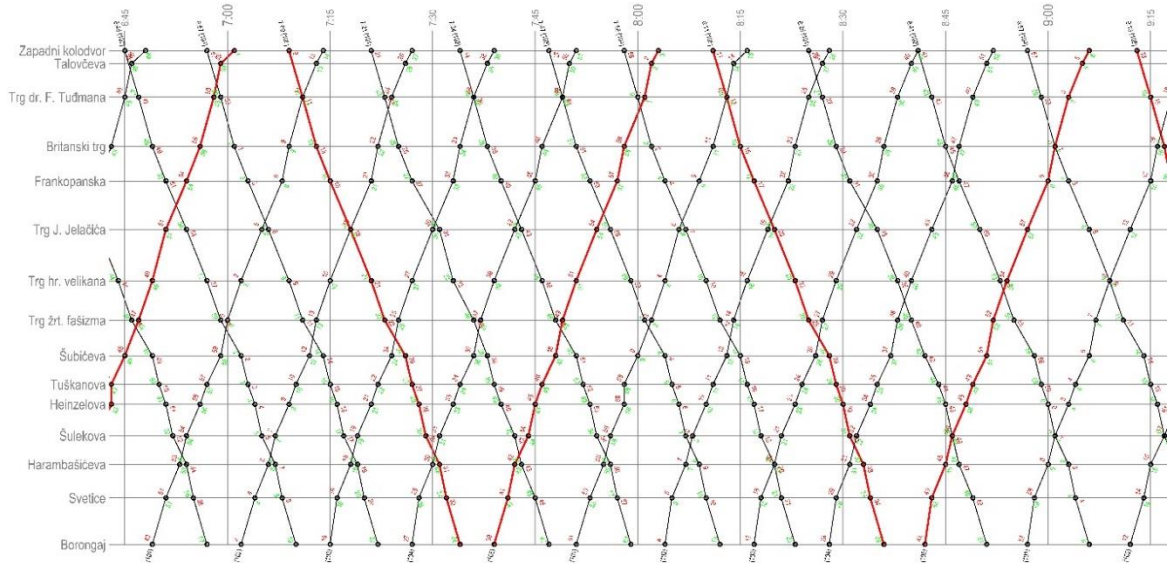
Grafikon 4-16: Takt polazaka linije 1 Zapadni kolodvor - Borongaj



Izvor: Izrađivač

Vrijeme obrta u vršnom satu iznosi 61 minutu, s brzinom obrta od 11,6 km/h. Prijevozna brzina iznosi 14,2 km/h. U sljedećem grafikonu prikazan je izvadak iz voznog reda, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00, za tramvajsku liniju 1 Zapadni kolodvor – Borongaj. Crvenom bojom prikazan je vozni red jednog tramvajskog vozila.

Grafikon 4-17: Izvadak iz voznog reda, linija 1 Zapadni kolodvor - Borongaj, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 2 Črnomerec – Savišće

Tramvajska linija 2 Črnomerec – Savišće prometuje tijekom cijele godine. Tijekom radnog dana tramvajsku liniju opslužuje ukupno 14 tramvajskih vozila od čega 8 vozila TMK 2200 te 6 vozila TMK 201. Pokazatelji za tramvajsku liniju 2 prikazani su u sljedećoj tablici.

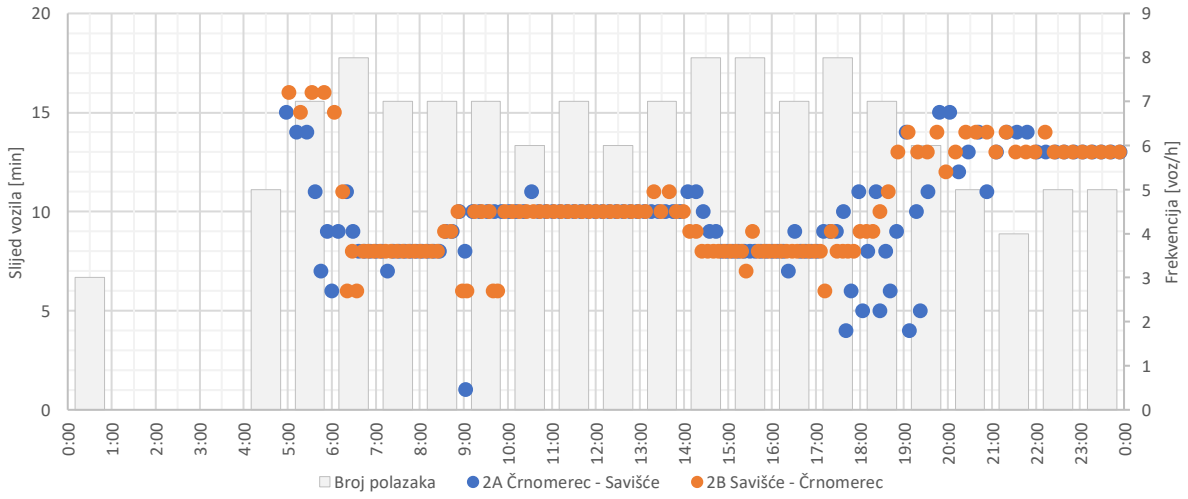
Tablica 4-21: Pokazatelji tramvajske linije 2 Črnomerec - Savišće

Naziv linije	**2 Črnomerec - Savišće**		
Karakterističan dan	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan
Broj vozila u radu	14	10	7
Slijed vozila [min]	8	11	14
Frekvencija usluge [voz/h]	7	5	4
Vrijeme putovanja [min]	99	95	91
Vrijeme obrta [min]	113	106	101
Dnevni broj polazaka	264	211	150
Dnevni broj kilometara	2.831	2.263	1.608
Prijevozna brzina [km/h]	13,0	13,5	14,1
Brzina obrta [km/h]	11,4	12,1	12,7

Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 2 Črnomerec - Savišće u vršnim satima radnog dana izvan turističke sezone (ujutro između 6:30 i 8:30, te poslijepodne između 14:30 i 18:00) prometuje svakih 8 minuta. U vremenskom razdoblju između 9:00 i 14:00 sati tramvaj polazi svakih 10 minuta. U ranim jutarnjim, te večernjim i noćnim satima tramvaj polazi svakih 13 do 15 minuta.

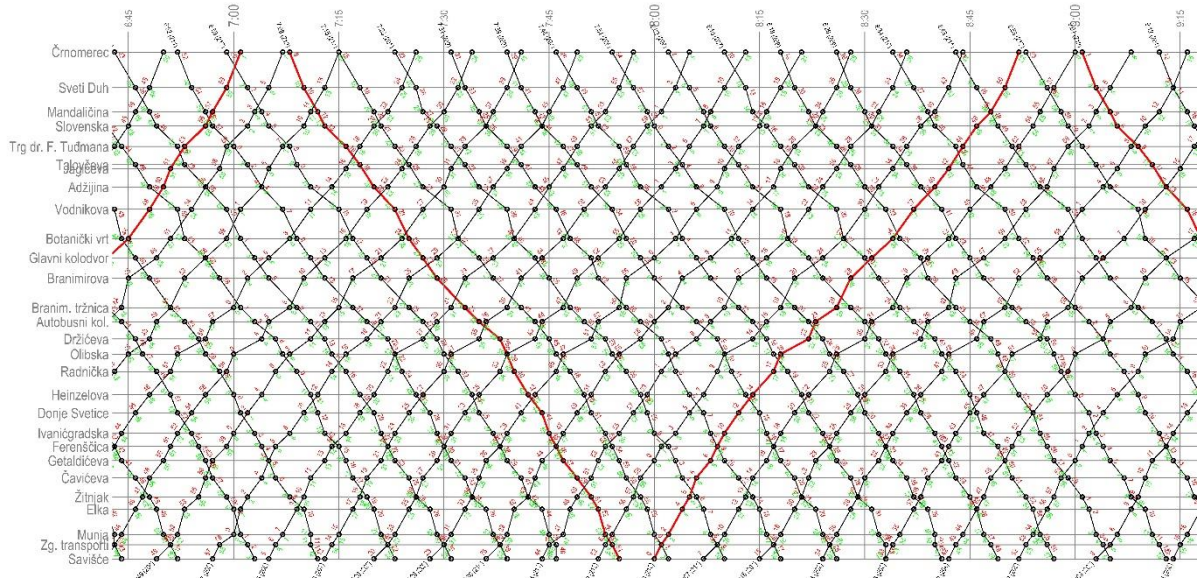
Grafikon 4-18: Takt polazaka linije 2 Črnomerec - Savišće



Izvor: Izrađivač

Vrijeme obrta u vršnom satu radnog dana izvan turističke sezone iznosi 113 minuta, s brzinom obrta od 11,4 km/h. Prijevozna brzina iznosi 13,0 km/h. U sljedećem grafikonu prikazan je izvadak iz voznog reda, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00, za tramvajsku liniju 2 Črnomerec - Savišće.

Grafikon 4-19: Izvadak iz voznog reda, linija 2 Črnomerec - Savišće, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 3 Ljubljanica – Savišće

Tramvajska linija 3 Ljubljanica – Savišće prometuje cijele godine samo tijekom radnog dana. Izvan turističke sezone liniju 3 opslužuje 8 tramvajskih vozila tipa TMK 301. Pokazatelji za tramvajsku liniju 3 prikazani su u sljedećoj tablici.

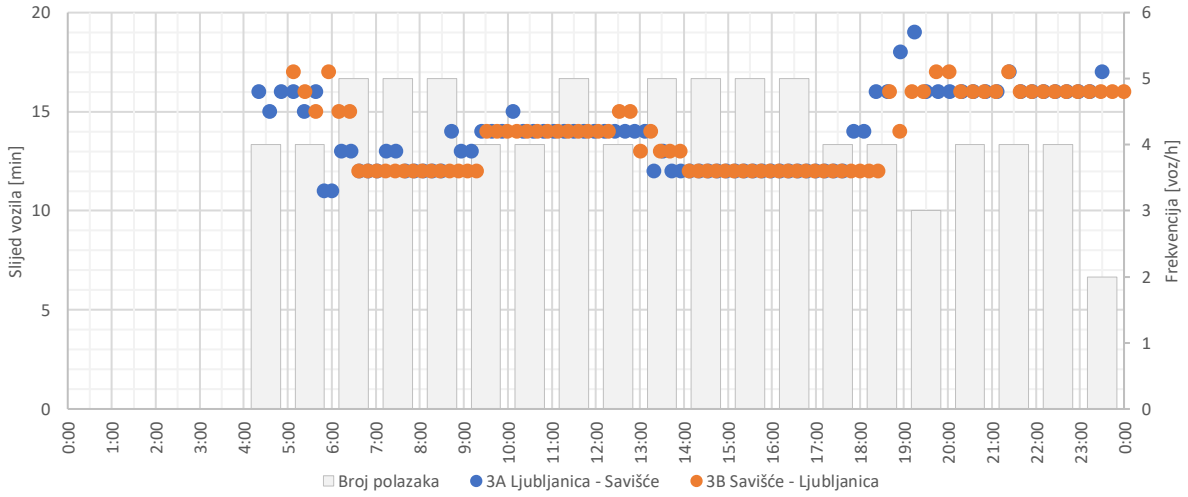
Tablica 4-22: Pokazatelji tramvajske linije 3 Ljubljanica – Savišće

Naziv linije	**3 Ljubljanica - Savišće**		
Karakterističan dan	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan
Broj vozila u radu	8	-	-
Slijed vozila [min]	12	-	-
Frekvencija usluge [voz/h]	5	-	-
Vrijeme putovanja [min]	89	-	-
Vrijeme obrta [min]	99	-	-
Dnevni broj polazaka	170	-	-
Dnevni broj kilometara	1.730	-	-
Prijevozna brzina [km/h]	13,7	-	-
Brzina obrta [km/h]	12,3	-	-

Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 3 Ljubljanica - Savišće u vršnim satima (ujutro između 6:30 i 9:30, te poslijepodne između 14:30 i 18:30) prometuje svakih 12 minuta. U vremenskom razdoblju između 9:30 i 13:30 sati tramvaj polazi svakih 14 minuta. U ranim jutarnjim, te večernjim i noćnim satima tramvaj polazi u prosjeku svakih 16 minuta. Vremenski razmak između polazaka tramvaja na liniji 3 Ljubljanica - Savišće u oba smjera prikazan je u sljedećem grafičkom prikazu.

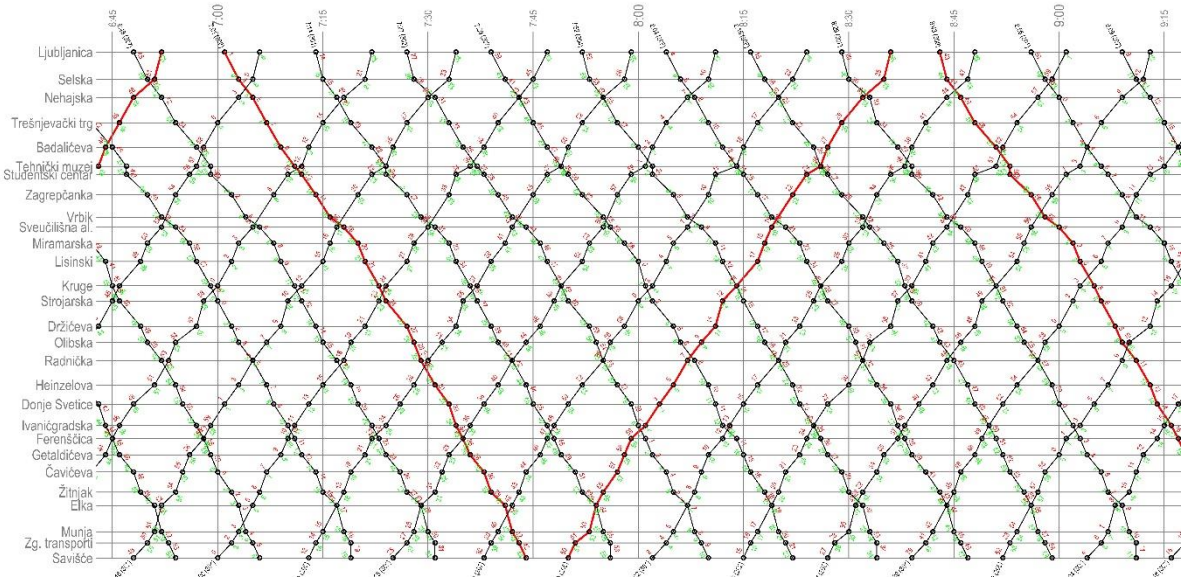
Grafikon 4-20: Takt polazaka linije 3 Ljubljanica - Savišće



Izvor: Izrađivač

Vrijeme obrta u vršnom satu izvan turističke sezone iznosi 99 minuta, s brzinom obrta od 12,3 km/h. Prijevozna brzina iznosi 13,7 km/h. U sljedećem grafikonu prikazan je izvadak iz voznog reda, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00, za tramvajsku liniju 3 Ljubljanica - Savišće.

Grafikon 4-21: Izvadak iz voznog reda, linija 3 Ljubljanica - Savišće, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 4 Savski most – Dubec

Tramvajska linija 4 Savski most – Dubec prometuje cijelu godinu. Radnog dana izvan turističke sezone liniju opslužuje ukupno 14 tramvajskih vozila od čega 9 vozila TMK 401 i 5 vozila TMK 2200. Pokazatelji za tramvajsku liniju 4 prikazani su u sljedećoj tablici.

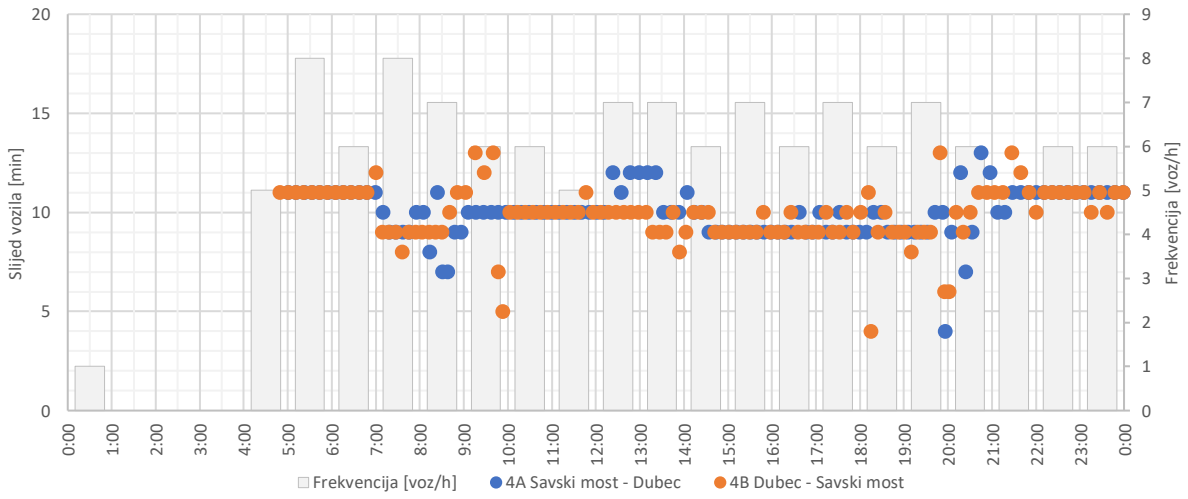
Tablica 4-23: Pokazatelji tramvajske linije 4 Savski most – Dubec

Naziv linije	**4 Savski most - Dubec**		
Karakterističan dan	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan
Broj vozila u radu	14	11	9
Slijed vozila [min]	9	10	12
Frekvencija usluge [voz/h]	6	6	5
Vrijeme putovanja [min]	115	105	99
Vrijeme obrta [min]	125	115	109
Dnevni broj polazaka	254	207	176
Dnevni broj kilometara	3.462	2.821	2.399
Prijevozna brzina [km/h]	14,2	15,6	16,5
Brzina obrta [km/h]	13,1	14,2	15,0

Izvor: Izrađivač

Tijekom radnog dana izvan turističke sezone tramvajska linija 4 Savski most – Dubec, u vršnim satima (ujutro između 7:00 i 9:00, te poslijepodne između 14:30 i 19:30), prometuje svakih 9 minuta. U vremenskom razdoblju između 9:00 i 14:30 sati tramvaj polazi svakih 10 minuta. U ranim jutarnjim, te večernjim i noćnim satima tramvaj polazi u prosjeku svakih 11 minuta. Vremenski razmak između polazaka tramvaja na liniji 4 Savski most - Dubec u oba smjera prikazan je u sljedećem grafičkom prikazu.

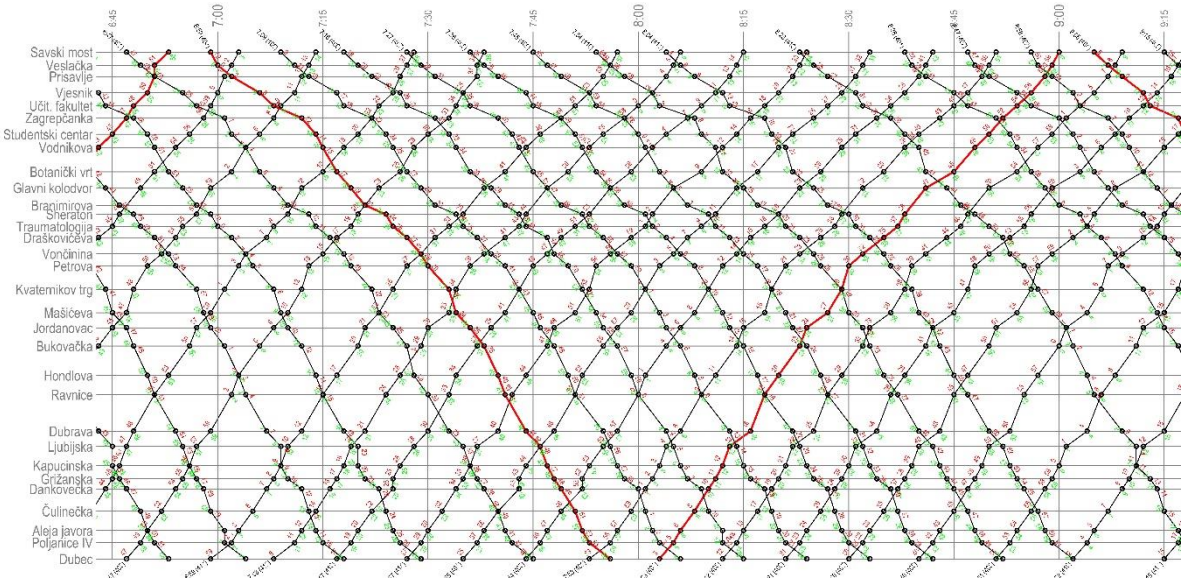
Grafikon 4-22: Takt polazaka linije 4 Savski most - Dubec



Izvor: Izrađivač

Vrijeme obrta u vršnom satu izvan turističke sezone iznosi 125 minuta, s brzinom obrta od 13,1 km/h. Prijevozna brzina iznosi 14,2 km/h. U sljedećem grafikonu prikazan je izvadak iz voznog reda, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00, za tramvajsku liniju 4 Savski most - Dubec.

Grafikon 4-23: Izvadak iz voznog reda, linija 4 Savski most - Dubec, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 5 Prečko – Dubrava

Tramvajska linija 5 Prečko – Dubrava prometuje cijelu godinu. Radnog dana izvan turističke sezone liniju 5 opslužuje ukupno 12 tramvajskih vozila od čega 7 vozila TMK 2100 i 5 vozila TMK 2200. Pokazatelji za tramvajsku liniju 5 prikazani su u sljedećoj tablici.

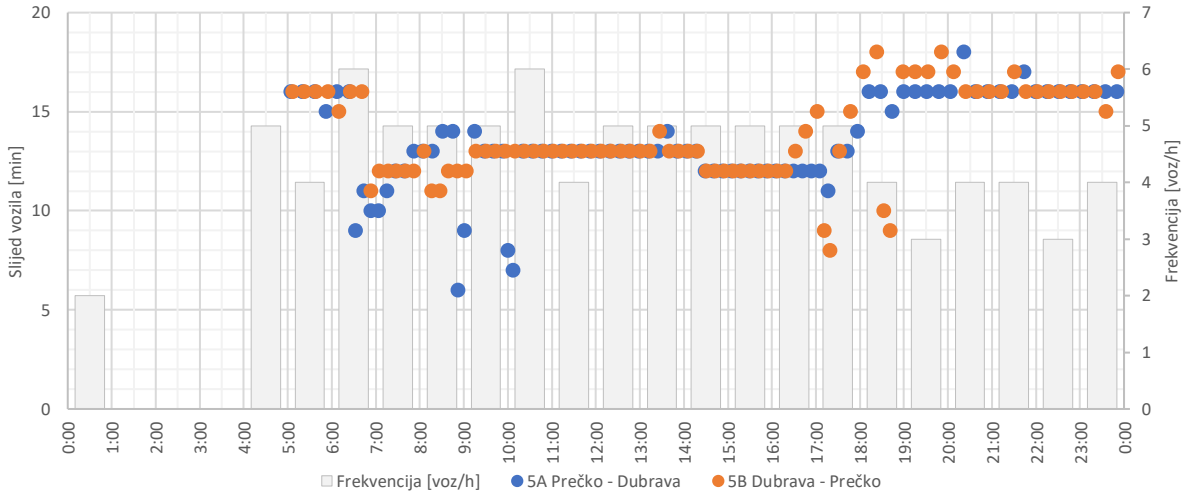
Tablica 4-24: Pokazatelji tramvajske linije 5 Prečko – Dubrava

Naziv linije	**5 Prečko - Dubrava**		
Karakterističan dan	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan
Broj vozila u radu	12	10	9
Slijed vozila [min]	12	13	14
Frekvencija usluge [voz/h]	5	4	4
Vrijeme putovanja [min]	131	119	112
Vrijeme obrta [min]	142	130	123
Dnevni broj polazaka	190	182	155
Dnevni broj kilometara	2.745	2.630	2.239
Prijevozna brzina [km/h]	13,2	14,6	15,5
Brzina obrta [km/h]	12,2	13,3	14,1

Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 5 Prečko - Dubrava u vršnim satima (ujutro između 7:00 i 9:00, te poslijepodne između 14:30 i 17:30) prometuje svakih 12 minuta. U vremenskom razdoblju između 9:00 i 14:30 sati tramvaj polazi svakih 13 minuta. U ranim jutarnjim, te večernjim i noćnim satima tramvaj polazi u prosjeku svakih 14 minuta. Vremenski razmak između polazaka tramvaja na liniji 5 Prečko - Dubrava u oba smjera prikazan je u sljedećem grafičkom prikazu.

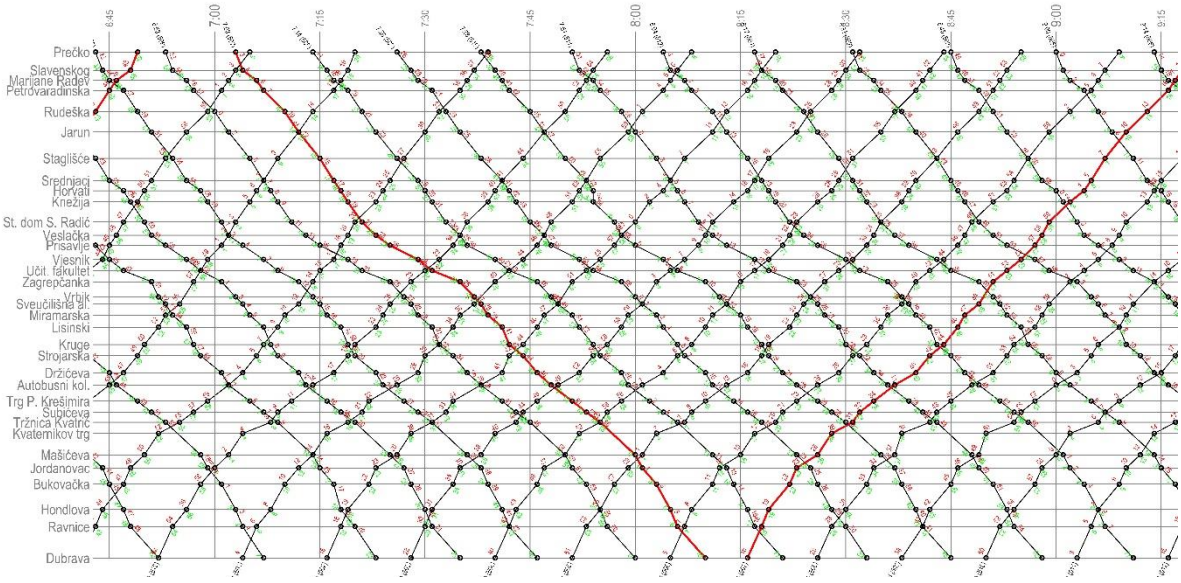
Grafikon 4-24: Takt polazaka linije 5 Prečko - Dubrava



Izvor: Izrađivač

Vrijeme obrta u vršnom satu izvan turističke sezone iznosi 142 minute, s brzinom obrta od 12,2 km/h. Prijevozna brzina iznosi 13,2 km/h. U sljedećem grafikonu prikazan je izvadak iz voznog reda, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00, za tramvajsku liniju 5 Prečko – Dubrava.

Grafikon 4-25: Izvadak iz voznog reda, linija 5 Prečko - Dubrava, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 6 Črnomerec – Sopot

Tramvajska linija 6 Črnomerec – Sopot prometuje kroz cijelu godinu. Izvan turističke sezone tramvajsku liniju 3 opslužuje ukupno 16 tramvajskih vozila od čega 8 vozila TMK 401 i 8 vozila TMK 2200. Pokazatelji za tramvajsku liniju 6 prikazani su u sljedećoj tablici.

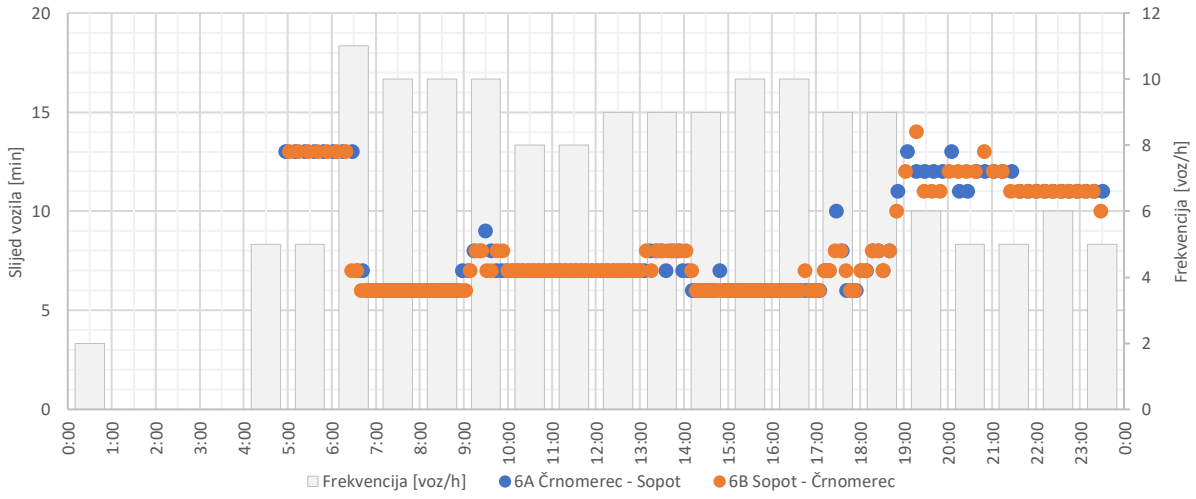
Tablica 4-25: Pokazatelji tramvajske linije 6 Črnomerec – Sopot

Naziv linije	**6 Črnomerec – Sopot**		
Karakterističan dan	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan
Broj vozila u radu	16	10	9
Slijed vozila [min]	6	9	10
Frekvencija usluge [voz/h]	10	6	6
Vrijeme putovanja [min]	88	81	76
Vrijeme obrta [min]	99	91	86
Dnevni broj polazaka	322	246	195
Dnevni broj kilometara	3.372	2.576	2.042
Prijevozna brzina [km/h]	14,3	15,5	16,5
Brzina obrta [km/h]	12,7	13,8	14,6

Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 6 Črnomerec - Sopot u vršnim satima (ujutro između 6:30 i 9:00, te poslijepodne između 14:30 i 17:30) prometuje svakih 6 minuta. U vremenskom razdoblju između 9:00 i 14:00 sati tramvaj polazi svakih 7 minuta. U ranim jutarnjim, te večernjim i noćnim satima tramvaj polazi svakih 11 do 13 minuta. Vremenski razmak između polazaka tramvaja na liniji 6 Črnomerec - Sopot u oba smjera prikazan je u sljedećem grafičkom prikazu.

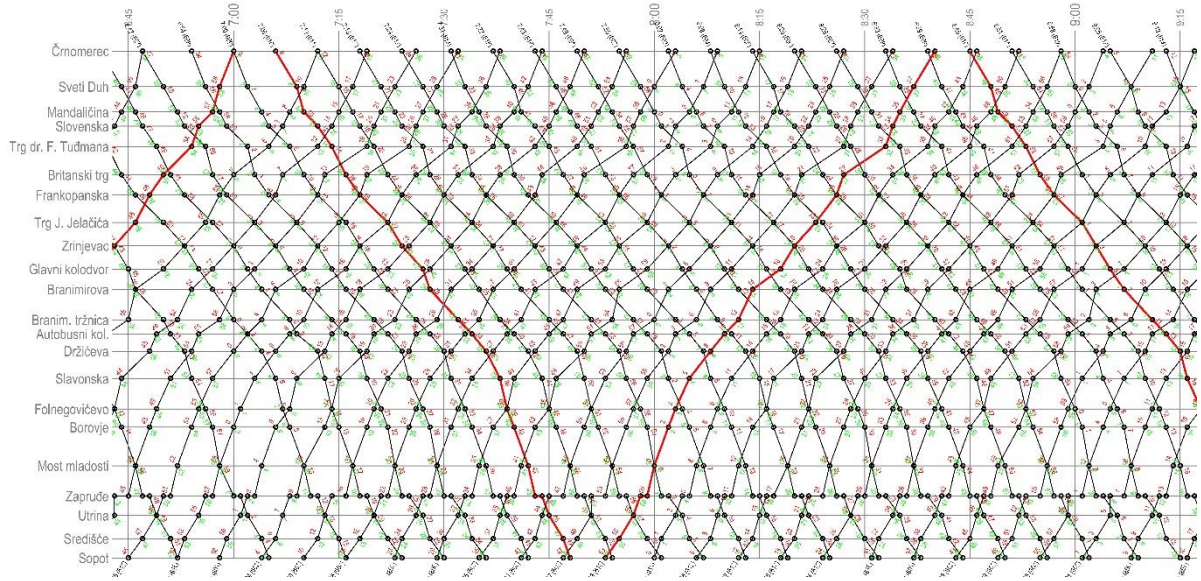
Grafikon 4-26: Takt polazaka linije 6 Črnomerec - Sopot



Izvor: Izrađivač

Vrijeme obrta u vršnom satu izvan turističke sezone iznosi 99 minuta, s brzinom obrta od 12,7 km/h. Prijevozna brzina iznosi 14,3 km/h. U sljedećem grafikonu prikazan je izvadak iz voznog reda, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00, za tramvajsku liniju 6 Črnomerec - Sopot.

Grafikon 4-27: Izvadak iz voznog reda, linija 6 Črnomerec - Sopot, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 7 Savski most – Dubec

Tramvajska linija 7 Savski most – Dubec prometuje cijelu godinu. Izvan turističke sezone tramvajsku liniju opslužuje ukupno 18 tramvajskih vozila od čega 8 vozila TMK 401 i 10 vozila TMK 2200. Pokazatelji za tramvajsku liniju 7 prikazani su u sljedećoj tablici.

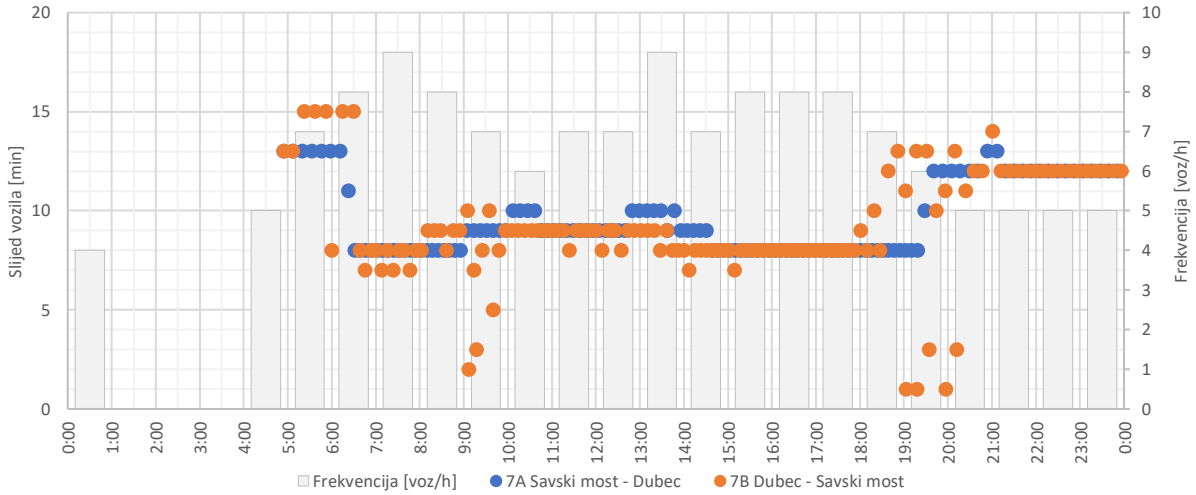
Tablica 4-26: Pokazatelji tramvajske linije 7 Savski most – Dubec

Naziv linije	**7 Savski most – Dubec**		
Karakterističan dan	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan
Broj vozila u radu	18	12	10
Slijed vozila [min]	8	11	13
Frekvencija usluge [voz/h]	7	5	4
Vrijeme putovanja [min]	126	125	122
Vrijeme obrta [min]	139	135	132
Dnevni broj polazaka	285	203	165
Dnevni broj kilometara	4.674	3.329	2.706
Prijevozna brzina [km/h]	15,6	15,7	16,1
Brzina obrta [km/h]	14,2	14,6	14,9

Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 7 Savski most - Dubec u vršnim satima (ujutro između 6:30 i 9:00, te poslijepodne između 13:30 i 19:30) prometuje svakih 8 minuta. U vremenskom razdoblju između 9:00 i 13:30 sati tramvaj polazi svakih 9 minuta. U ranim jutarnjim, te večernjim i noćnim satima tramvaj polazi u prosjeku svakih 12 minuta. Vremenski razmak između polazaka tramvaja na liniji 7 Savski most - Dubec u oba smjera prikazan je u sljedećem grafičkom prikazu.

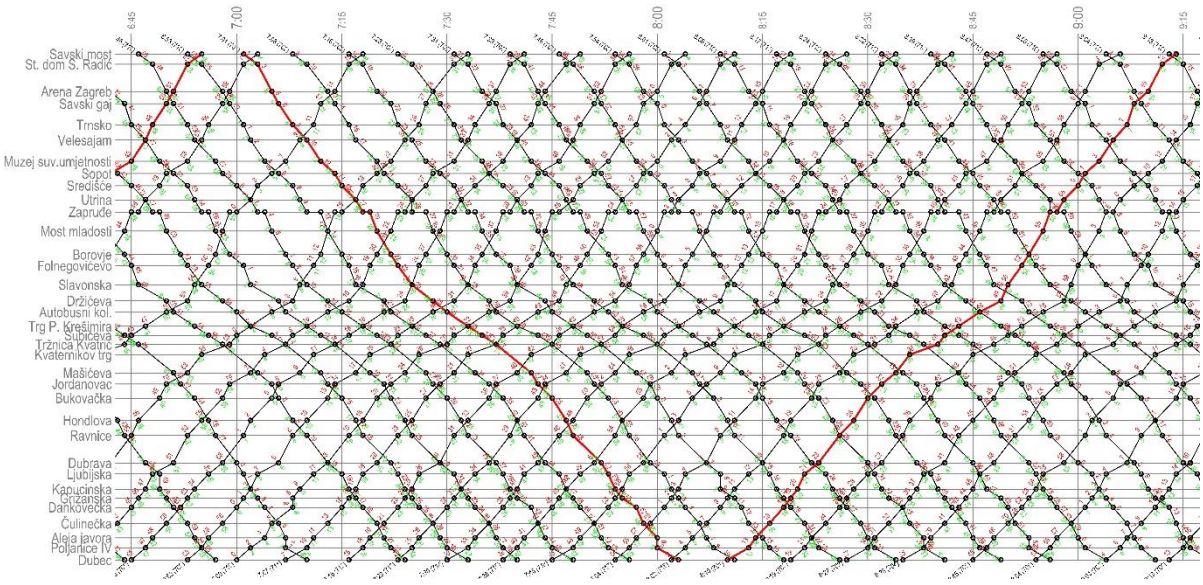
Grafikon 4-28: Takt polazaka linije 7 Savski most - Dubec



Izvor: Izrađivač

Vrijeme obrta u vršnom satu izvan turističke sezone iznosi 139 minuta, s brzinom obrta od 14,1 km/h. Prijevozna brzina iznosi 15,6 km/h. U sljedećem grafikonu prikazan je izvadak iz voznog reda, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00, za tramvajsku liniju 7 Savski most – Dubec.

Grafikon 4-29: Izvadak iz voznog reda, linija 7 Savski most - Dubec, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 8 Mihaljevac – Zapruđe

Tramvajska linija 8 Mihaljevac – Zapruđe prometuje samo radnim danom. Izvan turističke sezone tramvajsku liniju opslužuje 5 tramvajskih vozila od čega 4 vozila TMK 2200 i jedno vozilo TMK 2300. Pokazatelji za tramvajsku liniju 8 prikazani su u sljedećoj tablici.

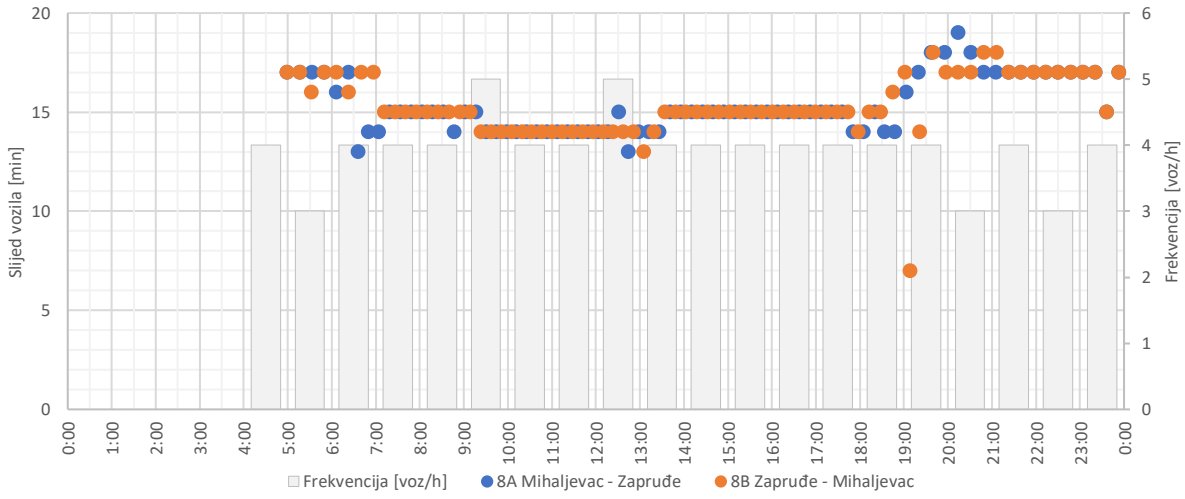
Tablica 4-27: Pokazatelji tramvajske linije 8 Mihaljevac – Zapruđe

Naziv linije	**8 Mihaljevac – Zapruđe**		
Karakterističan dan	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan
Broj vozila u radu	5	-	-
Slijed vozila [min]	15	-	-
Frekvencija usluge [voz/h]	4	-	-
Vrijeme putovanja [min]	64	-	-
Vrijeme obrta [min]	73	-	-
Dnevni broj polazaka	159	-	-
Dnevni broj kilometara	1.329	-	-
Prijevozna brzina [km/h]	15,7	-	-
Brzina obrta [km/h]	13,7	-	-

Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 8 Mihaljevac - Zapruđe u vršnim satima (ujutro između 7:00 i 9:30, te poslijepodne između 13:30 i 18:00) prometuje svakih 15 minuta. U vremenskom razdoblju između 9:30 i 13:30 sati tramvaj polazi svakih 14 minuta. Zbog manje potražnje u ranim jutarnjim, te večernjim i noćnim satima tramvaj polazi svakih 17 minuta. Vremenski razmak između polazaka tramvaja na liniji 8 Mihaljevac - Zapruđe u oba smjera prikazan je u sljedećem grafičkom prikazu.

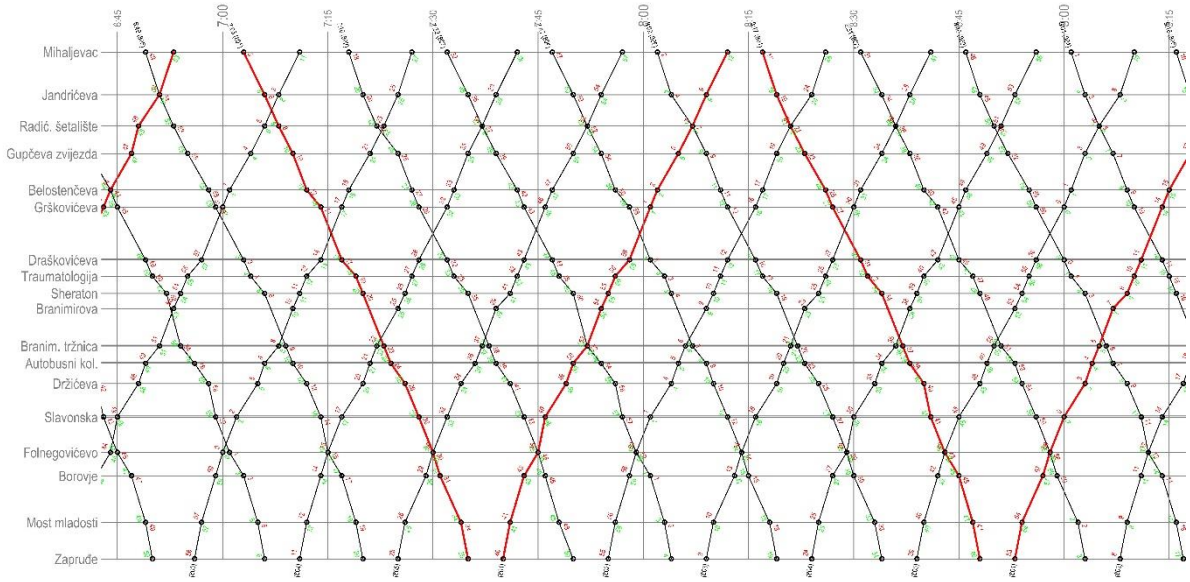
Grafikon 4-30: Takt polazaka linije 8 Mihaljevac - Zapruđe



Izvor: Izrađivač

Vrijeme obrta u vršnom satu izvan turističke sezone iznosi 73 minute, s brzinom obrta od 13,7 km/h. Prijevozna brzina iznosi 15,7 km/h. U sljedećem grafikonu prikazan je izvadak iz voznog reda, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00, za tramvajsku liniju 8 Mihaljevac - Zapruđe.

Grafikon 4-31: Izvadak iz voznog reda, linija 8 Mihaljevac - Zapruđe, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 9 Ljubljanica – Borongaj

Tramvajska linija 9 Ljubljanica – Borongaj prometuje svaki dan tijekom cijele godine. Izvan turističke sezone tramvajsku liniju 9 opslužuje ukupno 10 tramvajskih vozila od čega 9 vozila TMK 301 i jedno vozilo TMK 2300. Pokazatelji za tramvajsku liniju 9 prikazani su u sljedećoj tablici.

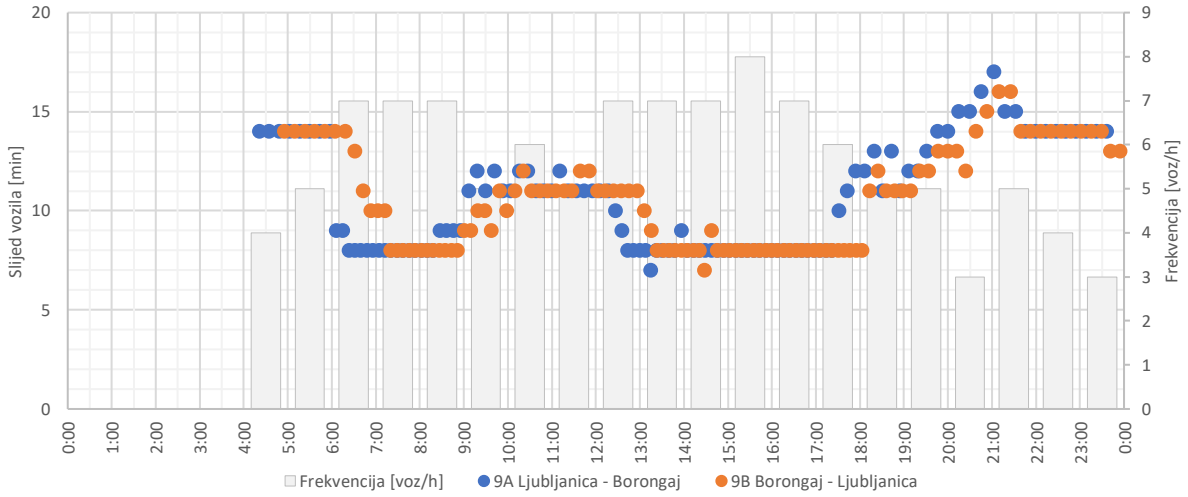
Tablica 4-28: Pokazatelji tramvajske linije 9 Ljubljanica – Borongaj

Naziv linije	**9 Ljubljanica – Borongaj**		
Karakterističan dan	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan
Broj vozila u radu	10	8	7
Slijed vozila [min]	8	9	10
Frekvencija usluge [voz/h]	7	6	6
Vrijeme putovanja [min]	72	58	58
Vrijeme obrta [min]	82	69	69
Dnevni broj polazaka	226	210	202
Dnevni broj kilometara	1.669	1.551	1.492
Prijevozna brzina [km/h]	12,3	15,3	15,3
Brzina obrta [km/h]	10,8	12,8	12,8

Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 9 Ljubljanica - Borongaj u vršnim satima (ujutro između 6:30 i 9:00, te poslijepodne između 13:00 i 18:00) prometuje svakih 8 minuta. U vremenskom razdoblju između 9:00 i 13:00 sati tramvaj polazi svakih 11 minuta. U ranim jutarnjim i noćnim satima tramvaj polazi u prosjeku svakih 14 minuta. Vremenski razmak između polazaka tramvaja na liniji 9 Ljubljanica - Borongaj u oba smjera prikazan je u sljedećem grafičkom prikazu.

