Analiza prometnog sustava i urbane logistike grada Zagreba

Micak, Dragutin

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:214153

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

Repository / Repozitorij:

University North Digital Repository

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište Sjever

Završni rad br. 514/TGL/2021

Analiza prometnog sustava i urbane logistike grada Zagreba

Dragutin Micak, 2965/336

Varaždin, rujan 2021. godine

Sveučilište Sjever

Odjel za Tehničku i gospodarsku logistiku

Završni rad br. 514/TGL/2021

Analiza prometnog sustava i urbane logistike grada Zagreba

Student

Dragutin Micak, 2965/336

Mentor

mr.sc. Igor Franolić, dipl.ing.prom., predavač

Varaždin, rujan 2021. godine

Sveučilište Sjever
Sveučilišni centar Varaždin
104. brigade 3, HR-42000 Varaždin

HRVATSKA ZAJEDNICA

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za logistiku i održivu mobilnost

STUDIJ preddiplomski stru ni studij Tehni ka i gospodarska logistika

PRISTUPNIK Dragutin Micak | MATIČNI BROJ 2965/336

DATUM 06.10.2021. | KOLEGIJ Prometna logistika II.

NASLOV RADA Analiza prometnog sustava i urbane logistike grada Zagreba

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Analysis of the transport system and urban logistics of the city of Zagreb

MENTOR Mr. sc, Igor Franolić, dipl.ing.prom. | ZVANJE Predavač

ČLANOVI POVJERENSTVA
1. doc.sr.sc Predrag Brlek, predsjednik
2. mr.sc. Igor Franolić, mentor
3. Ivan Cvitković, mag.ing.traff., član
4. dr.sc, Ivana Martinčević, zamjenski član
5.

Zadatak završnog rada

BROJ 514/TGL/2021

OPIS
Grad Zagreb je glavni grad Republike Hrvatske i najve i grad u Hrvatskoj po broju stanovnika. Kao najve i i glavni grad, Zagreb je kulturno, znanstveno, gospodarsko i upravno središte Republike Hrvatske i Zagreba ke županije. Zahvaljuju i ulozi najve eg prometnog centra u Hrvatskoj i razvijenoj industriji s dugom tradicijom, Zagreb je gospodarski najrazvijeniji grad u Hrvatskoj. U ovom završnom radu opisane su sve prometne grane koje su od velikog zna aja u gradu Zagrebu, analizira se postoje e stanje prometnog sustava i prikazuju nedostaci kod svih prometnih grana.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE SJEVER

ZADATAK URUČEN 14.10.2021. | POTPIS MENTORA

Predgovor

Zahvaljujem se svom mentoru mr.sc. Igoru Franoliću na pomoći, savjetima, strpljenju i uloženom vremenu kako bi se ostvario jedan od mojih životnih ciljeva.

Zahvaljujem se svim profesorima na pruženoj pomoći tijekom studiranja, te kolegama na odgovaranju svih mojih pitanja.

Zahvaljujem se svojoj susjedi, koja me je primala na instrukcije i pomagala mi kako bi završio kolegij koji mi nije bio lagan.

I za kraj, najviše se zahvaljujem svojoj obitelji, koja mi je pružala pomoć kada je bilo najteže, a posebno se zahvaljujem svojim dviju bakama, koje su izdvajale dio mirovine da bi pokrile moje troškove studiranja.

Sažetak

U ovom završnom radu opisane su sve prometne grane koje su od velikog značaja u gradu Zagrebu. Grad Zagreb je glavni i najveći grad u Republici Hrvatskoj, te je kulturno, znanstveno, gospodarsko i upravno središte RH. Grad Zagreb ima vrlo razvijen prometni sustav, no ima mnogo nedostataka koji ometaju ostvarenje njegovog punog potencijala. U radu će se analizirati postojeće stanje prometnog sustava, te prikazati nedostaci kod svih prometnih grana. Uz to, predložit će se moguća rješenja za nedostatke, kako bi se pomoću njih prikazao kvalitetniji prometni sustav i potencijal svih prometnih grana. Uz prometni sustav, u radu je prikazana urbana logistika, te izazovi koji idu uz nju. Također je prikazan primjer uspješne prakse kod urbane logistike, koji rješava probleme prostora i zagađenja u gradovima.