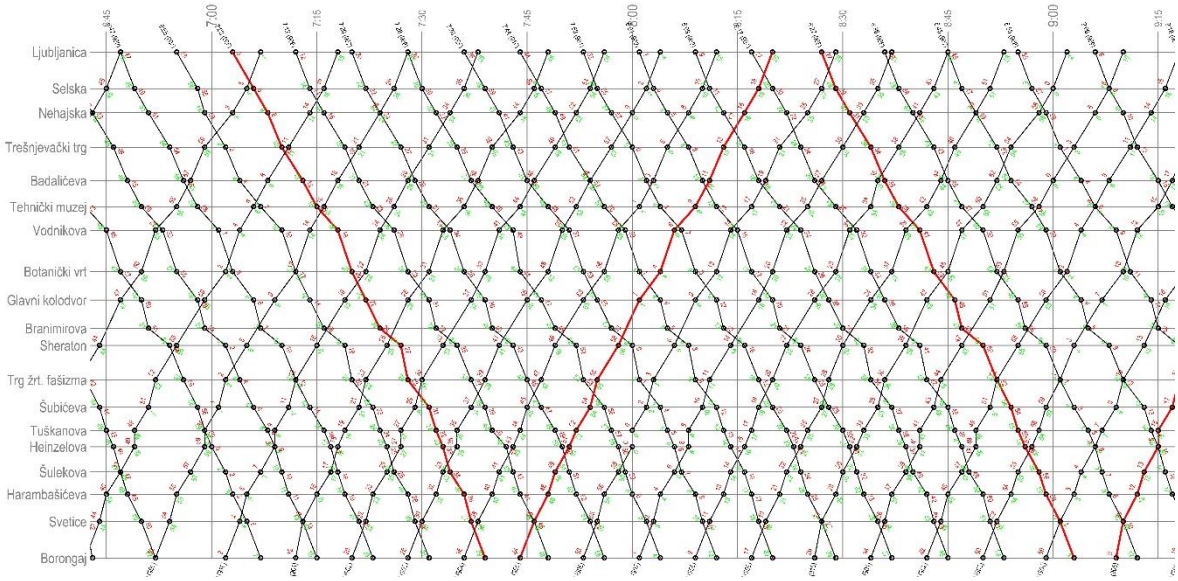
Grafikon 4-32: Takt polazaka linije 9 Ljubljanica - Borongaj



Izvor: Izrađivač

Vrijeme obrta u vršnom satu izvan turističke sezone iznosi 82 minute, s brzinom obrta od 10,8 km/h. Prijevozna brzina iznosi 12,3 km/h. U sljedećem grafikonu prikazan je izvadak iz voznog reda, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00, za tramvajsku liniju 9 Ljubljanica – Borongaj.

Grafikon 4-33: Izvadak iz voznog reda, linija 9 Ljubljanica - Borongaj, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 11 Črnomerec – Dubec

Tramvajska linija 11 Črnomerec – Dubec prometuje tijekom cijele godine. Izvan turističke sezone tramvajsku liniju opslužuje ukupno 18 tramvajskih vozila tipa TMK 2200. Pokazatelji za tramvajsku liniju 11 prikazani su u sljedećoj tablici.

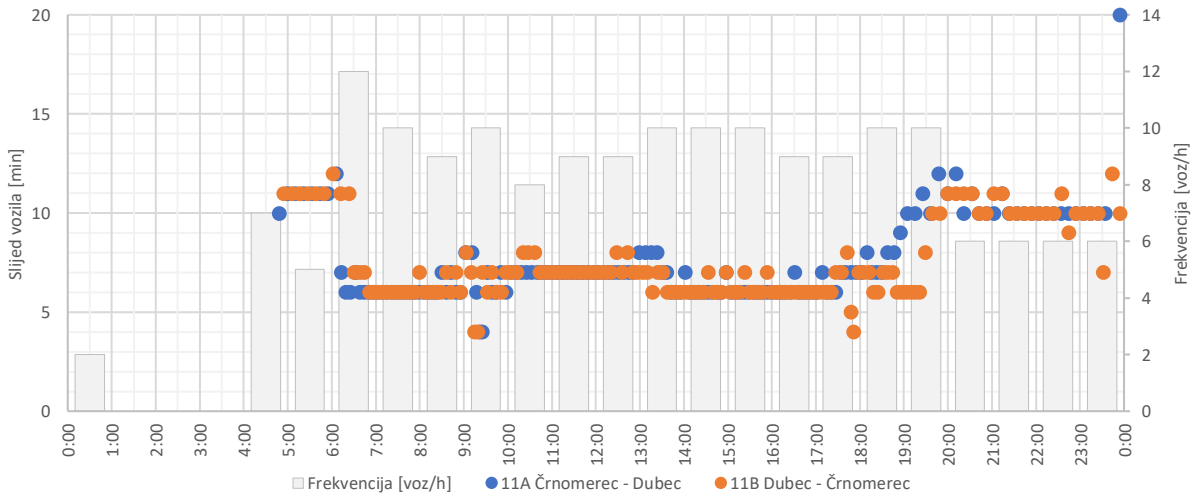
Tablica 4-29: Pokazatelji tramvajske linije 11 Črnomerec – Dubec

Naziv linije	**11 Črnomerec – Dubec**		
Karakterističan dan	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan
Broj vozila u radu	18	12	10
Slijed vozila [min]	6	9	10
Frekvencija usluge [voz/h]	10	6	6
Vrijeme putovanja [min]	101	91	91
Vrijeme obrta [min]	112	103	100
Dnevni broj polazaka	344	235	194
Dnevni broj kilometara	4.127	2.820	2.328
Prijevozna brzina [km/h]	14,3	15,8	15,8
Brzina obrta [km/h]	12,9	14,0	14,4

Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 11 Črnomerec - Dubec tijekom dana prometuje svakih 6 do 7 minuta. U ranim jutarnjim, te večernjim i noćnim satima tramvaj polazi svakih 10 do 11 minuta. Vremenski razmak između polazaka tramvaja na liniji 11 Črnomerec - Dubec u oba smjera prikazan je u sljedećem grafičkom prikazu.

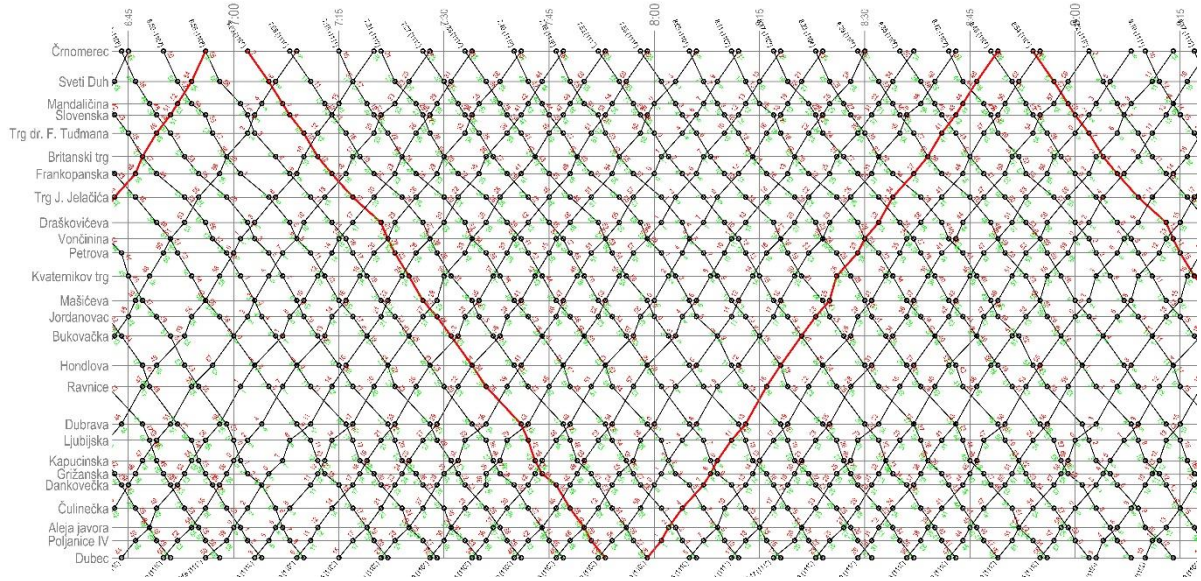
Grafikon 4-34: Takt polazaka linije 11 Črnomerec - Dubec



Izvor: Izrađivač

Vrijeme obrta u vršnom satu izvan turističke sezone iznosi 112 minuta, s brzinom obrta od 12,9 km/h. Prijevozna brzina iznosi 14,3 km/h. U sljedećem grafikonu prikazan je izvadak iz voznog reda, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00, za tramvajsku liniju 11 Črnomerec – Dubec.

Grafikon 4-35: Izvadak iz voznog reda, linija 11 Črnomerec - Dubec, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 12 Ljubljanica – Dubrava

Tramvajska linija 12 Ljubljanica – Dubrava prometuje tijekom cijele godine. Izvan turističke sezone tramvajsku liniju opslužuje ukupno 14 tramvajskih vozila tipa TMK 2200. Pokazatelji za tramvajsku liniju 12 prikazani su u sljedećoj tablici.

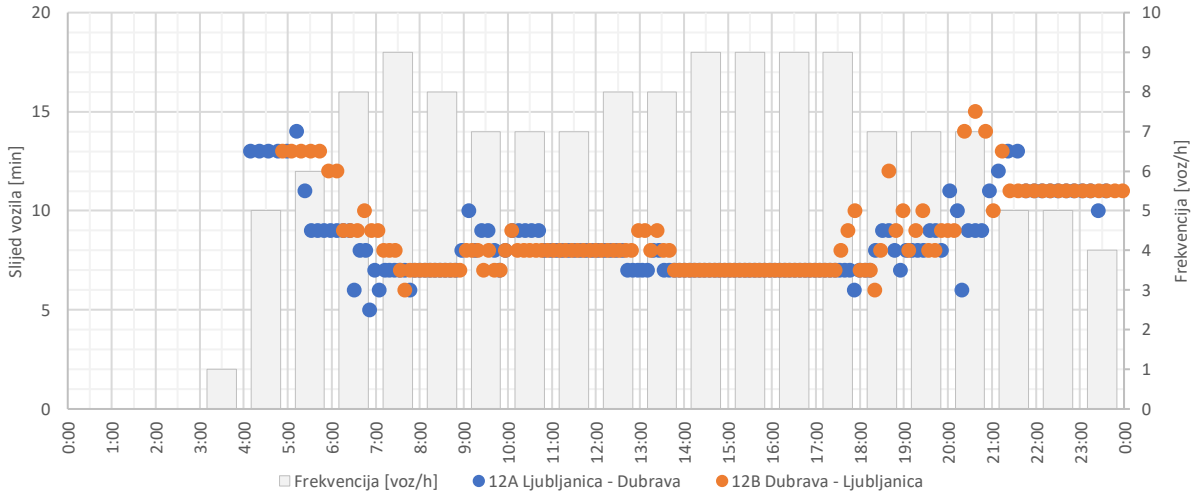
Tablica 4-30: Pokazatelji tramvajske linije 12 Ljubljanica – Dubrava

Naziv linije	**12 Ljubljanica – Dubrava**		
Karakterističan dan	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan
Broj vozila u radu	14	11	9
Slijed vozila [min]	7	8	11
Frekvencija usluge [voz/h]	8	7	5
Vrijeme putovanja [min]	85	77	77
Vrijeme obrta [min]	97	90	97
Dnevni broj polazaka	290	230	180
Dnevni broj kilometara	2.707	2.147	1.680
Prijevozna brzina [km/h]	13,2	14,5	14,5
Brzina obrta [km/h]	11,5	12,4	11,5

Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 12 Ljubljanica - Dubrava tijekom dana prometuje svakih 7 do 9 minuta. U ranim jutarnjim i noćnim satima tramvaj polazi svakih 11 odnosno 13 minuta. Vremenski razmak između polazaka tramvaja na liniji 12 Ljubljanica - Dubrava u oba smjera prikazan je u sljedećem grafičkom prikazu.

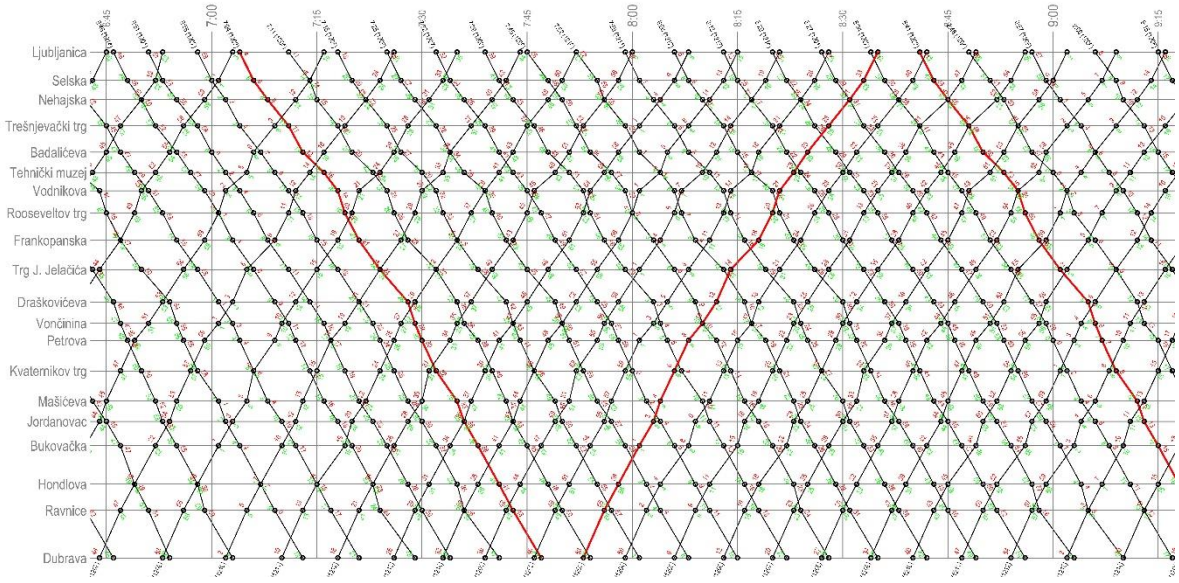
Grafikon 4-36: Takt polazaka linije 12 Ljubljanica - Dubrava



Izvor: Izrađivač

Vrijeme obrta u vršnom satu izvan turističke sezone iznosi 97 minuta, s brzinom obrta od 11,5 km/h. Prijevozna brzina iznosi 13,2 km/h. U sljedećem grafikonu prikazan je izvadak iz voznog reda, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00, za tramvajsku liniju 12 Ljubljanica - Dubrava.

Grafikon 4-37: Izvadak iz voznog reda, linija 12 Ljubljanica - Dubrava, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 13 Žitnjak - Kvaternikov trg

Tramvajska linija 13 Žitnjak - Kvaternikov trg prometuje tijekom cijele godine. Izvan turističke sezone tramvajsku liniju opslužuje ukupno 10 tramvajskih vozila tipa TMK 301. Pokazatelji za tramvajsku liniju 13 prikazani su u sljedećoj tablici.

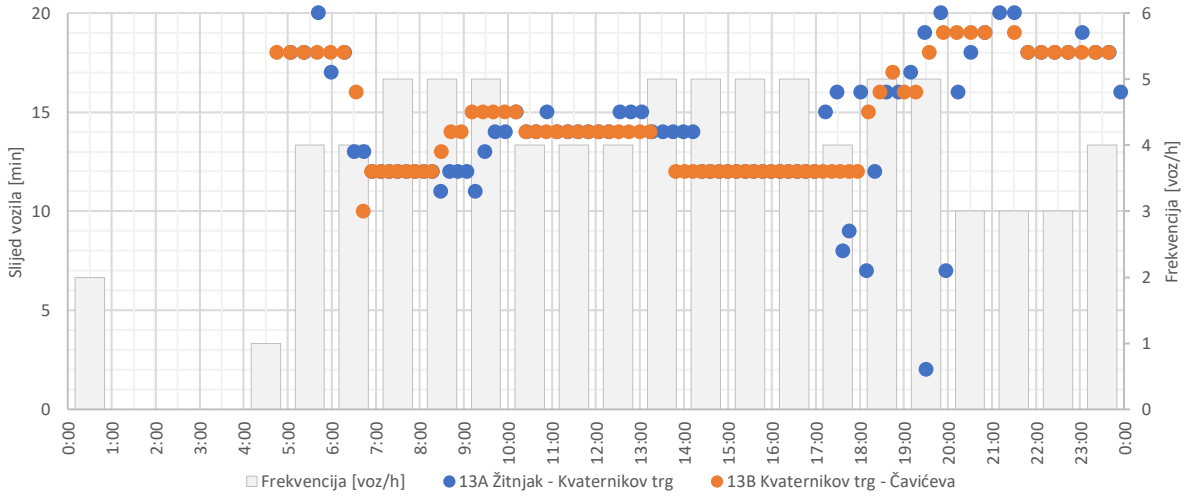
Tablica 4-31: Pokazatelji tramvajske linije 13 Žitnjak - Kvaternikov trg

Naziv linije	**13 Žitnjak - Kvaternikov trg**		
Karakterističan dan	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan
Broj vozila u radu	10	10	9
Slijed vozila [min]	12	12	12
Frekvencija usluge [voz/h]	5	5	5
Vrijeme putovanja [min]	106	102	98
Vrijeme obrta [min]	117	117	110
Dnevni broj polazaka	177	182	163
Dnevni broj kilometara	1.994	2.051	1.837
Prijevozna brzina [km/h]	12,8	13,3	13,8
Brzina obrta [km/h]	11,6	11,6	12,3

Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 13 Žitnjak - Kvaternikov trg u vršnim satima (ujutro između 7:10 i 7:30, te poslijepodne između 14:00 i 18:00) prometuje svakih 12 minuta. U vremenskom razdoblju između 8:30 i 14:00 sati tramvaj polazi svakih 14 minuta. U ranim jutarnjim, te večernjim i noćnim satima tramvaj polazi u prosjeku svakih 18 minuta. Vremenski razmak između polazaka tramvaja na liniji 13 Žitnjak - Kvaternikov trg u oba smjera prikazan je u sljedećem grafičkom prikazu.

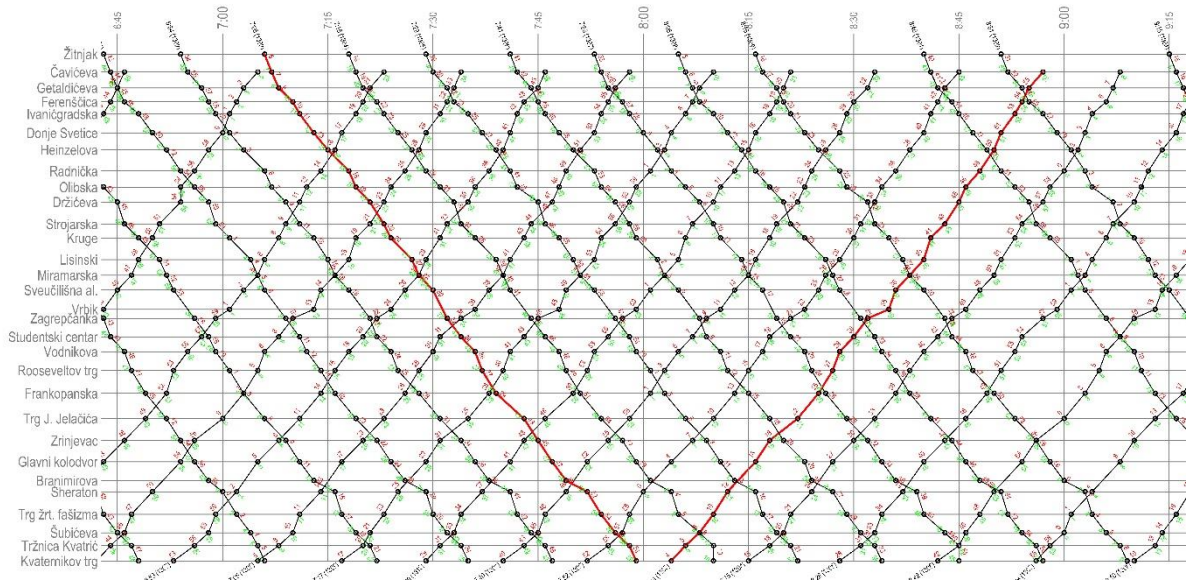
Grafikon 4-38: Takt polazaka linije 13 Žitnjak - Kvaternikov trg



Izvor: Izrađivač

Vrijeme obrta u vršnom satu izvan turističke sezone iznosi 117 minuta, s brzinom obrta od 11,6 km/h. Prijevozna brzina iznosi 12,8 km/h. U sljedećem grafikonu prikazan je izvadak iz voznog reda, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00, za tramvajsku liniju 13 Žitnjak - Kvaternikov trg.

Grafikon 4-39: Izvadak iz voznog reda, linija 13 Žitnjak - Kvaternikov trg, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 14 Mihaljevac – Zapruđe

Tramvajska linija 14 Mihaljevac – Zapruđe prometuje tijekom cijele godine. Izvan turističke sezone tramvajsku liniju opslužuje ukupno 16 tramvajskih vozila tipa TMK 2200. Pokazatelji za tramvajsku liniju 14 prikazani su u sljedećoj tablici.

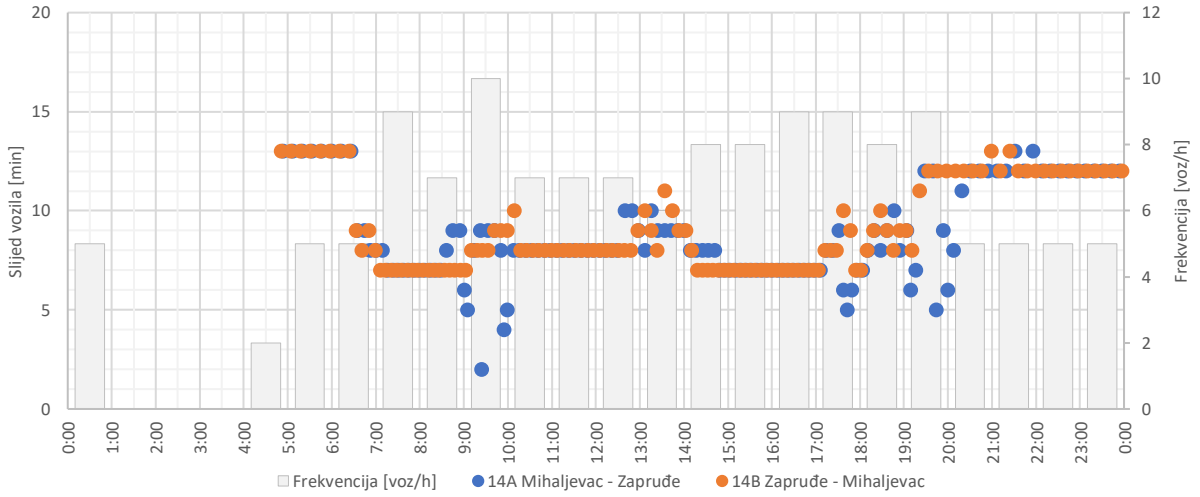
Tablica 4-32: Pokazatelji tramvajske linije 14 Mihaljevac – Zapruđe

Naziv linije	**14 Mihaljevac – Zapruđe**		
Karakterističan dan	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan
Broj vozila u radu	16	14	13
Slijed vozila [min]	7	7	8
Frekvencija usluge [voz/h]	8	8	7
Vrijeme putovanja [min]	106	93	91
Vrijeme obrta [min]	116	103	100
Dnevni broj polazaka	289	271	254
Dnevni broj kilometara	3.728	3.496	3.277
Prijevozna brzina [km/h]	14,6	16,6	17,0
Brzina obrta [km/h]	13,3	15,0	15,5

Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 14 Mihaljevac - Zapruđe tijekom dana prometuje svakih 7 do 8 minuta. U ranim jutarnjim, te večernjim i noćnim satima tramvaj polazi svakih 12 odnosno 13 minuta. Vremenski razmak između polazaka tramvaja na liniji 14 Mihaljevac - Zapruđe u oba smjera prikazan je u sljedećem grafičkom prikazu.

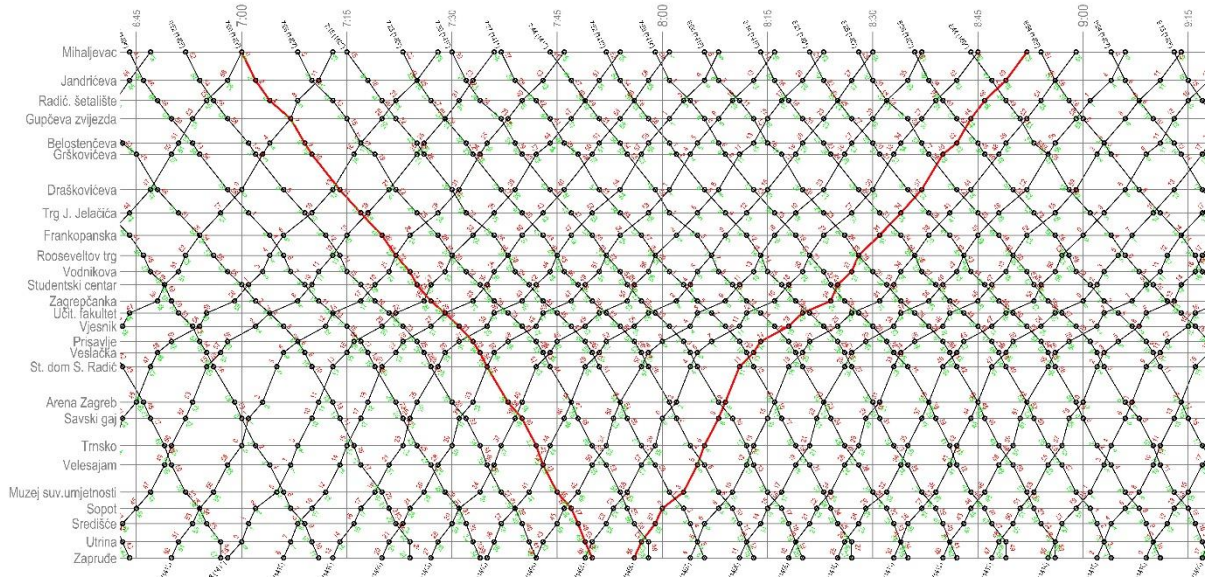
Grafikon 4-40: Takt polazaka linije 14 Mihaljevac - Zapruđe



Izvor: Izrađivač

Vrijeme obrta u vršnom satu izvan turističke sezone iznosi 116 minuta, s brzinom obrta od 13,3 km/h. Prijevozna brzina iznosi 14,6 km/h. U sljedećem grafikonu prikazan je izvadak iz voznog reda, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00, za tramvajsku liniju 14 Mihaljevac - Zapruđe.

Grafikon 4-41: Izvadak iz voznog reda, linija 14 Mihaljevac - Zapruđe, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 15 Mihaljevac – Dolje

Tramvajska linija 15 Mihaljevac – Dolje prometuje cijelu godinu. Izvan turističke sezone tramvajsku liniju opslužuju 2 tramvajska vozila TMK 401. Pokazatelji za tramvajsku liniju 15 prikazani su u sljedećoj tablici.

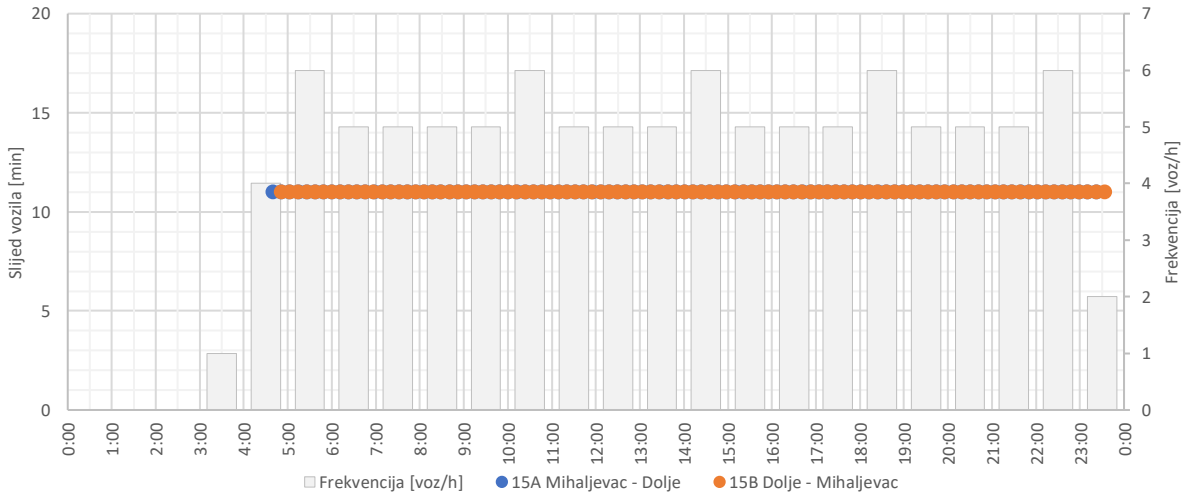
Tablica 4-33: Pokazatelji tramvajske linije 15 Mihaljevac – Dolje

Naziv linije	**15 Mihaljevac – Dolje**		
Karakterističan dan	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan
Broj vozila u radu	2	2	2
Slijed vozila [min]	11	12	12
Frekvencija usluge [voz/h]	5	5	5
Vrijeme putovanja [min]	13	13	13
Vrijeme obrta [min]	23	23	23
Dnevni broj polazaka	204	204	192
Dnevni broj kilometara	553	553	521
Prijevozna brzina [km/h]	25,0	25,0	25,0
Brzina obrta [km/h]	14,1	14,1	14,1

Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 15 Mihaljevac - Dolje tijekom dana prometuje svakih 11 minuta u oba smjera. Vremenski razmak između polazaka tramvaja na liniji 15 Mihaljevac - Dolje u oba smjera prikazan je u sljedećem grafičkom prikazu.

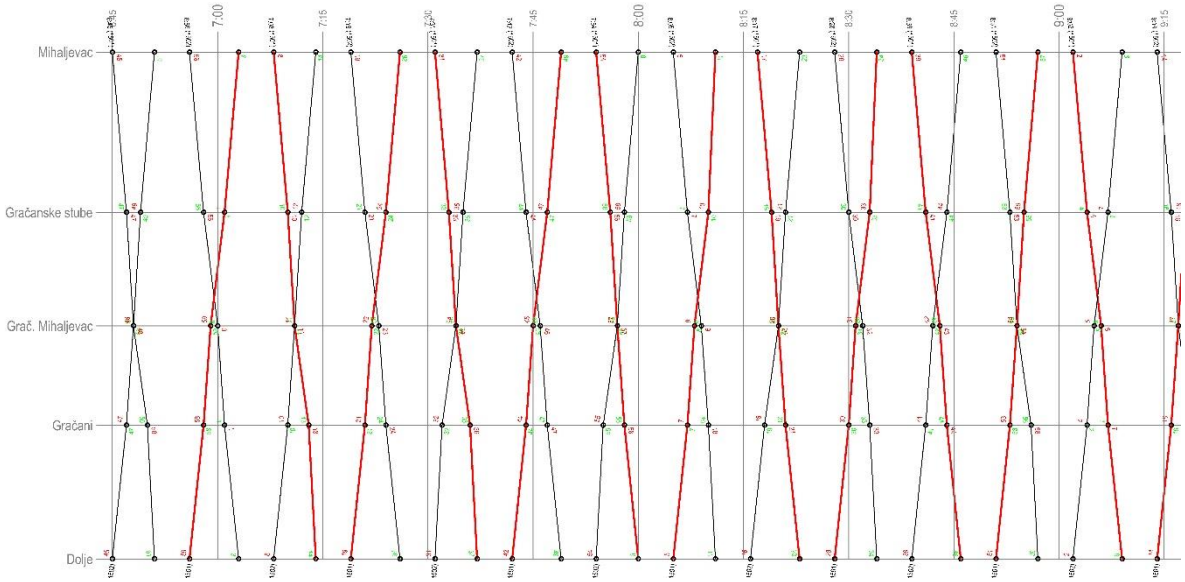
Grafikon 4-42: Takt polazaka linije 15 Mihaljevac - Dolje



Izvor: Izrađivač

Vrijeme obrta u vršnom satu izvan turističke sezone iznosi 23 minute, s brzinom obrta od 14,1 km/h. Prijevozna brzina iznosi 25,0 km/h. U sljedećem grafikonu prikazan je izvadak iz voznog reda, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00, za tramvajsku liniju 14 Mihaljevac - Zapruđe.

Grafikon 4-43: Izvadak iz voznog reda, linija 15 Mihaljevac - Dolje, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00



Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 17 Prečko – Borongaj

Tramvajska linija 17 Prečko – Borongaj prometuje tijekom cijele godine. Izvan turističke sezone tramvajsku liniju opslužuje ukupno 17 tramvajskih vozila tipa TMK 2200. Pokazatelji za tramvajsku liniju 17 prikazani su u sljedećoj tablici.

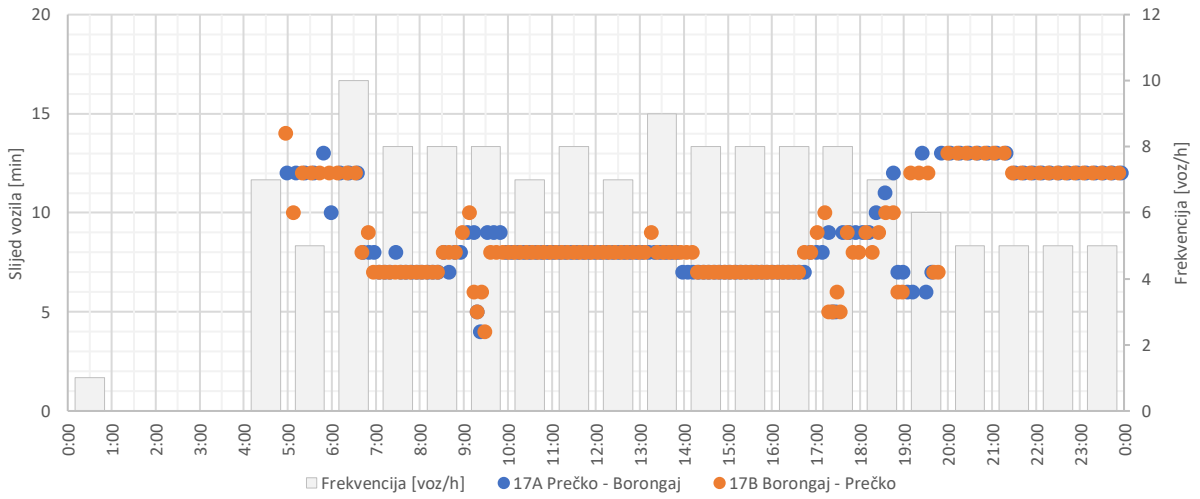
Tablica 4-34: Pokazatelji tramvajske linije 17 Prečko – Borongaj

Naziv linije	**17 Prečko – Borongaj**		
Karakterističan dan	Radni dan	Subota	Nedjelja i blagdan
Broj vozila u radu	17	13	12
Slijed vozila [min]	8	9	9
Frekvencija usluge [voz/h]	7	6	6
Vrijeme putovanja [min]	113	95	95
Vrijeme obrta [min]	128	111	106
Dnevni broj polazaka	287	242	222
Dnevni broj kilometara	3.615	3.048	2.796
Prijevozna brzina [km/h]	13,4	15,9	15,9
Brzina obrta [km/h]	11,8	13,6	14,3

Izvor: Izrađivač

Tramvajska linija 17 Prečko - Borongaj tijekom dana prometuje svakih 7 do 8 minuta. U ranim jutarnjim, te večernjim i noćnim satima tramvaj polazi svakih 12 do 13 minuta. Vremenski razmak između polazaka tramvaja na liniji 17 Prečko - Borongaj u oba smjera prikazan je u sljedećem grafičkom prikazu.

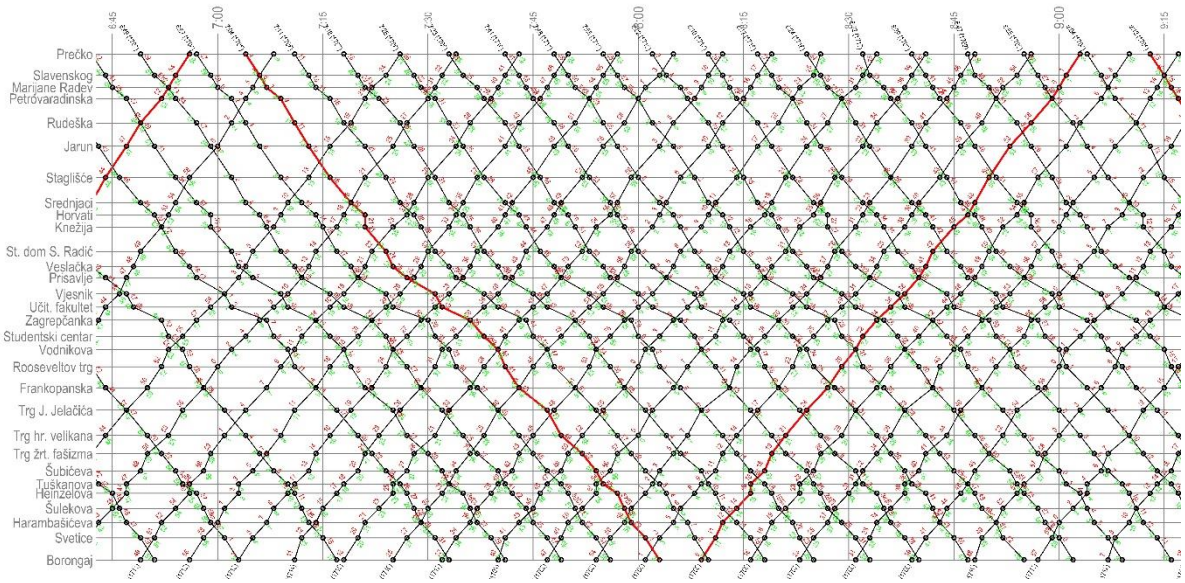
Grafikon 4-44: Takt polazaka linije 17 Prečko - Borongaj



Izvor: Izrađivač

Vrijeme obrta u vršnom satu izvan turističke sezone iznosi 128 minuta, s brzinom obrta od 11,8 km/h. Prijevozna brzina iznosi 13,4 km/h. U sljedećem grafikonu prikazan je izvadak iz voznog reda, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00, za tramvajsku liniju 17 Prečko - Borongaj.

Grafikon 4-45: Izvadak iz voznog reda, linija 17 Prečko - Borongaj, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00

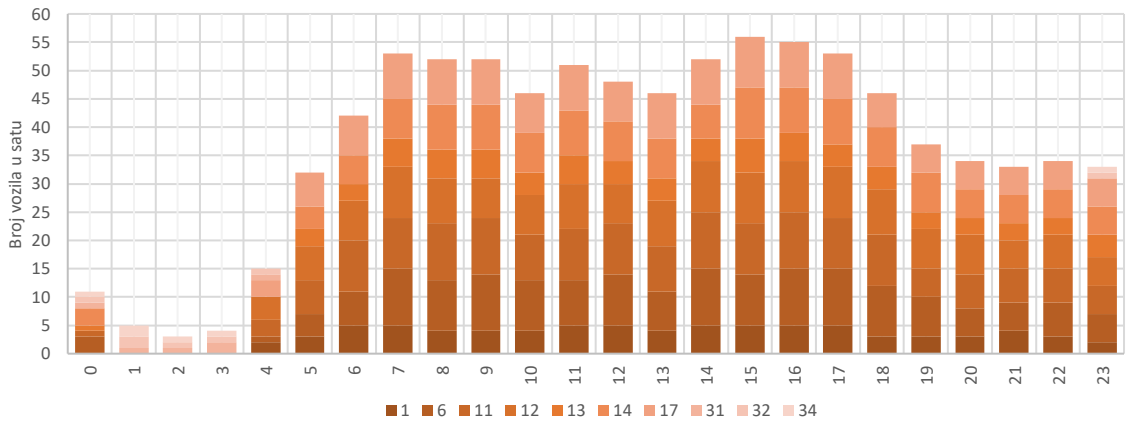


Izvor: Izrađivač

Stajalište Trg bana J.Jelačića

Tramvajskim stajalištem Trg bana Josipa Jelačića, koje se nalazi na istoimenom središnjem gradskom trgu, tijekom karakterističnog radnog dana izvan turističke sezone prometuje ukupno 7 dnevnih i 3 noćne tramvajske linije, a stajalištem sveukupno prođe 1.783 tramvajskih vozila u oba smjera. Tijekom dana u svakom satu tramvajskim stajalištem prolazi u prosjeku 50-tak vozila u svakom smjeru. Na sljedećem grafikonu prikazan je satni broj vozila koja prođu tramvajskim stajalištem Trg bana Josipa Jelačića.

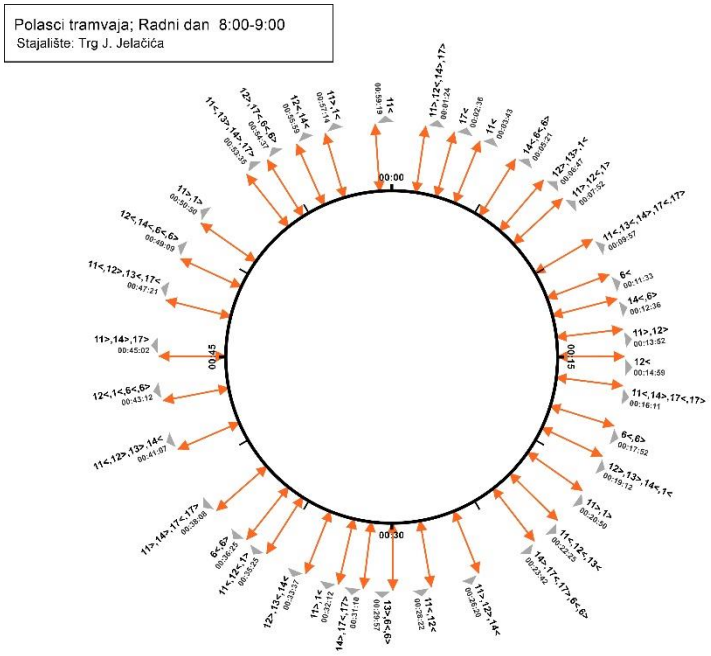
Grafikon 4-46: Satni broj vozila koja prođu tramvajskim stajalištem Trg bana J.Jelačića



Izvor: Izrađivač

U vršnim satima vozila dolaze i polaze sa tramvajskog stajališta gotovo svake minute, odnosno u jednom satu kroz stajalište Trg bana Josipa Jelačića prođe 56 tramvajskih vozila u jednom smjeru. Na sljedećem grafikonu shematski je prikazan slijed dolazaka i polazaka tramvajskih vozila sa stajališta Trg bana J.Jelačića u oba smjera u jutarnjem vršnom satu karakterističnog radnog dana.

Grafikon 4-47: Slijed dolazaka i polazaka tramvajskih vozila sa stajališta Trg bana Josipa Jelačića



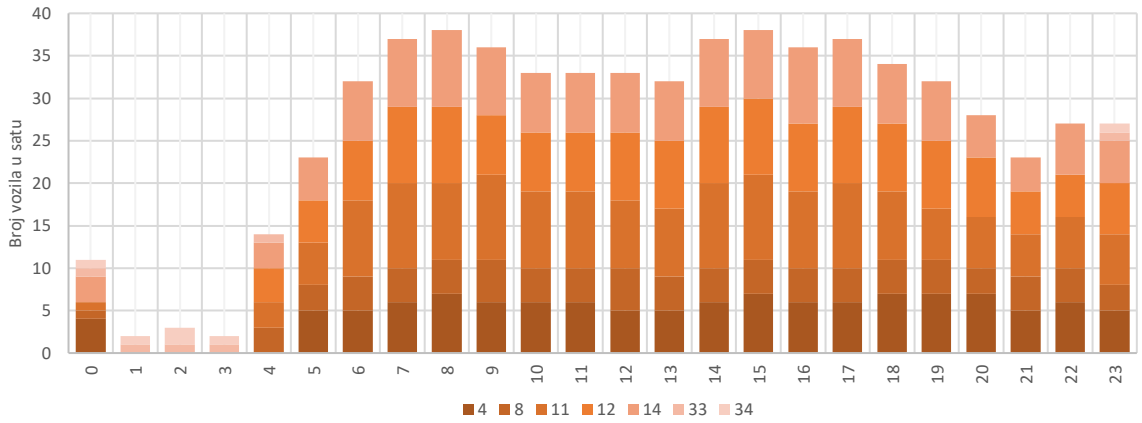
Izvor: Izrađivač

Stajalište Draškovićeva

Na drugom mjestu prema broju dolazaka / polazaka tramvajskih vozila nalazi se tramvajsko stajalište Draškovićeva kojim prometuje 5 dnevnih i 2 noćne tramvajske linije. Tijekom karakterističnog radnog dana stajalištem prođe 1.305 tramvajskih vozila u oba smjera. Svakog sata stajalištem prođe oko 35

tramvajskih vozila u svakom smjeru. Satni broj tramvajskih vozila koja prođu stajalištem Draškovićeva prikazan je na sljedećem grafikonu.

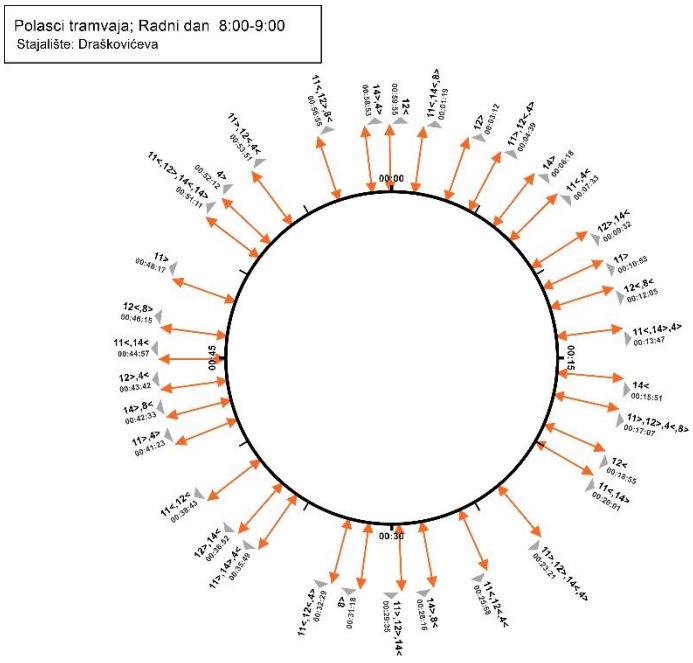
Grafikon 4-48: Satni broj vozila koja prođu tramvajskim stajalištem Draškovićeva



Izvor: Izrađivač

U vršnom satu kroz tramvajsko stajalište prođe 38 tramvajskih vozila po smjeru, odnosno u prosjeku vozila dolaze i polaze svakih minutu i pol. Na sljedećem grafikonu shematski je prikazan slijed dolazaka i polazaka tramvajskih vozila u oba smjera u jutarnjem vršnom satu karakterističnog radnog dana.

Grafikon 4-49: Slijed dolazaka i polazaka tramvajskih vozila sa stajališta Draškovićeva



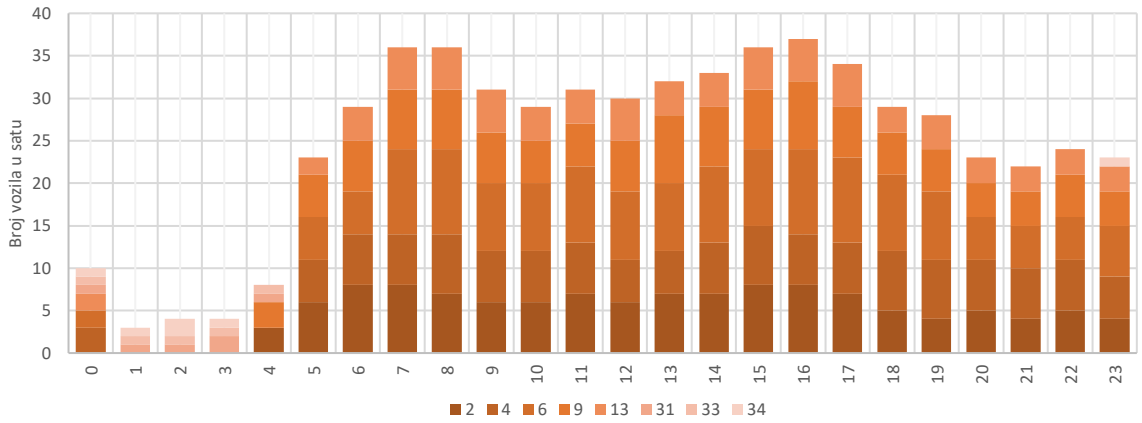
Izvor: Izrađivač

Stajalište Glavni kolodvor

Stajalištem Glavni kolodvor, smještenom sjeverno od glavne zgrade željezničkog glavnog kolodvora, prometuje 5 dnevnih i 3 noćne tramvajske linije. Tijekom karakterističnog radnog dana stajalištem

prođe 1.192 tramvajska vozila u oba smjera. Svakog sata stajalištem prođe oko 33 tramvajskih vozila u svakom smjeru. Satni broj tramvajskih vozila po linijama prikazan je na sljedećem grafikonu.

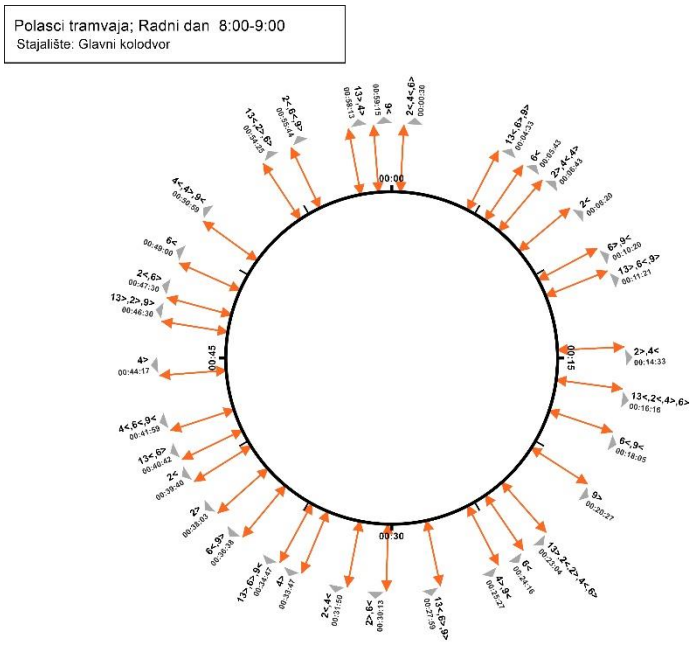
Grafikon 4-50: Satni broj vozila koja prođu tramvajskim stajalištem Glavni kolodvor



Izvor: Izrađivač

U vršnom satu kroz tramvajsko stajalište prođe 37 tramvajskih vozila po smjeru, odnosno u prosjeku vozila dolaze i polaze svakih minutu i pol. Na sljedećem grafikonu shematski je prikazan slijed dolazaka i polazaka tramvajskih vozila u oba smjera u jutarnjem vršnom satu karakterističnog radnog dana.

Grafikon 4-51: Slijed dolazaka i polazaka tramvajskih vozila sa stajališta Glavni kolodvor



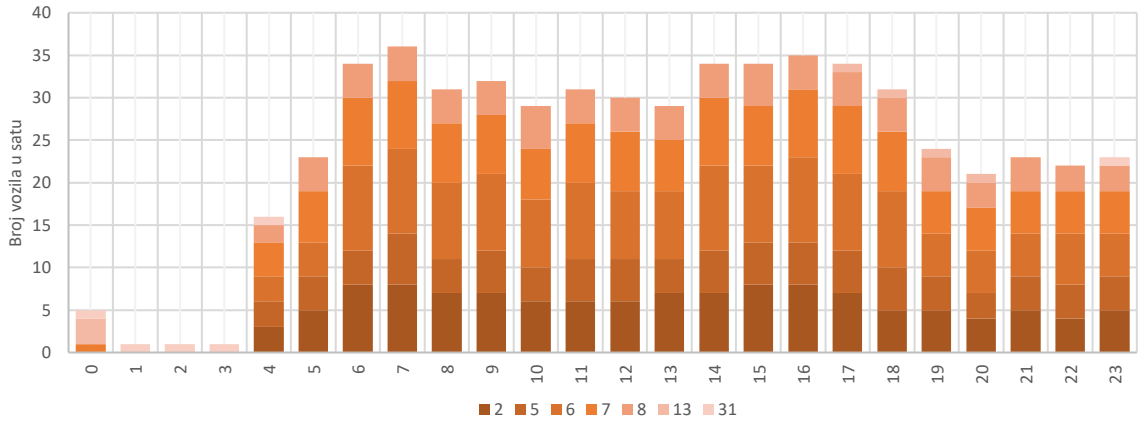
Izvor: Izrađivač

Stajalište Autobusni kolodvor

Stajalištem Autobusni kolodvor, koje je smješteno u Aveniji Marina Držića, tijekom karakterističnog radnog dana izvan turističke sezone prometuje 5 dnevnih i 2 noćne tramvajske linije. Sveukupno, u oba

smjera, tramvajskim stajalištem prođe 1.173 vozila. U prosjeku, tijekom radnog dana stajalištem prođe 33 vozila po smjeru. Satni broj tramvajskih vozila po linijama prikazan je na sljedećem grafikonu.

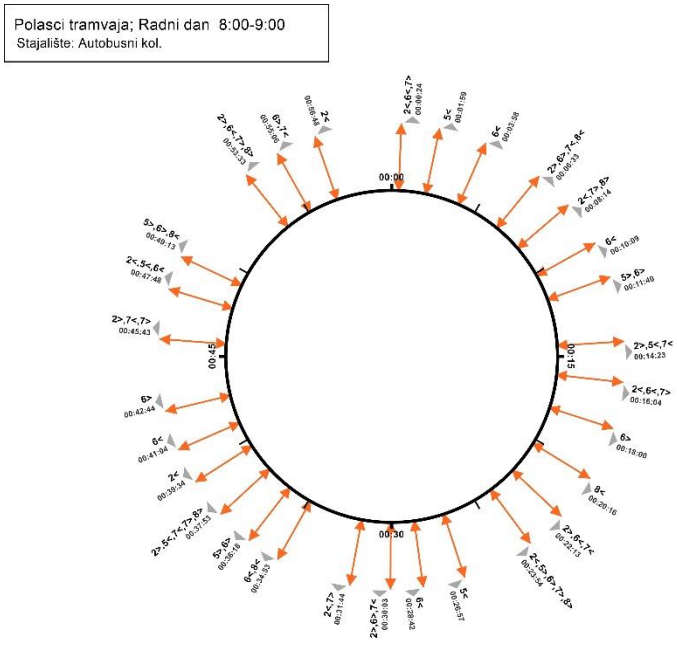
Grafikon 4-52: Satni broj vozila koja prođu tramvajskim stajalištem Autobusni kolodvor



Izvor: Izrađivač

U vršnom satu kroz tramvajsko stajalište prođe 36 tramvajskih vozila po smjeru, odnosno u prosjeku vozila dolaze i polaze svakih jedu i pol minutu. Na sljedećem grafikonu shematski je prikazan slijed dolazaka i polazaka tramvajskih vozila u oba smjera u jutarnjem vršnom satu karakterističnog radnog dana.

Grafikon 4-53: Slijed dolazaka i polazaka tramvajskih vozila sa stajališta Autobusni kolodvor



Izvor: Izrađivač

4.5 Sustav naplate

Naplata usluge javnog prijevoza u vozilima vrši se putem pojedinačnih, dnevnih, mjesečnih i godišnjih karata, tzv. mješoviti tarifni sustav. Sva vozila su opremljena validatorima koji omogućuju isključivo validaciju elektronskih karata. Validacija papirnatih karata moguća je na validatorima smještenim u blizini prvih vrata svih vozila, a u niskopodnim tramvajima validatorima su postavljeni i kod zadnjih vrata.

Slika 4-66: Primjer validatora u vozilu



Izvor: www.zet.hr

Prometna mreža ZET- a podijeljena je u dvije zone. Tramvajski promet organizira se isključivo na području prve tarifne zone, a još od 1. siječnja 2006. godine, prema odluci tadašnjeg Gradskog poglavarstva, cjelokupno područje Grada Zagreba i jest prva tarifna zona i to za sve vrste voznih karata.

Vrste karta

Putnici za prijevoz mogu koristiti tri vrste voznih karata: pretplatne karte, dnevne karte i višednevne karte te pojedinačne karte, u elektronskom i/ili papirnatom obliku.

Pretplatne karte, mjesečna ili godišnja, namijenjena je ponajprije putnicima koji svakodnevno koriste javni prijevoz. Kartom se može služiti isključivo osoba na čije ime je izdana, a postaje valjana tek kada joj se pridruži takozvani "pretplatni kupon".

Slika 4-67: Primjer pretplatne karte



Izvor: www.zet.hr

Uz pretplatni kupon, koji se kartici dodjeljuje informatičkim putem, a čime se plaća usluga prijevoza, karta postaje valjana na određeno razdoblje i za određeno prometno područje, ovisno o vrsti dodijeljenog pretplatnog kupona.

Pretplatni kuponi također su prilagođeni profilu korisnika kupona i dijele se na opće, osnovnoškolske, srednjoškolske, studentske, socijalne u umirovljeničke. Vrste i cijene pretplatnih kupona prikazane su na tablici u nastavku.

Tablica 4-35: Cijena mjesečnih ZET pretplatnih kupona prema profilu korisnika

Vrsta kupona (profil korisnika)	Cijena (ZET)	Cijena (ZET + HŽ)
opći kupon	360,00 kn	400,00 kn
osnovnoškolski	90,00 kn	200,00 kn
srednjoškolski	100,00 kn	200,00 kn
studentski	100,00 kn	200,00 kn
socijalni	100,00 kn	200,00 kn
umirovljenički	100,00 kn	200,00 kn

Izvor: www.zet.hr

Godišnji pretplatni kuponi dijele se na opće, osnovnoškolske, srednjoškolske, studentske te umirovljeničke. Vrste i cijene pretplatnih kupona su prikazane u sljedećoj tablici. Opća pretplatna karta je najskuplja pretplatna karta u tarifnom sustavu ZET-a. Njezin je trend prodaje vrlo značajan za poslovanje tvrtke.

Tablica 4-36: Cijena godišnjih ZET pretplatnih kupona prema profilu korisnika

Vrsta kupona (profil korisnika)	Cijena (ZET)	Cijena (ZET + HŽ)
opći kupon	3.480,00 kn	4.800,00 kn
osnovnoškolski	870,00 kn	2.400,00 kn
srednjoškolski	960,00 kn	2.400,00 kn
studentski	960,00 kn	2.400,00 kn
umirovljenički	960,00 kn	2.400,00 kn

Izvor: www.zet.hr

Sama kartica vrijedi 3,5 godine od dana izdavanje, bez obzira na promjene u statusu, odnosno profilu korisnika pa je nije potrebno zamjenjivati ukoliko putnik promjeni status obrazovanja, zaposlenja i slično. U tom se roku može nadopunjavati mjesečnim, odnosno godišnjim pretplatnim kuponima.

Pretplatna karta može se koristiti i kao vrijednosna karta nadoplatom novčanog iznosa do najviše 1.000 kuna. Na taj se način mogu plaćati pojedinačne vožnje. Nadoplaćeni iznos umanjuje se kupovinom karte u vozilima.

Vrijednosna karta (e-novčanik) namijenjena je putnicima koji povremeno koriste javni prijevoz u Zagrebu. Vrijedi za sve zone i linije, a prenosiva je i na druge korisnike.

Slika 4-68: Primjer pretplatne karte (e-novčanik)



Izvor: www.zet.hr

Plaćanje prijevoza vrijednosnom kartom od 10 kuna korisnicima omogućuje vožnju tramvajem, autobusom i uspinjačom, neovisno o smjeru putovanja, 90 minuta u prvoj zoni. Pojedinačna karta po cijeni od 10 kuna, dostupna je i za putovanje drugom zonom, tijekom 90 minuta.

Tablica 4-37: Cijena pojedinačnih ZET karata na području grada Zagreba

Vrsta pojedinačne karte	Cijena izvan vozila ZET-a	Cijena u vozilu ZET-a
Pojedinačne karte u dnevnom prometu (valjanost 30 min)	4,00 kn	6,00 kn
Pojedinačne karte u dnevnom prometu (valjanost 60 min)	7,00 kn	10,00 kn
Pojedinačne karte u dnevnom prometu (valjanost 90 min)	10,00 kn	15,00 kn
Pojedinačne karte u noćnom prometu	15,00 kn	15,00 kn
Dnevna karta	30,00 kn	30,00 kn
Karta za uspinjaču - jednosmjerna		5,00 kn
Karta za uspinjaču – hitna vožnja		25,00 kn

Izvor: www.zet.hr

U svakoj zoni potrebno je imati odgovarajuću kartu, a za kraća putovanja prvom ili drugom tarifnom zonom u dnevnom prometu, dostupna je karta za 4 kune s valjanošću do 30 minuta te karta od 7 kuna i valjanošću od 60 minuta.

Ukoliko se kartom za vožnju po cijeni od 4 kune i s valjanošću od 30 minuta, kao i kartom od 7 kuna i valjanošću od 60 minuta, nastavlja putovanje drugom linijom, prilikom ulaska u vozilo, za registraciju dovoljno je samo prisloniti karticu na za to predviđeni uređaj.

Cijene pojedinačnih karata u dnevnom i noćnom prometu su navedene u sljedećoj tablici.

Vrijednosnom kartom može se platiti prijevoz za više osoba ili platiti cjelodnevni prijevoz. Cijena dnevne karte iznosi 30 kuna, a valjana je za putovanje zagrebačkim područjem, odnosno prvom tarifnom zonom.

Kupnjom višednevnih karata, korisnici prijevoznu uslugu plaćaju za unaprijed odabrano razdoblje na bazi 3, 7, 15 ili 30 dana, uz neograničen broj putovanja tramvajem, autobusom i uspinjačom, unutar

prve tarifne zone ZET-a, u dnevnom i noćnom prometu. Višednevna karta može se kupiti, isključivo, na prodajnim mjestima ZET-a.

Tablica 4-38: Cijene višednevnih ZET karata

Vrsta dnevne karte	Trajanje	Cijena
Višednevne karte	3 dana	70,00 kn
	7 dana	150,00 kn
	15 dana	200,00 kn
	30 dana	400,00 kn

Izvor: www.zet.hr

Korisnici vrijednosnih karata obavezni su prijaviti se prilikom svakog ulaska u svako vozilo prislanjanjem kartice uz uređaj za registraciju.

Papirnate karte mogu se kupiti na prodajnim mjestima ZET-a ili kioscima ugovornih partnera, kao i kod vozača u vozilima. Za putovanje prvom ili drugom tarifnom zonom u dnevnom prometu, na prodajnim mjestima ZET-a ili kioscima ugovornih partnera dostupne su karte po cijeni od 4,00 HRK s valjanošću do 30 minuta, zatim karte od 7,00 HRK s valjanošću od 60 minuta te papirnate karte za 10,00 HRK kojima se može putovati 90 minuta.

Slika 4-69: Primjer papirnatih karata



Izvor: www.zet.hr

Kod vozača u vozilima, osim dnevne karte, mogu se kupiti karte od 6,00 HRK koje vrijede za dnevnu vožnju do 30 minuta, zatim karte od 10,00 HRK za vožnju u trajanju do 60 minuta, te karta po cijeni od 15,00 HRK koja je valjana 90 minuta za vožnju u jednom smjeru i na području jedne tarifne zone.

Karte kupljene u vozilu po cijeni od 6,00 HRK i 10,00 HRK , za sada vrijede samo na prometnom području Grada Zagreba, odnosno na području I. tarifne zone, dok sve ostale pojedinačne karte vrijede na svim prometnim područjima.

U svakoj zoni potrebno je imati odgovarajuću kartu za vožnju.

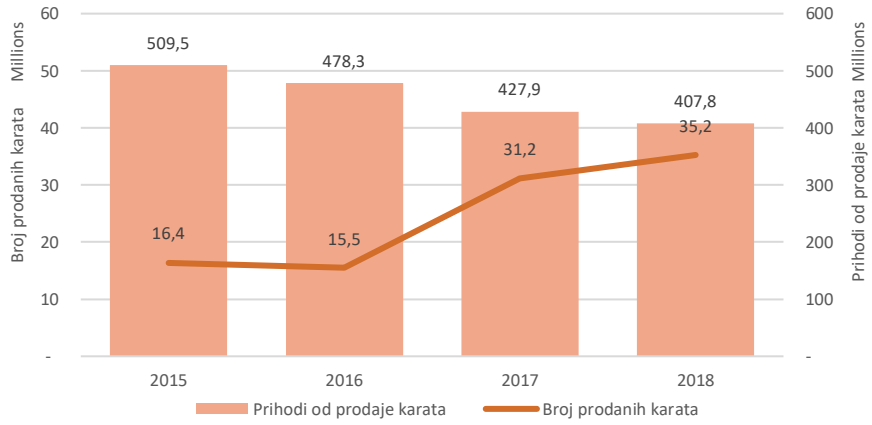
Za razliku od vrijednosne karte, pojedinačna odnosno papirnata karta vrijedi isključivo za vožnju u jednom smjeru i treba se poništiti prilikom ulaska u vozilo. Uređaji za poništavanje papirnatih karata smješteni su u blizini prvih vrata svih vozila, a u niskopodnim tramvajima postavljeni su i kod zadnjih vrata.

Prodaja karata

Posljednjih nekoliko godina broj prodanih karata javnog prijevoza putnika u značajnom je porastu. Sveukupno je u 2015. i 2016. godini prodano nešto manje više od 31,9 milijuna karata (16,4 milijuna karata 2015. godine i 15,5 milijuna karata 2016. godine), dok je u 2017. godini prodano 31.180.587 karata. Dakle, u 2017. godini prodano je dvostruko više karata nego godinu ranije. Trend rasta prodaje karata nastavljen je i u 2018. godini kada je prodano sveukupno 35.247.714 karata.

Gledano po prihodu od prodaje karata, ukupni godišnji prihodi kontinuirano se smanjuju. ZET je 2018. godine uprihodio svega 407,8 milijuna HRK odnosno čak 20 milijuna HRK manje nego 2017. godine, a čak 100 milijuna HRK manje nego 2015. godine.

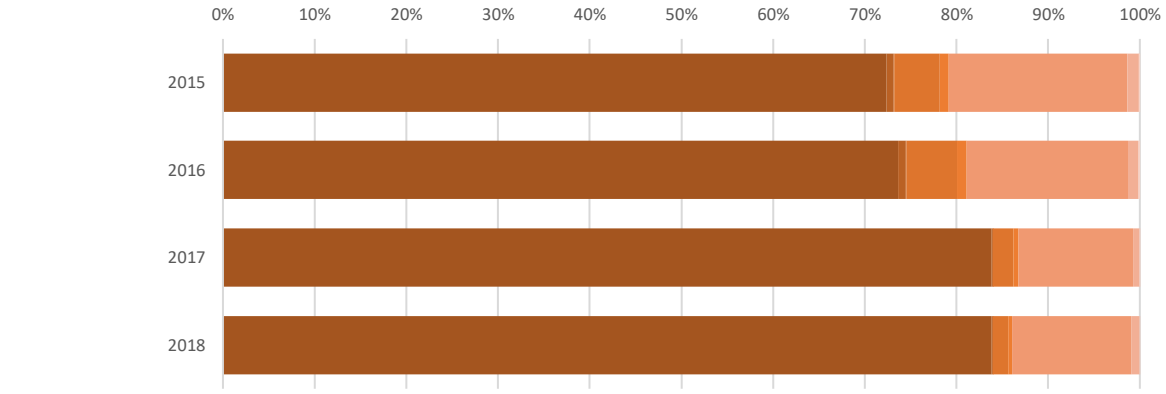
Grafikon 4-54: Usporedba broja prodanih karata i prihoda od prodanih karata; 2015. - 2018. godina



Izvor: Podaci naručitelja

Nagli rasta prodaje karata 2017. godine posljedica je uvođenje novog modela naplate prijevoza u obliku pojedinačne karte u trajanju od 30 minuta, po cijeni od 4,00 HRK. Dodatni rast prodaje karata 2018. godine posljedica je uvođenja nove karte po cijeni od 7,00 HRK s valjanošću od 60 minuta. Novim tarifnim sustavom omogućeno je da korisnici koji koriste uslugu javnog prijevoza putnika na kraćim relacijama od 30 odnosno 60 minuta, umjesto pretplatnih, dnevnih i višednevnih karata, istu plate po znatno povoljnijoj cijeni. Posljedično, uvođenje jeftinijih karata na kraćim relacijama izravno je utjecalo na smanjenje prihoda od prodaje istih. Pregled broja prodanih karata od 2015. do 2018. godine prikazan je na sljedećem grafikonu.

Grafikon 4-55: Broj prodanih karata; 2015. - 2018. godina



	2018	2017	2016	2015
Pojedinačne karte	29.552.611	26.140.511	11.423.822	11.871.458
Dnevne karte	35.443	41.930	130.589	129.373
Višednevni kuponi	3.002	3.573	9.455	7.684
Mjesečne pokazne karte	598.845	693.409	852.858	809.548
Godišnje pokazne karte	154.024	164.065	168.662	169.808
E - novčanik	4.574.656	3.904.464	2.730.166	3.194.726
Karte - uspinjača	318.962	211.770	168.750	197.617
Turističke karte	10.171	12.906	11.947	6.901
Karte za Sljeme	-	7.959	16.136	15.470

Izvor: Podaci naručitelja

Detaljan pregled broja prodanih karata i prihoda od prodaje istih u 2018. godini prikazan je u sljedećoj tablici.

Tablica 4-39: Pregled broja prodanih karata i prihoda od prodaje istih u 2018. godini

Red. broj	Vrsta usluge	Broj prodanih karata 2018.	Prihod od prodaje karata 2018.
1.	Ukupno pojedinačne karte	29.552.611	98.636.553
	Ukupno pojedinačne karte - 10 kn	303.572	2.476.888
	- pojedinačne karte - u vozilu 10 kn	135.614	1.102.528
	- pojedinačne karte - izvan vozila 10 kn	167.958	1.374.360
	Ukupno pojedinačne karte - 4 kn	28.643.148	91.658.074
	- pojedinačne karte - u vozilu 4 kn	10.549.225	33.757.520
	- pojedinačne karte - izvan vozila 4 kn	18.093.923	57.900.554
	Pojedinačne karte izvan vozila 7 kn	432.672	2.422.963
	Pojedinačne karte u vozilu 15 kn	173.219	2.078.628
2.	Dnevne karte	35.443	850.632
3.	Mjesečne pokazne karte - Grad Zagreb	547.516	56.634.196
	- opće	56.342	15.048.332
	- đačke	105.204	9.940.463
	- studentske	176.483	14.417.491
	- umirovljeničke	145.392	12.059.402

Red. broj	Vrsta usluge	Broj prodanih karata 2018.	Prihod od prodaje karata 2018.
	- socijalne	64.095	5.168.510
4.	Godišnje pokazne karte - Grad Zagreb, mj. prosjek	150.587	201.464.314
	- opće	39.065	112.760.020
	- đačke	13.826	10.305.599
	- studentske	9.110	7.073.671
	- umirovljeničke	71.618	55.036.932
	- socijalne	4.737	4.547.040
	- invalidske	12.230	11.741.053
5.	E - novčanik	4.574.656	15.688.771
6.	Karte - uspinjača	318.962	1.200.621
7.	Turističke karte	10.171	330.384
8.	Karte za Sljeme	0	0
9.	Višednevni kuponi	3.002	491.984
10.	Mjesečne pokazne karte - izdvojeni gradovi i općine	51.329	6.610.838
11.	Godišnje pokazne karte - izdvojeni gradovi i općine, mj. prosjek	3.437	8.068.917
12.	Ostali prihod		17.841.418
13.	UKUPNO KARTE	35.247.714	407.818.628

Izvor: Poslovno izvješća ZET-a 2018. godine

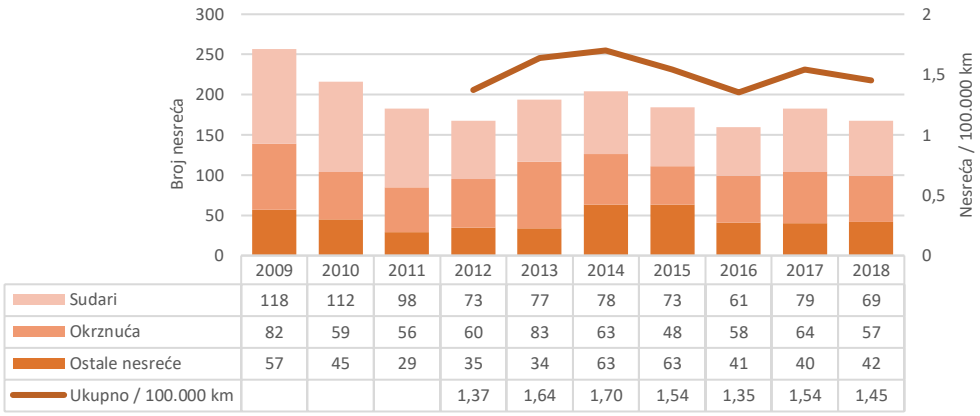
4.6 Sigurnost

U posljednjih 10 godina značajno se smanjio broj prometnih nesreća u tramvajskom prometu na području Grada Zagreba. Najviše prometnih nesreća u tramvajskom prometu, ukupno 257 nesreća, dogodilo se 2009. godine, dok se najmanje prometnih nesreća dogodilo 2016. godine, ukupno 160 prometnih nesreća u tramvajskom prometu. U 2018. godini dogodilo se 168 prometnih nesreća[12] u tramvajskom prometu, u prosjeku dnevno 0,26 prometnih nesreća na 31.851 ostvareni kilometar motornih kola.

Stvarno stanje stupnja sigurnosti dobiva se preko relativnih vrijednosti, stavljajući u odnos broj prometnih nesreća na 100.000 ostvarenih kilometara motornih kola. Uzevši u obzir da su u 2018. godini sva tramvajska motorna kola ostvarila ukupno 11.559.112 kilometara, u prosjeku su se dogodile 1,45 prometne nesreće na 100.000 kilometara, a što je za 5,6 % manje nego godinu ranije. Broj prometnih nesreća od 2009. do 2018. godine u kojima su sudjelovali tramvaji prikazan je u sljedećem grafikonu.

[12] Izvješće o stanju sigurnosti JPP za 2018. godinu, ZET

Grafikon 4-56: Broj prometnih nesreća u tramvajskom prometu u proteklih 10 godina



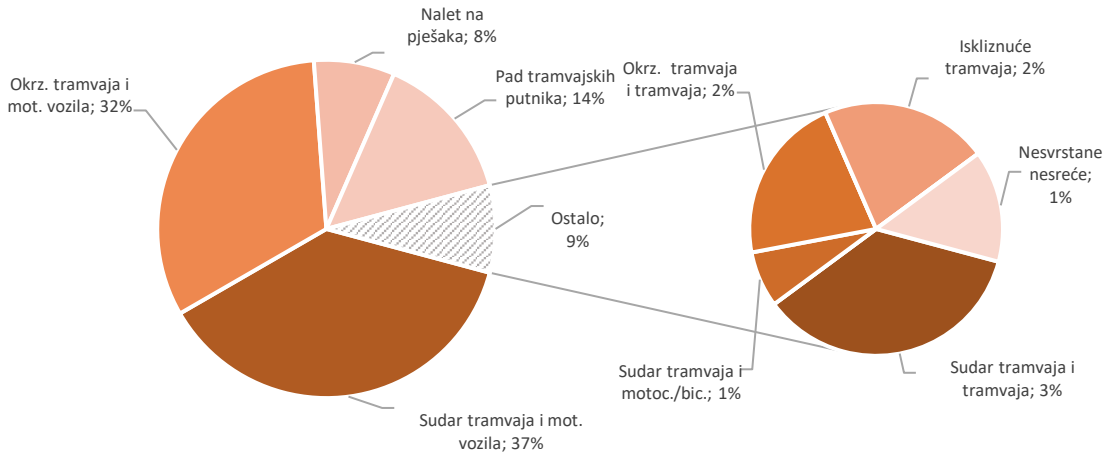
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Sudari	118	112	98	73	77	78	73	61	79	69
Okrznuća	82	59	56	60	83	63	48	58	64	57
Ostale nesreće	57	45	29	35	34	63	63	41	40	42
Ukupno / 100.000 km				1,37	1,64	1,70	1,54	1,35	1,54	1,45

Izvor: Izvješće o stanju sigurnosti JPP za 2018. godinu

Najveći broj nesreća, otprilike 40 %, odnosi se na sudar tramvaja s drugim vozilom. Po učestalosti s udjelom od 35 % slijede okrznuća tramvaja s drugim vozilima. Preostalih 25 % prometnih nesreća odnose se na iskliznuće tramvaja, prevrnuće tramvaja, nalet na pješaka, pad tramvajskih putnika i nesvrstane nesreće.

Raščlanjeno, u 2018. godini najučestaliji su sudari tramvaja i motornih vozila s udjelom od 37 %, slijede okrznuća tramvaja i motornog vozila s udjelom od 32 %, pad tramvajskih putnika s udjelom od 14 % te nalet tramvaja na pješaka s udjelom od 8 %. Preostalih 9 % čine Sudari i okrznuća dvaju tramvaja, iskliznuća tramvaja te sudari tramvaja i motocikla odnosno bicikla. Pregled strukture prometnih nesreća u tramvajskom prometu u 2018. godini prikazan je na sljedećem grafikonu.

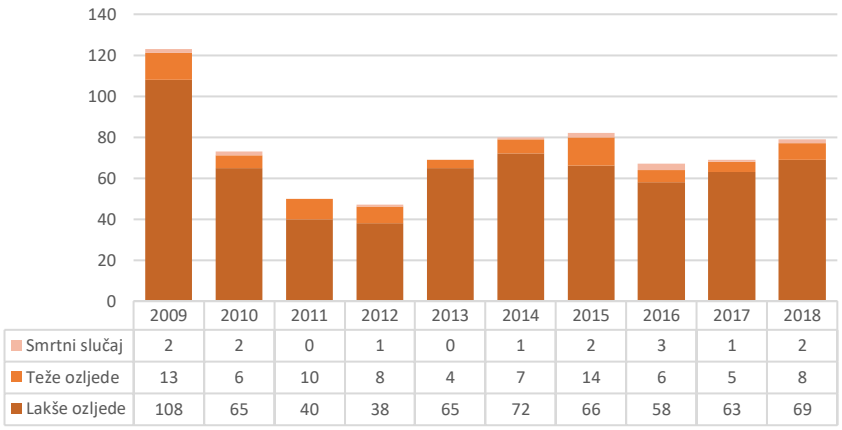
Grafikon 4-57: Struktura prometnih nesreća u tramvajskom prometu u 2018. godini



Izvor: Podaci Naručitelja

Na godišnjoj razini, u prosjeku, u prometnim nesrećama u tramvajskom prometu sudjeluje 70-tak osoba. Najmanji ozlijeđenih osoba bilo je 2012. godine, ukupno 40 lakše ozlijeđenih i 8 teže ozlijeđenih osoba te 1 smrtni slučaj. Od 2012. godine broj ozlijeđenih u prometnim nesrećama u tramvajskom prometu je u prorasti. 2018. godine u tramvajskom prometu je stradalo ukupno 79 osoba, od čega 69 lakše i 8 teže ozlijeđenih osoba, te 2 smrtno stradale osobe. Broj ozlijeđenih osoba u tramvajskom od 2009. do 2018. godine prikazan je na sljedećem grafikonu.

Grafikon 4-58: Broj ozlijeđenih osoba u tramvajskom u proteklih 10 godina



	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Smrtni slučaj	2	2	0	1	0	1	2	3	1	2
Teže ozljede	13	6	10	8	4	7	14	6	5	8
Lakše ozljede	108	65	40	38	65	72	66	58	63	69

Izvor: Izvješće o stanju sigurnosti JPP za 2018. godinu

Nešto više od polovice tramvajske pruge (53 %) odvojeno od ostalog prometa, dok se preostala pruga nalazi na zajedničkom tijelu. Nadalje, od ukupne duljine tramvajske mreže 20 % je odvojeno trakama rezerviranim za promet JPP (žute trake). Na prometnim površinama gdje se tramvajski i ostali promet odvijaju na zajedničkom tijelu dogodilo se 105 prometnih nesreća (62,5 %) dok se na tramvajskim pravcima odvojenim od ostalog prometa dogodilo 26 (15,48 %), u pješačkoj zoni 6 (3,57 %), a na trakama rezerviranim za promet JPP-a (žute trake) 31 prometna nesreća (18,45 %).

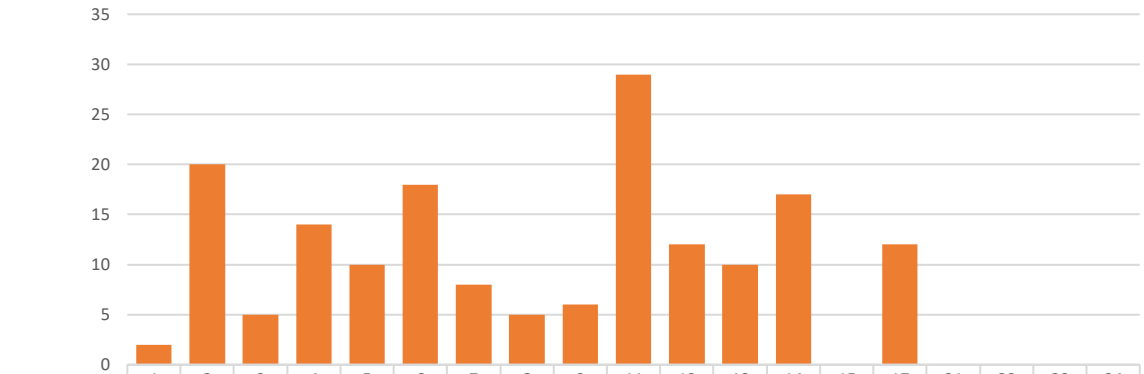
Na trakama rezerviranim za promet JPP (žute trake) dogodilo se 11 okrznuća tramvaja s motornim vozilom, 1 čeoni sudar, 9 bočnih sudara, 5 padanja putnika u tramvaju, 3 naleta na motorno vozilo i 2 naleta na pješaka.

Od prometnica s najvećim brojem prometnih nesreća ističu se Ilica s 9, Maksimirska s 8, Branimirova sa 7, Savska sa 6 i Ozaljska s 5 prometnih nesreća u 2018. godini. Na raskrižju Branimirova - Trpimirova dogodile su se 4 nesreće, dok su se na raskrižjima Ilica - Gundulićeva, Savska - Vukovarska , Branimirova – Erdodyeva i Zvonimirova- Kušlanova dogodile po 3 nesreće. Konačno, na Trgu Republike Hrvatske dogodile su se 4 prometne nesreće dok su se na okretištu Črnomerec dogodile 3 prometne nesreće.

Prometne nesreće koje su se dogodile na Maksimirskoj i Ilici disperzirane su po cijeloj dužini prometnica, a niti na jednom mjestu nije se dogodilo više od 3 prometne nesreće. Veći broj nesreća na tim pravcima se dogodio zbog: velike frekvencije tramvajskog i ostalog prometa, odvijanja prometa na zajedničkom tijelu, neopreznosti vozača motornih vozila prilikom uključivanja u promet s parkirališnih mjesta te promjene vozne trake.

Najviše prometnih nesreća u tramvajskom prometu, ukupno 29 nesreća, dogodilo se na liniji broj 11 Črnomerec Dubec koja prometuje kroz uži centar grada gdje se tramvajski i ostali promet većim djelom odvijaju na zajedničkom tijelu uslijed čega je povećana vjerojatnost događanja prometnih nesreća. Slijedi tramvajska linija 2 Črnomerec – Savišće sa 20 nesreća, tramvajska linija 6 Črnomerec – Sopot sa 18 nesreća i tramvajska linija 14 sa 17 nesreća. Pregled broja prometnih nesreća u tramvajskom prometu po tramvajskom linija u 2018. godini prikazan je na sljedećem grafikonu.

Grafikon 4-59: Broj prometnih nesreća u tramvajskom prometu po tramvajskim linijama u 2018. godini



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	17	31	32	33	34
Broj nesreća	2	20	5	14	10	18	8	5	6	29	12	10	17	0	12	0	0	0	0

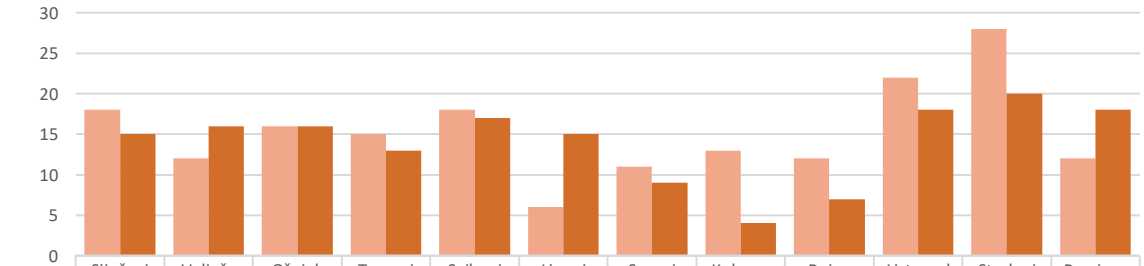
Izvor: Izvješće o stanju sigurnosti JPP za 2018. godinu

Analiza prometnih nesreća u tramvajskom sustavu po mjesecima pokazuje da se najveći broj nesreća događa u jesenskim mjesecima odnosno u mjesecima u kojima se kombinira intenzivan tramvajski promet i loši vremenski uvjeti, dok se najmanji broj nesreća događa u ljetnim mjesecima. Gledajući prema statistici proizlazi da se najviše nesreća dogodilo u studenom, ukupno 20 nesreća odnosno 11,90 % nesreća, a najmanje u kolovozu, ukupno 4 odnosno 2,38 %.

Gledano po danima u tjednu, najviše nesreća se događalo četvrtkom, ukupno 32 nesreće odnosno 19,05 % od ukupnog broja prometnih nesreća, a najmanje subotom, ukupno 13 prometnih nesreća odnosno 7,74 %. Konačni, gledano prema satima u danu, najviše prometnih nesreća, njih 30 odnosno 17,86 % prometnih nesreća dogodilo se u periodu između 12 - 14 sati. U doba dnevnog svjetla dogodilo se 128 nesreća odnosno 76,19% dok je u noćnom razdoblju bilo 40 nesreća odnosno 23,81 % ukupnog broja nesreća.

Pregled broja prometnih nesreća u tramvajskom prometu u 2017. i 2018. godini po mjesecima, danima i satima prikazan je na sljedećim grafikonima. razdoblju bilo 40 nesreća ili 23,81 %.

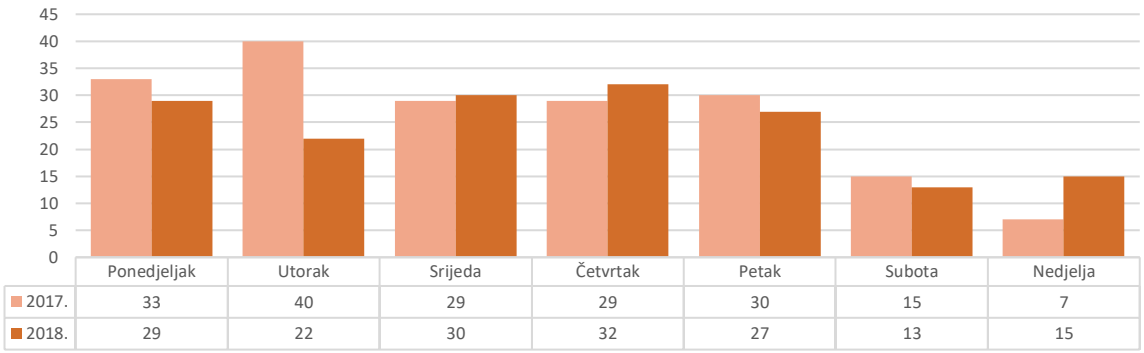
Grafikon 4-60: Broj prometnih nesreća po mjesecima za 2017. i 2018. godinu



	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac
2017.	18	12	16	15	18	6	11	13	12	22	28	12
2018.	15	16	16	13	17	15	9	4	7	18	20	18

Izvor: Izvješće o stanju sigurnosti JPP za 2018. godinu

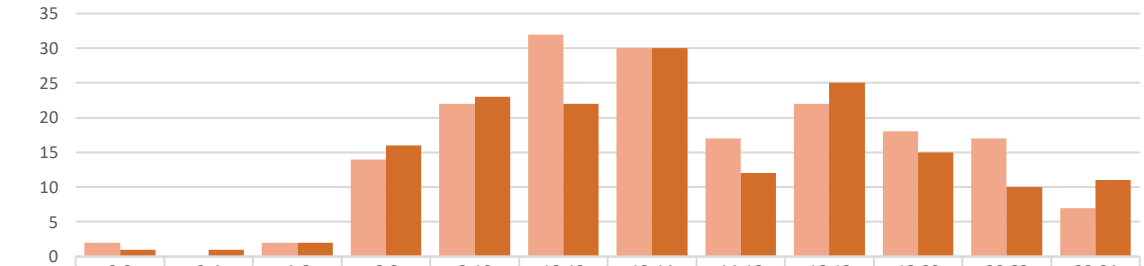
Grafikon 4-61: Broj prometnih nesreća po danima za 2017. i 2018. godinu



	Ponedjeljak	Utorak	Srijeda	Četvrtak	Petak	Subota	Nedjelja
2017.	33	40	29	29	30	15	7
2018.	29	22	30	32	27	13	15

Izvor: Izvješće o stanju sigurnosti JPP za 2018. godinu

Grafikon 4-62: Broj prometnih nesreća po satima za 2017. i 2018. godinu



	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24
2017.	2	0	2	14	22	32	30	17	22	18	17	7
2018.	1	1	2	16	23	22	30	12	25	15	10	11

Izvor: Izvješće o stanju sigurnosti JPP za 2018. godinu

4.7 Zaključak analize stanja tramvajskog sustava

Postojeća tramvajska mreža na području grada Zagreba sadrži ukupno 134 km tramvajskih kolosijeka širine 1.000 m, od čega 116 km prometnog kolosijeka te 17 km kolosijeka koji se nalaze u spremištima. Nadalje, mrežu čini 18 tramvajskih okretišta, 258 tramvajskih stajališta i 167 skretnica. Tramvaji su smješteni u dvije remize na području Trešnjevke i Dubrave. Trešnjevačka remiza sadrži 9.213,11 m kolosijeka, od kojih je 28 za parkiranje i 87 skretnica. Remiza u Dubravi sadrži 8.500 metara tračnica s 30 kolosijeka i 75 skretnica.

Tramvajski kolosijeci su izgrađeni, rekonstruirani odnosno popravljani u periodu od 1980. do 2018. godine, a najveći obim radova odvijao se u periodu od 1995. do 2004. godine. Pri periodičnoj izgradnji i rekonstrukciji (popravku) tramvajskih kolosijeka tijekom perioda od gotovo četiri desetljeća izvedena su ukupno 24 različita tipa konstrukcija kolosijeka obzirom na primijenjene kombinacije elemenata gornjeg i donjeg ustroja i načina izgradnje kolosijeka. Najveći dio tramvajskih kolosijeka izveden na armiranobetonskoj temeljnoj ploči na kojoj su tračnice pričvršćene dvostruko elastičnim pričvrsnim priborom (sustavom DEPP) i međusobno zavarene ručnim elektrolučnim (REL) postupkom zavarivanja.

Na temelju vizualnog pregleda kolosijeka ustanovljeno je da je stanje tračnica osobito narušeno u pojedinim stajalištima gdje dolazi do povećanog trošenja vozne površine tračnice uzrokovane kočenjem i pokretanjem tramvajskih vozila, dok je vozna površina tračnice često naborana na prilazima stajalištima. Na pojedinim dijelovima kolosijeka prisutno je značajno istrošenje tračnica. Puknuća su

osobito učestala uzduž Maksimirske ceste, Avenije Dubrava, te dijelu Ilice od Trga Dr. Franje Tuđmana do okretnice Črnomerec. Također, na pojedinim lokacijama primijećen je problem s odvodnjom te zapunjavanjem tucanika sitnim frakcijama. Uočeno zablaćenje kolosijeka osobito je izraženo na sekcijama kolosijeka duž Vukovarske ulice (od Savske do Držićeve ulice), duž Zvonimirove ulice, od Heinzelove ulice do Trga žrtava fašizma, te na Ksaverskoj cesti, od Gupčeve zvjezde do Mihaljevca. Vizualnim pregledom također su uočene nepravilnosti u zatvaranju kolosijeka sa završnim slojem od asfalta, kao i oštećenja poput propalih AB ploča, utonule tračnice ispod razine AB ploča, oštećenja na brtvljenim spojevima između asfalta i glave tračnice, propadanje asfaltnog sloja uslijed propadanja ležajeva, i sl.

Analiza stanja geometrije kolosijeka pokazala je da je duž 16,8 % kolosijeka loše stanje geometrije kolosijeka koje zahtijeva rekonstrukciju kolosijeka, dok je duž 19,0 % kolosijeka zadovoljavajuće stanje geometrije kolosijeka u eksploataciji, ali uz nužan oprez i pojačano praćenje i održavanje.

Analizom izmjerenih poprečnih presjeka tračnica utvrđeno je da se visinsko istrošenje vanjskih tračnica u krivini kreće se od 0 mm do 24,46 mm, a bočno istrošenje od 0 mm do 19,57 mm. Kod unutarnjih tračnica u krivinama visinsko se istrošenje kreće od 0 mm do 11,15 mm, a bočno istrošenje od 0 mm do 10,45 mm. Dubina žlijeba na tračnicama u skretnicama kod 50% žlijebova tračnica premašuje maksimalnu dopuštenu vrijednost visinskog istrošenja od 6 mm, dok je kod 33% žlijebova tračnica u križalištima izmjerena dubina žlijeba veća od dopuštenih 6 mm.