KLJUČNE RIJEČI: grad Zagreb, promet, prometni sustav, analiza, urbana logistika

Summary

This study describes all traffic branches that are of great importance in the city of Zagreb. The City of Zagreb is the capital and largest city in the Republic of Croatia, and is the cultural, scientific, economic and administrative center of the Republic of Croatia. The city of Zagreb has a very developed transport system, but it has many shortcomings that hinder the realization of its full potential. The paper will analyze the current state of the transport system, and present the shortcomings in all transport branches. In addition, possible solutions to the shortcomings will be proposed, in order to show a better quality transport system and the potential of all transport branches. In addition to the transport system, the paper presents urban logistics and the challenges that go with it. An example of successful practice in urban logistics, which solves the problems of space and pollution in cities, is also presented.

KEY WORDS: city of Zagreb, traffic, traffic system, analysis, urban logistics

Popis korištenih kratica

A Autocesta
D Državna cesta
COVID-19 Virusna bolest uzrokovana koronavirusom SARS-CoV-2.
EU Europska unija
HŽ Hrvatske željeznice
KoMoDo istraživački projekt urbane logistike u Berlinu
(njem. Kooperative Nutzung von Mikro-Depots durch die Kurier-, Express-, Paket-Branche für den nachhaltigen Einsatz von Lastenrädern in Berlin)
IATA Međunarodna udruga za zračni prijevoz
(eng. International Air Transport Association)
RH Republika Hrvatska
WiFi bežična mreža za spajanje na internet (eng. Wireless Frequency)
ZET Zagrebački električni tramvaj

Sadržaj

1. UVOD 1

1.1. Predmet i problem istraživanja 1
1.2. Izvori podataka 1
1.3. Metode istraživanja 1
1.4. Struktura rada 1

2. CESTOVNI PROMET 3

2.1. Cestovni promet u Zagrebu 3
2.2. Analiza cestovnog prometa u Zagrebu 4
2.3. Prijedlozi za unaprjeđenje cestovnog prometa u Zagrebu 6

3. ŽELJEZNIČKI PROMET 9

3.1. Željeznički promet u Zagrebu 9
3.2. Analiza željezničkog prometa u Zagrebu 11
3.3. Prijedlozi za unaprjeđenje željezničkog prometa u Zagrebu 12

4. JAVNI GRADSKI PROMET 14

4.1. Javni gradski promet u Zagrebu 14
4.1.1. Tramvajski promet 14
4.1.2. Autobusni promet 15
4.1.3. Taksi promet 16
4.2. Analiza javnog gradskog prometa u Zagrebu 16
4.2.1. Tramvajski promet 16
4.2.2. Autobusni promet 17
4.3. Prijedlozi za unaprjeđenje javnog gradskog prometa u Zagrebu 18
4.3.1. Tramvajski promet 18
4.3.2. Autobusni promet 19

5. ZRAČNI PROMET 20

5.1. Zračni promet u Zagrebu 20
5.2. Analiza zračnog prometa u Zagrebu 21
5.3. Prijedlozi za unaprjeđenje zračnog prometa u Zagrebu 21

6. BICIKLISTIČKI I PJEŠAČKI PROMET 23

6.1. Biciklistički promet u Zagrebu 23
6.2. Pješački promet u Zagrebu 24
6.3. Analiza biciklističkog i pješačkog prometa u Zagrebu 24
6.4. Prijedlozi za unaprjeđenje biciklističkog i pješačkog prometa u Zagrebu 25

7. URBANA LOGISTIKA 28

7.1. Općenito o urbanoj logistici 28
7.2. Izazovi urbane logistike 30
7.3. Primjer rješenja za urbanu logistiku 31

8. ZAKLJUČAK 32
9. LITERATURA 33
10. POPIS SLIKA 35
11. POPIS TABLICA 36

1. UVOD

Promet je djelatnost koja se bavi prijevozom ljudi, životinja ili robe s jednog mjesta na drugo. Promet omogućuje trgovinu među ljudima, što je bitan čimbenik za gospodarstvo, te potiče širenje civilizacije. Promet se sastoji od prijevoznih sredstava i infrastrukture, pa se promet dijeli na sljedeće grane: cestovni promet, željeznički promet, zračni promet, vodeni promet, cjevovodni promet.