Analiza tramvajskih stajališta pokazala je da od ukupno 258 tramvajskih stajališta 101 stajalište (39%) smješteno je na pločniku dok je 157 (61%) stajališta smješteno u zasebnom tijelu. Najveći broj stajališta koja su smještena na pločnik nalaze se u širem centru grada, gdje zbog ograničenosti prostora i položaja tramvajske pruge nije moguća drugačija izvedba. Prema kriteriju minimalnih potrebnih dimenzija, 19 stajališta kraće je od 32 metra, dok 27 stajališta ima širinu manju od 2 metra. Gotovo sva stajališta nalaze se u zasebnom tijelu. Nadalje, gotovo polovica stajališta ne zadovoljava minimalnu visinu od 20 cm. Minimalnu udaljenost rubnjaka na stajalištu od osi kolosijeka ne zadovoljava 15 stajališta. Sva stajališta na tramvajskoj mreži označena su jednim od 9 tipova info stupova. Svako treće stajalište ima informacijski ekran tipa ND1 ili ND2 u kombinaciji s Pylon ili Mast info stupom. Isto tako jedno od tri stajališta opremljeno je samo info stupom tipa Pylon ili Mast. Nadstrešnice, ukupno 8 tipova, su izvedene na 172 stajališta. Najviše stajališta opremljeno je nadstrešnicama tipa Europlakat i Gredelj, ukupno 82% stajališta. Na frekventnim stajalištima poput autobusnog kolodvora, željezničkog kolodvora te ponekih stajališta u centru grada izvedene su dvije nadstrešnice.

Analiza ispravljačkih stanica pokazuje da je ugrađena oprema uglavnom dotrajala, na kraju je životnog vijeka i tehnološki zastarjela i više se ne proizvodi, te je zbog toga otežano održavanje. Oprema ne omogućava daljinski nadzor i upravljanje, a zaštita je zastarjela i u dijelu postrojenja nedostatna. Stanje ispravljačkih stanica ukazuje na nužnu rekonstrukciju kod koje će se izvršiti zamjena zastarjele oprema što treba obuhvatiti: zamjenu zastarjelih RP 10 (20) kV, ispravljača, DC razvoda, te demontažu postojećih sustava 24 VDC i ugradnju novih sustava besprekidnog istosmjernog napona 48 i 24 V, koji služe za napajanje upravljanja, nadzora, zaštite i komunikacije.

HEP u budućnosti planira ukidanje napona 10 kV u cijelom zagrebačkom području i prelazak na napon 20 kV, što predstavlja problem u ispravljačkim stanicama gdje postojeća srednjenaponska postrojenja, nadstrujni zaštitni releji, rastavljači, ispravljački transformatori, transformatori za kućnu potrošnju i

energetski transformatori opće potrošnje ne mogu zadovoljiti, te je nužna hitna zamjena kako bi se omogućio prelazak na višu naponsku razinu.

Nadalje, analizom je utvrđeno da otpor izolacije gotovo svih povratnih kabela u ispravljačkim stanicama ne zadovoljava te ih je potrebno, što hitnije, zamijeniti s novim kabelima presjeka 500 mm^2. Ujedno je prijedlog da se za napajanje svih sektora udaljenih > 1000 m od ispravljačke stanice položi, uz napojni (+) kabel, i obilazni povratni (-) kabel.

Analiza transformatora provedena tijekom 2019. godine u IS Daničićeva, IS Patačićkina, IS Ružmarinka, IS Remiza, IS Držićeva, IS Zvijezda, IS Zapruđe i IS Dubrava detektira da nisu opremljene transformatorima koji putem preklopki omogućavaju prelazak s postojećeg naponskog nivoa 10 kV na naponski nivo 20 kV, a svi uzorci, osim kućnog transformatora u IS Patačićkina, zadovoljili su propisana ispitivanja. Ispravljački transformator 2 u IS Držićeva je na graničnim vrijednostima prihvatljivosti rezultata ispitivanja. Problematika ispadanja iz mreže ispravljačkih stanica Poljanice, Kapucinska i Prečko (Dekanići), uslijed prevelikog zagrijavanja suhih transformatora, riješena je tokom 2019. ugradnjom ventilatora za prisilno hlađenje i doradom postojećih ventilacijskih otvora.

Suhi transformatori su do sada ugrađeni samo u novije građene IS Poljanice, Kapucinska i Dekanići, dok su u svim ostalim stanicama ugrađeni uljni transformatori. Jedno od dobrih rješenja je IS Gračansko Dolje koja je opremljena suhim tronamotnim ispravljačkim transformatorom s izvedbom dodatnog pomoćnog namotaja koji služi samo za napajanje vlastite potrošnje, te je to prijedlog da se slično rješenje provede u svim stanicama prilikom zamjene ispravljača i ispravljačkih transformatora.

Analiza ispravljačkih stanica pokazuje da je uslijed lošeg faktora snage (od 0,6 do 0,9) jalova energija koja se stvara na ispravljačkim transformatorima i ispravljačima, a uzrokovana je osnovnim i višim harmonicima struje. Prijedlog je da se analizira mogućnost ugradnje fiksne, automatske, dinamičke ili kombinirane kompenzacije jalove energije kako bi se smanjili troškovi električne energije za što je potrebno izraditi tehničko-ekonomsku analizu

U dvanaest ispravljačkih stanica (izuzev IS Kapucinska, Poljanice i Dekanići) ugrađeni su (+) DC razvodi zidane izvedbe sa istosmjernim prekidačima tipa Siemens 3WV nazivne stuje 2000 A koji su se pokazali izuzetno pouzdanim i kvalitetnim, ali sadašnji najveći problem postaje njihova nepouzdanost uslijed dotrajalosti prekidača i nemogućnosti pouzdane dobave rezervnih dijelova, a dodatni problem je i . nepostojanje pouzdane nadstrujne zaštite, te je kroz izbor novih tipova prekidača neophodno pratiti moderne smjernice razvoja prekidača kroz koje je moguće integrirati djelovanja prekidača i pridružene vanjske jedinice nadstrujne zaštite.

Postojeći niskonaponski razvodi opće potrošnje u ispravljačkim stanicama Dubrava i Remiza su koncepcijski i sigurnosno zastarjeli, a oprema, proizvođača Končar, Energoinvest i IMP se više ne proizvodi i za nju ne postoje rezervni dijelovi pa je nije moguće zamijeniti u prihvatljivom vremenskom roku koji omogućuje neometano odvijanje prometa. Sama izvedba ovih razvodnih, komandnih i signalnih ormara omogućuje dodirivanje dijelova pod naponom, što čini veliki sigurnosni rizik, te je zbog svega navedenog nužna zamjena postojeće niskonaponske razvode opće potrošnje u IS Dubrava i IS Remiza.

Postojeći sustavi pomoćnog napajanja u ispravljačkim stanicama koriste napajanja 230 VAC, 24 VAC, 48 VDC i 24 VDC, a u novijim pomoćno upravljanje 230 V AC iz ormara vlastite potrošnje koristi se za napajanje električna instalacija rasvjete i utičnica, a napajanje 48 VDC koristi se za upravljanje brzim

DC prekidačima i srednjenaponskim postrojenjem. Za signalizaciju se koristi napajanje 24 VDC. Za vrijeme najnovijih rekonstrukcija u nekim stanicama ugrađeni su sustavi istosmjernog napajanja s ispravljačima 230 VAC/48 VDC, baterijama i pretvaračima 48 VDC/24 VDC proizvođača Končar, tip Konel. Predlaže se ugradnja novih sustava istosmjernog pomoćnog napajanja s dvije naponske razine tijekom rekonstrukcija ispravljačkih stanica čija će naponska razina 48 VDC služiti za napajanje uklopnog mehanizma prekidača, a 24 VDC za napajanje svih ostalih zaštitnih, mjernih i upravljačkih krugova.

U većini ispravljačkih stanica električna instalacija rasvjete i utičnica je zastarjela, koriste se zastarjela i nedovoljno energetski učinkovita rasvjetna tijela opće i nužne rasvjete koja je potrebno zamijeniti.

Vlasnička struktura većine ispravljačkih stanica nema usklađene katastarske i gruntovne podatke i imovinsko pravno nije riješena, odnosno nije u vlasništvu ZET-a. Podaci o izvedenom stanju pojedinih IS ne postoje, a postojeća dokumentacija dostatna je da se vide osnovna obilježja zgrade i strukturne razlike između pojedinih tipova IS.

Analiza debljine kontaktnog vodiča pokazala je da na dionicama nekompenzirane kontaktne mreže, kao posljedica većeg provjesa odnosno povećanog trenja na pantograf u fazi spuštanja prema najnižoj točki provjesa, postoje kritične dionice sa smanjenom debljinom kontaktnog vodiča. Na takvim dionicama je potreban povećan oprez i češća kontrola istrošenosti kontaktnog vodiča, te eventualna zamjena kontaktnog vodiča ukoliko on ne zadovoljava minimalne zahtjeve sustava opskrbe električnom energijom.

Vozni park čini ukupno 317 tramvajskih vozila, od čega 266 motornih kola i 51 prikolica. Većinu tramvajskih vozila danas čine tramvajska motorna kola TMK 2200, ukupno 140 niskopodnih tramvaja puštenih u promet između 2005. i 2010. godine. Značajan udio u voznom parku čine motorna kola proizvođača ČKD-Tatra, ukupno 97 vozila od čeka 51 vozilo tipa TMK 301 (KT4YU) i 46 vozila tipa TMK 401, što povećava prosječnu starost motornih kola na 22,8 godina dok prosječna starost prikolica iznosi čak 42,3 godine. Na godišnjoj razini iz prometa se povuče između 3.500 i 4.000 vozila, odnosno na 100.000 prijeđenih kilometara iz prometa se povuče oko 50 tramvajskih vozila. Najčešći razlog povlačenja vozila iz prometa u 2018. godini je upravljanje, vožnja ili kočenje, ukupno 1.628 povlačenja odnosno 18,4 povlačenja na 100.000 prijeđenih kilometara tramvajskih vozila. Najčešće su povlačena vozila TMK 401, čak 59,0 puta na 100.000 prijeđenih kilometara.

Tramvajski prijevoz putnika organiziran je s 15 dnevnih i 4 noćnih tramvajskih linija koje opslužuju sveukupno 258 stajališta. Dnevne linije organizirane su od 04:00 do 00:00 sata, a noćne od 00:00 do 04:00 sata. Na godišnjoj razini, tramvajski prijevoz je uređen kroz 2 sezonska vozna reda, jedan za razdoblje izvan turističke sezone, a drugi za razdoblje u vrijeme turističke sezone. U pojedinom razdoblju vozni red je određen zasebno za radni dan, subotu te nedjelju i blagdan. Dodatno, tijekom jednog dana vozni red podijeljen je na dnevne i noćne tramvajske linije. U razdoblju izvan turističke sezone, radnim danom tramvajski promet organiziran je kroz 187 voznih redova za pojedino tramvajsko vozilo koji sadrže ukupno 3.681 polazaka tramvajskih vozila, uključujući servisne vožnje, odnosno izlaske tramvajskih vozila iz depoa na mrežu te povratak istih u depo. Subotom je tramvajski promet organiziran kroz 131 vozni s ukupno 2.685 polazaka tramvajskih vozila, dok je nedjeljom i blagdanom organiziran kroz 114 voznih redova s ukupno 2.302 polazaka tramvajskih vozila.

Naplata usluge javnog prijevoza u vozilima vrši se putem pojedinačnih, dnevnih, mjesečnih i godišnjih karata, tzv. mješoviti tarifni sustav. Sva vozila su opremljena validatorima koji omogućuju isključivo

validaciju elektronskih karata. Validacija papirnatih karata moguća je na validatorima smještenim u blizini prvih vrata svih vozila, a u niskopodnim tramvajima validatorima su postavljeni i kod zadnjih vrata. Putnici za prijevoz mogu koristiti tri vrste voznih karata: pretplatne karte, dnevne karte i višednevne karte te pojedinačne karte, u elektronskom i/ili papirnatom obliku.

Uvođenjem novog modela naplate prijevoza u obliku pojedinačne karte u trajanju od 30 minuta, po cijeni od 4,00 HRK, i karte po cijeni od 7,00 HRK s valjanošću od 60 minuta, smanjena je prodaja dnevnih i višednevnih karata, a samim time smanjeni su i prihodi od prodaje istih.

Konačno, analiza sigurnosti pokazala je da se broj prometnih nesreća u tramvajskom prometu u posljednjih 10 godina kontinuirano smanjuje. U 2018. godini dogodilo se 168 prometnih nesreća, u prosjeku dnevno 0,26 prometnih nesreća na 31.851 ostvareni kilometar motornih kola.

5 Analiza prometne ponude i potražnje

Prometna ponuda opisuje kapacitet prometne infrastrukture i prijevoznog sredstva prometnog sustava, a izražava se u vidu kapaciteta infrastrukture, frekvencije usluge i pokrivenosti mreže. S druge strane, **prometna potražnja** opisuje potrebe za prijevozom, u slučajevima da su potrebe zadovoljene u cijelosti, djelomično ili da nisu zadovoljene. Prometna potražnja izražava se brojem putnika u jedinici vremena.

Analiza prometne ponude i potražnje tramvajskog prometnog sustava na području Grada Zagreba izvršena je na temelju dostupnih podataka koji opisuju prometnu infrastrukturu i uslugu prijevoza, te korištenjem prometnog modela razvijenog u sklopu izrade I. faze Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko - zagorske županije. Dodatno, prometna ponuda analizirana je na temelju podataka prikupljenih prometnim istraživanjima te podataka iz evidencije putnika u tramvajskom prometnom sustavu.

Obzirom na mnoge izmjene u tramvajskom prometu u vrijeme turističke sezone, a koje su uslijedile kao posljedica zatvaranja određenih dionica tramvajskog kolosijeka radi rekonstrukcije istih, analiza prometne ponude i potražnje obuhvatila je razdoblje izvan turističke sezone.

5.1 Prometna ponuda

Prometnu ponudu tramvajskog prometnog sustava na području Grada Zagreba čine tramvajski kolosijek, tramvajska stajališta i okretišta, te tramvajska vozila pridružena tramvajskim linijama s pripadajućim voznim redom.

Tramvajsku mrežu čini 116 kilometara tramvajskog kolosijeka i 258 tramvajskih stajališta. Tramvajska mreža povezuje središnji dio grada sa Črnomercem, Trešnjevkom, Jarunom, Prečkom, Novim Zagrebom, Peščenicom, Žitnjakom, Borongajem, Dubravom te podsljemenskom zonom Gračani i Mihaljevac. Prosječna udaljenost između stajališta iznosi 421 metar

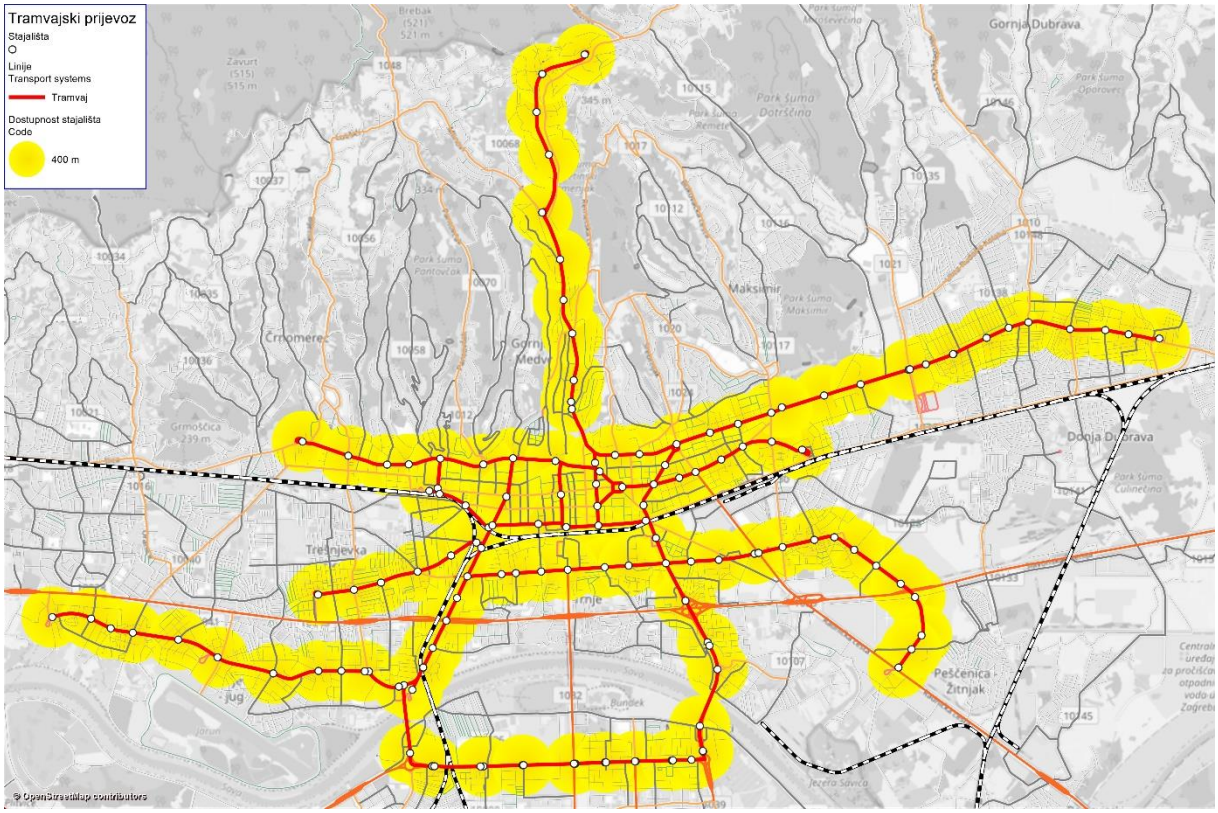
Analiza prometne ponude tramvajskog prometnog sustava izvršena je kroz analizu dostupnosti tramvajskih stajališta i ključnih lokacija tramvajskom prometnim sustavom, analizu brzina tramvajskih vozila na pojedinim odsječcima tramvajske prometne mreže, analizu frekvencija te analizu kapaciteta tramvajskih vozila.

5.1.1 Analiza dostupnosti

Analiza dostupnosti stajališta javnog prijevoza predstavlja osnovu planiranja sustava javnog prijevoza kako bi se odredio potencijalan broj putnika. Analiza dostupnosti tramvajskih stajališta izvršena je pomoću prometnog modela za udaljenost obuhvata stajališta od 400 metara, što odgovara pješačenju u trajanju od 5 minuta. Može se zaključiti da tramvajski sustav javnog prijevoza obuhvaća središte grada Zagreba, omeđeno Slavonskom avenijom na jugu, Selskom na zapadu, Ilicom i Vlaškom na sjeveru i Heinzelovom na istoku, veliki dio Novog Zagreba, te naselja uz Horvaćansku cestu, ulicu Medveščak i Ksaversku cestu, Maksimirsku cestu i Aveniju Dubrava te Ulicu grada Gospića. Procjena je

da u zoni obuhvata 400 metara od stajališta tramvajskog prometnog sustava živi 25% populacije Grada Zagreba odnosno oko 200 tisuća stanovnika. Na sljedećoj slici prikazana je analiza dostupnosti stajališta tramvajskog prometnog sustava. Žutom bojom označen je obuhvat tramvajskih stajališta od 400 metara.

Slika 5-1: Analiza dostupnosti tramvajskih stajališta (obuhvat 400 m)



Izvor: Izrađivač

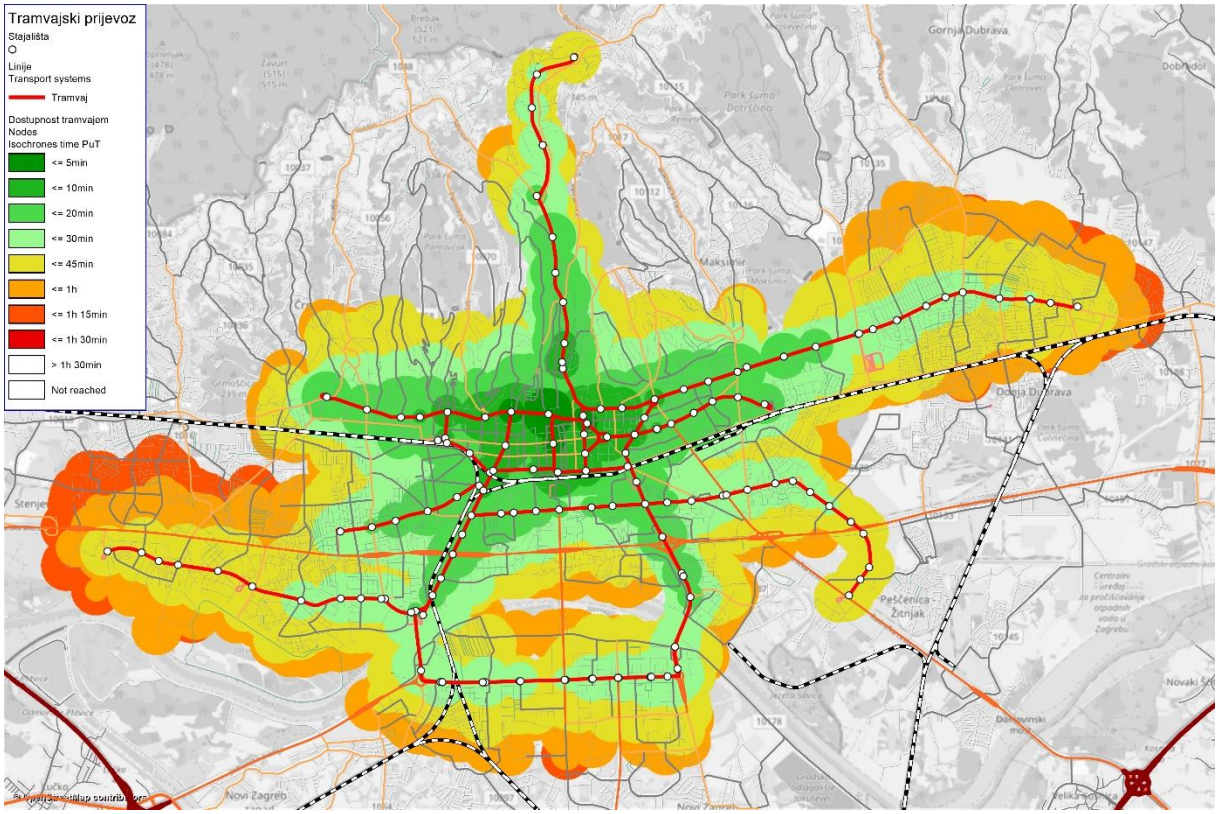
Tramvajski promet na području grada Zagreba organiziran je u 15 dnevnih i 4 noćne tramvajske linije, kroz vozne redove za radni dan, subotu te nedjelju i blagdan, u razdoblju izvan turističke sezone te u vrijeme turističke sezone.

Temeljem podataka voznog reda za karakterističan radni dan izvan turističke sezone izvršena je **analiza dostupnosti ključnih lokacija tramvajem,** kao što su središnji zagrebački trg, Glavni kolodvor, Autobusni kolodvor, Kampus Borongaj, Studentski dom Stjepana Radića, i sl. Analiza dostupnosti prikazuje se izohronama, a izračunava se kao vrijeme putovanja tramvajskim prometnim sustavom do ključnog stajališta, uključujući pješačenje do tramvajskog stajališta u trajanju do 5 minuta.

Analiza dostupnosti ključnih lokacija na području Grada Zagreba tramvajskim prometnim sustavom pokazala je da su analizirane ključne lokacije dostupne putovanjem tramvajem u trajanju do najviše 60 minuta.

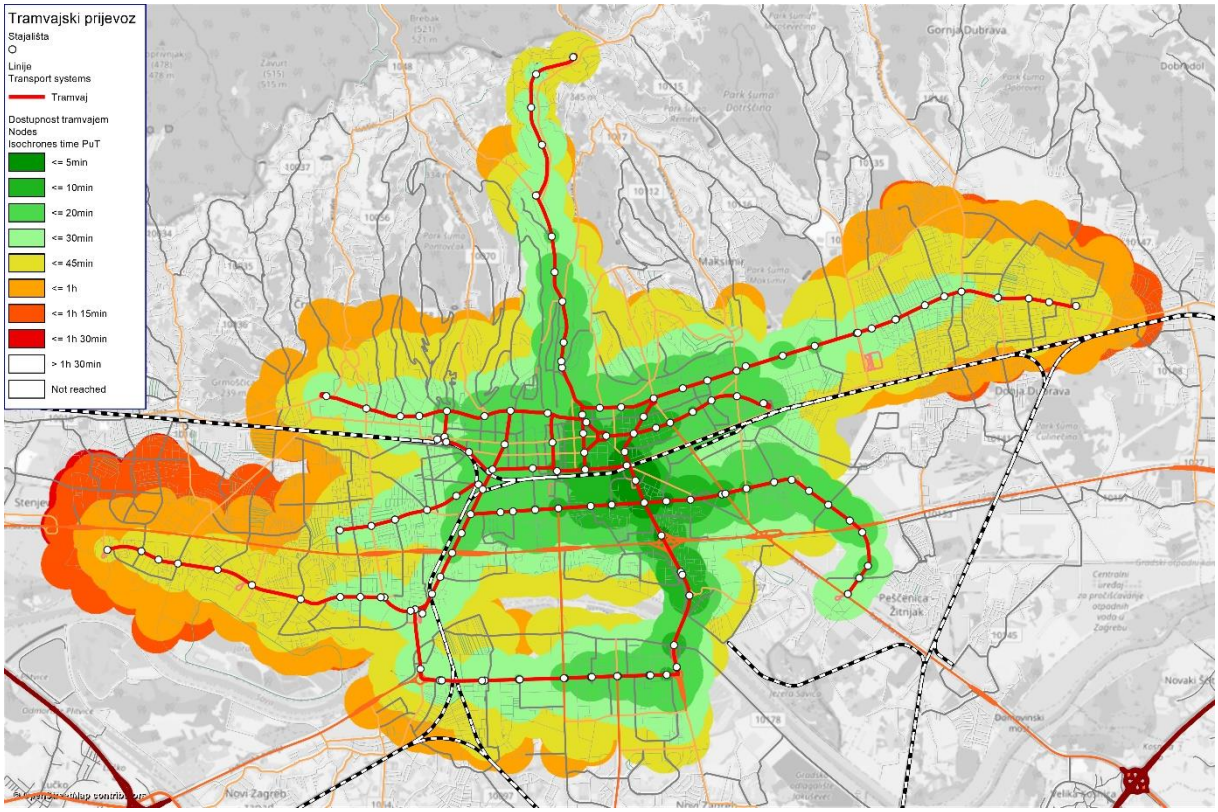
Na sljedećim slikama prikazana je analiza dostupnosti stajališta tramvajskog prometnog sustava, te dostupnost Trga bana J.Jelačića, Autobusnog kolodvora i studentskog doma S.Radića tramvajem. Izohipse zelenih boja označavaju putovanja u trajanju do 30 minuta, žuta boja označava putovanja u trajanju do 45 minuta, dok narančasta boja prikazuje putovanja u trajanju do 60 minuta.

Slika 5-2: Dostupnost Trga bana J.Jelačića tramvajem



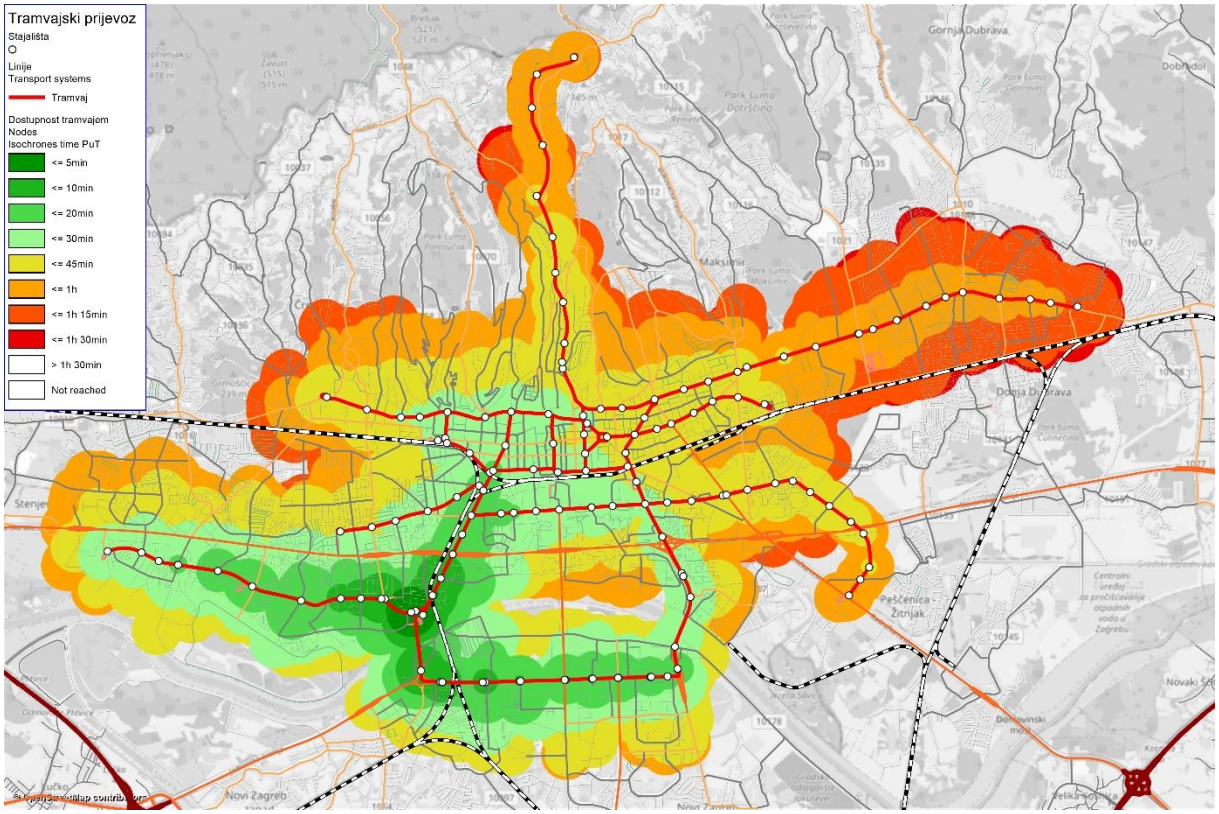
Izvor: Izrađivač

Slika 5-3: Dostupnost Autobusnog kolodvora tramvajem



Izvor: Izrađivač

Slika 5-4: Dostupnost Studentskog doma Stjepan Radić tramvajem



Izvor: Izrađivač

5.1.2 Analiza brzina

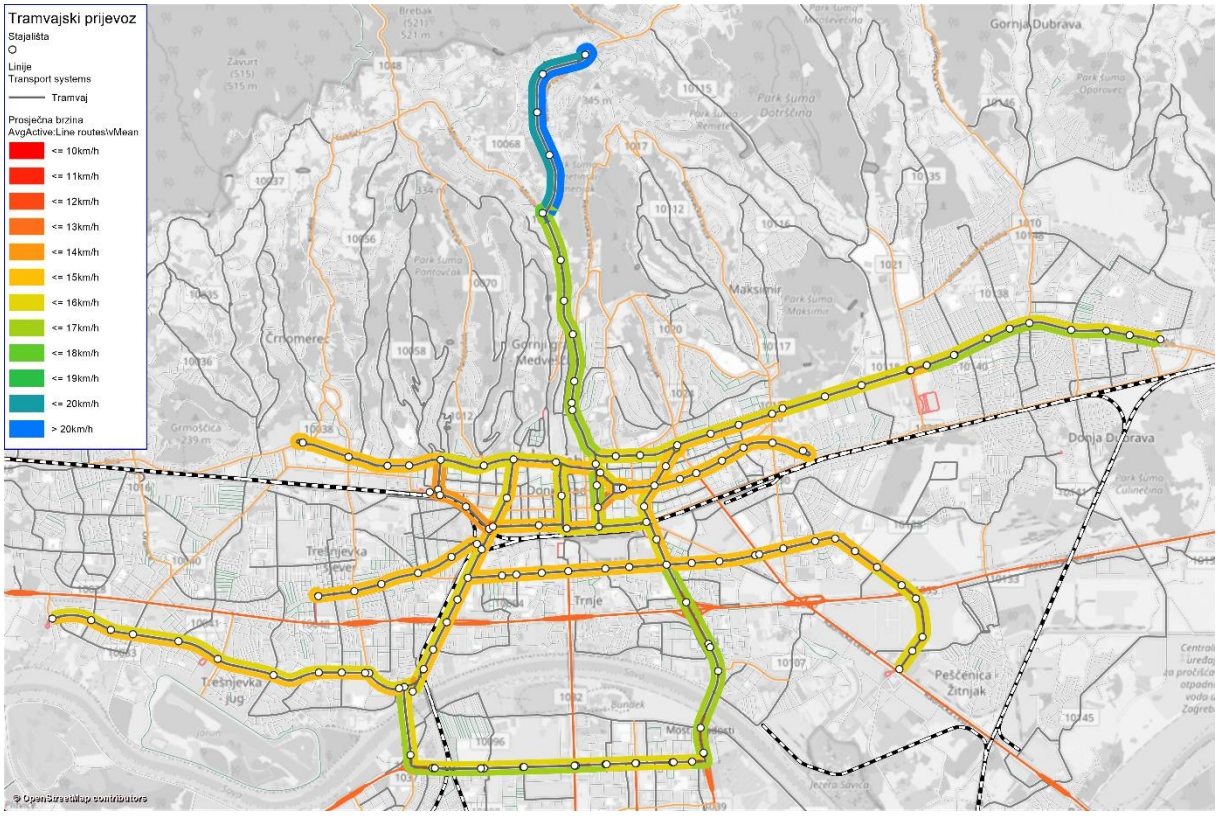
Upotrebom prometnog modela, a temeljem podataka voznog reda za razdoblje izvan turističke sezone, izvršena je **analiza prosječnih brzina tramvaja na odsječcima tramvajske prometne mreže** radnog dana, te u vrijeme jutarnjeg vršnog sata radnog dana izvan turističke sezone.

Općenito, prosječna operativna brzina tramvaja na pojedinim dionicama trase kreće se između 13,0 i 23,7 km/h. Prosječna operativna brzina tramvajskih linija tijekom radnog dana iznosi 15,5 km/h, dok u vrijeme vršnog sata iznosi 14,9 km/h.

Prosječna brzina veća je na rubnim područjima grada te na odsječcima gdje se tramvajski kolosijek nalazi u zasebnom koridoru. Na dionicama tramvajske mreže gdje se tramvajski kolosijek nalazi u voznom traku cestovne prometnice, i to posebno na dionicama ulice Ilica u smjeru okretišta Črnomerec i Savske ceste u smjeru centra, prosječna brzina tramvaja manja je od 13 km/h. U vrijeme jutarnjeg vršnog sata, osim na već navedenim dionicama, na Tratinskoj i Ozaljskoj ulici prema okretištu Ljubljanica, na Maksimirskoj cesti i Vlaškoj ulici u smjeru centra te Horvaćanskoj cesti u smjeru grada, prosječna brzina tramvaja manja je od 13 km/h.

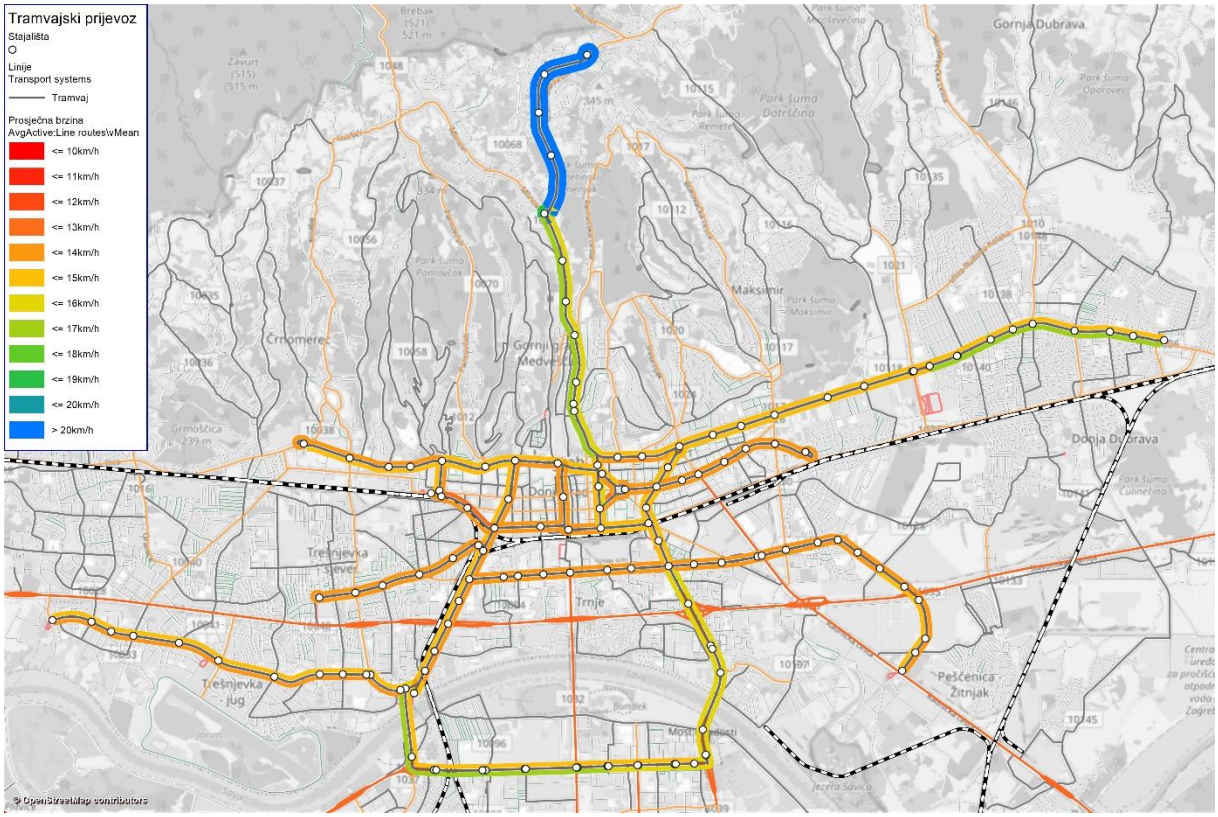
Na sljedećim slikama različitim bojama kategorizirana je operativna brzina tramvaja po dionicama tramvajskog kolosijeka u vrijeme radnog dana izvan turističke sezone te u vrijeme jutarnjeg vršnog sata radnog dana.

Slika 5-5: Prosječna brzina tramvaja po odsječcima prometne mreže tijekom radnog dana izvan turističke sezone



Izvor: Izrađivač

Slika 5-6: Prosječna brzina tramvaja po odsječcima prometne mreže u jutarnjem vršnom satu radnog dana



Izvor: Izrađivač

5.1.3 Analiza frekvencija

Frekvencijom usluge izražen je intenzitet odnosno učestalost kretanja tramvaja na promatranoj liniji. Definira se kao broj tramvajskih vozila koji u jedinici vremena prođu kroz promatrani presjek, a izražava se odnosom broja vozila i vremena obrta. Analiza frekvencija izvršena je za vršni sat karakterističnog radnog dana izvan turističke sezone.

Dnevne tramvajske linije u jednom danu polaze ukupno 3.627 puta. U vršnom satu radnog dana vozila polaze svakih 6 do 15 minuta, u prosjeku svakih 9 minuta. Sveukupno dnevne tramvajske linije u jednom danu naprave 39.519 kilometara. Vrijeme obrtaja iznosi između 23 minute, koliko iznosi na najkraćoj tramvajskoj liniji 15 Mihaljevac – Dolje, i 142 minute koliko iznosi na liniji 5 Prečko – Dubec. U prosjeku vrijeme obrtaja pojedine tramvajske linije iznosi oko 110 minuta.

Obzirom na broj tramvajskih vozila u radu i vrijeme obrtaja istih u vrijeme vršnog sata karakterističnog radnog dana izvršen je izračun frekvencije usluge, koja se kreće između 4 vozila/sat na liniji 8 Mihaljevac – Zapruđe i 10 vozila/sat na linijama 6 Črnomerec – Sopot i 11 Črnomerec – Dubec.

Pregled osnovnih pokazatelja ponude dnevnih tramvajskih linija karakterističnog radnog dana prikazan je u sljedećoj tablici.

Tablica 5-1: Osnovni pokazatelji ponude dnevnih tramvajskih linija radnog dana

Naziv linije	Duljina linije [km]	Broj vozila u radu	Slijed vozila [min]	Vrijeme obrta [min]	Frekvencija [voz/h]	Dnevni broj polazaka	Dnevni broj kilometara [km]
1 Zapadni kolodvor - Borongaj	5,915	5	12	61	5	166	982
2 Črnomerec - Savišće	10,723	14	8	113	7	264	2.831
3 Ljubljanica - Savišće	10,178	8	12	99	5	170	1.730
4 Savski most - Dubec	13,630	14	9	125	7	254	3.462
5 Prečko - Dubrava	14,448	12	12	142	5	190	2.745
6 Črnomerec - Sopot	10,472	16	6	99	10	322	3.372
7 Savski most - Dubec	16,400	18	8	139	8	285	4.674
8 Mihaljevac - Zapruđe	8,359	5	15	73	4	159	1.329
9 Ljubljanica - Borongaj	7,384	10	8	82	7	226	1.669
11 Črnomerec - Dubec	11,998	18	6	112	10	344	4.127
12 Ljubljanica - Dubrava	9,336	14	7	97	9	290	2.707
13 Kvaternikov trg - Žitnjak	11,267	10	12	117	5	177	1.994
14 Mihaljevac - Zapruđe	12,900	16	7	116	8	289	3.728
15 Mihaljevac - Dolje	2,711	2	11	23	5	204	553
17 Prečko - Borongaj	12,596	17	8	128	8	287	3.615

Izvor: Izrađivač

5.1.4 Analiza kapaciteta

Efikasnost prijevoza putnika dnevnim tramvajskim linijama iskazana je vrijednostima statičkog i dinamičkog kapaciteta. Statički kapacitet predstavlja raspoloživi broj mjesta za sjedenje i stajanje jednog tramvaja na liniji, a izračunat je za svaku tramvajsku liniju kao prosječan kapaciteta vozila koje opslužuju predmetnu liniji. Dinamički kapacitet linije predstavlja broj putničkih mjesta koji promatrana tramvajska linija može ponuditi u jedinici vremena, a određena je kao umnožak maksimalne frekvencije i maksimalnog broja putničkih mjesta po tramvaju na liniji.

Vrijednosti dinamičkog kapaciteta vozila kreću se od 515 putnika/sat na liniji 15 Mihaljevac – Dolje, pa sve do 2.710 putnika/sat koliko iznosi na liniji 11 Črnomerec – Dubec. Ukupan dinamički kapacitet dnevnih tramvajskih linija u vršnom satu karakterističnog radnog dana izvan turističke sezone iznosi nešto više od 24,4 tisuća putnika/sat.

Vrijednosti statičkog i dinamičkog kapaciteta kao i frekvencije usluge dnevnih tramvajskih linija karakterističnog radnog dana prikazane su u sljedećoj tablici.

Tablica 5-2: Vrijednosti statičkog i dinamičkog kapaciteta te frekvencije dnevnih tramvajskih linija

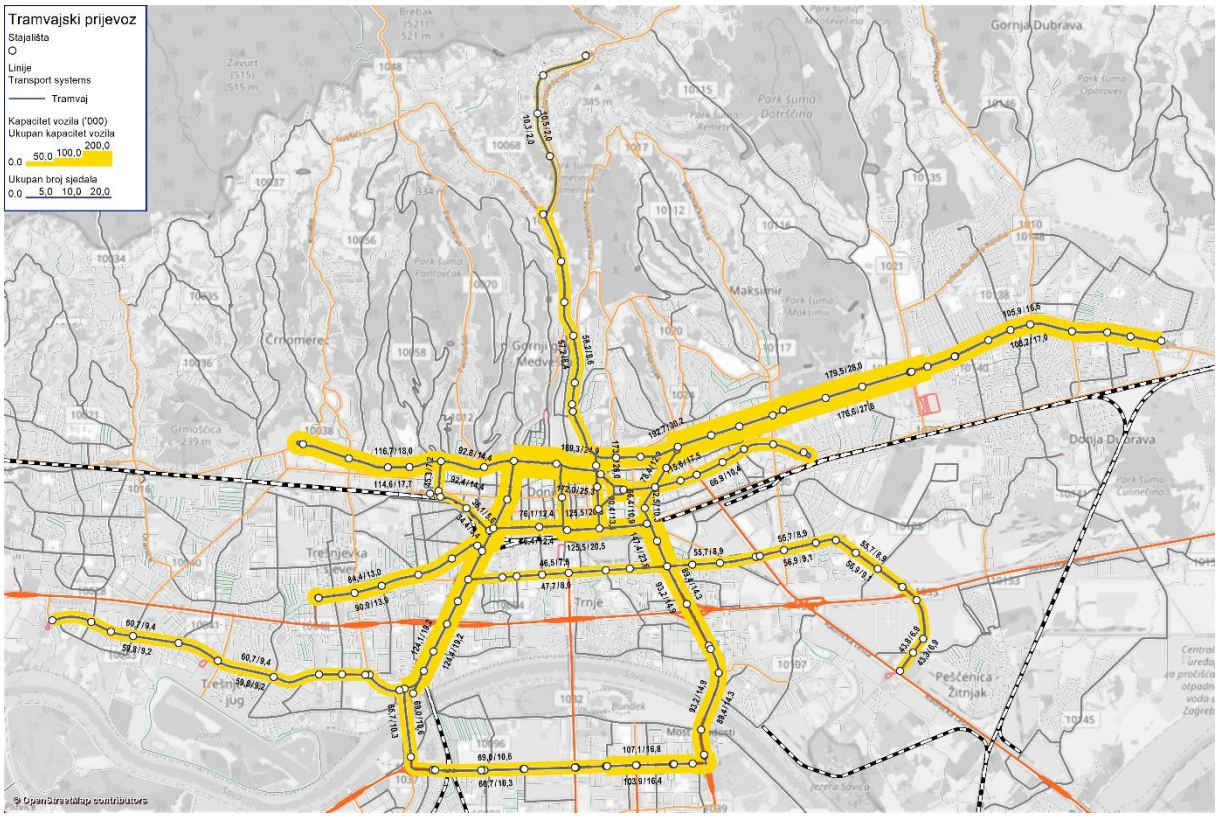
Naziv linije	Duljina linije	Broj vozila u radu	Slijed vozila [min]	Frekvencija [voz/h]	Prijevozna brzina [km/h]	Brzina obrta [km/h]	Statički kapacitet [put]	Dinamički kapacitet [put/h]
1 Zap. kolodvor - Borongaj	5,915	5	12	5	14,2	11,6	150	750
2 Črnomerec - Savišće	10,723	14	8	7	13,0	11,4	246	1,722
3 Ljubljanica - Savišće	10,178	8	12	5	13,7	12,3	150	750
4 Savski most - Dubec	13,630	14	9	7	14,2	13,1	236	1,652
5 Prečko - Dubrava	14,448	12	12	5	13,2	12,2	254	1,270
6 Črnomerec - Sopot	10,472	16	6	10	14,3	12,7	244	2,440
7 Savski most - Dubec	16,400	18	8	8	15,6	14,2	247	1,976
8 Mihaljevac - Zapruđe	8,359	5	15	4	15,7	13,7	248	992
9 Ljubljanica - Borongaj	7,384	10	8	7	12,3	10,8	151	1,057
11 Črnomerec - Dubec	11,998	18	6	10	14,3	12,9	271	2,710
12 Ljubljanica - Dubrava	9,336	14	7	9	13,2	11,5	271	2,439
13 Kvaternikov trg - Žitnjak	11,267	10	12	5	12,8	11,6	150	750
14 Mihaljevac - Zapruđe	12,900	16	7	8	14,6	13,3	271	2,168
15 Mihaljevac - Dolje	2,711	2	11	5	25,0	14,1	103	515
17 Prečko - Borongaj	12,596	17	8	8	13,4	11,8	271	2,168

Izvor: Izrađivač

Analiza kapaciteta tramvajskih vozila na određenim odsječcima tramvajske prometne mreže izvršena je pomoću prometnog modela, a temelji se na podacima voznog reda tramvajskih vozila za radni dan izvan turističke sezone i podacima o voznom parku.

Na sljedećim slikama prikazane su vrijednosti ukupnog kapaciteta tramvajskih vozila odnosno ukupnog broja mjesta, te ukupan broj sjedećih mjesta u svim vozilima koja prolaze predmetnim odsječkom tramvajske mreže.

Slika 5-7: Kapacitet tramvajskih vozila radnog dana izvan turističke sezone (u tisućama)



Izvor: Izrađivač

5.1.5 Analiza opterećenja tramvajskog kolosijeka

Opterećenje tramvajskog kolosijeka predstavlja pokazatelj utjecaja tramvajskog prometa na trajnost i sigurnost kolosiječne infrastrukture, a podrazumijeva ukupnu količinu svih tereta koji godišnje prođu kroz cijelu tramvajsku mrežu odnosno kroz određenu dionicu prometne mreže.

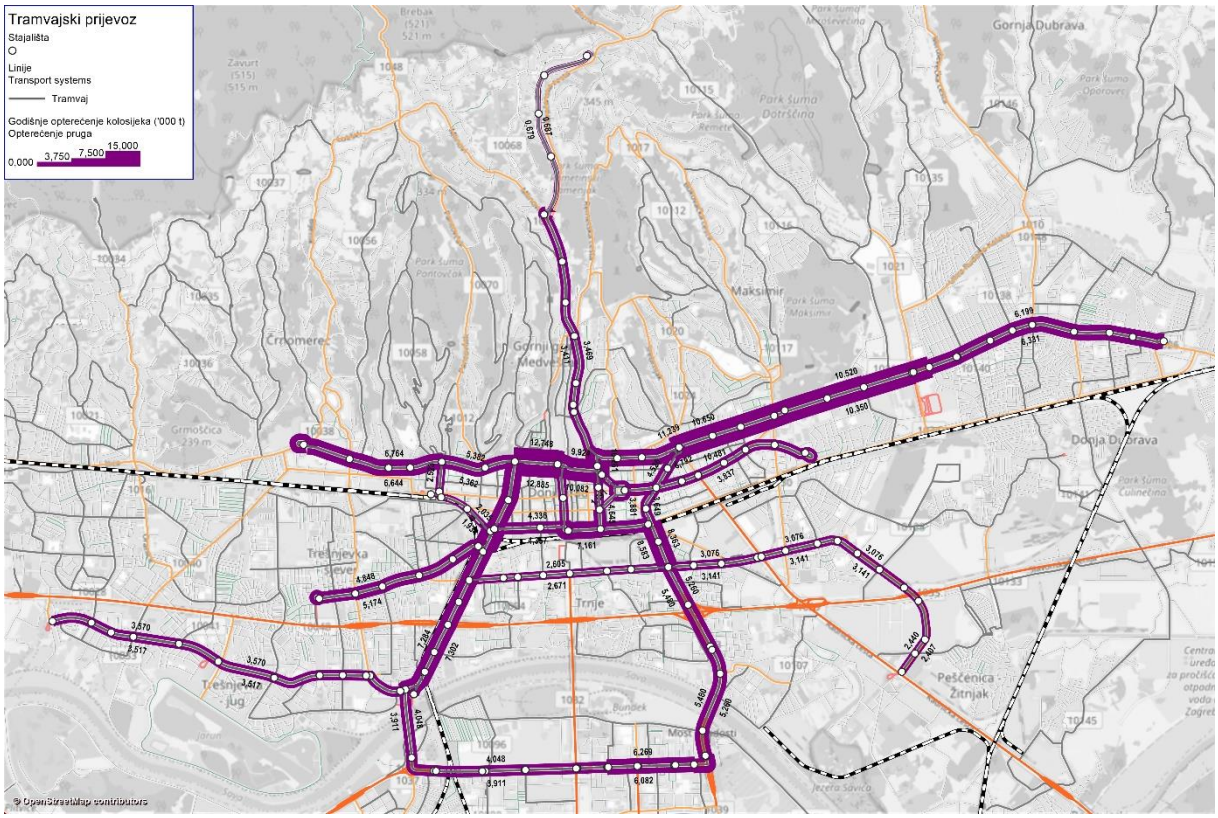
Tablica 5-3: Osnovni tehnički podaci tramvajskih vozila

Tip vozila	TMK 201	TMK 301	TMK 401	TMK 2100	NT 2200	NT 2300	TMK 201 + TP 591	TMK 401 + TP 801
Masa praznog vozila (t)	17,12	19,70	17,30	35,00	41,50	28,50	25,72	30,80
Broj putničkih sjedala	21	25	20	46	41	27	38	41
Broj stajaćih mjesta	83	125	83	196	241	123	175	176
Ukupan kapacitet vozila	104	150	103	242	282	150	213	217
Masa punog vozila – Popunjenost 40% (t)	20,24	24,20	20,39	42,26	49,96	33,00	32,11	37,31
Masa punog vozila – Popunjenost 100% (t)	24,92	30,95	25,03	53,15	62,65	39,75	41,70	47,08

Izvor: Podaci naručitelja

Izračun opterećenja kolosijeka na godišnjoj razini izvršen je na temelju voznog reda iz 2018. godine, prema karakterističnim razdobljima u godini (izvan turističke sezone i u vrijeme turističke sezone) i karakterističnim danima u tjednu (radni dan, subota, nedjelja).

Slika 5-8: Ukupno godišnje opterećenje tramvajskog kolosijeka (u tisućama tona)



Izvor: Izrađivač

5.2 Prometna potražnja

Analiza prometne potražnje postojećeg tramvajskog sustava temelji se na dostupnim podacima o prometnoj potražnji, provedenim prometnim istraživanjima i rezultatima prometnog modela postojećeg stanja za 2017. godinu.

Od dostupnih podataka izvršena je analiza prometnih istraživanja provedenih u sklopu izrade I. faze Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije, prodaja karata unatrag tri godine te evidencija putnika na godišnjoj, dnevnoj i satnoj razini.

Učinci, prometni i operativni, tramvajskog sustava u 2017. godini analizirani su putem prometnog modela, također izrađenog u sklopu izrade I. faze Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije.

5.2.1 Prometna istraživanja

U sklopu izrade I. faze Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko - zagorske županije, između ožujka i lipnja 2017. godine, proveden je niz prometnih istraživanja. Pregled provedenih istraživanja i njihov opseg prikazan je u sljedećoj tablici.

Tablica 5-4: Pregled prometnih istraživanja

Redni broj	Prometno istraživanje
1	**Ankete kućanstava** Pitanja pokrivaju sve oblike prijevoza. Ankete prikupljaju podatke o preferencijama i mišljenjima korisnika prometnog sustava o nizu pitanja.
2	**Izvorišno-odredišne ankete u cestovnom prometu osobnih vozila i u sustavu javnog prijevoza** Ankete na cestovnim presjecima i na postajama/stanicama javnog prijevoza unutar područja istraživanja. Izvorišno-odredišne ankete tijekom razdoblja vršnog opterećenja prometa u jutarnjim i popodnevnim satima (6:00-9:00 i 15:00-18:00).
3	**Automatsko brojanje prometa** Automatsko brojanje pokriva razdoblje od 24 sata i mjeri protok prometa prema smjeru, a uključuje klasifikaciju vozila kao lakih i teških.
4	**Klasifikacija prometa na raskrižjima (manualno)** Sveobuhvatna klasifikacija uključuje brojanje kretnji, odnosno skretanja, prometa tijekom 2 razdoblja od 3 sata (06:00-09:00 - 15:00-18:00) na svakoj lokaciji. Brojanje uključuje pješake i bicikliste kao razred korisnika, uključujući podatke o dolasku/odlasku i količini prijelaza.
5	**Klasifikacija prometa na cestovnim presjecima (manualno)** Klasifikacija prometa na cestovnim presjecima tijekom 15-satnog razdoblja (06:00 - 21:00) na svakoj lokaciji. Brojanja uključuju pješake i bicikliste kao razred korisnika, a mjere se prema smjeru.
6	**Brojanja putnika u autobusima/tramvajima** Brojanja putnika u autobusima i tramvajima te mjerenje vremena putovanja na tramvajskim i autobusnim linijama tijekom sljedećih vremenskih razdoblja: 06:00-09:00 - 13:00-18:00 - 21:00-23:00.
7	**Brojanje ulazaka i izlazaka putnika u/iz vlakova na stanicama** Brojanje ulazaka i izlazaka putnika u/iz vlakova na stanicama provedena na odabranim željezničkim stanicama unutar područja istraživanja tijekom sljedećih vremenskih razdoblja: 06:00-09:00 i 15:00-18:00. Ta brojanja služit će kao test brojanja putnika u vlakovima provedenog u veljači 2016. od strane HŽ Putničkog prijevoza.
8	**Istraživanje popunjenosti gradskih autobusa/tramvaja** Procjena ukupnog broja putnika u autobusima/tramvajima na linijama/granicama područja istraživanja (na stanicama), koja pokriva 15-satna razdoblja (06:00 - 21:00) na svakoj lokaciji (dva smjera).
9	**Istraživanje brzine i trajanja putovanja automobilom** Istraživanje o trajanju putovanja automobilom na uzorku gradskih trasa i glavnih cesta tijekom razdoblja vršnog opterećenja prometa i izvan razdoblja vršnog opterećenja prometa

Izvor: I. faza Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije

5.2.1.1 Anketa kućanstva

Anketa kućanstva provedena je u dvije faze:

- anketiranjem putem telefona koje je provedeno iz centra za pozivanje
- anketiranje kućanstava koje je u domovima ispitanika provodio tim za anketiranje

Ankete su provedene tijekom tromjesečnog razdoblja. Ukupno je intervjuirano 3.921 kućanstvo, od čega 3.601 kućanstvo intervjuirano je putem telefona a 320 kućanstva intervjuirano je na kućnom pragu. Pregled broja intervjuiranih kućanstava po županijama i veličine uzoraka prikazan je u sljedećoj tablici.

Tablica 5-5: Broj provedenih anketa i veličine uzoraka - podjela po kućanstvima

	Broj kućanstva	Broj intervjua provedenih putem telefona	Broj intervjua provedenih u domu	Ukupan broj anketa	Veličina uzorka
Grad Zagreb	304.375	2.276	238	2.514	0,82%
Zagrebačka županija	102.636	991	57	1.048	1,02%
Krapinsko-zagorska županija	42.344	334	25	359	0,85%
Ukupno	449.355	3.601	320	3.921	0,87%

Izvor: I. faza Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije

Sukladno Zahtjevima iz Projektnog zadatka gdje se tražilo prikupljanje podataka o kućanstvu, članovima kućanstva, mišljenjima o prijevozu i navikama putovanja, rezultati ankete kućanstva prikazani su uglavnom na razini kućanstva. Rezultati ukazuju da opća stopa mobilnosti za područje Master plana iznosi 1,86. Putne navike za različite vrste kućanstava prikazane su u sljedećoj tablici.

Tablica 5-6: Varijacije stopa putovanja za različite vrste kućanstava

	Područje Master plana	Grad Zagreb	Zagrebačka županija	Krapinsko-zagorska županija
Prosječan broj dnevnih putovanja po kućanstvu	3,32	3,15	3,59	3,82
Koeficijent varijacije prosječnog broja putovanja po kućanstvu	60	58	59	69
Prosječan broj putovanja po danu po članu kućanstva	1,86	1,84	1,90	1,84
Prosječan broj putovanja po kućanstvu bez automobila	2,53	2,54	2,54	2,5
Koeficijent varijacije prosječnog broja putovanja po kućanstvu bez automobila	53	55	43	58
Prosječan broj putovanja po kućanstvu s jednim automobilom	3,06	3,03	3,14	3,09
Koeficijent varijacije prosječnog broja putovanja po kućanstvu s jednim automobilom	59	55	62	75
Prosječan broj putovanja po kućanstvu s dva i više automobila	3,91	3,63	4,17	4,58
Koeficijent varijacije prosječnog broja putovanja po kućanstvu s 2 i više automobila	57	56	54	60
Prosječan broj putovanja po kućanstvu s 1 zaposlenim članom	2,82	2,71	2,97	3,30
Prosječan broj putovanja po kućanstvu s 2 zaposlena člana	3,60	3,45	3,87	3,88
Prosječan broj putovanja po kućanstvu s 3 i više zaposlenih članova	4,53	4,32	5,06	5,06

Izvor: I. faza Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije

Najveći udio putovanja, točnije 52,1 % svih putovanja čine putovanja automobilima. S udjelom od 33,9 % na drugom mjestu slijede putovanja javnim prijevozom, od čega 15,3 % tramvajem, 14,5 % autobusom i 2,4 % vlakom. Na trećem mjestu, s udjelom od 11,0 % slijede putovanja pješice. Najmanji udio putovanja u prometnom toku čine putovanja biciklom i motociklom. Detaljan pregled udjela putovanja po vrsti prijevoza prikazan je u sljedećoj tablici.

Tablica 5-7: Postotni udio putovanja po vrsti prijevoza

	Područje Master plana	Grad Zagreb	Zagrebačka županija	Krapinsko-zagorska županija
Postotni udio putovanja osobnim automobilima (vozač) s besplatnim parkiranjem po završetku putovanja	40,09	34,47	48,66	50,90
Postotni udio putovanja osobnim automobilima (vozač) s plaćanjem parkiranja po završetku putovanja	3,46	3,44	3,88	2,29
Postotni udio putovanja osobnim automobilom (putnik)	43,55	37,91	52,54	53,19
Postotni udio putovanja osobnim automobilima (vozač) s plaćanjem parkiranja po završetku putovanja	8,06	7,15	10,13	7,72
Postotni udio putovanja autobusom	14,52	14,64	15,74	9,89
Postotni udio putovanja tramvajem	15,33	22,52	4,57	0,84
Postotni udio putovanja vlakom	2,42	1,74	3,52	3,50
Postotni udio putovanja kombiniranim (drugim) oblicima prijevoza	1,62	1,11	1,76	4,58
Postotni udio putovanja taksijem	0,52	0,65	0,16	0,72
Postotni udio putovanja biciklom	2,65	3,30	1,80	0,97
Postotni udio putovanja motociklom	0,29	0,32	0,16	0,48
Postotni udio putovanja pješice	11,04	10,65	9,61	18,08

Izvor: I. faza Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije

5.2.1.2 Anketa putnika u sustavu javnog prijevoza

Anketiranje putnika u sustavu javnog prijevoza provedeno je na ukupno 54 stajališta javnog prijevoza, od čega 27 stajališta na području Grada Zagreba, 19 na području Zagrebačke županije i 8 stajališta na području Krapinsko-zagorske županije. Pregled broja lokacija na kojima su provedene ankete prikazan je u sljedećoj tablici.

Tablica 5-8: Pregled broja anketa putnika u sustavu javnog prijevoza

Vrsta lokacije	Grad Zagreb	Zagrebačka županija	Krapinsko- zagorska županija	Ukupno
Vlak		7	2	**9**
Autobus	5	11	3	**19**
Tramvaj	2			**2**
Vlak, tramvaj, autobus	2			**2**
Vlak - autobus	3	1	3	**7**
Tramvaj - autobus	15			**15**
Ukupno	27	19	8	**54**

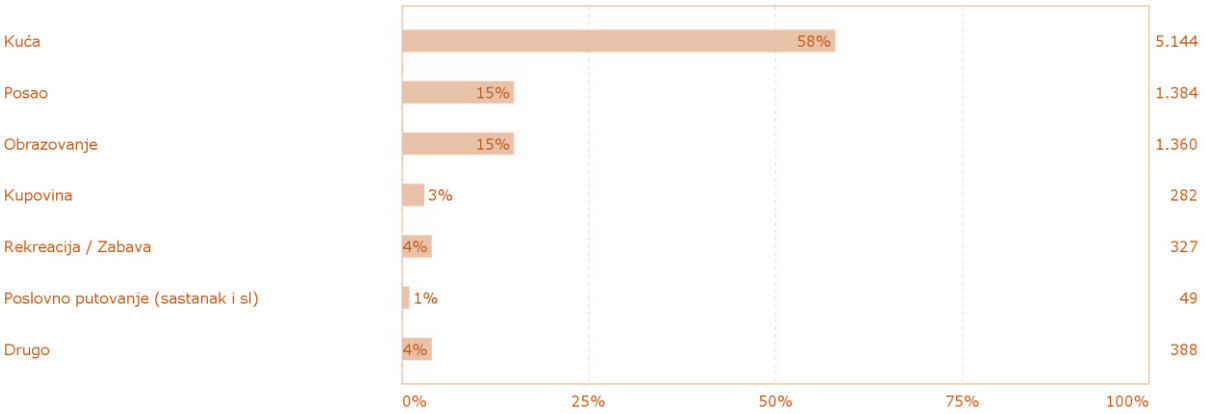
Izvor: I. faza Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije

Ukupno je provedeno 8.836 anketa. Rezultati pokazuju da 58 % intervjuiranih osoba putuje od kuće, a 37 % ih putuje kući. Do stanice je pješačilo 40 % ispitanika te im je za putovanje trebalo u prosjeku 9,5

minuta. 62 % ispitanika je lokaciju upotrebljavalo za presjedanje s jedne na drugu vrstu javnog prijevoza (autobus/tramvaj/vlak). Od svih ispitanika 39 % čine česti putnici koji putuju svakodnevno ili nekoliko puta dnevno.

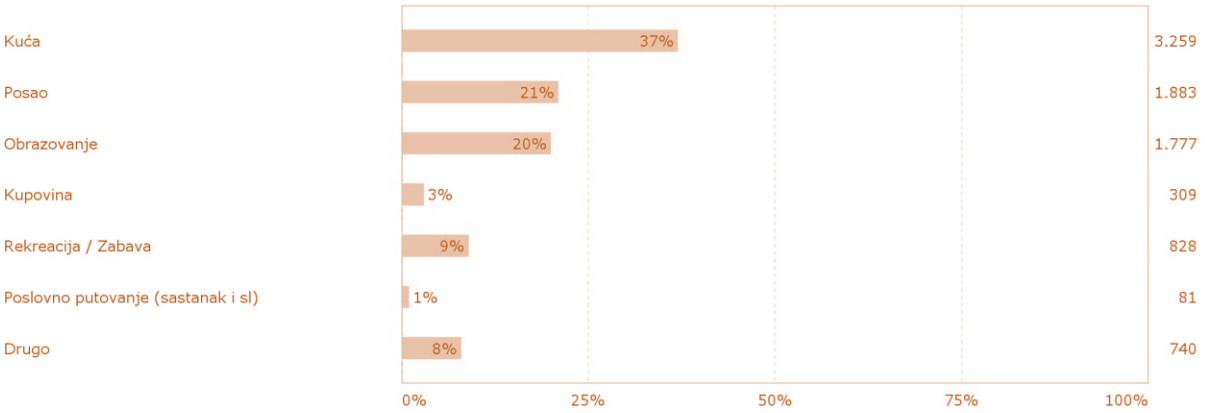
Grafikoni u nastavku prikazuju postotak putovanja prema izvoru i odredištu putovanja, te učestalost putovanja javnim prijevozom.

Grafikon 5-1: Raspodjela putovanja u javnom prijevozu prema izvoru putovanja



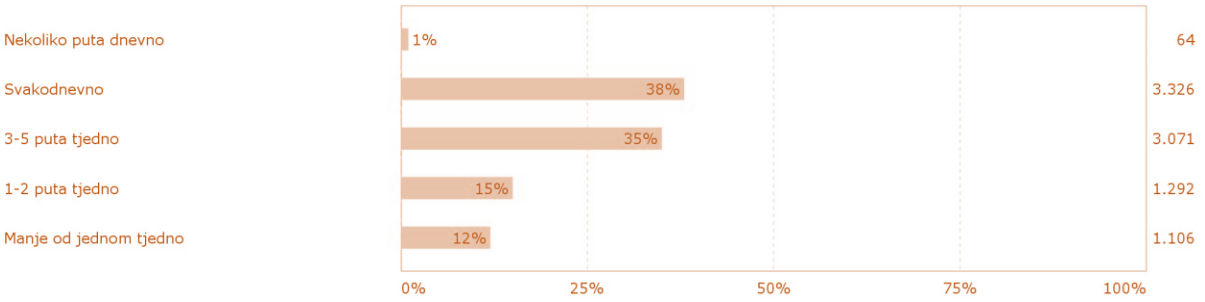
Izvor: I. faza Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije

Grafikon 5-2: Raspodjela putovanja u javnom prijevozu prema odredištu putovanja



Izvor: I. faza Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije

Grafikon 5-3: Učestalost putovanja javnim prijevozom



Izvor: I. faza Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije

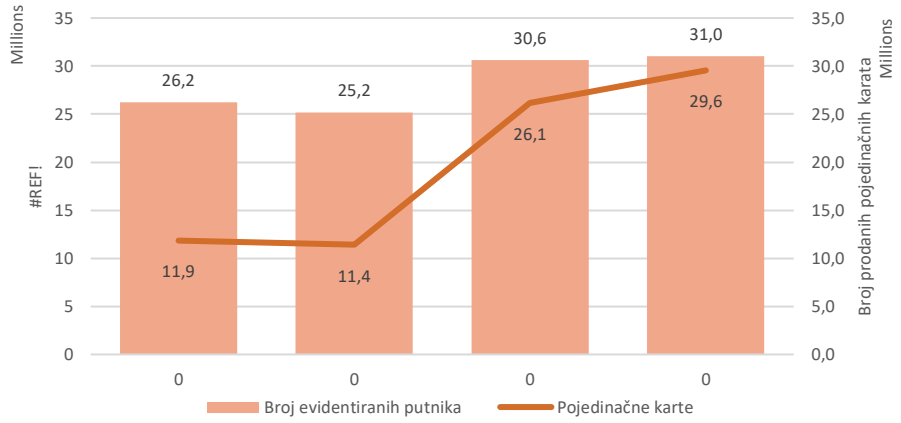
5.2.2 Evidencija putnika u tramvajskom sustavu

Prema sustavu evidencije putnika u vozilima ZET-a, autobusima i tramvajima, 2018. godine evidentirano je sveukupno 58.557.865 putnika, od čega je u tramvajskim vozilima evidentirano 31.010.212 putnika (53 %) dok je u autobusima evidentirano 27.547.653 putnika (47 %). Usporedba s 2017. godinom, kada je u tramvajskom prijevozu evidentirano 30.621.954 putnika, u 2018. godini zabilježen je rast broja evidentiranih putnika.

Analizom broja evidentiranih putnika u tramvajskim vozilima od 2015. do 2018. godine primjetan je znatan skok u broju evidentiranih putnika 2017. godine. Povećan broj evidentiranih putnika posljedica je uvođenja novog tarifnog sustava u veljači 2017. godine, odnosno nove pojedinačne karte vrijednosti 4,00 HRK, za vožnju u trajanju od 30 minuta. Ukupno je u 2016. godini prodano 11.423.822 pojedinačnih karata vrijednosti 10,00 HRK, dok je u 2017. godini prodano ukupno 26.140.511 pojedinačnih karata, od čega 1.371.645 pojedinačnih karata vrijednosti 10,00 HRK i 24.768.866 pojedinačnih karata vrijednosti 4,00 HRK.

Uvođenje novih pojedinačnih karata 1. srpnja 2018. godine, odnosno karte po cijeni od 7,00 HRK s valjanošću od 60 minuta i karte po cijeni od 15,00 HRK koja je valjana 90 minuta, za posljedicu ima dodatan značajan rast prodaje karata u odnosu na prethodnu godinu, no broja evidentiranih putnika neznatno je porastao. Usporedba broja prodanih pojedinačnih karata i evidentiranih putnika i tramvajskim vozilima u razdoblju od 2015. do 2018. godine prikazana je u sljedećem grafikonu.

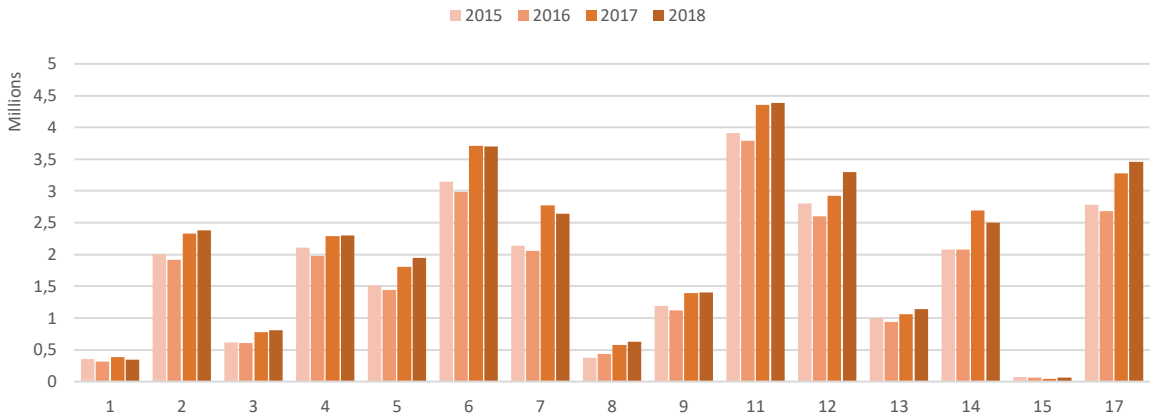
Grafikon 5-4: Usporedba broja evidentiranih putnika i broja prodanih pojedinačnih karata; 2015. - 2018. godine



Izvor: Podaci naručitelja

Najveći broj putnika, odnosno 4,4 milijuna, evidentiran je na tramvajskoj liniji 11 Črnomerec - Dubec. Prema broju evidentiranih putnika slijede tramvajska linija 6 Črnomerec - Sopot s 3,7 milijuna putnika, linija 17 Prečko - Borongaj s 3,5 milijuna putnika, linija 12 Ljubljanica - Dubrava s 3,3 milijuna putnika, linija 7 Sopot - Dubec s 2,6 milijuna putnika i linija 14 Mihaljevac - Zapruđe s 2,5 milijuna putnika. U usporedbi s 2017. godinom broj evidentiranih putnika u 2018. godini rastao je na gotovo svim dnevnim linijama. Pregled broja evidentiranih putnika po dnevnim tramvajskim linijama u posljednje četiri gradine prikazan je u sljedećem grafikonu.

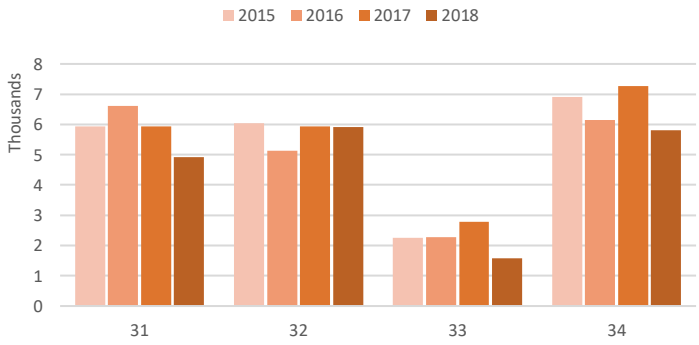
Grafikon 5-5: Broj evidentiranih putnika u milijunima prema tramvajskim dnevnim linijama; 2015. - 2018. godina



Izvor: Podaci naručitelja

Broj evidentiranih putnika na noćnim tramvajskom linijama kreće se oko 20.000 godišnje. Prema podacima u 2018. godini najviše putnika je evidentirano na tramvajskim linijama broj 32 Prečko – Borongaj i 34 Ljubljanica – Dubec, nešto manje od 6.000 putnika po svakoj. Najmanje se evidentira na tramvajskoj liniji 33 Gračansko Dolje – Savišće, svega 1.569 putnika u 2018. godini. Kretanje broj evidentiranih putnika po noćnim tramvajskim linijama od 2015. do 2018. prikazano je na sljedećem grafikonu.

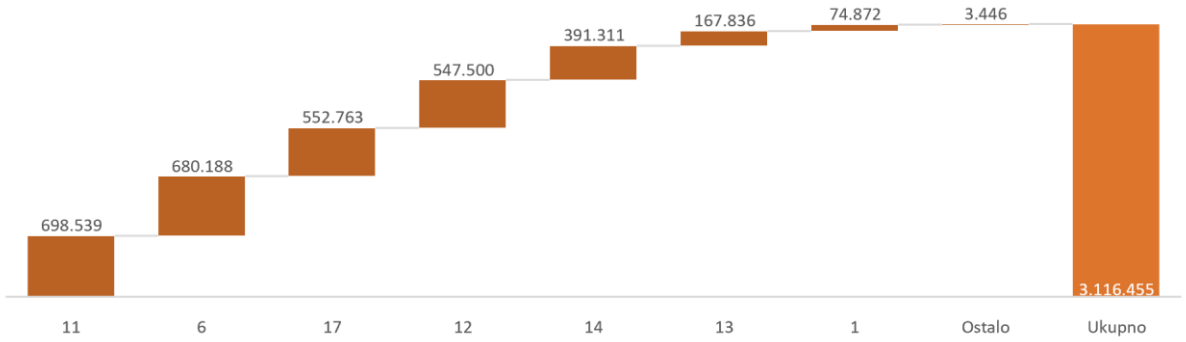
Grafikon 5-6: Broj evidentiranih putnika u tisućama po tramvajskim noćnim linijama u tisućama; 2015. - 2018. godine



Izvor: Podaci naručitelja

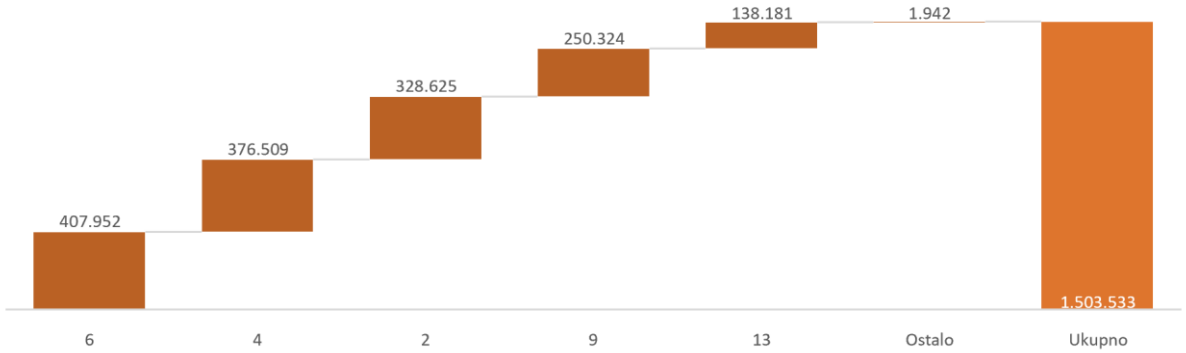
Prema broju najviše se putnika evidentira na stajalištu Trg bana Josipa Jelačića, ukupno 3.116.455 putnika. Stajalište je smješteno na središnjem gradskom trgu istog naziva, a istim prolazi najveći broj tramvajski linija, 7 dnevnih i 3 noćne linije. Tramvajsko stajalište Glavni kolodvor, koje čini dio multimodalnog čvora tramvajskog, željezničkog i autobusnog prometnog sustava, s ukupno 1.503.533 evidentiranih putnika u 2018. godini, drugo je stajalište u tramvajskom prometnom sustavu po broju evidentiranih putnika. Na trećem mjestu s ukupno 1.242.838 evidentiranih putnika nalazi se stajalište Črnomerec koje je ujedno i terminal tramvajskog i autobusnog prijevoza. Pregled broja evidentiranih putnika po tramvajskim linijama na stajalištima Trg bana Josipa Jelačića, Glavni kolodvor i Črnomerec prikazan je na slijedećim grafikonima.

Grafikon 5-7: Broj evidentiranih putnika prema tramvajskoj liniji, stanica Trg bana Josipa Jelačića; 2017. godine, u tisućama



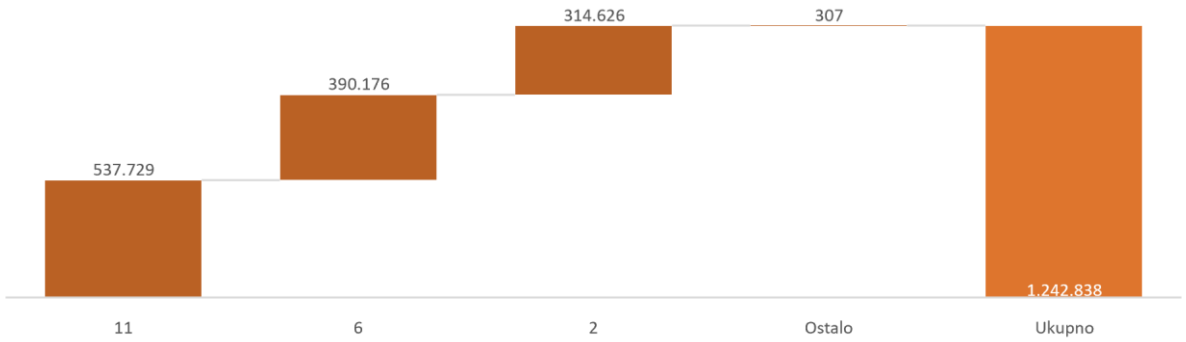
Izvor: Podaci naručitelja

Grafikon 5-8: Broj evidentiranih putnika prema tramvajskoj liniji, stanica Glavni kolodvor; 2017. godine, u tisućama



Izvor: Podaci naručitelja

Grafikon 5-9: Broj evidentiranih putnika prema tramvajskoj liniji, stanica Črnomerec; 2017. godine u tisućama



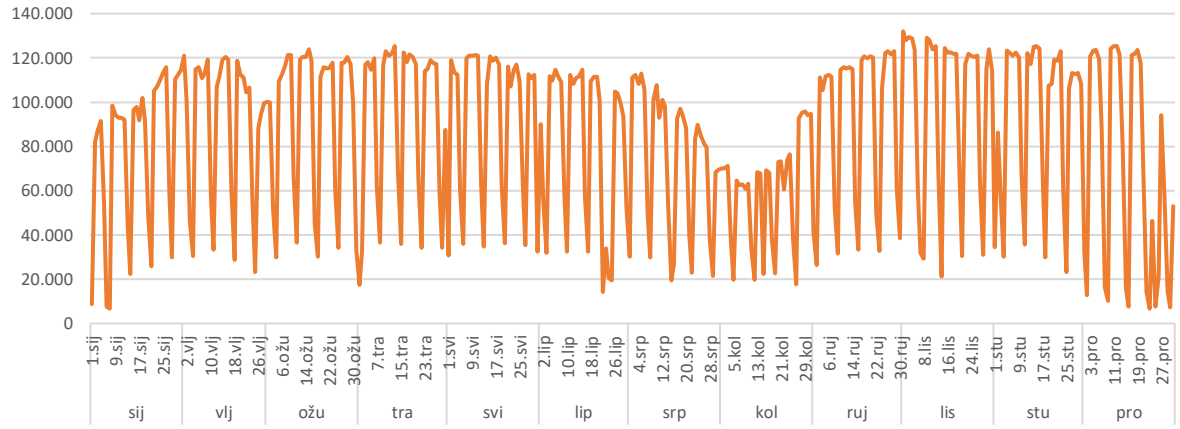
Izvor: Podaci naručitelja

Temeljem podataka o dnevnoj evidenciji putnika u tramvajskom prometnom sustavu u 2018. godine napravljen je izračun prosječnog broja evidentiranih putnika u karakterističnom radnom danu (utorak, srijeda i četvrtak) izvan turističke sezone (veljača, ožujak, travanj, svibanj, listopad i studeni) i u vrijeme turističke sezone (srpanj i kolovoz), te izračun prosječnog broja evidentiranih putnika u vikendu (subota i nedjelja) izvan i u vrijeme turističke sezone.

U prosjeku se na karakterističan radni dan izvan turističke sezone evidentira 115 tisuća putnika, dok se u vrijeme turističke sezone evidentira 80 tisuća putnika. U vrijeme vikenda izvan turističke sezone

evidentira se 86 tisuća putnika a u vrijeme turističke sezone 63 tisuće putnika. Pregled dnevne raspodjele evidentiranih putnika u 2018. godini prikazan je na sljedećem grafikonu.

Grafikon 5-10: Dnevna raspodjela evidentiranih putnika; 2018. godine

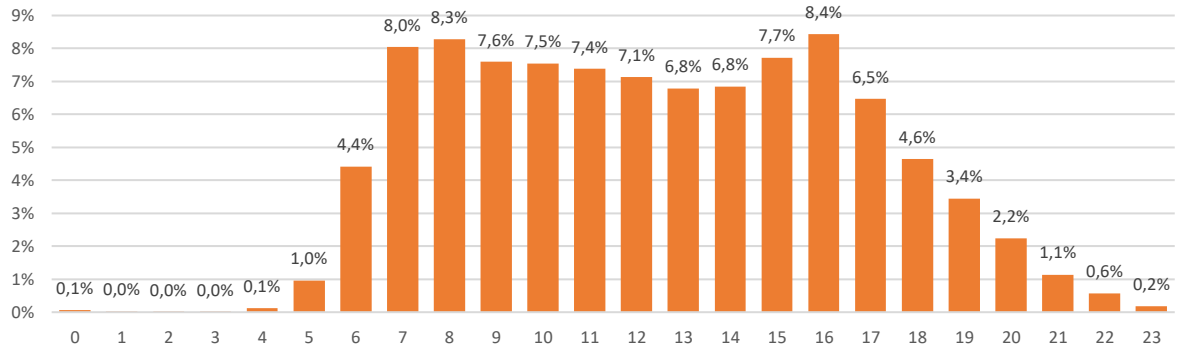


Izvor: Podaci naručitelja

Za karakterističan radni dan izvan turističke sezone izračunata je satna raspodjela evidentiranih putnika. Raspodjela evidentiranih putnika kroz dan, odnosno između 7:00 i 18:00 sati prilično je jednolična. U vremenu od 11 sati evidentira se ukupno 82,5 % svih putnika odnosno u prosjeku u svakom satu se evidentira 7,5 % putnika.

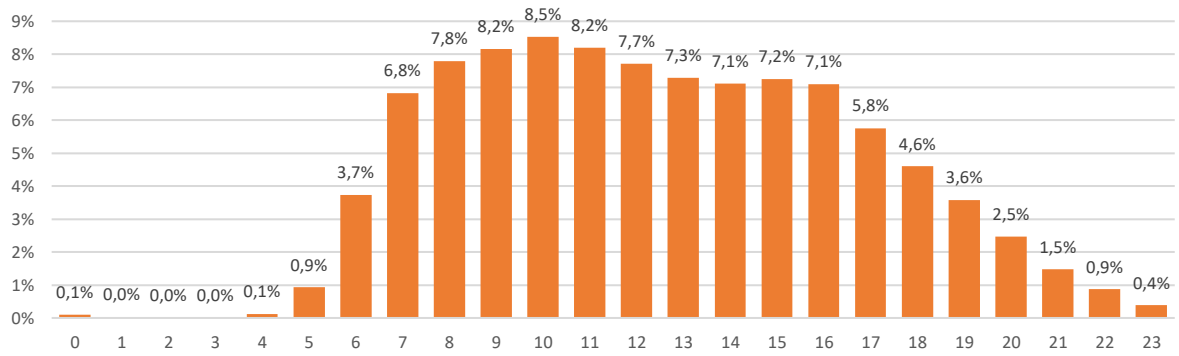
Prema evidenciji putnika karakterističnog ranog dana izvan turističke sezone jutarnji vršni sat događa se između 8:00 i 9:00 sati i iznosi 8,3 %, dok se popodnevni vršni sat događa između 16:00 i 17:00 sati i iznosi 8,4 % prosječnog dnevnog broja evidentiranih putnika. U vrijeme turističke sezone jutarnji vršni sat događa se između 8:00 i 9:00 sati i iznosi 8,7 %, dok se popodnevni sat događa između 16:00 i 17:00 sati i iznosi 8,0 % prosječnog dnevnog broja evidentiranih putnika. U vrijeme vikenda izvan turističke sezone jutarnji vršni sat događa se između 10:00 i 11:00 sati (tzv. subotnja špica) i iznosi 8,5 %, dok se popodnevni vršni sat događa između 15:00 i 16:00 sati i iznosi 7,2 % prosječnog dnevnog broja evidentiranih putnika. U vrijeme turističke sezone jutarnji vršni sat događa se između 9:00 i 10:00 sati i iznosi 8,7 %, dok se popodnevni sat događa između 15:00 i 16:00 sati i iznosi 6,8 % prosječnog dnevnog broja evidentiranih putnika. Satna raspodjela evidentiranih putnika u karakterističnom radnom danu izvan turističke sezone prikazana je na sljedećem grafičkom prikazu.

Grafikon 5-11: Satna raspodjela evidentiranih putnika u karakterističnom radnom danu izvan turističke sezone; 2018. godine



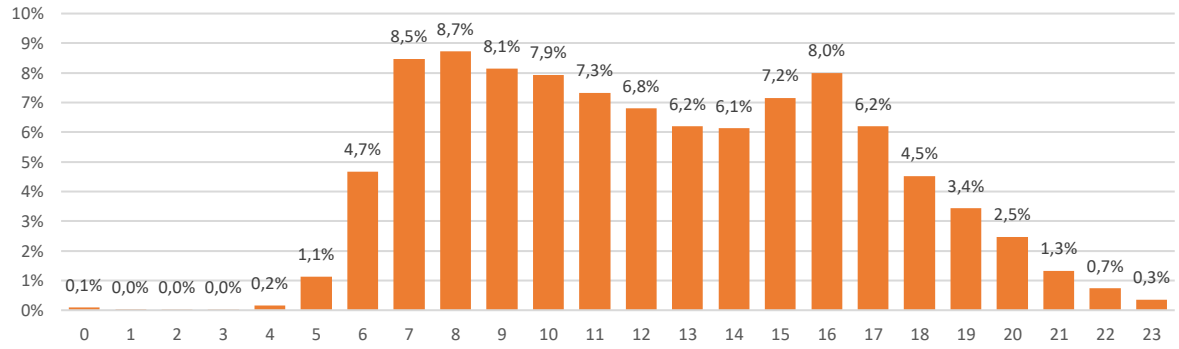
Izvor: Podaci naručitelja

Grafikon 5-12: Satna raspodjela evidentiranih putnika u vikendu izvan turističke sezone; 2018. godine



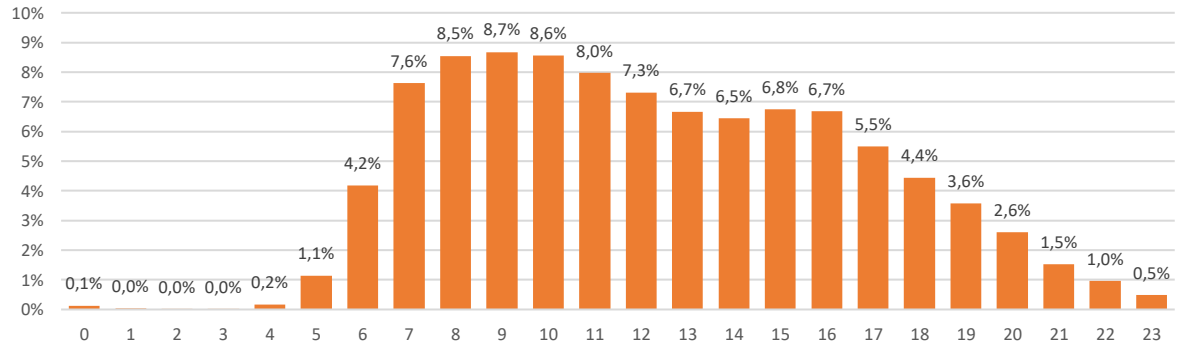
Izvor: Podaci naručitelja

Grafikon 5-13: Satna raspodjela evidentiranih putnika u karakterističnom radnom danu u turističkoj sezoni; 2018. godine



Izvor: Podaci naručitelja

Grafikon 5-14: Satna raspodjela evidentiranih putnika u vikendu u turističkoj sezoni; 2018. godine



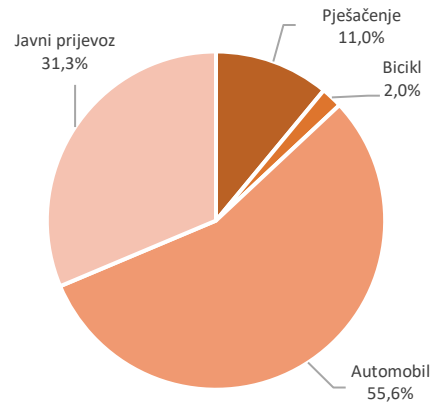
Izvor: Podaci naručitelja

5.2.3 Prometni pokazatelji

Kao što je već rečeno prometni model izrađen je u sklopu izrade I. faze Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije. Prometni model izrađen je kao klasičan sintetizirani 4-stupanjski model temeljen na društveno-ekonomskim podacima. Model potražnje razvijen je na temelju 6 aktivnosti: kuća-posao, kuća-obrazovanje, kuća-kupovina, kuća-ostalo, posao-ostalo i ostalo-ostalo. Nakon koraka generiranja odnosno distribucije putovanja između prometnih zona, putovanja su raščlanjena prema vrsti prijevoznih sredstava na putovanja biciklom, automobilom, LGV, HGV i javnim prijevozom. Model postojećeg stanja razvijen je za 2017. godinu kao baznu godinu.

Prema prometnom modelu postojećeg stanja 2017. godine, unutar područja istraživanja najveći udio putovanja od 55,6 % čine individualna putovanja osobnim vozilom s faktorom zauzeća vozila 1,2. Na drugom mjestu, s udjelom od 31,31 %, nalaze se putovanja javnim prijevozom (sveukupno vlakom, autobusom i tramvajem). Slijedi pješačenje s udjelom od 11,0 % i bicikl s udjelom od 2,0 %. Na sljedećem grafikonu prikazana je raspodjela putovanja unutar prometnog modela po prijevoznim sredstvima.