1.1. Predmet i problem istraživanja

U ovom završnom radu cilj je analiza svih prometnih grana u području Grada Zagreba, prikaz trenutnog stanja infrastrukture i prijevoznih sredstva, sa svim prednostima i nedostacima koji su prisutni kod njih. U analizi se detaljno opisuju nedostaci i predlažu se moguća rješenja za nedostatke kako bi se određene prometne grane koje imaju potencijal više koristile, da se smanji emisija štetnih plinova, te unaprijedili svaka od prometnih grana. Uz analizu prometnih grana, analizira se i urbana logistika u Zagrebu, te izazovi koji se javljaju u urbanoj logistici. Također, daje se primjer uspješnog projekta sustava urbane logistike, a time se ukazuje potreba za razvoj određene prometne grane.

1.2. Izvori podataka

Izvori podataka za ovaj završni rad sastoje se od domaće i strane literature (knjige, web stranice, znanstveni radovi, članci)

1.3. Metode istraživanja

Metode istraživanja u ovom završnom radu sastoje se od: metode analize, induktivne metode, deskriptivne metode, metode dokazivanja, metode klasifikacije.

1.4. Struktura rada

Prvi dio završnog rada odnosi se na *Cestovni promet,* pošto je to najrazvijenija vrsta prometa u Zagrebu i u Hrvatskoj. U ovom dijelu opisuje se infrastruktura i javni prijevoz autobusom, pa se analiziraju nedostaci cestovnog prometa i na kraju se predlažu moguća rješenja za nedostatke kod cestovnog prometa.

Drugi dio završnog rada odnosi se na *Željeznički promet,* pošto je to druga najrazvijenija vrsta prometa u Hrvatskoj, a u Zagrebu slabo iskorištena. U ovom dijelu opisuje se infrastruktura i vozni park HŽ-a, pa se analiziraju nedostaci željezničkog prometa i na kraju se predlažu moguća rješenja za nedostatke i moguće potencijale željezničkog prometa.

Treći dio završnog rada odnosi se na *Tramvajski promet.* U ovom dijelu opisuje se infrastruktura i vozni park ZET-a, pa se analiziraju nedostaci tramvajskog prometa i na kraju se predlažu moguća rješenja za nedostatke tramvajskog prometa.

Četvrti dio završnog rada odnosi se na *Zračni promet.* U ovom dijelu opisuje se infrastruktura, pa se analiziraju nedostaci zračnog prometa i na kraju se predlažu moguća rješenja za nedostatke i moguće potencijale zračnog prometa.

Peti dio završnog rada odnosi se na *Biciklistički i pješački promet.* U ovom dijelu opisuje se infrastruktura, pa se analiziraju nedostaci biciklističkog i pješačkog prometa i na kraju se predlažu moguća rješenja za nedostatke i moguće potencijale biciklističkog i pješačkog prometa.

Šesti dio završnog rada odnosi se na *Urbanu logistiku,* gdje se istraživanjem problema daje primjer uspješnog sustava urbane logistike, koji prikazuje kako se razvojem biciklističkog prometa mogu u potpunosti zamijeniti određene prometne grane za gradski transport.

U zaključku se iznose završne misli koje proizlaze nakon izrade ovog rada.

2. CESTOVNI PROMET

Cestovni motorni promet razvio se zahvaljujući mogućnosti da stigne i do najudaljenijih i najmanjih područja i naselja. Gusta cestovna mreža i male, ali mnogobrojne prijevozne jedinice, prilagođene prijevozu putnika i tereta, omogućuju tzv. prijevoz od vrata do vrata u željeno vrijeme, te brzinom, cijenom i kvalitetom koje odgovaraju korisnicima. Mogućnost uporabe, pa i posjedovanje automobila, odražavaju način života suvremenog čovjeka, koji uz slobodu kretanja snosi i s tim povezane troškove. [1]

2.1. Cestovni promet u Zagrebu

Prema Zakonu o cestama [NN 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14] i sukladno odluci razvrstavanju javnih cesta [NN 44/12, 130/12, 66/13, 13/14, 94/14, 66/15, 96/16, 103/17, 17/18, 69/18, 103/18] javne ceste se dijele na:

- Autoceste,
- Državne ceste,
- Županijske ceste i
- Lokalne ceste. [2]

Autoceste koje se nalaze u području Grada Zagreba duge su ukupno 46 km, a tu pripadaju:

- A1 Zagreb – Split
- A11 Zagreb – Sisak
- A3 Zagreb – Lipovac – Osijek
- A4 Zagreb – Goričan
- A2 Zagreb – Macelj

Državne ceste koje se nalaze na području Grada Zagreba duge su ukupno 25 km, a tu pripadaju:

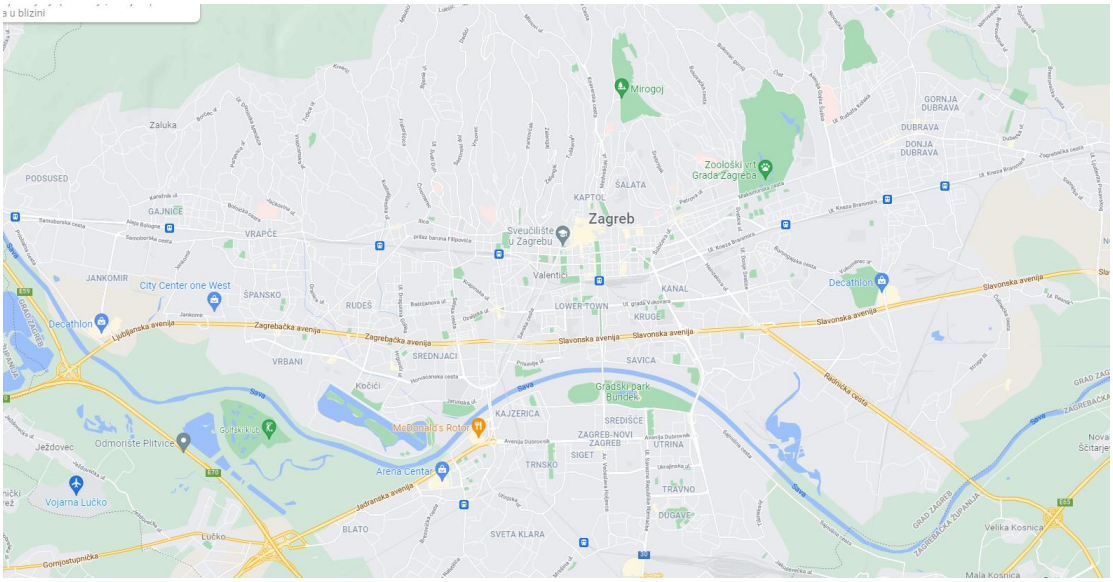
- D1 Macelj – Zagreb – Karlovac – Split
- D3 Goričan – Varaždin – Zagreb – Rijeka (D8)
- D29 Novi Golubovec (D35) – Zlatar Bistrica – Soblinec (D3)
- D30 Buzin (A3) – Velika Gorica – Petrinja – G.P. Hrvatska Kostajnica
- D255 Harmica – Brdovec – čvor Zaprešić (A2)

Sve ceste koje su određene kao županijske i lokalne ceste na području gradova s više od 35.000 stanovnika, određene su kao nerazvrstane ceste prema odluci o cestama na području velikih gradova [NN 44/12].

Zagreb ima više od 700 km nerazvrstanih cesta, koje čine 90% ukupne prometne mreže. One se dijele na:

- Avenije,
- Glavne ulice i
- Ulice.

Neke od najvažnijih cesta su: Zagrebačka avenija, Slavonska avenija, Jadranska avenija. [3]



Slika 1. Cestovna mreža u Zagrebu

Izvor: https://www.google.hr/maps/ (28.07.2021.g.)