Grafikon 5-15: Raspodjela putovanja po prijevoznim sredstvima u 2017. godini - Područje Master plana



Izvor: I. faza Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije, Metodologija i izvještaj o prometnim istraživanjima

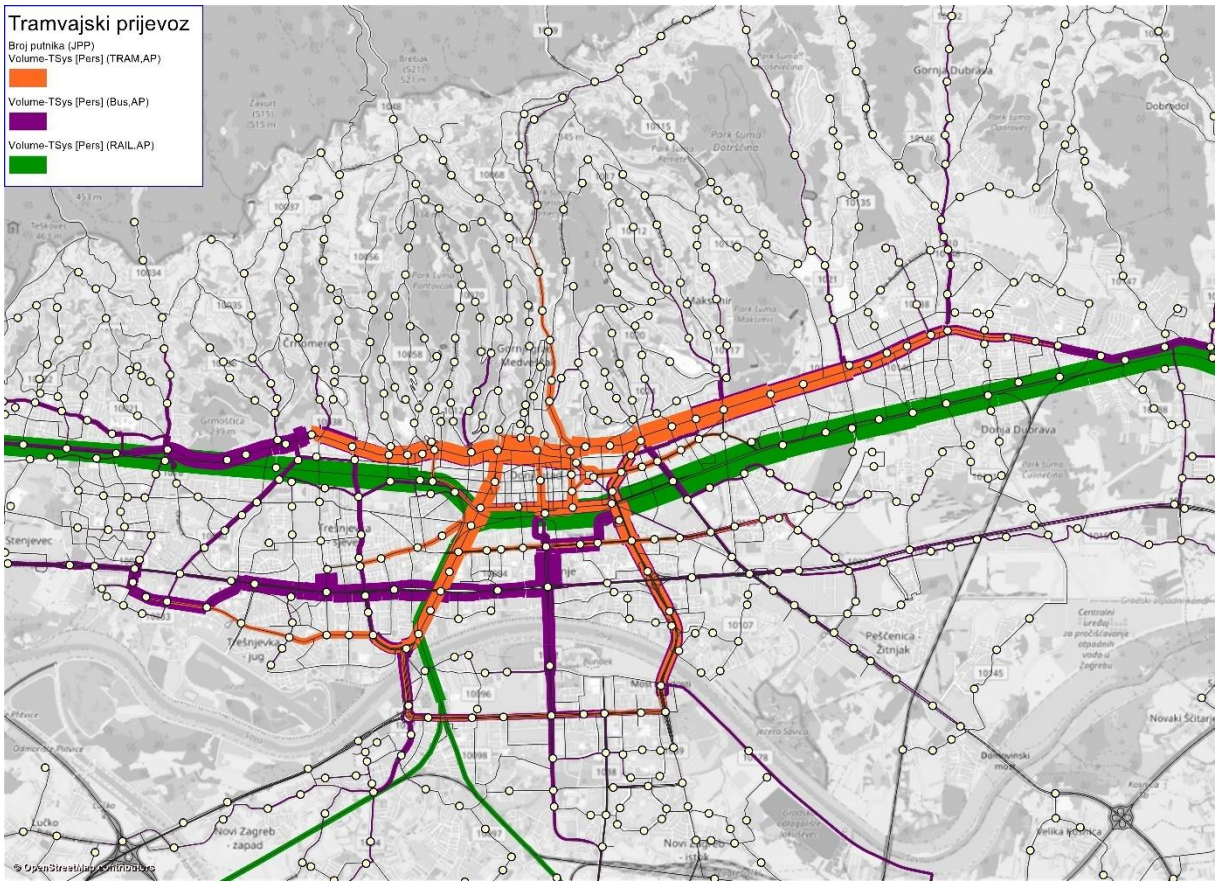
Dodjelom putovanja na prometnu mrežu izvršen je izračun prometnih tokova individualnih putovanja osobnim i teretnim vozilima te putovanja javnim prijevozom. Putovanja javnim prijevozom raščlanjena su na putovanja vlakom, autobusom (međugradskim, prigradskim i gradskim) te tramvajem.

Prema prometnom modelu karakterističnog radnog dana vozila ZET-a prevezu više od 740 tisuća putnika, od čega 270 tisuća autobusom i 470 tisuća tramvajem. Jedno putovanje u prosjeku traje nešto manje od 12 minuta pri čemu putnik prijeđe 3 kilometara.

Karakterističnog radnog dana najviše putnika, preko 70.000 tisuća odnosno 15 % svih putnika prevezenih tramvajima, preveze linija 11 na trasi Črnomerec – Dubec. Najopterećeniji dio tramvajske mreže je dionica Ilice između Frankopanske i Praške ulice, sa 100.000 prevezenih putnika u jednom danu. Slijede dionice Jurišićeve ulice od Trga bana J.Jelačića do Draškovićeve, Savske ulice između Tratinske i Vodnikove te Maksimirske ulica između Kvaternikova trga i Svetica sa 70.000 prevezenih putnika u jednom danu. Pregled opterećenja tramvajske, autobusne i željezničke mreže iskazan u broju

prevezenih putnika prikazan je na sljedećoj slici. Narančastom bojom označena su prometna opterećenja tramvajskog prometnog sustava, ljubičastom bojom autobusnog prometnog sustava a zelenom bojom željezničkog prometnog sustava.

Slika 5-9: Dnevno prometno opterećenje mreže javnog prijevoza putnika



Izvor: Izrađivač

Detaljan prikaz prometnih i operativnih pokazatelja postojećeg tramvajskog prometnog sustava, izračunatih pomoću prometnog modela, za karakterističan radni dan izvan turističke sezone prikazan je u sljedećoj tablici.

Tablica 5-9: Prometni i operativni pokazatelji postojećeg sustava tramvajskog prijevoza 2017. godine

pokazatelj	dnevno	godišnje
vozilo-km	38,128	10,103,846
vozilo-sati	2,602	689,530
putnika	472,350	125,172,750
putnik-km	1,414,861	374,938,267
putnik-sati	91,831	24,335,215

Izvor: Izrađivač

5.3 Zaključak analize prometne ponude i potražnje

Analiza prometne ponude tramvajskog prometnog sustava izvršena je kroz analizu dostupnosti tramvajskih stajališta i ključnih lokacija tramvajskom prometnim sustavom, analizu brzina tramvajskih vozila na pojedinim odsječcima tramvajske prometne mreže, analizu frekvencija te analizu kapaciteta tramvajskih vozila.

Analiza dostupnosti stajališta javnog prijevoza pokazala je da tramvajski sustav javnog prijevoza obuhvaća središte grada Zagreba, omeđeno Slavonskom avenijom na jugu, Selskom na zapadu, Ilicom i Vlaškom na sjeveru i Heinzelovom na istoku, veliki dio Novog Zagreba, te naselja uz Horvaćansku cestu, ulicu Medveščak i Ksaversku cestu, Maksimirsku cestu i Aveniju Dubrava te Ulicu grada Gospića. Procjeno je da u zoni obuhvata 400 metara od stajališta tramvajskog prometnog sustava, što odgovara pješačenju u trajanju od 5 minuta, živi 25% populacije Grada Zagreba odnosno oko 200 tisuća stanovnika.

Analiza dostupnosti ključnih lokacija tramvajem, kao što su središnji zagrebački trg, Glavni kolodvor, Autobusni kolodvor, Kampus Borongaj, Studentski dom Stjepana Radića, i sl., pokazala je da su analizirane ključne lokacije dostupne putovanjem tramvajem u trajanju do najviše 60 minuta.

Analiza prosječnih brzina tramvaja na odsječcima tramvajske prometne mreže pokazala je da prosječna operativna brzina tramvaja na pojedinim dionicama trase kreće se između 13,0 i 23,7 km/h. Prosječna operativna brzina tramvajskih linija tijekom radnog dana iznosi 15,5 km/h, dok u vrijeme vršnog sata iznosi 14,9 km/h. Prosječna brzina veća je na rubnim područjima grada te na odsječcima gdje se tramvajski kolosijek nalazi u zasebnom koridoru. Na dionicama tramvajske mreže gdje se tramvajski kolosijek nalazi u voznom traku cestovne prometnice, i to posebno na dionicama ulice Ilica u smjeru okretišta Črnomerec i Savske ceste u smjeru centra, prosječna brzina tramvaja manja je od 13 km/h. U vrijeme jutarnjeg vršnog sata, osim na već navedenim dionicama, na Tratinskoj i Ozaljskoj ulici prema okretištu Ljubljanica, na Maksimirskoj cesti i Vlaškoj ulici u smjeru centra te Horvaćanskoj cesti u smjeru grada, prosječna brzina tramvaja manja je od 13 km/h.

Analiza frekvencija izvršena je za vršni sat karakterističnog radnog dana izvan turističke sezone, te iznosi između 4 vozila/sat na liniji 8 Mihaljevac – Zapruđe i 10 vozila/sat na linijama 6 Črnomerec – Sopot i 11 Črnomerec – Dubec.

Analiza kapaciteta pokazala je da se vrijednosti dinamičkog kapaciteta vozila kreću se od 515 putnika/sat na liniji 15 Mihaljevac – Dolje, pa sve do 2.710 putnika/sat koliko iznosi na liniji 11 Črnomerec – Dubec. Ukupan dinamički kapacitet dnevnih tramvajskih linija u vršnom satu karakterističnog radnog dana izvan turističke sezone iznosi nešto više od 24,4 tisuća putnika/sat.

Analiza prometne potražnje postojećeg tramvajskog sustava temelji se na dostupnim podacima o prometnoj potražnji, provedenim prometnim istraživanjima i rezultatima prometnog modela postojećeg stanja za 2017. godinu.

Rezultati ankete kućanstva, koja je provedene tijekom tromjesečnog razdoblja gdje je anketirano ukupno 3.921 kućanstvo, od čega je 3.601 kućanstvo intervjuirano putem telefona a 320 kućanstva intervjuirano je na kućnom pragu, pokazuju da 33,9 % putovanja čine putovanja javnim prijevozom.

Anketa putnika u sustavu javnog prijevoza, u kojoj je anketirano ukupno 8.836 putnika, pokazuje da da 58 % intervjuiranih osoba putuje od kuće, a 37 % ih putuje kući. Do stanice je pješačilo 40 % ispitanika

te im je za putovanje trebalo u prosjeku 9,5 minuta. 62 % ispitanika je lokaciju upotrebljavalo za presjedanje s jedne na drugu vrstu javnog prijevoza (autobus/tramvaj/vlak). Od svih ispitanika 39 % su česti putnici koji putuju svakodnevno ili nekoliko puta dnevno.

Prema sustavu evidencije putnika u vozilima ZET-a, autobusima i tramvajima, 2018. godine evidentirano je sveukupno 58.557.865 putnika, od čega je u tramvajskim vozilima evidentirano 31.010.212 putnika (53 %) dok je u autobusima evidentirano 27.547.653 putnika (47 %). Analizom broja evidentiranih putnika u tramvajskim vozilima od 2015. do 2018. godine primjetan je znatan skok u broju evidentiranih putnika 2017. godine, kao posljedica uvođenja novog tarifnog sustava, odnosno pojedinačne karte za vožnju u trajanju od 30 minuta. U prosjeku se na karakterističan radni dan izvan turističke sezone evidentira 115 tisuća putnika, dok se u vrijeme turističke sezone evidentira 80 tisuća putnika. U vrijeme vikenda izvan turističke sezone evidentira se 86 tisuća putnika a u vrijeme turističke sezone 63 tisuće putnika.

Nadalje, po tramvajskim linijama najveći broj putnika, odnosno 4,4 milijuna, evidentiran je na tramvajskoj liniji 11 Črnomerec - Dubec. Slijede tramvajska linija 6 Črnomerec - Sopot s 3,7 milijuna putnika, linija 17 Prečko - Borongaj s 3,5 milijuna putnika, linija 12 Ljubljanica - Dubrava s 3,3 milijuna putnika, linija 7 Sopot - Dubec s 2,6 milijuna putnika i linija 14 Mihaljevac - Zapruđe s 2,5 milijuna putnika. Prema evidenciji putnika na stajalištima, najviše putnika je evidentirano na stajalištu Trg bana Josipa Jelačića, ukupno 3.116.455 putnika. Tramvajsko stajalište Glavni kolodvor, koje čini dio multimodalnog čvora tramvajskog, željezničkog i autobusnog prometnog sustava, s ukupno 1.503.533 evidentiranih putnika u 2018. godini, drugo je stajalište u tramvajskom prometnom sustavu po broju evidentiranih putnika. Na trećem mjestu s ukupno 1.242.838 evidentiranih putnika nalazi se stajalište Črnomerec koje je ujedno i terminal tramvajskog i autobusnog prijevoza.

Prometni pokazatelji izračunati pomoću prometnog modela pokazuju da karakterističnog radnog dana vozila ZET-a prevezu više od 740 tisuća putnika, od čega 270 tisuća autobusom i 470 tisuća tramvajem. Jedno putovanje u prosjeku traje nešto manje od 12 minuta pri čemu putnik prijeđe 3 kilometara.

6 Analiza razvoja tramvajskog prometnog sustava

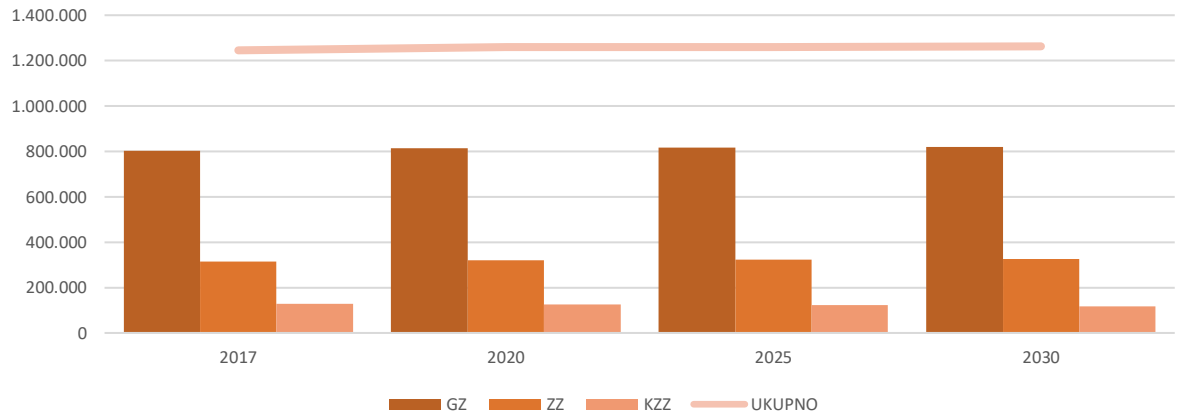
6.1 Prognoza prometne potražnje

Analiza razvoja tramvajskog prometnog sustava provedena je pomoću prognoznog prometnog modela za dva vremenska presjeka, 2025. godinu i 2030. godinu.

Prognoza prometne potražnje izvršena je u sklopu izrade I. faze Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije, a temelji se na prognozi društveno-ekonomskih varijabli, ponajprije na prognozi kretanja stanovništva, radnih mjesta te vlasništva osobnih vozila. Prognoza varijabli izvršena je zasebno za svaku od županija koje su sastavnica prometnog modela.

Prema Master planu, na predmetnom području predviđa se blagi rast ukupnog broja stanovnika u odnosu na 2017., sa stopom rasta od 0,36 % godišnje do 2020. godine odnosno 0,03 % do 2030. godine. Ovakve stope rasta rezultat su rasta broja stanovnika na području Grada Zagreba (0,56 % godišnje do 2020. godine i 0,06 % do 2030. godine) i na području Zagrebačke županije (0,42 % godišnje do 2020. godine i 0,19 % do 2030. godine). U Krapinsko-zagorskoj županiji predviđa se smanjenje broj stanovnika i to po stopi od 0,80 % do 2020. godine odnosno 0,57 % do 2030. godine.

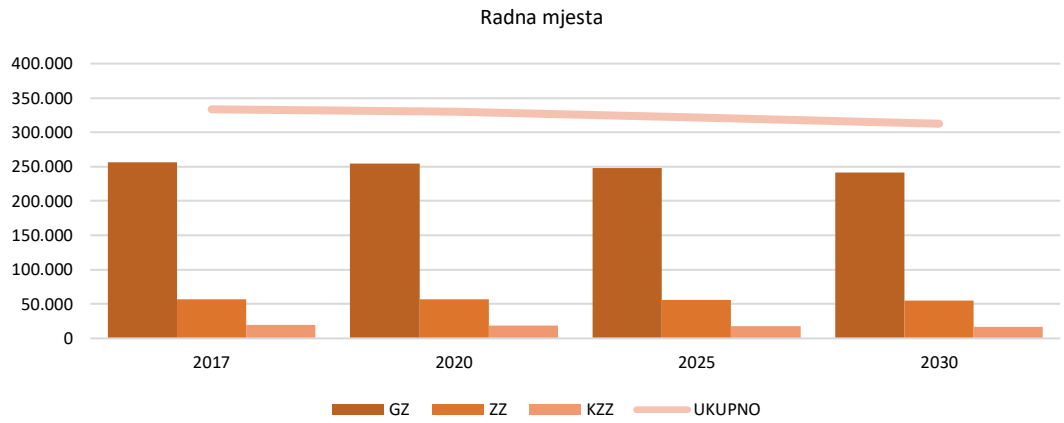
Grafikon 6-1: Prognoza broja stanovnika - Područje Master plana



Izvor: I. faza Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije, Metodologija i izvještaj o prometnim istraživanjima

Za radna mjesta prognozirane su negativne stope rasta. Na području Grada Zagreba broj radnih mjesta smanjuje se do 2020. godine po stopi od 0,25 % godišnje, do 2025. po stopi od 0,53 % godišnje, i do 2030. godine po stopi od 0,56 % godišnje. U Zagrebačkoj županiji do 2020. godine broj radnih mjesta opada po stopi od 0,31 % godišnje, do 2025. po stopi od 0,34 % godišnje i do 2030. godine po stopi od 0,37 % godišnje. Najveći pad broja radnih mjesta predviđa se na području Krapinsko-zagorske županije i to po stopi od 1,57 % godišnje do 2020. godine, 1,16 % godišnje do 2025. godine i 1,20 % godišnje do 2030. godine. Sveukupno predviđa se pad broja radnih mjesta do 2030. godine po prosječnoj stopi od 0,50 % godišnje.

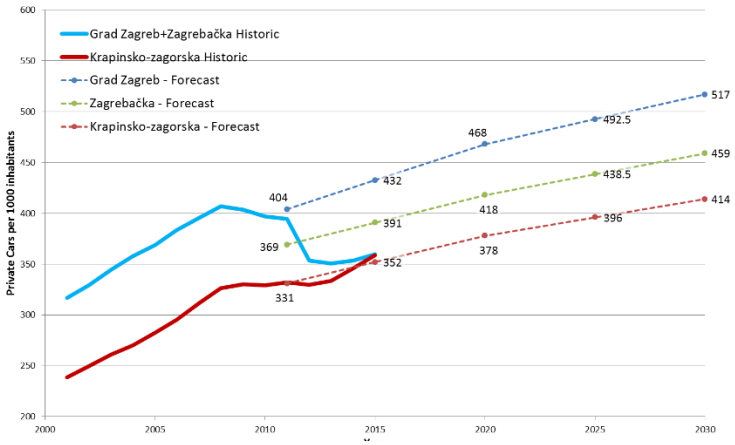
Grafikon 6-2: Prognoza broja radnih mjesta - Područje Master plana



Izvor: I. faza Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije, Metodologija i izvještaj o prometnim istraživanjima

Temeljem povijesnih podataka o vlasništvu vozila izrađene su pojedinačne projekcije za područje Grada Zagreb, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije. Prognoza predviđa rast vlasništva vozila u sve tri županije, i to po prosječnoj godišnjoj stopi od 1,07 % za cijelo područje obuhvata prometnog modela.

Grafikon 6-3: Prognoza stupnja vlasništva vozila - Područje Master plana



Izvor: I. faza Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije, Metodologija i izvještaj o prometnim istraživanjima

6.2 Razvojni dokumenti

Problematikom organizacije tramvajskog prometnog sustava na području grada Zagreba u posljednjih 20-tak godina bavilo se nekoliko studija:

- Prometna studija grada Zagreba (MVA), izrađena i prihvaćena kao planski dokument 1999. godine,
- Program istraživanja podzemno-nadzemnog tračničkog sustava za područje grada Zagreba (FPZ, Institut za turizam, Neuron), izrađen 2006. godine,
- Prostorno-prometna studija cestovno-željezničkog prometnog sustava šireg područja grada Zagreba (IGH, GF, AF, FPZ, IPV, ŽPD), izrađena 2008. godine,

- Studija integriranog javnog gradskog i prigradskog prijevoza putnika na području Grada Zagreba, županije Zagrebačke i županije Krapinsko-Zagorske, izrađena 2008. godine,
- Studija opravdanosti razvoja i unaprjeđenja tramvajskog prometa i tramvajske mreže Grada Zagreba (FPZ), izrađena 2012. godine.

Studije su uglavnom sagledavale problematiku tramvajskog prometnog sustava na konceptualnog razini, naznačujući mogućnosti daljnjeg razvoja tramvajskog prometnog sustava. Rezultati svih navedenih studija na neki način su vidljivi u Generalnom urbanističkom planu grada Zagreba, kao planirane pruge tramvaja i lakošinske željeznice.

Razvoj tramvajskog prometnog sustava na području grada Zagreba određen je, u strateškom smislu, Master planom prometnog sustava grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije, dok su trase za proširivanje tramvajske mreže i gradnju lakošinske željeznice te uvjeti izgradnje propisani Generalnim urbanističkim planom.

Master plan prometnog sustava

Master plan prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije, usvojen na 32. sjednici Gradske skupštine Grada Zagreba, predstavlja **temeljnim dokument za promišljanje razvoja prometnog sustava** sukladno prostornim mogućnostima, zahtjevima gospodarstva i potrebama stanovništva na prostornom obuhvatu Master plana. Na temelju provedene sveobuhvatne analize prometnog sektora, odnosno interakcije unutar prometnog sustava prostornog obuhvata Master plana te interakcije prometnog sustava s gospodarskim sustavom čija kretanja imaju utjecaj na prometni sustav, definirani su ciljevi i mjere razvoja prometnog sustava.

Ciljevi su podijeljeni u dvije osnovne kategorije: opći ciljevi koji se odnose na cijeli prometni sustav, i specifični ciljevi koji su usredotočeni samo na specifičnu granu prometa. U sljedećoj tablici prikazani su ciljevi koji se odnose na razvoj tramvajskog prometnog sustava na području Grada Zagreba.

Tablica 6-1: Opći i specifični ciljevi definirani Master planom

Oznaka	Opis
Opći ciljevi	
OC_RH_1	Promijeniti raspodjelu prometa putnika u prilog javnog prijevoza (JP) te oblicima prijevoza s nultom emisijom štetnih plinova. To uključuje JP u aglomeracijama i lokalnom regionalnom kontekstu (tramvaje, lokalne autobusne linije itd.), prijevoz željeznicom, javni prijevoz u pomorskom prometu (brodovima), autobusni prijevoz na regionalnim i daljinskim linijama, kao i pješake i bicikliste.
OC_RH_2	Razviti prometni sustav (upravljanje, organiziranje i razvoj infrastrukture i održavanja) prema načelu ekonomske održivosti.
OC_RH_5	Povećati sigurnosti prometnog sustava.
OC_FR_1	Razvoj prometnog sustava temeljiti na metodama prometnog planiranja uz integrirani pristup
OC_FR_2	Povećanje urbane i regionalne mobilnosti korištenjem integriranog javnog prijevoza te ostalih oblika prijevoza koji su ekološki, energetski i ekonomski prihvatljivi te smanjenje ovisnosti o korištenju osobnog automobila
OC_FR_3	Unapređenje podjele oblika prometa u korist javnog prijevoza i ostalih ekološki prihvatljivih oblika (pješaci i bicikli)
OC_FR_5	Unapređenje prilagođenosti prometnog sustava svim društvenim skupinama s posebnim naglaskom na ranjive korisnike

Oznaka	Opis
OC_FR_8	Povećanje financijske održivosti prometnog sustava
Specifični ciljevi	
SC_RH_JP_2	Povećati konkurentnost tramvajskog prometnog sustava u Zagrebu
SC_RH_JP_4	Povećati efikasnost i smanjenje ekonomskog utjecaja od upravljanja i organizacije JP-a
SC_RH_JP_5	Povećati privlačnost JP-a unaprjeđivanjem koncepata upravljanja i modernizacijom voznog parka
SC_FR_JP_3	Kvalitetnija integracija željeznice u gradski i prigradski javni prijevoz putnika
SC_FR_JP_5	Očuvanje povijesne i kulturne baštine urbanih središta od negativnog utjecaja prometnog sustava

Izvor: I. faza Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije, Metodologija i izvještaj o prometnim istraživanjima

Za potrebe ostvarivanja utvrđenih ciljeva kreirane su mjere razvoja prometnog sustava na području Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije. Definirane mjere pokrivaju područja organizacije, upravljanja i infrastrukture. U sljedećoj tablici prikazane su **mjere razvoja tramvajskog prometnog sustava** na području Grada Zagreba.

Tablica 6-2: Opće i specifične mjere definirane Master planom

ID	Mjera
Organizacija	
MJ_FR_JP_O1	Uspostavljanje integriranog prijevoza putnika
MJ_FR_JP_O2	Unaprjeđenje i modernizacija sustava informiranja putnika
MJ_FR_JP_O3	Unaprjeđivanje i modernizacija sustava naplate voznih karata
MJ_FR_JP_O5	Reorganizacija linija javnog prijevoza putnika u skladu s potencijalnom i prognoziranom prijevoznom potražnjom te razvojem održivog prometnog sustava
MJ_FR_JP_O6	Uvođenje obveze revizije cestovne sigurnosti na dionicima na kojima prometuju vozila javnog prijevoza
MJ_FR_JP_O7	Uvođenje obveze prikupljanja podataka o dnevnim migracijama putnika javnog gradskog prijevoza svih pružatelja usluga javnog prijevoza na području obuhvata
MJ_FR_JP_O8	Izrada kombinirane strategije (ekonomsko-regulatorne) za povećanje konkurentnosti javnog gradskog prijevoza
MJ_FR_JP_O9	Definiranje modela sufinanciranja troškova javnog prijevoza s ciljem popularizacije održivih oblika prometovanja
Upravljanje	
MJ_FR_JP_U1	Modernizacija postojećih i nabavka novih vozila javnog prijevoza
MJ_FR_JP_U2	Ekološki prihvatljiv vozni park
MJ_FR_JP_U3	Popularizacija javnog prijevoza putnika
MJ_FR_JP_U6	Davanje prioriteta vozilima javnog gradskog prijevoza u okviru postojećih prostornih mogućnosti
MJ_FR_JP_U7	Jačanje ljudskih potencijala u području javnog prijevoza putnika
Infrastruktura	
MJ_FR_JP_I1	Izgradnja intermodalnih terminala
MJ_FR_JP_I2	Jačanje uloge željezničkog prijevoza u javnom gradskom i prigradskom prijevozu putnika
MJ_FR_JP_I3	Proširenje, dogradnja i rekonstrukcija tramvajske mreže
MJ_FR_JP_I5	Unaprjeđenje postojećih i izgradnja novih terminala, stajališta i okretišta javnog prijevoza
MJ_FR_JP_I6	Prilagodba infrastrukture osobama smanjenje pokretljivosti

ID	Mjera
MJ_FR_JP_I7	Razvoj infrastrukture za ekološki prihvatljiva vozila javnog prijevoza
MJ_FR_JP_I8	Razvoj Park&Ride sustava

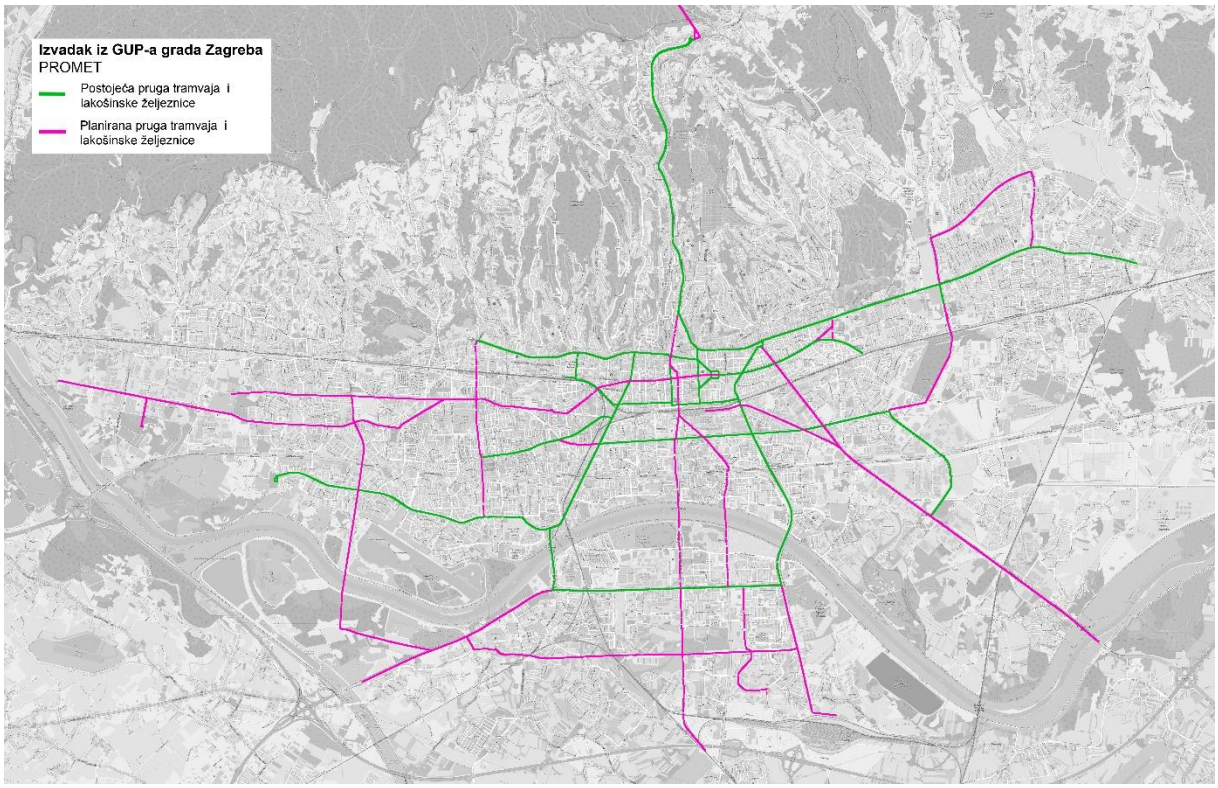
Izvor: I. faza Master plana prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije, Metodologija i izvještaj o prometnim istraživanjima

Generalni urbanistički plan

GUP grada Zagreba, kojim se utvrđuje **temeljna organizacija prostora**, zaštita prirodnih, kulturnih i povijesnih vrijednosti, korištenje i namjena površina, s prijedlogom uvjeta i mjera njihova uređenja, sadrži način i oblike zaštite i korištenja, uvjete i smjernice za uređenje i zaštitu prostora, mjere za unapređivanje i zaštitu okoliša, područja s posebnim i drugim obilježjima, te druge elemente važne za grad Zagreb.

Vezano za planiranje prometnih infrastrukturnih sustava, dugoročni cilj GUP-a je da se najmanje dvije trećine svih dnevnih putovanja odvija javnim prijevozom i nemotoriziranim oblicima putovanja. Postojeća tramvajska mreža, trase za proširivanje tramvajske mreže i gradnju lakošinske željeznice označene su na kartografskom prikazu 3. PROMETNA I KOMUNALNA INFRASTRUKTURNA MREŽA - 3a Promet.

Slika 6-1: Izvadak iz Generalnog urbanističkog plana grada Zagreba, Promet



Izvor: Generalni urbanistički plan grada Zagreba

Prema točci 6.1.3. Mreža tramvajskog i željezničkog prometa GUP-a, tramvaj, žičara i lakošinska željeznica mogu se graditi i na trasama koje nisu označene na karti, ako će to pridonijeti poboljšanju prometa. Uvjeti za takvu gradnju utvrdit će se detaljnijom prostorno planskom dokumentacijom.

Što se tiče uvjeta, gradnja tramvajskih pruga moguća je, u pravilu, u prostoru odvojenom od kolnika. Kada se omogućuje gradnja tramvajskih pruga uz pločnik, za tramvajsku prugu je potrebno osigurati prostor širine 3,0 m. Kad se omogućuje gradnja tramvajskih pruga na prostoru odvojenom od ulice, potrebno je osigurati prostor širine 15,0 m, a najmanje 9,0 m. Okretišta javnog prijevoza i javna parkirališta uz stajališta i terminale javnog prijevoza mogu se graditi u svim namjenama ovisno o lokalnim uvjetima. Lokacije postojećih stajališta javnog prijevoza mogu se mijenjati ako se poboljšava javni prijevoz. Za novo planirane trase tramvaja i lako-šinske željeznice lokacije stajališta odredit će se detaljnijim prometnim rješenjima. Površine za gradnju novih spremišta autobusa i tračničkih vozila javnog prijevoza predviđene su u Jakuševcu, Jankomiru i Blatu.

Studija opravdanosti razvoja i unaprjeđenja tramvajskog prometa i tramvajske mreže Grada Zagreba

Studija je izrađena 2012. godine od strane Fakulteta prometnih znanosti. Autori studije su na temelju rezultata tehničko – tehnološke analize postojeće tramvajske mreže i tramvajskih linija na području grada Zagreba, predložili potencijalne dionice za proširenje tramvajske mreže radi optimalnog zadovoljenja prometne potražnje u budućim razdobljima. Za svaku od predloženih tramvajskih linija analizirane su relevantne tehničke i tehnološke karakteristike.

Radi postizanja zadovoljavajućeg stupnja pokrivenosti područja grada Zagreba tramvajskom mrežom te omogućavanja lakog prijelaza putnika između pojedinih vrsta prijevoza autori studija predlaži **dogradnju tramvajske mreže** sa sljedećim trasama tramvajskih pruga kako slijedi:

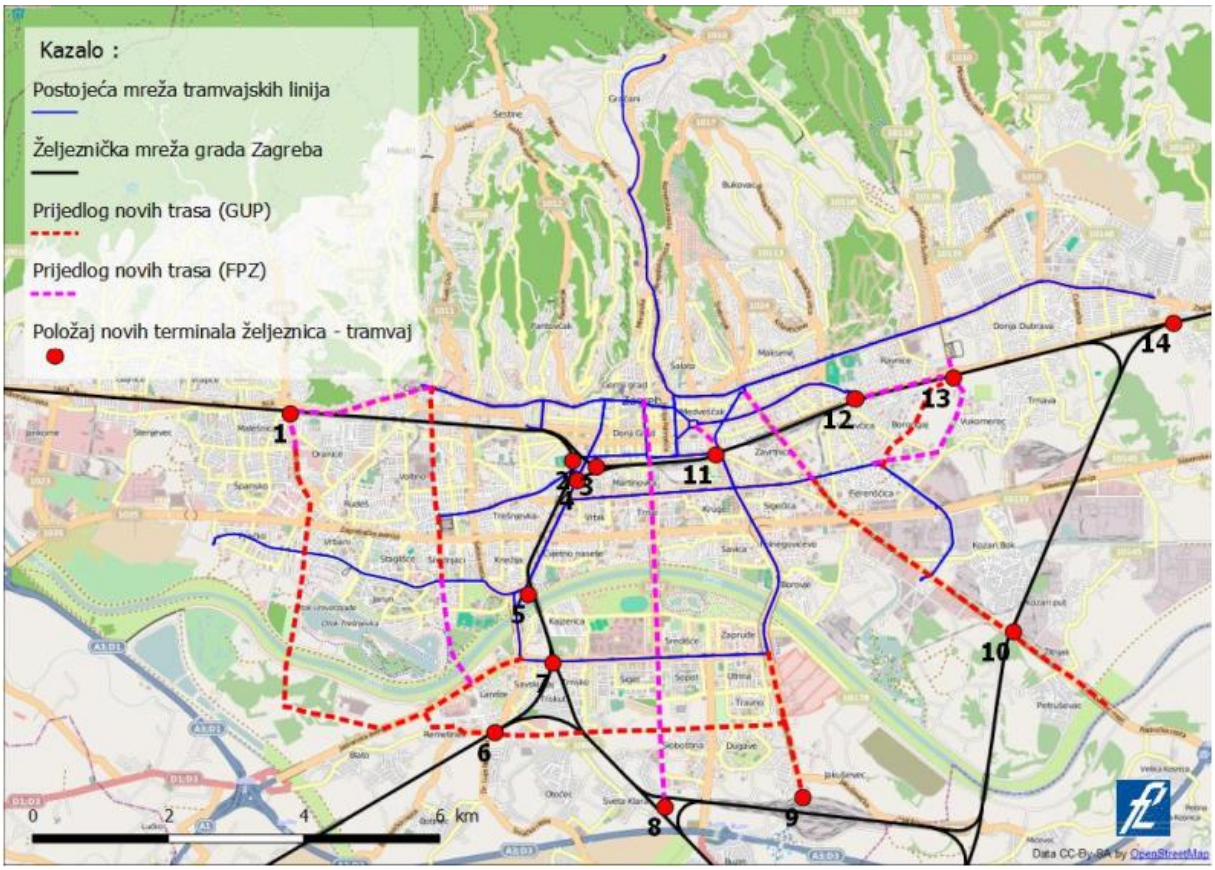
1. Horvaćanska cesta – Ilica,
2. I.B.Mažuranić - Jadranska avenija,
3. Rotor Remetinec – Blato,
4. Jadranska avenija - Sarajevska ulica,
5. Zapruđe - Ranžirni kolodvor,
6. Ulica Grada Vukovara - Domovinski most,
7. Donje Svetice - Kampus Borongaj ,
8. Ilica (Terminal Črnomerec – Vrapčanska),
9. Oranice ulica (Vrapčanska – I. B. Mažuranić),
10. Horvaćanska –Jadranska avenija,
11. Hrvatske bratske zajednice (Trg bana Josipa Jelačića – Sveta Klara),
12. Ulica kneza Višeslava (Ulica neznane junakinje – Trg Žrtava fašizma),
13. Heinzlova (Kvaternikov trg – Ulica Grada Vukovara),
14. Ulica kneza Branimira – (Ulica D. Budaka – Kampus Borongaj).

Nadalje, predlaže se izgradnja 14 terminala i željezničkih postaja koje bi predstavljale točke integracije željezničkog i tramvajskog prometa.

Dogradnjom navedenih trasa i izgradnjom novih terminala autori studije žele postići integraciju željezničkog i tramvajskog prometa, čime bi se utjecalo na postojeću raspodjelu putovanja. U toj bi situaciji željeznica preuzela glavnu ulogu prijevoza na duljim relacijama, a tramvajski promet bi bio u funkciji distribucije.

Na sljedećoj slici prikazan je prijedlog proširenja tramvajske mreže u gradu Zagrebu i položaja novih terminala i postaja integracije željezničkog i tramvajskog prometa prema prijedlogu studije FPZ-a.

Slika 6-2: Prikaz predloženih proširenja tramvajske mreže u gradu Zagrebu i položaja novih terminala i postaja integracije željezničkog i tramvajskog prometa



Izvor: Studija opravdanosti razvoja i unaprjeđenja tramvajskog prometa i tramvajske mreže Grada Zagreba, FPZ, 2012. godine

Nakon provedene analize autori studije zaključuju kako je ekonomičnost tramvajskog prometa u osnovi je zadovoljavajuća, no da postoje dva temeljna ograničavajuća čimbenika za veću ekonomičnost: mala prosječna brzina putovanja putnika i nedovoljno kvalitetno povezivanje tramvajskog prometa sa željeznicom.

Osim temeljnih čimbenika, ograničavajući čimbenici za veću ekonomičnost su: nedovoljno kvalitetna regulacija prometa na raskrižjima (semaforska signalizacija itd.); ograničenja tramvajske mreže koja je pretežito radijalnog karaktera što znatno produžava putovanje jednog djela putnika u javnom gradskom prijevozu; veliki broj tramvajskih linija koje prolaze kroz pješačku zonu (u dijelovima Ilice i Jurišićevoj znatno su ograničene brzine zbog intenzivnog pješačkog prometa); visoka cijena vozarine i neadekvatni sustav naplate karata; nedovoljna integriranost sustava javnog gradskog prijevoza Grada Zagreba i Zagrebačke županije te susjednih županija.

Konačno, prema autorima studije ekonomičnost tramvajskog prometa bitno bi se povećala sljedećim dogradnjama u narednom petogodišnjem razdoblju do 2017. godine:

- dogradnja tramvajske pruge po Vukovarskoj i spoj tramvajske pruge (dijelom podzemno) kroz Kampus Borongaj i veza s tramvajskom mrežom sa sjeverne strane,

- izgradnja dionice tramvajske pruge od Trga Žrtava fašizma do Krešimirova trga;
- izgradnja tramvajske pruge u Ulici Črnomerec od Horvaćanske do Ilice;
- poboljšanje regulacije i organizacije prometnih tokova na raskrižjima s tramvajskim prugama na način minimiziranja vremena čekanja za prolaz tramvaja;
- rekonstrukcija određenih raskrižja s tramvajskim prugama da bi se omogućila sva skretanja, a time i fleksibilnost tramvajskih linija.

6.3 Scenariji razvoja

Na temelju zaključaka razvojnih dokumenata i izrađenih studija, te analize postojećeg stanja tramvajskog prometnog sustava i prognoze prometne potražnje provedene u sklopu ove studije izrađen je prijedlog **tri scenarija razvoja tramvajskog prometnog sustava** na području grada Zagreba: „do-nothing“ odnosno „činiti-ništa“ scenarij, „do-something“ odnosno „činiti-nešto“ scenarij, te „do-all“ odnosno „činiti-sve“ scenarij.

„Do-nothing“ scenarijem izračunavaju se inicijalni prometni pokazatelji prometnog sustava za baznu 2020. godinu i prognozne vremenske presjeke 2025. i 2030. godine, te predstavlja osnovni scenarij na temelju kojeg se izračunava učinkovitost scenarija razvoja prometnog sustava.

Prometni učinci pojedinih scenarija izračunavaju se prometnim modelom. Model prometne potražnje za prognoznu 2025. i 2030. godinu temelji se na prethodno opisanim prognozama društveno-ekonomskih parametara. Model prometne ponude, ovisno o scenariju razvoja prometnog sustava, sadrži jednu ili više organizacijskih i/ili infrastrukturnih mjera.

6.3.1 „Do-nothing“

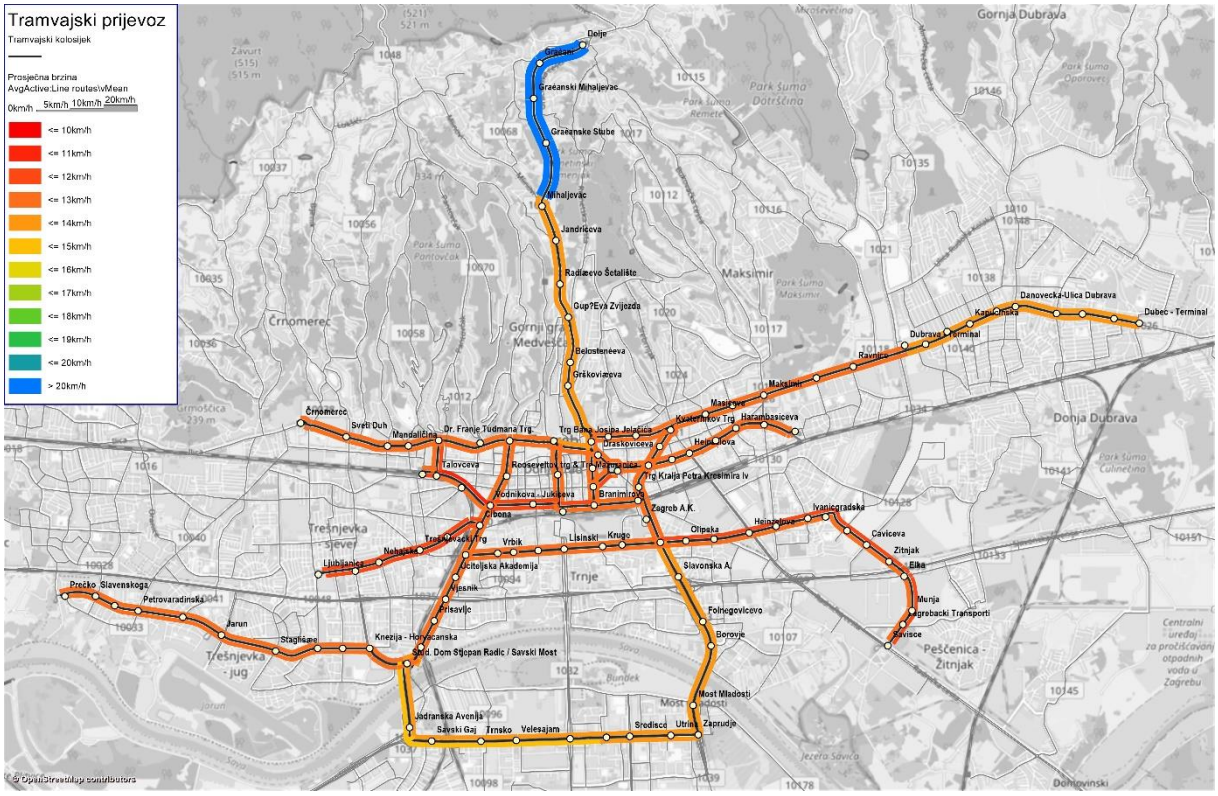
„Do-nothing“ scenarij predviđa redovno održavanje usluge javnog prijevoza putnika tramvajem, **bez ulaganja u razvoj i modernizaciju tramvajskog sustava**. Scenarijem se predviđa zadržavanje postojeće prometne mreže, voznog parka, tramvajskih linija te sustava naplate i evidencije putnika.

Osnovna je pretpostavka ovoga scenarija, vezana uz tramvajski prometni sustav, da povećanje stupnja degradacije stanja tramvajskog kolosijeka kao i povećanje starosti tramvajskih vozila rezultiraju povećanjem trajanja putovanja pojedinog tramvajskog vozila odnosno smanjenjem operativne brzine.

Prometna ponuda tramvajskog sustava sukladno prognozama stanja tramvajskog kolosijeka kroz vremenske presjeke opisuje se novim vremenskim profilima i voznim redovima za sve tramvajske linije.

Na temelju voznih redova po zadanim vremenski presjecima napravljen je izračun operativnih brzina tramvajskog prometnog sustava. Prema projekcijama prosječna operativna brzina tramvaja u „do-nothing“ scenariju razvoja tramvajskog prometnog sustava smanjuje se s postojećih 14,6 km/h u 2020. godini na 13,2 km/h u 2025. godini, da bi u 2030. godini iznosila samo 12,2 km/h, odnosno 17 % manje u odnosu na postojeće stanje. Na sljedećoj slici dan je detaljan prikaz operativnih brzina po dionicama tramvajske mreže u „do-nothing“ scenariju 2030. godine.

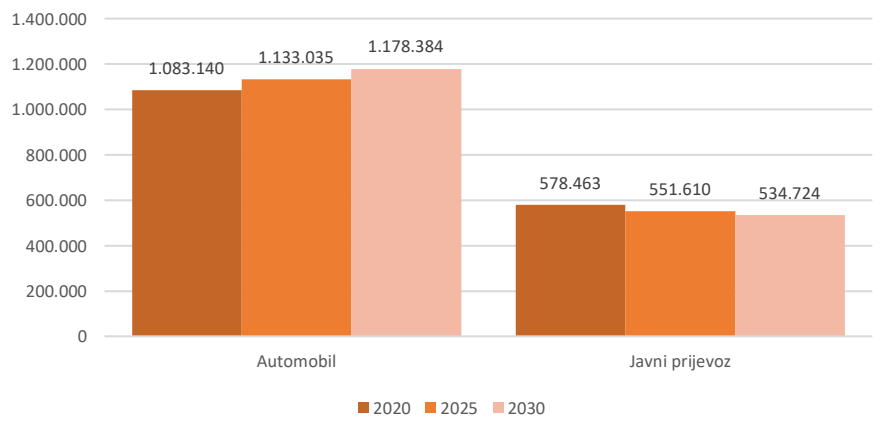
Slika 6-3: Prosječna brzina tramvaja po odsječcima prometne mreže u „do-nothing“ scenariju 2030. godine



Izvor: Izrađivač

Nova prometna ponuda javnog prijevoza u kombinaciji s prognozom društveno-ekonomskih komponenti koje utječu na prometnu potražnju temelj su izračuna prometne potražnje u „do-nothing“ scenariju po zadanim vremenskim presjecima. Ukupan broj putovanja raste po godišnjoj stopi od 0,41 %. Broj putovanja osobnim automobilom također je u porastu, i to po godišnjoj stopi od 0,90 % do 2025. godine, odnosno 0,79 % do 2030. godine. Povećanje broja putovanja osobnim automobilom utječe na smanjenje ukupnog broja putovanja u javnom prijevozu i to po godišnjoj stopi od 0,79 % do 2025. godine i 0,52 % do 2030. Kretanje broja putovanja po prijevoznim sredstvima i vremenski presjecima u „do-nothing“ scenariju prikazan je na sljedećem grafikonu.