2.2. Analiza cestovnog prometa u Zagrebu

Cestovna mreža u Hrvatskoj je na vrlo zadovoljavajućoj razini. Mnoga istraživanja koja ocjenjuju kvalitetu i razvijenost cestovne infrastrukture u svijetu svrstavaju Hrvatsku u visokim razredima (12-15 mjesto) na ljestvici svjetske cestovne infrastrukture. [4]

U Zagrebu postoje nedostaci razvijenosti na rubnim dijelovima grada i na podsljemenskoj zoni, pa tako npr. u kompleksu Pantovčak-Zelengaj sagrađene su kuće, parkiralište i javna rasvjeta, no uočava se nedostatak kod planiranja dimenzija ulica. Za to su djelomično krivi vlasnici parcela, koji usprkos odrednicama grade ograde u koridorima planiranih ulica i zbog toga se povećava prometno opterećenje. [5]

Javljaju se značajni zastoji na ključnim raskrižjima gdje su prometni tokovi veći za 80%, 90% ili 100% od raspoloživog kapaciteta. Takva raskrižja su uglavnom locirana na glavnim koridorima na cestovnoj mreži, poput:

- Slavonske avenije,
- Ilice,
- Zvonimirove ulice,
- Šubićeve ulice itd.

Ostali problemi kod cestovnog prometa u Zagrebu su buka, emisije štetnih plinova. Najviše buke koncentrirano je u Slavonskoj - Ljubljanskoj aveniji, Ulici grada Vukovara, Aveniji Dubrovnik, tri Savska mosta, Držićevoj – Šubićevoj ulici, u Ilici - Aleji Bologne itd. Visoke razine štetnih plinova prisutne su na glavnim prometnicama poput Slavonske- Ljubljanske avenije, Držićeve i Avenije Dubrovnik. [6]

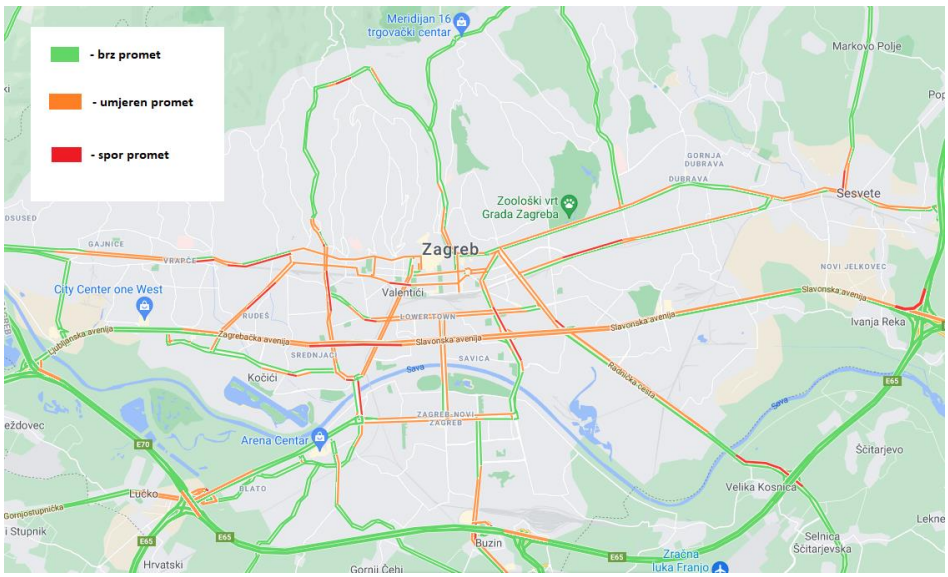
Što se tiče sigurnosti, broj prometnih nesreća u Zagrebu prema Policijskoj upravi Zagrebačka je u trendu pada za -14,8 %, u 2019. godini ukupni broj prometnih nesreća iznosio je 5.783, dok 2020. godine broj prometnih nesreća je pao na 4.929., što znači da se povećava prometna sigurnost. Veliki dio prometnih nesreća događa se na raskrižjima, a prometnice s najviše zabilježenih prometnih nesreća u 2020. godini su:

- Slavonska avenija,
- Ulica Kneza Branimira,
- Ilica,
- Ulica grada Vukovara itd. [7]

2.3. Prijedlozi za unaprjeđenje cestovnog prometa u Zagrebu

Cestovna mreža u Zagrebu mogla bi iskoristiti niz optimizacija kako bi se podigla kvaliteta cestovnog prometa. Izgradnja i dogradnja cestovne mreže osigurava kvalitetnije prometovanje, te utječe na duljinu i vrijeme putovanja, kao i odabira rute putovanja. Izgradnjom novih cesta povećava se broj alternativnih pravaca, čime se rasterećuju postojeći prometni pravci.