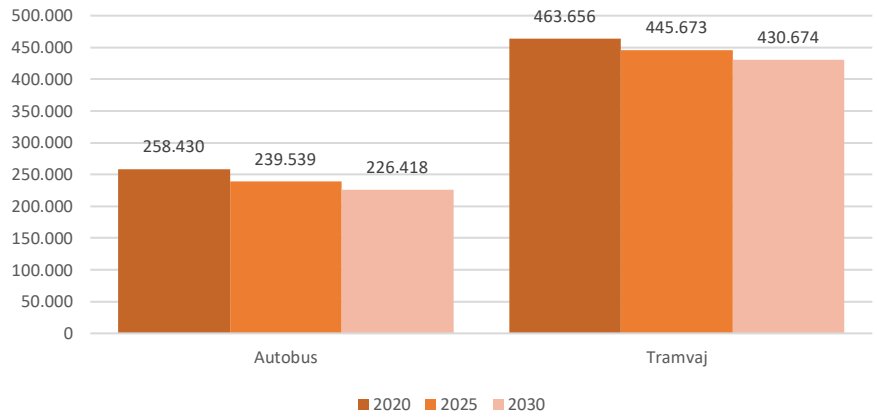
Grafikon 6-4: Kretanje broja putovanja u „do-nothing“ scenariju po vremenskim presjecima



Izvor: Izrađivač

Temeljem novog voznog reda, te dodjele putovanja na prometnu mrežu izvršen je izračun prometnih i operativnih pokazatelja tramvajskog sustava. Promjene u prometnoj ponudi tramvajskog prijevoza i prometnoj potražnji utjecale su i na preraspodjelu broja vožnji po prijevoznim sredstvima javnog prijevoza. Izračuni pokazuju da povećanje trajanja putovanja tramvajskim prijevozom negativno utječe na ukupan broj vožnji u tramvajskom prometnom sustavu. Unatoč drastičnom smanjenju broja vožnji javim prijevozom, tramvajski sustav i dalje drži primat. Promjena broja vožnji po prijevoznim sredstvima javnog prijevoza kroz vremenske presjeke prikazana je na sljedećem grafikonu.

Grafikon 6-5: Promjena broja vožnji javnim prijevozom u „do-nothing" scenariju po vremenskim presjecima



Izvor: Izrađivač

Može se zaključiti da samo redovno održavanje usluge javnog prijevoza putnika tramvajem bez ulaganja u razvoj i modernizaciju tramvajskog sustava negativno utječe na prometnu ponudu tramvajskog prijevoza putnika. Broj prevezenih putnika tramvajem kontinuirano se smanjuje sa prevezenih 463.656 putnika u 2020. godini na 430.674 putnika u 2030. godini, odnosno smanjenje za 7,1 %. U istom vremenskom razdoblju dolazi do povećanja operativnih troškova, sa 2.602 vozilo-sati u 2020. godini na 3.118 vozilo-sati u 2030. godini, odnosno povećanje od gotovo 20 %. U nastavku je dan detaljan prikaz prometnih i operativnih pokazatelja tramvajskog prometnog sustava po vremenskim presjecima izračunatih za karakterističan radni dan izvan sezone.

Tablica 6-3: Prometni i operativni pokazatelji tramvajskog prometnog sustava u „do-nothing" scenariju; dnevno

pokazatelj	S0-2020	S0-2025	S0-2030
vozilo-km	38.128	38.128	38.128
vozilo-sati	2.602	2.865	3.118
putnika	463.656	445.673	430.674
putnik-km	1.387.647	1.303.890	1.240.221
putnik-sati	90.144	92.952	96.058

Izvor: Izrađivač

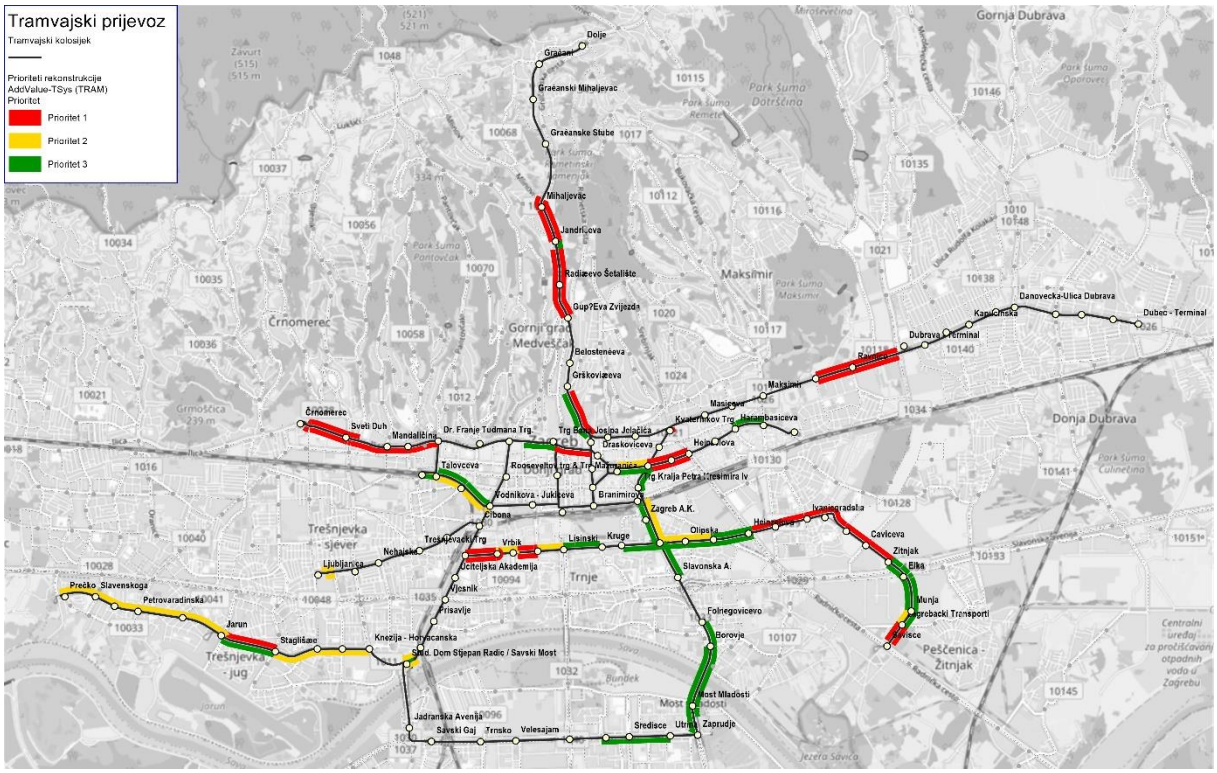
6.3.2 „Do-something“

„Do-something“ scenarij predviđa, osim redovnog održavanja usluge javnog prijevoza putnika, ulaganja u postojeći tramvajski sustav na način da se u **zadrži najmanje postojeća razina ponude** tramvajskog prijevoza putnika. Sukladno višekriterijskoj analizi stanja tramvajskog kolosijeka (Elaborat 1), ovim scenarijem predviđa se rekonstrukcija ukupno 33,3 kilometara tramvajskog kolosijeka prema prioritetu rekonstrukcije određenog na temelju ocjenskih parametara stanja kolosijeka:

- Prioritet 1 – 16.540 m otvorenog kolosijeka, 3 zaokretnice i jedno križanje,
- Prioritet 2 – 6.043 m otvorenog kolosijeka, 8 zaokretnica i 10 križanja,
- Prioritet 3 – 10.740 m otvorenog kolosijeka, 2 zaokretnice i 9 križanja.

Procjena troškova za radove na modernizaciji tramvajske pruge temeljem jediničnih troškova po metru dužnom rekonstrukcije tramvajskog kolosijeka prema „do-something“ scenariju iznosi 275,0 mil HRK.

Slika 6-4: Prioriteti rekonstrukcije tramvajske pruge u „do-something“ scenariju



Izvor: Izrađivač

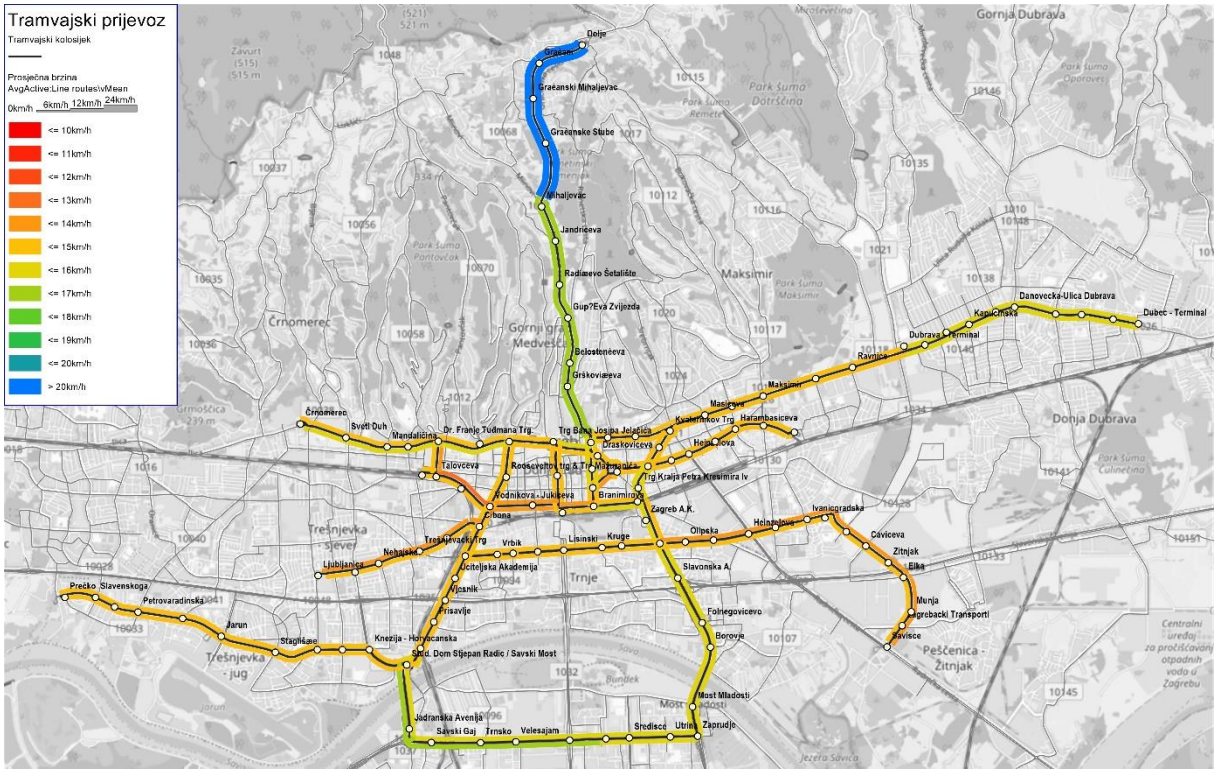
Na slici su prikazani prioriteti rekonstrukcije tramvajske pruge u „do-something“ scenariju, gdje su dionice s prioritetom 1 označen crvenom bojom, dionice s prioritetom 2 označene su žutom bojom, dok su dionice s prioritetom 3 označene zelenom bojom.

Učinak rekonstrukcije pojedine dionice tramvajskog sustava izračunat je pomoću prometnog modela uz sljedeće pretpostavke:

- na dionici predviđenoj za rekonstrukciju povećava se brzina putovanja tramvajskog vozila u odnosu na postojeće stanje odnosno smanjuje se trajanje putovanja između stajališta,
- na tramvajskoj mreži koja ne podliježe rekonstrukciji povećava se vrijeme putovanja tramvajskog vozila po stopama iz „do-nothing“ scenarija.

Navedene pretpostavke rezultiraju novim voznim redom tramvajskih vozila odnosno novom prometnom ponudom javnog prijevoza po vremenskim presjecima. Na temelju novih voznih redova po zadanim vremenski presjecima napravljen je izračun operativnih brzina tramvajskog prometnog sustava. Na sljedećoj slici dan je detaljan prikaz operativnih brzina po dionicama tramvajske mreže u „do-something“ scenariju 2030. godine

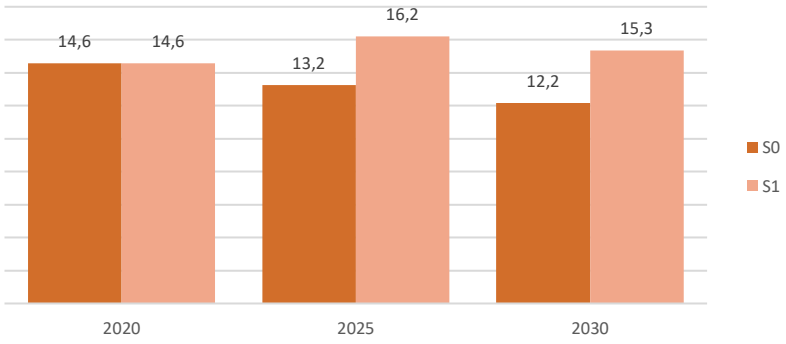
Slika 6-5: Prosječna brzina tramvaja po odsječcima prometne mreže u „do-something“ scenariju 2030. godine



Izvor: Izrađivač

Očekivano, veće operativne brzine postižu se na linijama s najmanje vanjskih utjecaja. Za primjer na trasi linije 15 Mihaljevac - Dolje operativna brzina veća je od 20 km/h. Prema projekcijama prosječna operativna brzina tramvaja u „do-something“ scenariju razvoja tramvajskog prometnog sustava u 2025. godini iznosi 16,2 km/h, a u 2030. godini 15,3 km/h. Usporedba prosječnih operativnih brzina na tramvajskoj mreži u „do-nothing“ i „do-something“ scenariju prikazana je na sljedećem grafikonu.

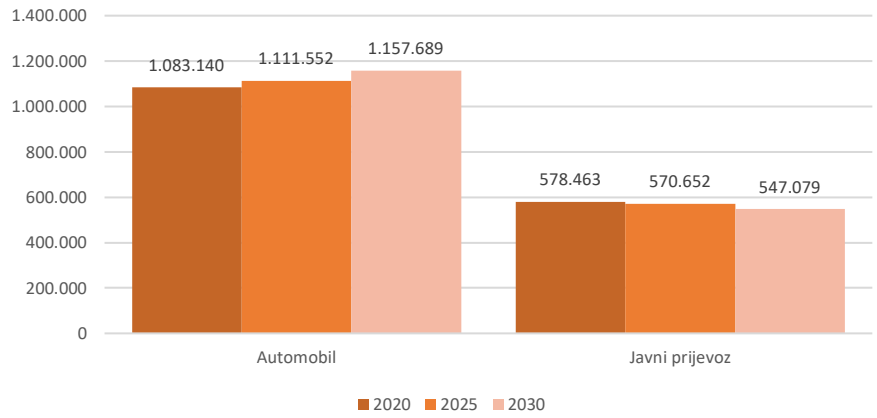
Grafikon 6-6: Usporedba prosječnih operativnih brzina tramvajskog prijevoza u „do-nothing“ i „do-something“ scenariju



Izvor: Izrađivač

U kombinaciji s prognozom društveno-ekonomskih komponenti koje utječu na prometnu potražnju proveden je izračun prometne potražnje u „do-something“ scenariju po zadanim vremenskim presjecima. Broj putovanja osobnim automobilom raste po godišnjoj stopi od 0,51 % do 2025. godine i 0,82 % do 2030. godine. Povećanje broja putovanja osobnim automobilom utječe na smanjenje broja putovanja u javnom prijevozu i to po godišnjoj stopi od 0,24 % do 2025. godine i 0,85 % do 2030. Kretanje broja putovanja po prijevoznim sredstvima i vremenski presjecima u „do-something“ scenariju prikazan je na sljedećem grafikonu.

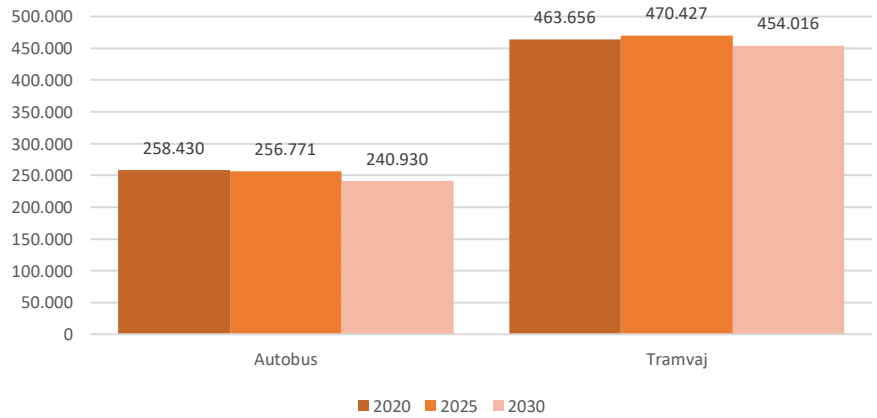
Grafikon 6-7: Kretanje broja putovanja u „do-something“ scenariju po vremenskim presjecima



Izvor: Izrađivač

Temeljem novog voznog reda, te dodjele putovanja na prometnu mrežu izvršen je izračun prometnih i operativnih pokazatelja tramvajskog sustava po scenarijima razvoja tramvajskog prometnog sustava. Promjene u prometnoj ponudi tramvajskog prijevoza i prometnoj potražnji općenito, utjecale su na preraspodjelu broja vožnji po prijevoznim sredstvima javnog prijevoza. Promjena broja vožnji po prijevoznim sredstvima javnog prijevoza kroz vremenske presjeke prikazana je na sljedećem grafikonu.

Grafikon 6-8: Promjena broja vožnji javnim prijevozom u „do-something“ scenariju po vremenskim presjecima



Izvor: Izrađivač

Ulaganje u tramvajski sustav u „do-something“ scenariju ima pozitivan utjecaj kako na broj prevezenih putnika tako i na operativne troškove. Smanjenje broja prevezenih putnika javnim prijevozom posljedica je u prvom redu povećanja stope vlasništva osobnih vozila odnosno povećanja broja

putovanja osobnim vozilima. Broj prevezenih putnika javnim prijevozom smanjuje se sa 578.463 prevezenih putnika u 2020. godini na 547.079 prevezenih putnika u 2030. godini, odnosno za 5,4 %. U istom vremenskom razdoblju, broj prevezenih putnika tramvajem smanjen je s prevezenih 463.656 putnika 2020. godine na 454.016 putnika 2030. godine, odnosno za samo 2,1 %. Operativni trošak vremena smanjen je s 2.602 vozilo-sati 2020. godine na 2.473 vozilo-sati 2030. godine, odnosno za 5,0 %. U nastavku je dan detaljan prikaz prometnih i operativnih pokazatelja tramvajskog prometnog sustava po vremenskim presjecima izračunatih za karakterističan radni dan izvan sezone.

Tablica 6-4: Prometni i operativni pokazatelji tramvajskog prometnog sustava u „do-something" scenariju; dnevno

pokazatelj	S1-2020	S1-2025	S1-2030
vozilo-km	38.128	38.128	38.128
vozilo-sati	2.602	2.342	2.473
putnika	463.656	470.427	454.016
putnik-km	1.387.647	1.431.938	1.367.927
putnik-sati	90.144	84.181	84.693

Izvor: Izrađivač

6.3.3 „Do-all"

„Do-all" scenarij, dodatno na ulaganja u postojeći tramvajski sustav koja su predviđena „do-something" scenarijem, predviđa razvoj i modernizaciju tramvajskog prometnog sustava na području grada Zagreba. Dakle, ovaj scenarij razvoja tramvajskog prometnog sustava predviđa rekonstrukciju postojeće tramvajske pruge prema tri prioritetima, izgradnju novih trasa tramvajske pruge te reorganizaciju postojećih tramvajskih linija s pripadajućim voznim redom.

Ovim scenarijem predviđa se rekonstrukcija ukupno 33,3 kilometara tramvajskog kolosijeka prema prioritetu rekonstrukcije određenog na temelju ocjenskih parametara stanja kolosijeka:

- Prioritet 1 – 16.540 m otvorenog kolosijeka, 3 zaokretnice i jedno križanje,
- Prioritet 2 – 6.043 m otvorenog kolosijeka, 8 zaokretnica i 10 križanja,
- Prioritet 3 – 10.740 m otvorenog kolosijeka, 2 zaokretnice i 9 križanja.

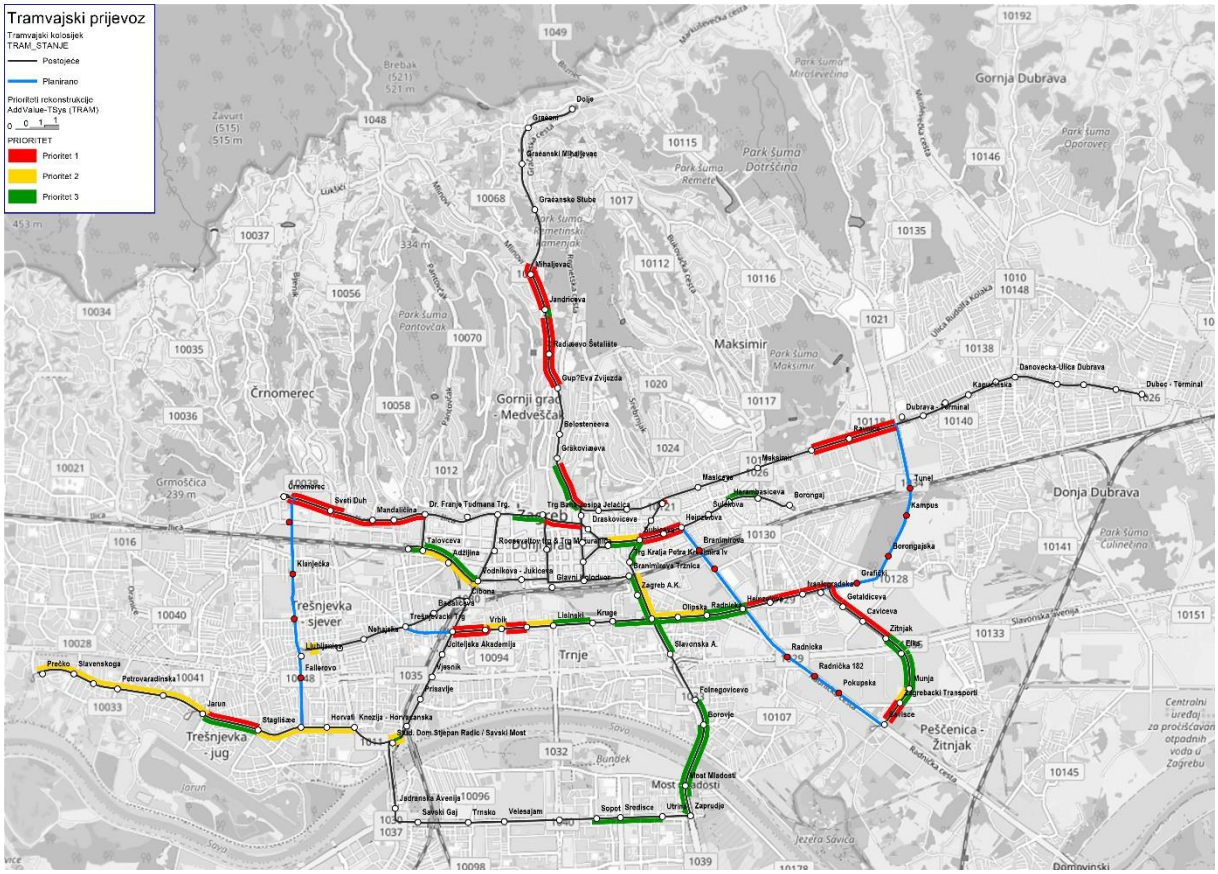
Sukladno analiziranim razvojnim dokumentima tramvajskog sustava na području grada Zagreba ovim scenarijem predviđa se izgradnja četiri nove dionice tramvajske pruge kako slijedi:

- Črnomerec (okretište) – Ljubljanica (okretište) – Horvaćanska cesta,
- Trešnjevački trg – Savska cesta,
- Zvonimirova – Savišće (okretište) i
- Ulica grada Vukovara – Kampus Borongaj – Mandlova ulica.

Procjena troškova za radove razvoja i modernizacije tramvajskog prometnog sustava prema „do-all" scenariju iznosi 830 mil HRK, od čega 275 mil HRK iznose troškovi rekonstrukcije tramvajskog kolosijeka, a 555 mil HRK iznose troškova izgradnje tramvajskog kolosijeka, gornjeg voda tramvajske pruge i ispravljačke stanice za četiri nove dionice tramvajske pruge.

Pregled mjera razvoja tramvajske mreže uključenih u „do-all" scenarij prikazan je na sljedećoj slici

Slika 6-6: Planiran razvoj tramvajske mreže u „do-all“ scenariju

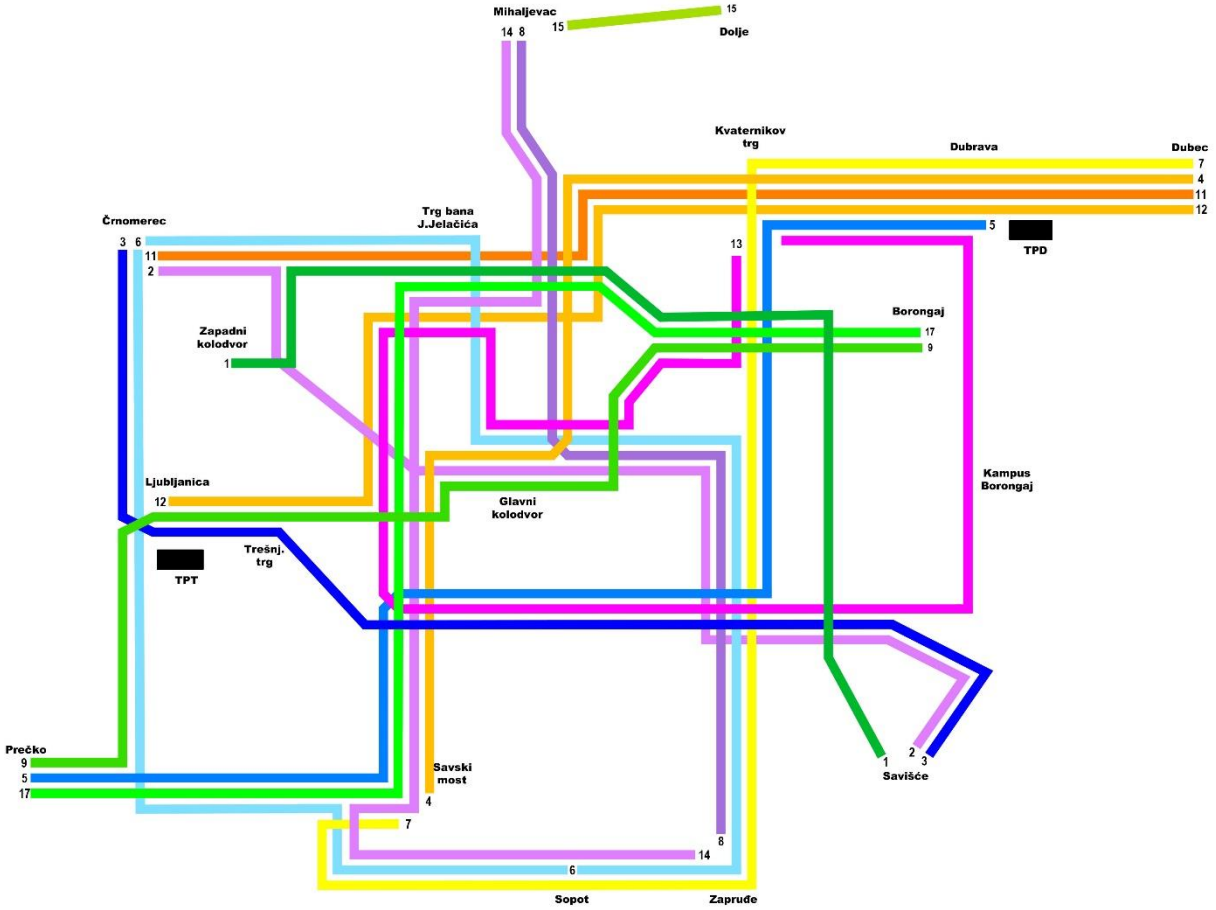


Izvor: Izrađivač

Izgradnja novih trasa tramvajske pruge omogućuje reorganizaciju postojećih tramvajskih linija. Tramvajska linija 6 Črnomerec – Sopot produžena je od okretišta Sopot preko Jadranskog mosta do Horvaćanske te novom trasom preko okretišta Ljubljanica do okretišta Črnomerec, čime postaje kružna linija. Tramvajska linija 9 Ljubljanica – Borongaj produžena je od okretišta Ljubljanica novom trasom do Horvaćanske ceste te Horvaćanskom do okretišta Prečko. Tramvajska liniji 3 Ljubljanica – Savišće prolazi novom trasom između Ulice grada Vukovara i Trešnjevačkog trga te je ujedno produžena od okretišta Ljubljanica novom trasom do okretišta Črnomerec. Na istoku grada tramvajska linija 13 Žitnjak – Kvaternikov trg prolazi novom trasom od Ulice grada Vukovara preko Kampusa Borongaj do okretišta Dubrava, te Maksimirskom cestom do Kvaternikova trga, čime postaje kružna linija. Konačno, tramvajska linija 1 Zapadni kolodvor – Borongaj preusmjerena je na novu trasu Zvonimirova – Savišće, gdje na raskružju Zvonimirove i Heinzelove ulice skreće u Heinzelovu ulice prema jugu te završava na okretištu Savišće.

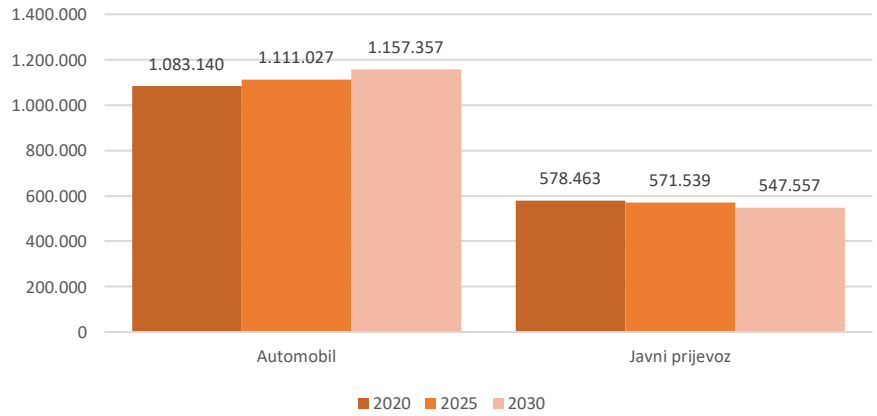
Prethodno opisane mjere rezultiraju novom ponudom javnog prijevoza putnika u „do-all“ scenariju po vremenskim presjecima. Kao posljedica povećanja vlasništva vozila, sukladno prognozama iz Master plana, broj putovanja osobnim automobilom raste po godišnjoj stopi od 0,51 % do 2025. godine i 0,82 % do 2030. godine, dok se broj putovanja javnim prijevozom smanjuje po godišnjoj stopi od 0,24 % do 2025. godine i 0,85 % do 2030, dakle gotovo po istim stopama kao i u „do-something“ scenariju“. Ukupan broj putovanja javnim prijevozom po vremenskim presjecima neznatno je veći u odnosu na „do-something“ scenarij. Kretanje broja putovanja po prijevoznim sredstvima i vremenski presjecima u „do-all“ scenariju prikazan je na sljedećem grafikonu.

Slika 6-7: Shema reorganizacije postojećih tramvajskih linija na području grada Zagreba



Izvor: Izrađivač

Grafikon 6-9: Kretanje broja putovanja u „do-all" scenariju po vremenskim presjecima

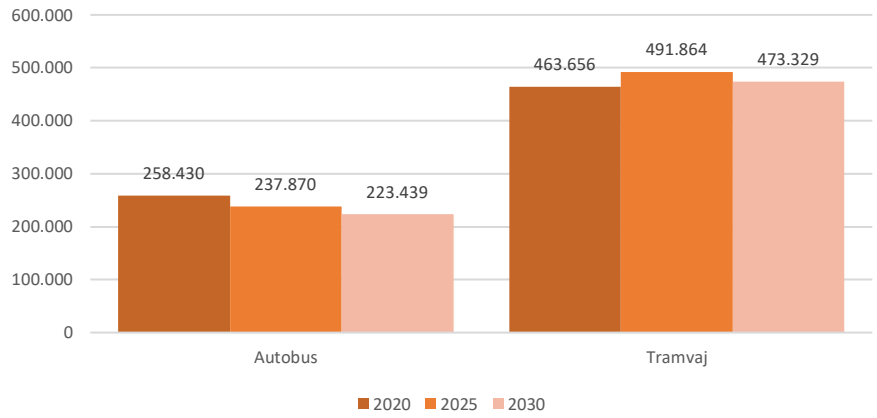


Izvor: Izrađivač

Ulaganje u tramvajski sustav u „do-all" scenariju ima pozitivan utjecaj na preraspodjelu broja putnika u javnom prijevozu. Povećava se broj putnika u tramvajskom sustavu, sa prevezenih 463.656 putnika 2020. godine na prevezenih 491.864 putnika 2025. godine što čini povećanje od 6,1 %, da bi 2030. godine bilo prevezeno 473.329 putnika, što je smanjenje od 3,8 % u odnosu na 2025. godinu no povećanje od 2,1 % u odnosu na 2020. godinu. Za usporedbu, 2030. godine tramvajski sustav „do-all"

scenarija preveze čak 10 % više putnika nego u „do-nothing“ scenariju. Promjena broja prevezenih putnika po prijevoznim sredstvima javnog prijevoza kroz vremenske presjeke prikazana je na sljedećem grafikonu.

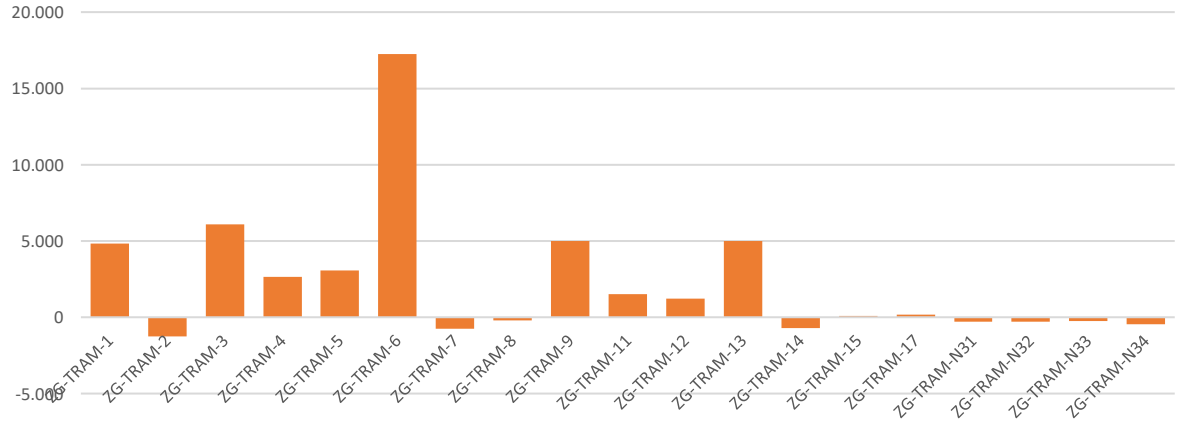
Grafikon 6-10: Promjena broja putovanja javnim prijevozom u „do-all“ scenariju po vremenskim presjecima



Izvor: Izrađivač

Povećanje broja prevezenih putnika tramvajskim vozilima posljedica je planiranih ulaganja u tramvajski prometni sustav, kako u rekonstrukciju postojeće mreže tako i u modernizaciju i razvoj tramvajskog prometnog sustava. Izgradnjom novih trasa tramvajskih pruga povećana je dostupnost tramvajskog prijevoza na šire područja grada. Također, spajanjem Horvaćanske i Črnomerca preko Ljubljanice, Ulice grada Vukovara s Trešnjevačkim trgom sa zapadne strane i Dubravom preko Kampusa Borongaj s istočne strane, te Zvonimirove i okretišta Savišće preko Heinzelove ulice omogućuje se nova organizacija tramvajskih linija te bolje funkcioniranje tramvajskog prijevoza u incidentnim situacijama.

Grafikon 6-11: Promjena broja putnika po tramvajskim linijama; usporedba „do-all“ i „do-nothing“ scenarija 2030. godine

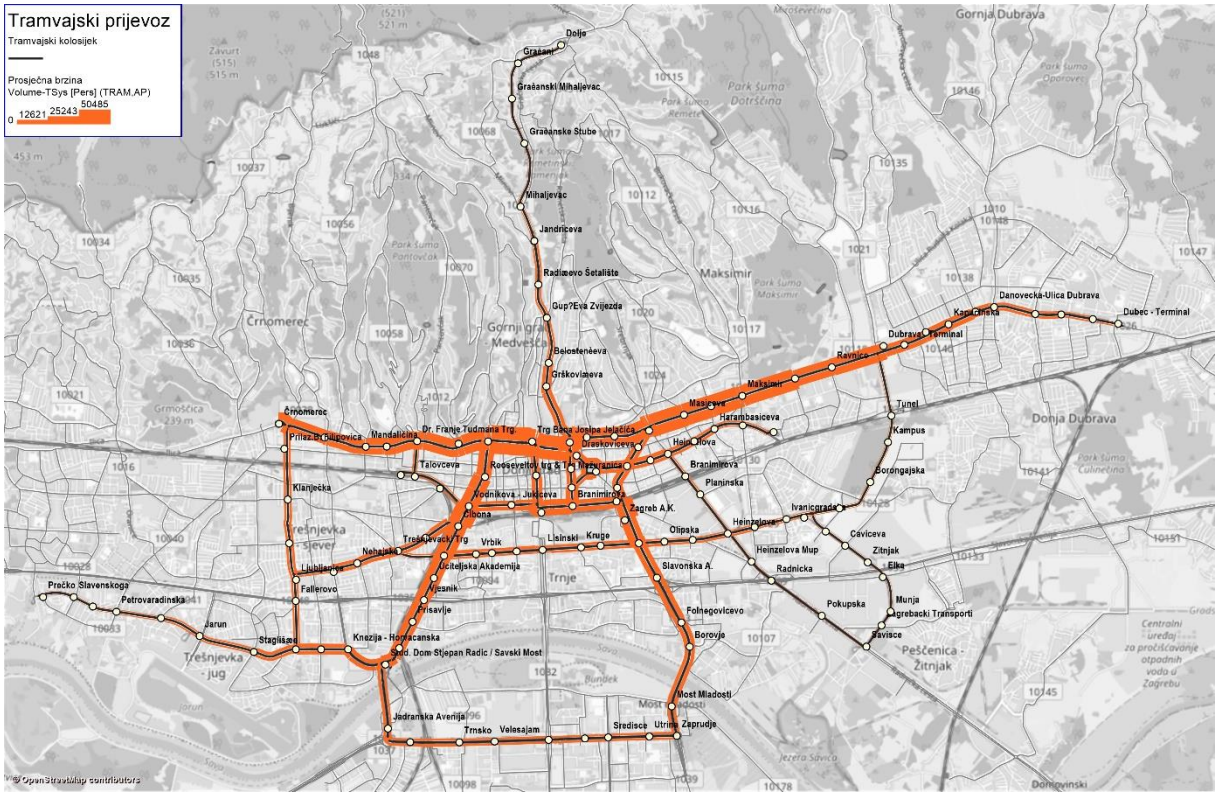


Izvor: Izrađivač

Analizom broja putnika po tramvajskim linijama u „do-all“ može se zaključiti da je broj prevezenih putnika po gotovo svim tramvajskim linijama 2030. godine značajno veći nego u „do-nothing“ scenariju iste godine. Najveći razlika u broju prevezenih putnika, više od 17 tisuća u karakterističnom radnom danu je na tramvajskoj liniji 6 Črnomerec – Sopot – Črnomerec.

Na sljedećoj slici prikazan je broj prevezenih putnika u „do-all“ scenariju po dionicama tramvajskog prometnog sustava 2030. godine.

Slika 6-8: Broj prevezenih putnika u tramvajskom prometnom sustavu „do-all“ scenariju 2030. godine



Izvor: Izrađivač

Detaljan prikaz prometnih i operativnih pokazatelja tramvajskog prometnog sustava po vremenskim presjecima izračunatih za karakterističan radni dan izvan sezone prikazan je u sljedećoj tablici.

Tablica 6-5: Prometni i operativni pokazatelji tramvajskog prometnog sustava u „do-all“ scenariju; dnevno

pokazatelj	S2-2020	S2-2025	S2-2030
vozilo-km	38.128	43.114	43.114
vozilo-sati	2.602	2.639	2.787
putnika	463.656	491.864	473.329
putnik-km	1.387.647	1.503.493	1.431.377
putnik-sati	90.144	88.509	88.728

Izvor: Izrađivač

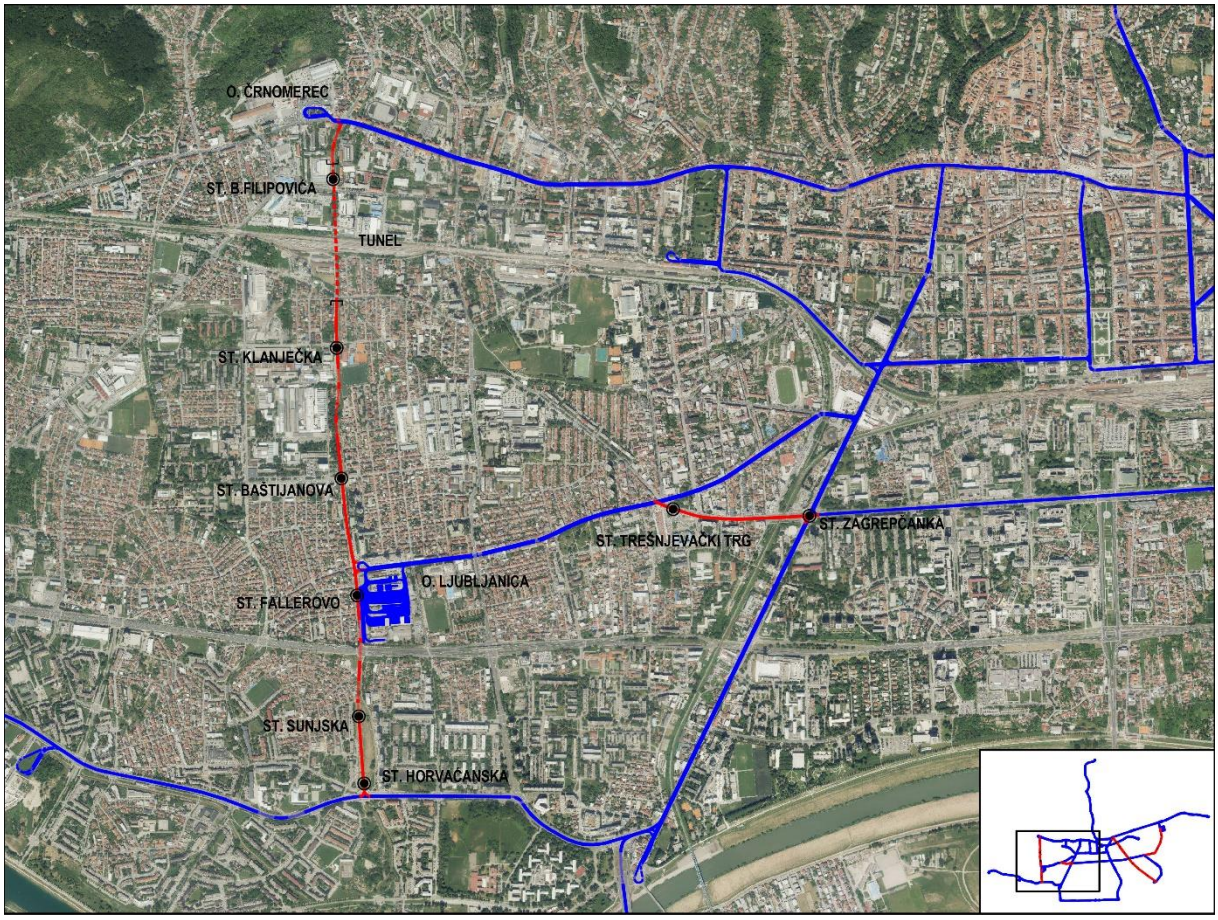
Tramvajska pruga Črnomerec– Ljubljanica– Horvaćanska cesta

Izgradnju dvokolosiječne tramvajske pruge smještene u zasebnom pojasu koja bi povezivala okretište Črnomerec, Ljubljanicu te Horvaćansku cestu prolazeći koridorom potoka Črnomerec, ukupne dužine 2,9 km, moguće je planirati u dvije faze.

Faza 1 obuhvaća izvedbu pruge u dužini 1,9 km od okretišta Črnomerec do okretišta i tramvajskog pogona Ljubljanica. Na ovom je dijelu trase potrebno predvidjeti smještanje tramvajske pruge u tunel na dionici križanja trase tramvaja s željezničkom infrastrukturom, Prilazom baruna Filipovića i Zagorskom ulicom. Potrebna duljina tunela iznosi 600 m, uz izvedbu rampi uzdužnog nagiba 6% i dužine 125 m. Na ovoj su dionici predviđena stajališta Prilaz b. Filipovića (smješteno u tunelu) te stajališta Klanječka i Baštijanova ulica. Za potrebe priključka na postojeću mrežu, nužno je rekonstruirati okretište Ljubljanica.

Faza 2 obuhvaća izvedbu pruge u dužini 1,0 km od okretišta Ljubljanica do postojeće mreže u Horvaćanskoj cesti. Na ovoj su dionici predviđena stajališta Fallerovo šetalište, Sunjska ulica i Horvaćanska cesta.

Slika 6-9: Pregled novih trasa tramvajske pruge Črnomerec – Ljubljanica – Horvaćanska i Trešnjevački trg – Savska



Izvor: Izrađivač

Tramvajska pruga Trešnjevački trg – Savska cesta

Izgradnja dvokolosiječne tramvajske pruge ukupne dužine 0,7 km smještene u zasebnom pojasu koja bi povezivala Trešnjevački trg i Savsku cestu (prugu u Ozaljskoj ulici s prugom u Savskoj cesti), prolazeći koridorom 'produžene Ul. Grada Vukovara', omogućila bi rasterećenje raskrižja Savske ceste i Tratinske ulice. Trasu bi opsluživali tramvaji preusmjerene linije 3, a dodatno bi omogućila izravniji izlazak odnosno povratak tramvaja linija 5 i 17 u Tramvajski pogon Ljubljanica. U tu je svrhu na raskrižju Savska-Vukovarska, pored prolaska tramvaja ravno kroz raskrižje, potrebno osigurati i skretanje iz

zapadnog kraka Vukovarske u južni krak Savske ceste. Navedeno bi podrazumijevalo rekonstrukciju tramvajske infrastrukture u raskrižju. Duž trase planirana su stajališta u neposrednoj blizini Trešnjevačkog trga i dodatni stajališni plato na zapadnom kraku Vukovarske ulice u zoni raskrižja sa Savskom cestom.

Tramvajska pruga Ul. grada Vukovara – Kampus Borongaj – Mandlova

Izgradnju dvokolosiječne tramvajske pruge smještene u zasebnom pojasu koja bi povezivala istočni dio Ulice grada Vukovara s okretištem Dubrava prolazeći kroz kampus Borongaj, ukupne dužine 2,6 km, moguće je planirati u dvije faze.

Faza 1 obuhvaća izvedbu pruge u dužini 1,8 km od Ulice grada Vukovara do sjevernih objekata Kampusa, s ukupno tri stajališta u blizini Grafičkog fakulteta, Borongajske ceste i sjevernih objekata Kampusa koji su danas u funkciji. Nakon krajnjeg stajališta u ovoj je fazi potrebno predvidjeti izvedbu okretišta tramvaja.

Faza 2 obuhvaća nastavak izvedbe pruge u dužini 0,8 km od okretišta prve faze tj. od sjevernih objekata Kampusa do kolosijeka u Ulici D. Mandla i tramvajskog pogona Dubrava. Na ovom je dijelu trase potrebno predvidjeti smještanje tramvajske pruge u tunel na dionici križanja trase tramvaja s željezničkom infrastrukturom i Branimirovom ulicom. Potrebna duljina duljina tunela iznosi 270 m, uz izvedbu rampi uzdužnog nagiba 7% i dužine 150 m. Na ovoj je dionici moguće predvidjeti stajalište u tunelu koje bi bilo povezano s planiranom željezničkom stanicom.

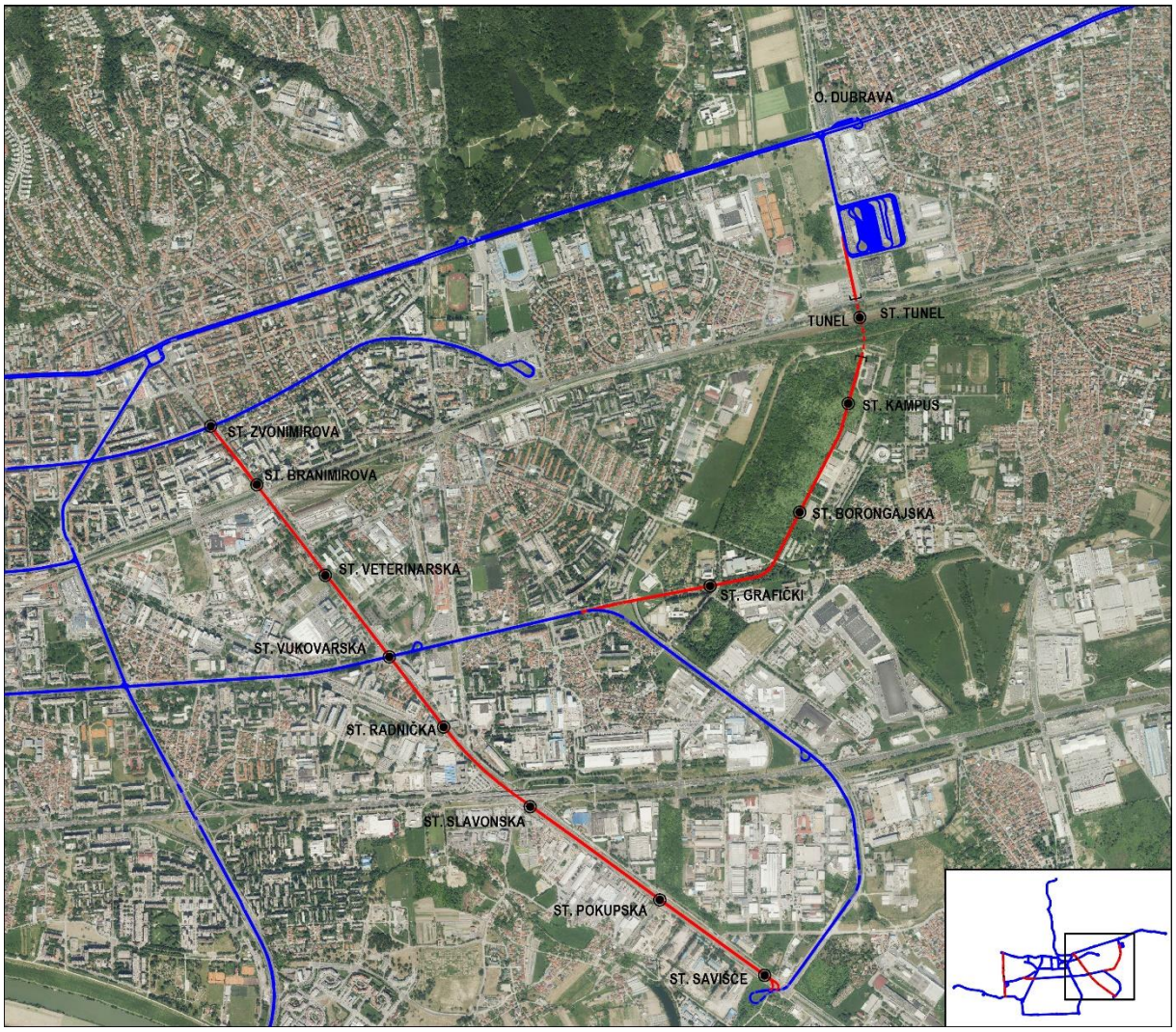
Tramvajska pruga Zvonimirova – okretište Savišće

Izgradnju dvokolosiječne tramvajske pruge smještene u zasebnom pojasu koja bi povezivala okretišta Zvonimirove i Savišće prolazeći koridorom Heinzelove ulice te Radničke ceste, ukupne dužine 3,7 km, moguće je planirati u dvije faze.

Faza 1 obuhvaća izvedbu pruge u dužini 1,4 km od Zvonimirove, koridorom Heinzelove ulice do postojeće tramvajske pruge u Ul. grada Vukovara, s ukupno pet stajališta. Planira se izgradnja stajališta na raskrižju trase sa Zvonimirovom i Branimirovom, Vukovarskom ulicom te u blizini Veterinarskog fakulteta.

Faza 2 obuhvaća izvedbu pruge u dužini 2,3 km, od Ulice grada Vukovara, koridorom Radničke ulice do okretišta Savišće. U ovoj je fazi potrebno predvidjeti i rekonstrukciju okretišta Savišće. Na ovoj su dionici predviđena stajališta Radnička, Slavonska, Pokupska i Savišće.

Slika 6-10: Pregled novih trasa tramvajske pruge Kvaternikov trg – Savišće i Vukovarska – Kampus Borongaj – Mandlova



Izvor: Izrađivač

6.4 Zaključak analize razvoja tramvajskog prometnog sustava

Projekcije razvoja društveno-ekonomskih varijabli koje utječu na prometnu potražnju imaju negativan učinak na sustav javnog prijevoza općenito. Rast populacije i mobilnosti utječe na rast sume putovanja na predmetnom području. S druge strane, smanjenje broja radnih mjesta utječe na smanjenje broja radnih putovanja, koja uz školska putovanja čine najveći udio putovanja javnim prijevozom. Rezultat navedenog je preraspodjela broja putovanja u korist individualnih putovanja osobnim automobilom odnosno smanjenje broja putnika u javnom prijevozu, a što je u suprotno nastojanjima postizanja održivog prometnog sustava.

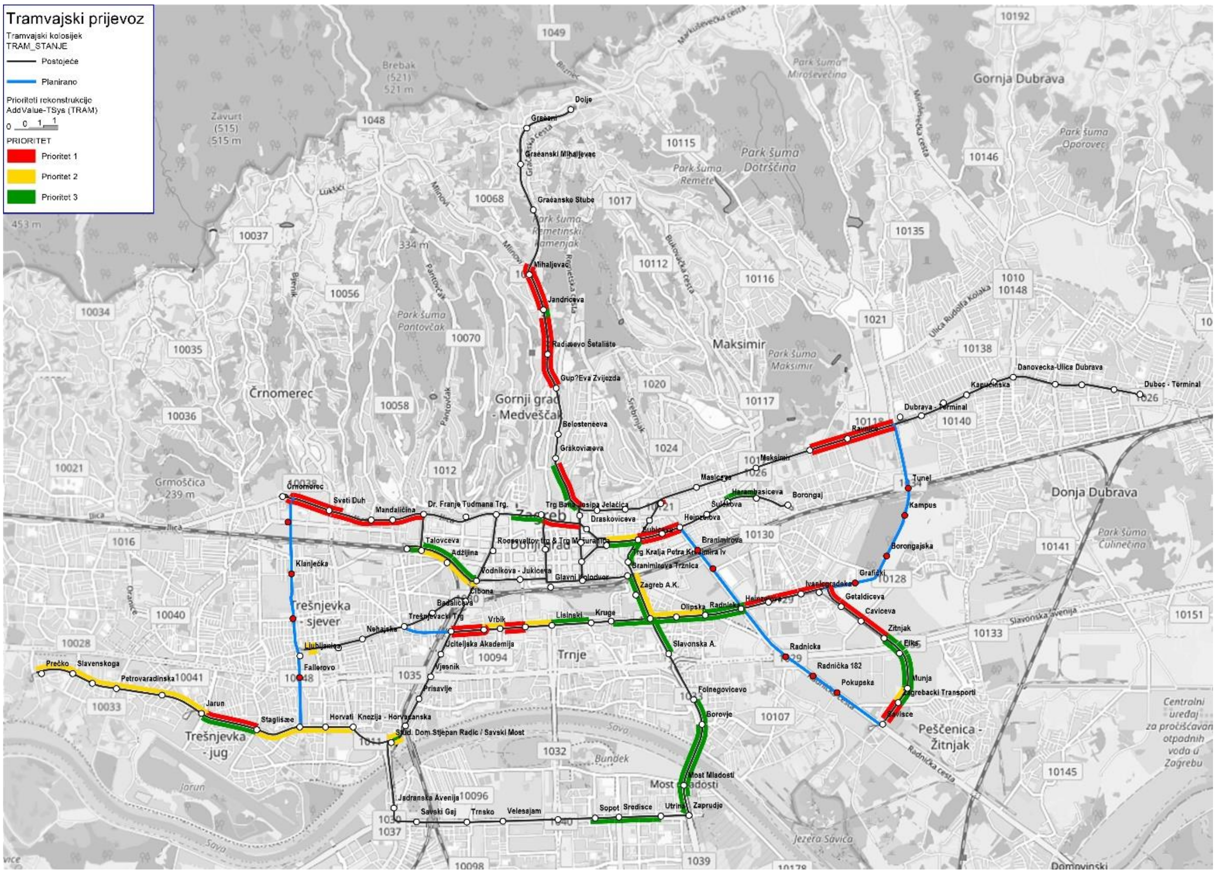
Samo nužno održavanje postojećeg tramvajskog prometnog sustava, bez ulaganja u modernizaciju infrastrukture ima negativan utjecaj na prometni sustav na području Grada Zagreba.

Budući razvoj sustava javnog prijevoza na području Grada Zagreba mora imati za cilj povećanje sigurnosti, raspoloživosti i učinkovitosti javnog prijevoza. To se posebno odnosi na tramvajski sustav, koji u jednoj godini preveze oko 2/3 korisnika javnog prijevoza putnika na području Grada Zagreb.

Ostvarenje navedenih ciljeva moguće je, dodatno na redovno održavanje tramvajskog sustava, provođenjem sljedećih mjera:

1. rekonstrukcija tramvajskog kolosijeka prema prioritetima,
    a. Prioritet 1 – 16.540 m otvorenog kolosijeka, 3 zaokretnice i jedno križanje,
    b. Prioritet 2 – 6.043 m otvorenog kolosijeka, 8 zaokretnica i 10 križanja,
    c. Prioritet 3 – 10.740 m otvorenog kolosijeka, 2 zaokretnice i 9 križanja.
2. izgradnjom novih dionica tramvajske pruge:
    a. Črnomerec (okretište) – Ljubljanica (okretište) – Horvaćanska cesta,
    b. Trešnjevački trg – Savska cesta,
    c. Zvonimirova – Savišće (okretište) i
    d. Ulica grada Vukovara – Kampus Borongaj – Mandlova ulica,
3. izgradnjom nove ispravljačke stanice.

Slika 6-11: Prijedlog mjera razvoja i modernizacije tramvajskog prometnog sustava



Izvor: Izrađivač

Unatoč negativnim prometnim trendovima, u vidu povećanja vlasništva osobnih vozila što posljedično dovodi do povećanja broja putovanja osobnim vozilima, razvoj tramvajskog prometnog sustava u „do-all“ scenariju ima pozitivan utjecaj na prometni sustava javnog prijevoza. Ukupan broj putnika u tramvajskom prijevozu putnika povećao bi se za 10 % u odnosu na „do-nothing“ scenarij 2030. godine.

7 Zaključak

Ova studija imala je za cilj provesti sveobuhvatnu analizu tramvajskog prometnog sustava na području Grada Zagreba, što obuhvaća analizu postojećeg stanja tramvajskog sustava, analizu prometne ponude i prometne potražnje te analizu razvoja tramvajskog prometnog sustava u budućnosti.

Analiza tramvajske infrastrukture, koja obuhvaća analizu kolosijeka, tramvajskih stajališta, kontaktnog voda, ispravljačkih stanica i pripadne kabelske infrastrukture, temelji se na analizama provedenim u sklopu izrade ove studije gdje su rezultati opisani u sljedećim elaboratima:

- Studija razvoja tramvajskog prometa Grada Zagreba, Elaborat I – Analiza stanja tramvajskog kolosijeka; Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, srpanj 2019.
- Studija razvoja tramvajskog prometa Grada Zagreba, Elaborat II – Analiza stanja kontaktne mreže; Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, listopad 2019.
- Studija razvoja tramvajskog prometa Grada Zagreba, Elaborat III – Analiza stanja ispravljačkih stanica i pripadne kabelske infrastrukture
    - Elektrotehnički elaborat; Končar - INEM d.d., listopad 2019.
    - Geotehnički elaborat; Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, veljača 2020.
    - Arhitektonsko/urbanistički elaborat; Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, svibanj 2020.

Analiza voznog parka, organizacije prijevoza, sustava naplate te sigurnosti prijevoza provedene su na temelju podataka naručitelja u obliku raznih izvješća (poslovna izvješća, izvješća o sigurnosti javnog gradskog prijevoza) i statističkih podataka (prodane karte, evidencija putnika, kvarovi, nesreće), tehničkih podataka o vozilima, podataka o voznom redu i sl.

Analiza prometne ponude tramvajskog prometnog sustava izvršena je kroz analizu dostupnosti tramvajskih stajališta i ključnih lokacija tramvajskom prometnim sustavom, analizu brzina tramvajskih vozila na pojedinim odsječcima tramvajske prometne mreže, analizu frekvencija te analizu kapaciteta tramvajskih vozila.

Postojeća tramvajska mreža na području grada Zagreba sadrži ukupno 134 km tramvajskih kolosijeka širine 1.000 m, od čega 116 km prometnog kolosijeka te 17 km kolosijeka koji se nalaze u spremištima. Tijekom perioda od gotovo četiri desetljeća pri periodičnoj izgradnji i rekonstrukciji (popravku) tramvajskih kolosijeka izvedena su ukupno 24 različita tipa konstrukcija kolosijeka obzirom na primijenjene kombinacije elemenata gornjeg i donjeg ustroja i načina izgradnje kolosijeka. Najveći dio tramvajskih kolosijeka izveden na armiranobetonskoj temeljnoj ploči na kojoj su tračnice pričvršćene dvostruko elastičnim pričvrsnim priborom (sustavom DEPP) i međusobno zavarene ručnim elektrolučnim (REL) postupkom zavarivanja.

Višekriterijska analiza stanja konstrukcije 94,9 km tramvajskih kolosijeka, koja je obuhvatila analizu graničnih vrijednosti ocjenskih parametara definiranih izmjerom geometrije kolosijeka, indeksa mirnoće hoda, indeksa udobnosti vožnje, stanja bučnosti u tramvajskom vozilu, istrošenosti profila tračnica i razina buke prilikom prolaska vozila na lokacijama križanja i okretnica te opisnih parametara kolosijeka (period eksploatacije i stanje zatvaranja kolosijeka), pokazala je potrebu za rekonstrukcijom 33,3 km kolosijeka u sljedeće tri kategorije prioriteta: 16,5 km unutar 2 godine, 6,0 km unutar 4 i 10,7

km unutar 6 godina. Pri planiranju rekonstrukcije prednost je potrebno dati segmentima kolosijeka onih građevinskih i eksploatacijskih karakteristika za koje su utvrđene veće vrijednosti odnosa zastupljenosti tipa segmenta i njegove kvalitete izražene pomoću ocjenskih parametara pokazatelja stanja geometrije kolosijeka. To su najprije segmenti sa donjim ustrojem od tucanika te starijim sustavima ugradnje tračnica (na pragovima, u tucaniku, primjenom manje elastičnih sustava pričvršćenja), duž zaokretnica i križanja te segmenti perioda eksploatacije dužeg od 25 godina. Pri rekonstrukciji potrebno je ugrađivati one tipove i elemente konstrukcija koji su se kroz provedene analize stanja kolosijeka pokazale otpornijima na dinamička opterećenja kolosijeka tijekom eksploatacije. Ovdje je potrebno naglasiti da izvođenje suvremenih konstrukcijskih rješenja temeljenih na modernim materijalima i tehnologijama izgradnje tramvajskih kolosijeka samo po sebi dugoročno neće polučiti željeni učinak uspostavljanja održivog tramvajskog sustava. Osiguranje održivosti sustava može se postići samo kroz istodobni razvoj suvremenog modela upravljanja tramvajskom infrastrukturom koji se temelji na integraciji tj. povezivanju i međusobnom nadopunjavanju aktivnosti projektiranja, građenja, održavanja kolosijeka i organizacije prometa na mreži. Zbog toga je po provedbi rekonstrukcija potrebno je ponoviti analizu parametara tramvajskog kolosijeka duž čitave mreže zbog utjecaja eksploatacije i moguće promjene u prioritetima budućeg održavanja. Budući da se eksploatacijski vijek elemenata kolosiječnog gornjeg i donjeg ustroja mjeri desecima godina, za čitavu je mrežu potrebno razviti fizički model ponašanja tramvajskog kolosijeka u eksploataciji koji se ne bavi definiranjem zakazivanja pojedinih elemenata kolosijeka već primjenjuje pristup praćenja degradacije. **Modeli degradacije** kolosijeka temelje se na **monitoringu sustava** (geometrije kolosijeka i profila tračnica, mirnoće hoda i udobnosti vožnje) a procjenjuju smanjenje ukupnih performansi kolosijeka koje, radi osiguranja sigurnosti i udobnosti odvijanja tračničkog prometa, zahtijeva provođenje radova na održavanju. Rezultate monitoringa potrebno je sustavno uvoditi u razvijen Tram-GIS sustav za prikupljanje, obradu, prikazivanje i analizu prostornih podataka o tramvajskoj infrastrukturnoj mreži te zatim koristiti u razvoju modela degradacije. Zbog znatnih razlika u opterećenjima na pojedinim dionica mreže, vremenski plan tj. periode provedbe monitoringa na pojedinoj dionici kolosijeka potrebno je utvrditi na temelju perioda eksploatacije izraženog u bruto tonama. Potrebne aktivnosti utvrđene modelom degradacije kolosijeka razvijenog temeljem rezultata monitoringa potrebno je objediniti u **strateški plan održavanja kolosijeka** uzimajući u obzir vremenska ograničenja i raspoloživa sredstva za njihovo izvođenje.

Analiza ispravljačkih stanica pokazuje da je ugrađena oprema uglavnom dotrajala, na kraju je životnog vijeka i tehnološki zastarjela i više se ne proizvodi, te je zbog toga otežano održavanje. Oprema ne omogućava daljinski nadzor i upravljanje, a zaštita je zastarjela i u dijelu postrojenja nedostatna. Stanje ispravljačkih stanica ukazuje na **nužnu rekonstrukciju** kod koje će se izvršiti **zamjena zastarjele opreme**.

Analiza debljine kontaktnog vodiča pokazala je da na dionicama nekompenzirane kontaktne mreže, kao posljedica većeg provjesa odnosno povećanog trenja na pantograf u fazi spuštanja prema najnižoj točki provjesa, postoje kritične dionice sa smanjenom debljinom kontaktnog vodiča. Na takvim dionicama je potreban povećan oprez i češća kontrola istrošenosti kontaktnog vodiča, te eventualna **zamjena kontaktnog vodiča** ukoliko on ne zadovoljava minimalne zahtjeve sustava opskrbe električnom energijom.

Dio tramvajskih stajališta, koja se uglavnom nalaze u zasebnom tijelu, ne udovoljava kriteriju minimalnih potrebnih dužina i širina. Nadalje, gotovo polovica svih stajališta ne zadovoljava minimalnu

potrebnu visinu od 20 cm. Što se tiče opreme tramvajskih stajališta, postoji 9 vrsta info stupova, 8 vrsta nadstrešnica i 4 vrste ograda. Sva stajališta označena su info stupovima dok svako treće stajalište ima informacijski ekran tipa ND1 ili ND2. Nadstrešnica je izvedena na dva od tri tramvajska stajališta. Prioritet je **rekonstruirati i opremiti stajališta** koja ne zadovoljavaju minimalne potrebne standarde. Nadalje, potrebno je sustavno raditi na **modernizaciji postojećih terminala, stajališta i okretišta** kako sa stajališta infrastrukture tako i sa stajališta pružanja usluge korisnicima kroz unaprjeđenje sustava informiranja, pristupa osobama smanjenje pokretljivosti, kupovine i validacije karata, zaštite od loših vremenskih uvjeta te dodatnih usluga poput internet točaka i sl. Prilikom unaprjeđenja poseban naglasak je potrebno staviti na izvođenje adekvatne pješačko-biciklističke komunikacije s terminalima, stajalištima i okretištima javnog prijevoza te prateću infrastrukturu za biciklistički promet.

Vozni park uglavnom čine tramvajska motorna kola TMK 2200, ukupno 140 niskopodnih tramvaja puštenih u promet između 2005. i 2010. godine. Značajan udio u voznom parku čine motorna kola proizvođača ČKD-Tatra, ukupno 97 vozila od čeka 51 vozilo tipa TMK 301 (KT4YU) i 46 vozila tipa TMK 401, što povećava prosječnu starost motornih kola na 22,8 godina dok prosječna starost prikolica iznosi čak 42,3 godine. Naplata usluge javnog prijevoza vrši se putem pojedinačnih, dnevnih, mjesečnih i godišnjih karata, gdje su sva vozila opremljena validatorima koji omogućuju isključivo validaciju elektronskih karata. Validacija papirnatih karata moguća je na posebnim validatorima smještenim u blizini prvih vrata svih vozila, a u niskopodnim tramvajima validatorima su postavljeni i kod zadnjih vrata. S ciljem povećanja razine usluge tramvajskog prijevoza potrebna je **modernizacija postojećih i nabava novih niskopodnih tramvaja**. Sva vozila potrebno je opremiti suvremenim sustavom ticketinga, sustavom informiranja putnika uz mogućnost multimodalnh informacija, te sustavom videonadzora, koji uz povećanje sigurnosti, treba služiti i za brojenje putnika te analizu ponude u odnosu na potražnju. **Sustav naplate usluge** javnog prijevoza potrebno je unaprijediti na način da bi plaćanje vožnje trebalo biti po stvarnom korištenju usluge, odnosno po broju stanica, po prijeđenom putu i sl. Također, potrebno je osuvremeniti prodajne kanale koji obuhvaćaju prodaju voznih karata i plaćanje usluga putem interneta i mobilnih aplikacija.

Analiza dostupnosti tramvajskih stajališta pokazala je da u zoni obuhvata 400 metara od stajališta, što odgovara pješačenju u trajanju od 5 minuta, živi 25% populacije Grada Zagreba odnosno oko 200 tisuća stanovnika. S ciljem povećanja ponude tramvajskog prometnog sustava potrebno je **proširiti i dograditi tramvajsku mrežu** sukladno prometnim potrebama i prostorno-planskim mogućnostima. Prioritete i faznost izvedbe novih pruga kao i **reviziju tramvajskih linija i voznih redova** potrebno je uskladiti s postojećim i planiranim kretanjima prijevozne potražnje kao i razvojem sustava javnog prijevoza u cjelini.

Konačno, potrebno je unaprijediti i modernizirati **sustav informiranja putnika**, s ciljem informiranja putnika odnosno pružanja svih potrebnih informacija korisnicima javnog prijevoza putnika u realnom vremenu. Informacije trebaju biti ažurne, lako dostupne, jednostavne, kratke i jasne. Sustav informiranja putnika treba biti zasnovan na suvremenim informacijsko-komunikacijskim tehnologijama te treba biti kooperativan s ostalim sustavima u prometu. Korištenjem suvremenih tehnologija informacije mogu biti lako dostupne putem web i mobilnih aplikacija, na displejima na stajalištima i terminalima te u vozilima javnog prijevoza putnika.

Popis slika

Slika 1-1: Konjski (lijevo) i električni tramvaj (desno) 1
Slika 1-2: Shematski prikaz razvoja tramvajske mreže na području grada Zagreba 2
Slika 3-1: Prometno okruženje grada Zagreba 7
Slika 3-2: TEN-T koridori na području RH 12
Slika 3-3: Mreža autocesta na području RH 13
Slika 3-4: Osnovna cestovna mreža Grada Zagreba (Prostorni plan Grada Zagreba) 14
Slika 3-5: Zagrebački željeznički prsten 15
Slika 3-6: Mreža javnog prijevoza putnika ZETa 17
Slika 3-7: Taksi stajališta na području Grada Zagreba 19
Slika 3-8: Biciklistička karta Zagreba 20
Slika 3-9: Pješačka zona Zagreba 21
Slika 4-1: Razvrstavanje segmenata tramvajske mreže prema periodu eksploatacije kolosijeka 27
Slika 4-2: Razvrstavanje segmenata tramvajske mreže prema tipu kolosiječne konstrukcije 29
Slika 4-3: Primjeri uočenih nedostataka na tramvajskom kolosijeku 30
Slika 4-4: Elektronička mjerna kolica TEC-1000 31
Slika 4-5: Pregled ocjene stanja geometrije kolosijeka na tramvajskoj mreži 32
Slika 4-6: Pregled ocjene indeksa udobnosti vožnje na tramvajskoj mreži 33
Slika 4-7: Pregled ocjene indeksa mirnoće hoda na tramvajskoj mreži 34
Slika 4-8: Pregled bučnosti u tramvajskom vozilu po segmentima tramvajske mreže 36
Slika 4-9: Terminal Črnomerec 37
Slika 4-10: Položaj stajališta u odnosu na položaj pruge; stajalište na pločniku (lijevo) i stajalište u zasebnom tijelu (desno) 39
Slika 4-11: Nedostatna širina stajališta otežava kretanje pješaka; Stajalište Vodnikova sjever 42
Slika 4-12: Tipovi info stupova 43
Slika 4-13: Najzastupljeniji tipovi nadstrešnica 44
Slika 4-14: Zaštitne ograde 45
Slika 4-15: Ispravljačke stanice; primjeri građevina 47
Slika 4-16: Sektori kontaktne mreže 48
Slika 4-17: Pregled istrošenosti kontaktnog voda po segmentima tramvajske mreže 52

Slika 4-18: Načini pričvršćenja tramvajske kontaktne mreže 54
Slika 4-19: Tramvajsko spremište Dubrava 55
Slika 4-20: TMK 201 i TP 591 59
Slika 4-21: Upravljačnica i unutrašnjost TMK 201 60
Slika 4-22: TMK 301 60
Slika 4-23: Upravljačnica i unutrašnjost TMK 301 61
Slika 4-24: TMK 401 i TP 801 61
Slika 4-25: Upravljačnica i unutrašnjost TMK 401 62
Slika 4-26: TMK 2100 62
Slika 4-27: Upravljačnica i unutrašnjost TMK 2100 63
Slika 4-28: TMK 2200 63
Slika 4-29: Upravljačnica i unutrašnjost TMK 2200 64
Slika 4-30: TMK 2300 64
Slika 4-31: Mreža dnevnih i noćnih tramvajskih linija 68
Slika 4-32: Ulica Republike Austrije, Istočna strana Trga dr. Franje Tuđmana 69
Slika 4-33: Trasa tramvajske linije 1 Zapadni kolodvor – Borongaj 69
Slika 4-34: Ulica Vatroslava Jagića, stajalište Jagićeva 70
Slika 4-35: Trasa tramvajske linije 2 Črnomerec – Savišće 70
Slika 4-36: Koledovčina ulica, stajalište Zagrebački transporti 71
Slika 4-37: Trasa tramvajske linije 3 Ljubljanica – Savišće 71
Slika 4-38: Draškovićeva ulica, stajalište Sheraton 72
Slika 4-39: Trasa tramvajske linije 4 Savski most – Dubec 73
Slika 4-40: Ulica grada Vukovara, stajalište Miramarska 73
Slika 4-41: Trasa tramvajske linije 5 Prečko – Dubrava 74
Slika 4-42: Ilica, stajalište Slovenska 75
Slika 4-43: Trasa tramvajske linije 6 Črnomerec – Sopot 75
Slika 4-44: Avenija Dubrovnik, stajalište Središće 76
Slika 4-45: Trasa tramvajske linije 7 Savski most – Dubec 77
Slika 4-46: Ksaverska cesta 77
Slika 4-47: Trasa tramvajske linije 8 Mihaljevac – Zapruđe 78
Slika 4-48: Ulica kranja Zvonimira 79
Slika 4-49: Trasa tramvajske linije 9 Ljubljanica – Borongaj 79

Slika 4-50: Ilica 80
Slika 4-51: Trasa tramvajske linije 11 Črnomerec – Dubec 80
Slika 4-52: Trešnjevački trg 81
Slika 4-53: Trasa tramvajske linije 12 Ljubljanica – Dubrava 81
Slika 4-54: Šubićeva ulica, stajalište Šubićeva 82
Slika 4-55: Trasa tramvajske linije 13 Žitnjak - Kvaternikov trg 82
Slika 4-56: Savska cesta 83
Slika 4-57: Trasa tramvajske linije 14 Mihaljevac – Zapruđe 84
Slika 4-58: Nadvožnjak nad Ulicom Grabeščak 84
Slika 4-59: Trasa tramvajske linije 15 Mihaljevac – Dolje 85
Slika 4-60: Horvaćanska cesta, stajalište Jarun 86
Slika 4-61: Trasa tramvajske linije 17 Prečko – Borongaj 86
Slika 4-62: Trasa tramvajske linije 31 Črnomerec – Savski most 87
Slika 4-63: Trasa tramvajske linije 32 Prečko – Borongaj 88
Slika 4-64: Trasa tramvajske linije 33 Gračansko Dolje – Savišće 89
Slika 4-65: Trasa tramvajske linije 34 Ljubljanica – Dubec 90
Slika 4-66: Primjer validatora u vozilu 119
Slika 4-67: Primjer pretplatne karte 119
Slika 4-68: Primjer pretplatne karte (e-novčanik) 121
Slika 4-69: Primjer papirnatih karata 122
Slika 5-1: Analiza dostupnosti tramvajskih stajališta (obuhvat 400 m) 136
Slika 5-2: Dostupnost Trga bana J.Jelačića tramvajem 137
Slika 5-3: Dostupnost Autobusnog kolodvora tramvajem 137
Slika 5-4: Dostupnost Studentskog doma Stjepan Radić tramvajem 138
Slika 5-5: Prosječna brzina tramvaja po odsječcima prometne mreže tijekom radnog dana izvan turističke sezone 139
Slika 5-6: Prosječna brzina tramvaja po odsječcima prometne mreže u jutarnjem vršnom satu radnog dana 139
Slika 5-7: Kapacitet tramvajskih vozila radnog dana izvan turističke sezone (u tisućama) 142
Slika 5-8: Ukupno godišnje opterećenje tramvajskog kolosijeka (u tisućama tona) 143
Slika 5-9: Dnevno prometno opterećenje mreže javnog prijevoza putnika 154
Slika 6-1: Izvadak iz Generalnog urbanističkog plana grada Zagreba, Promet 161

Slika 6-2: Prikaz predloženih proširenja tramvajske mreže u gradu Zagrebu i položaja novih terminala i postaja integracije željezničkog i tramvajskog prometa 163

Slika 6-3: Prosječna brzina tramvaja po odsječcima prometne mreže u „do-nothing“ scenariju 2030. godine 165

Slika 6-4: Prioriteti rekonstrukcije tramvajske pruge u „do-something“ scenariju 167

Slika 6-5: Prosječna brzina tramvaja po odsječcima prometne mreže u „do-something“ scenariju 2030. godine 168

Slika 6-6: Planiran razvoj tramvajske mreže u „do-all“ scenariju 171

Slika 6-7: Shema reorganizacije postojećih tramvajskih linija na području grada Zagreba 172

Slika 6-8: Broj prevezenih putnika u tramvajskom prometnom sustavu „do-all“ scenariju 2030. godine 174

Slika 6-9: Pregled novih trasa tramvajske pruge Črnomerec – Ljubljanica – Horvaćanska i Trešnjevački trg – Savska.....175

Slika 6-10: Pregled novih trasa tramvajske pruge Kvaternikov trg – Savišće i Vukovarska – Kampus Borongaj – Mandlova 177

Slika 6-11: Prijedlog mjera razvoja i modernizacije tramvajskog prometnog sustava.....178

Popis tablica

Tablica 4-1: Pregled broja zaposlenih 24
Tablica 4-2: Pregled perioda eksploatacije kolosijeka 26
Tablica 4-3: Pregled tipova konstrukcije i načina izgradnje kolosijeka obzirom na donji ustroj i sustav ugradnje tračnica 28
Tablica 4-4: Pregled duljina i udjela tramvajskih kolosijeka u ovisnosti o ocjeni stanja geometrije kolosijeka na segmentima 32
Tablica 4-5: Pregled duljina i udjela tramvajskih kolosijeka u ovisnosti o izmjerenim ekvivalentnim razinama vibracija na segmentima 33
Tablica 4-6: Analiza bučnosti u tramvajskom vozilu 35
Tablica 4-7: Bučnost u okolišu prilikom prolaska tramvajskog vozila 36
Tablica 4-8: Pregled tramvajskih okretišta i veza s drugim oblicima javnog prijevoza putnika 38
Tablica 4-9: Pregled tramvajskih stajališta čija je duljina manja od minimalne potrebne 40
Tablica 4-10: Pregled tramvajskih stajališta čija je širina manja od minimalne potrebne 41
Tablica 4-11: Pregled tramvajskih stajališta čija je udaljenost rubnjaka od osi kolosijeka manja od minimalne potrebne 42
Tablica 4-12: Osnovni podaci o ispravljačkim stanicama 46
Tablica 4-13: Osnovne karakteristike ispravljačkih stanica 49
Tablica 4-14: Osnovni podaci o statusu zemljišta na kojem su IS sagrađene 50
Tablica 4-15: Osnovni podaci dužine kontaktne mreže (u metrima) 52
Tablica 4-16: Osnovni tehnički podaci tramvajskih vozila 59
Tablica 4-17: Pregled dnevnih tramvajskih linija 67
Tablica 4-18: Pregled noćnih tramvajskih linija 68
Tablica 4-19: Izvadak iz tramvajskog voznog reda, proljeće 2018, dnevne linije 90
Tablica 4-20: Pokazatelji tramvajske linije 1 Zapadni kolodvor – Borongaj 92
Tablica 4-21: Pokazatelji tramvajske linije 2 Črnomerec - Savišće 94
Tablica 4-22: Pokazatelji tramvajske linije 3 Ljubljanica – Savišće 95
Tablica 4-23: Pokazatelji tramvajske linije 4 Savski most – Dubec 97
Tablica 4-24: Pokazatelji tramvajske linije 5 Prečko – Dubrava 98
Tablica 4-25: Pokazatelji tramvajske linije 6 Črnomerec – Sopot 100
Tablica 4-26: Pokazatelji tramvajske linije 7 Savski most – Dubec 101

Tablica 4-27: Pokazatelji tramvajske linije 8 Mihaljevac – Zapruđe 103
Tablica 4-28: Pokazatelji tramvajske linije 9 Ljubljanica – Borongaj.....104
Tablica 4-29: Pokazatelji tramvajske linije 11 Črnomerec – Dubec 106
Tablica 4-30: Pokazatelji tramvajske linije 12 Ljubljanica – Dubrava.....107
Tablica 4-31: Pokazatelji tramvajske linije 13 Žitnjak - Kvaternikov trg.....109
Tablica 4-32: Pokazatelji tramvajske linije 14 Mihaljevac – Zapruđe 110
Tablica 4-33: Pokazatelji tramvajske linije 15 Mihaljevac – Dolje 112
Tablica 4-34: Pokazatelji tramvajske linije 17 Prečko – Borongaj.....113
Tablica 4-35: Cijena mjesečnih ZET pretplatnih kupona prema profilu korisnika 120
Tablica 4-36: Cijena godišnjih ZET pretplatnih kupona prema profilu korisnika 120
Tablica 4-37: Cijena pojedinačnih ZET karata na području grada Zagreba 121
Tablica 4-38: Cijene višednevnih ZET karata 122
Tablica 4-39: Pregled broja prodanih karata i prihoda od prodaje istih u 2018. godini 124
Tablica 5-1: Osnovni pokazatelji ponude dnevnih tramvajskih linija radnog dana 140
Tablica 5-2: Vrijednosti statičkog i dinamičkog kapaciteta te frekvencije dnevnih tramvajskih linija 141
Tablica 5-3: Osnovni tehnički podaci tramvajskih vozila.....142
Tablica 5-4: Pregled prometnih istraživanja.....144
Tablica 5-5: Broj provedenih anketa i veličine uzoraka - podjela po kućanstvima.....145
Tablica 5-6: Varijacije stopa putovanja za različite vrste kućanstava 145
Tablica 5-7: Postotni udio putovanja po vrsti prijevoza.....146
Tablica 5-8: Pregled broja anketa putnika u sustavu javnog prijevoza.....146
Tablica 5-9: Prometni i operativni pokazatelji postojećeg sustava tramvajskog prijevoza 2017. godine 154
Tablica 6-1: Opći i specifični ciljevi definirani Master planom 159
Tablica 6-2: Opće i specifične mjere definirane Master planom.....160
Tablica 6-3: Prometni i operativni pokazatelji tramvajskog prometnog sustava u „do-nothing“ scenariju; dnevno 166
Tablica 6-4: Prometni i operativni pokazatelji tramvajskog prometnog sustava u „do-something“ scenariju; dnevno.....170
Tablica 6-5: Prometni i operativni pokazatelji tramvajskog prometnog sustava u „do-all“ scenariju; dnevno.....174

Popis grafikona

Grafikon 3-1: Usporedba kretanja broja stanovnika na području grada Grada Zagreba i Republike Hrvatske u razdoblju od 2011. do 2017. godine 8

Grafikon 3-2: Prirodno kretanje stanovništva na području Grada Zagreba u razdoblju od 2011. do 2017. godine 9

Grafikon 3-3: Usporedba kretanja broja doseljenog i odseljenog stanovništva na području Grada Zagreba u razdoblju od 2011. do 2017. godine 9

Grafikon 3-4: Usporedba kretanja BDP-a Grada Zagreba i Republike Hrvatske u razdoblju od 2007. do 2016. godine 10

Grafikon 3-5: Zaposleni po gospodarskim sektorima u Gradu Zagrebu u 2015. godini....11

Grafikon 4-1: Struktura prihoda ZET-a 2018. godine 25

Grafikon 4-2: Struktura rashoda ZET-a 2018. godine 26

Grafikon 4-3: Podjela stajališta s obzirom na tipove info stupova 44

Grafikon 4-4: Podjela stajališta s obzirom na tipove nadstrešnica....45

Grafikon 4-5: Podjela stajališta s obzirom na tipove zaštitne ograde....46

Grafikon 4-6: Godina puštanja tramvajskih vozila u promet 56

Grafikon 4-7: Broj i prosječna starost tramvajskih motornih kola; stanje 26.6.2019. 57

Grafikon 4-8: Prosječni broj prijeđenih kilometara po tipu tramvajskih motornih kola; stanje 26.6.2019. 57

Grafikon 4-9: Prijeđeni kilometri prema vrsti vozila u 2018. godini 58

Grafikon 4-10: Prijeđeni kilometri po pojedinom vozilu u 2018. godini 58

Grafikon 4-11: Broj povlačenja tramvajskih vozila iz prometa od 2015. do 2018. godine 65

Grafikon 4-12: Uzroci povlačenja tramvajskih vozila iz prometa 2018. godine 66

Grafikon 4-13: Uzroci povlačenja tramvajskih vozila iz prometa 2018. godine prema vrsti vozila (broj povlačenja na 100.000 km pojedine vrste vozila) 66

Grafikon 4-14: Ukupan broj polazaka tramvajskih vozila u karakterističnim danima u i izvan turističke sezone 91

Grafikon 4-15: Ukupan broj polazaka tramvajskih vozila po linijama u karakterističnom danu izvan turističke sezone 92

Grafikon 4-16: Takt polazaka linije 1 Zapadni kolodvor - Borongaj 93

Grafikon 4-17: Izvadak iz voznog reda, linija 1 Zapadni kolodvor - Borongaj, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00....93

Grafikon 4-18: Takt polazaka linije 2 Črnomerec - Savišće 94
Grafikon 4-19: Izvadak iz voznog reda, linija 2 Črnomerec - Savišće, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00 95
Grafikon 4-20: Takt polazaka linije 3 Ljubljanica - Savišće 96
Grafikon 4-21: Izvadak iz voznog reda, linija 3 Ljubljanica - Savišće, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00.....96
Grafikon 4-22: Takt polazaka linije 4 Savski most - Dubec.....97
Grafikon 4-23: Izvadak iz voznog reda, linija 4 Savski most - Dubec, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00 98
Grafikon 4-24: Takt polazaka linije 5 Prečko - Dubrava 99
Grafikon 4-25: Izvadak iz voznog reda, linija 5 Prečko - Dubrava, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00.....99
Grafikon 4-26: Takt polazaka linije 6 Črnomerec - Sopot.....100
Grafikon 4-27: Izvadak iz voznog reda, linija 6 Črnomerec - Sopot, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00 101
Grafikon 4-28: Takt polazaka linije 7 Savski most - Dubec.....102
Grafikon 4-29: Izvadak iz voznog reda, linija 7 Savski most - Dubec, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00 102
Grafikon 4-30: Takt polazaka linije 8 Mihaljevac - Zapruđe 103
Grafikon 4-31: Izvadak iz voznog reda, linija 8 Mihaljevac - Zapruđe, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00 ...104
Grafikon 4-32: Takt polazaka linije 9 Ljubljanica - Borongaj 105
Grafikon 4-33: Izvadak iz voznog reda, linija 9 Ljubljanica - Borongaj, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00...105
Grafikon 4-34: Takt polazaka linije 11 Črnomerec - Dubec.....106
Grafikon 4-35: Izvadak iz voznog reda, linija 11 Črnomerec - Dubec, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00 107
Grafikon 4-36: Takt polazaka linije 12 Ljubljanica - Dubrava 108
Grafikon 4-37: Izvadak iz voznog reda, linija 12 Ljubljanica - Dubrava, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00..108
Grafikon 4-38: Takt polazaka linije 13 Žitnjak - Kvaternikov trg.....109
Grafikon 4-39: Izvadak iz voznog reda, linija 13 Žitnjak - Kvaternikov trg,
jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00.....110
Grafikon 4-40: Takt polazaka linije 14 Mihaljevac - Zapruđe 111
Grafikon 4-41: Izvadak iz voznog reda, linija 14 Mihaljevac - Zapruđe, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00..111
Grafikon 4-42: Takt polazaka linije 15 Mihaljevac - Dolje 112
Grafikon 4-43: Izvadak iz voznog reda, linija 15 Mihaljevac - Dolje, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00 113
Grafikon 4-44: Takt polazaka linije 17 Prečko - Borongaj 114
Grafikon 4-45: Izvadak iz voznog reda, linija 17 Prečko - Borongaj, jutarnji vršni sat 7:00 - 9:00.....114
Grafikon 4-46: Satni broj vozila koja prođu tramvajskim stajalištem Trg bana J.Jelačića.....115
Grafikon 4-47: Slijed dolazaka i polazaka tramvajskih vozila sa stajališta Trg bana Josipa Jelačića 115
Grafikon 4-48: Satni broj vozila koja prođu tramvajskim stajalištem Draškovićeva.....116

Grafikon 4-49: Slijed dolazaka i polazaka tramvajskih vozila sa stajališta Draškovićeva 116
Grafikon 4-50: Satni broj vozila koja prođu tramvajskim stajalištem Glavni kolodvor.....117
Grafikon 4-51: Slijed dolazaka i polazaka tramvajskih vozila sa stajališta Glavni kolodvor 117
Grafikon 4-52: Satni broj vozila koja prođu tramvajskim stajalištem Autobusni kolodvor.....118
Grafikon 4-53: Slijed dolazaka i polazaka tramvajskih vozila sa stajališta Autobusni kolodvor 118
Grafikon 4-54: Usporedba broja prodanih karata i prihoda od prodanih karata;
2015. - 2018. godina 123
Grafikon 4-55: Broj prodanih karata; 2015. - 2018. godina 124
Grafikon 4-56: Broj prometnih nesreća u tramvajskom prometu u proteklih 10 godina 126
Grafikon 4-57: Struktura prometnih nesreća u tramvajskom prometu u 2018. godini.....126
Grafikon 4-58: Broj ozlijeđenih osoba u tramvajskom u proteklih 10 godina.....127
Grafikon 4-59: Broj prometnih nesreća u tramvajskom prometu
po tramvajskim linijama u 2018. godini 128
Grafikon 4-60: Broj prometnih nesreća po mjesecima za 2017. i 2018. godinu 128
Grafikon 4-61: Broj prometnih nesreća po danima za 2017. i 2018. godinu 129
Grafikon 4-62: Broj prometnih nesreća po satima za 2017. i 2018. godinu 129
Grafikon 5-1: Raspodjela putovanja u javnom prijevozu prema izvoru putovanja 147
Grafikon 5-2: Raspodjela putovanja u javnom prijevozu prema odredištu putovanja.....147
Grafikon 5-3: Učestalost putovanja javnim prijevozom.....147
Grafikon 5-4: Usporedba broja evidentiranih putnika i broja prodanih pojedinačnih karata;
2015. - 2018. godine 148
Grafikon 5-5: Broj evidentiranih putnika u milijunima prema tramvajskim dnevnim linijama;
2015. - 2018. godina 149
Grafikon 5-6: Broj evidentiranih putnika u tisućama po tramvajskim noćnim linijama u tisućama;
2015. - 2018. godine 149
Grafikon 5-7: Broj evidentiranih putnika prema tramvajskoj liniji, stanica Trg bana Josipa Jelačića;
2017. godine, u tisućama 150
Grafikon 5-8: Broj evidentiranih putnika prema tramvajskoj liniji, stanica Glavni kolodvor; 2017.
godine, u tisućama.....150
Grafikon 5-9: Broj evidentiranih putnika prema tramvajskoj liniji, stanica Črnomerec;
2017. godine u tisućama 150
Grafikon 5-10: Dnevna raspodjela evidentiranih putnika; 2018. godine 151
Grafikon 5-11: Satna raspodjela evidentiranih putnika u karakterističnom radnom danu izvan
turističke sezone; 2018. godine 151

Grafikon 5-12: Satna raspodjela evidentiranih putnika u vikendu izvan turističke sezone; 2018. godine 152

Grafikon 5-13: Satna raspodjela evidentiranih putnika u karakterističnom radnom danu u turističkoj sezoni; 2018. godine 152

Grafikon 5-14: Satna raspodjela evidentiranih putnika u vikendu u turističkoj sezoni; 2018. godine 152

Grafikon 5-15: Raspodjela putovanja po prijevoznim sredstvima u 2017. godini - Područje Master plana 153

Grafikon 6-1: Prognoza broja stanovnika - Područje Master plana 157

Grafikon 6-2: Prognoza broja radnih mjesta - Područje Master plana 158

Grafikon 6-3: Prognoza stupnja vlasništva vozila - Područje Master plana 158

Grafikon 6-4: Kretanje broja putovanja u „do-nothing“ scenariju po vremenskim presjecima 165

Grafikon 6-5: Promjena broja vožnji javnim prijevozom u „do-nothing“ scenariju po vremenskim presjecima 166

Grafikon 6-6: Usporedba prosječnih operativnih brzina tramvajskog prijevoza u „do-nothing“ i „do-something“ scenariju 168

Grafikon 6-7: Kretanje broja putovanja u „do-something“ scenariju po vremenskim presjecima 169

Grafikon 6-8: Promjena broja vožnji javnim prijevozom u „do-something“ scenariju po vremenskim presjecima 169

Grafikon 6-9: Kretanje broja putovanja u „do-all“ scenariju po vremenskim presjecima 172

Grafikon 6-10: Promjena broja putovanja javnim prijevozom u „do-all“ scenariju po vremenskim presjecima 173

Grafikon 6-11: Promjena broja putnika po tramvajskim linijama; usporedba „do-all“ i „do-nothing“ scenarija 2030. godine 173