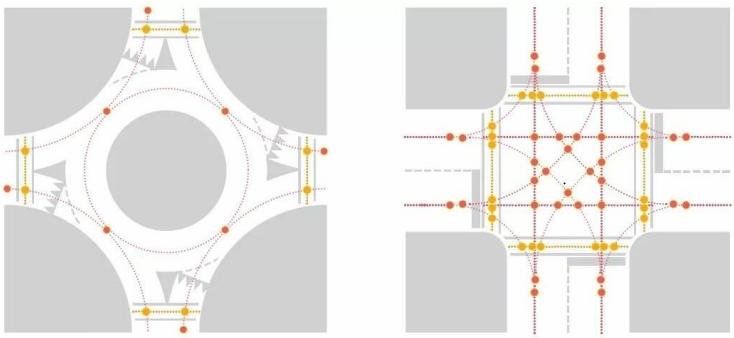
Prema podacima iz Google karta, može se vidjeti gdje se nalazi najveća koncentracija kretanja cestovnih vozila. Na pravcima istok-zapad umanjena je brzina kretanja prometa, a pogotovo na područjima gdje su pravci ispresječeni sa cestama u smjeru sjever-jug. Na tim raskrižjima mogu se izgraditi nadvožnjaci ili podvožnjaci, kako se povećala propusnost cestovne mreže. Još jedan način za rasterećenje prometa na pravcima istok-zapad je izgradnja novog koridora. Na mostovima koji spajaju Novi Zagreb sa ostatkom Zagreba također se javljaju gužve. Da bi se ublažila gužva, može se izgraditi smjer koji bi spojio Novi Zagreb s jugozapadnim dijelom Zagreba preko Save. [3]



Slika 2. Kretanje cestovnog prometa u Zagrebu

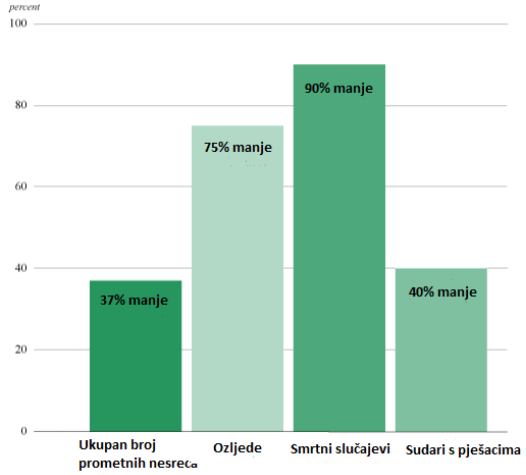
Izvor: https://www.google.hr/maps (02.08.2021.g.)

Najveći dio prometnih nesreća događa se na raskrižjima, pa kako bi se povećala sigurnost, raskrižje se može promijeniti u kružni tok. Kružni tokovi su puno sigurniji od raskrižja, zbog toga jer smanjuju brzinu vozila, pa u slučaju prometne nesreće smanjuju se ozljede i smrtni slučajevi. Na kružnim tokovima smanjuje se broj pravaca kretanja vozila, što smanjuje broj grešaka vozača. Kružni tokovi su učinkovitiji od raskrižja, nema semafora, pa je omogućen kontinuirani tok prometa. Trošak kružnih tokova je manji od raskrižja u duljem vremenu, pošto je semafore na raskrižjima potrebno održavati. [8]



Slika 3. Toče križanja kod kružnih tokova i raskrižja

Izvor: https://urbanprojectization.com/2018/01/14/roundabout-vs-intersection/ (02.08.2021.g.)



Slika 4. Smanjenje broja prometnih nesreća kod kružnog toka

Izvor: https://wsdot.wa.gov/Safety/roundabouts/benefits.htm (02.08.2021.g.)

Ulična parkirališta zauzimaju prostor koji bi mogao služiti za dodatan razvoj kapaciteta biciklističkog i pješačkog, a i javnog prometa. Izgradnja parkirnih objekta ispod ili iznad zemlje, ovisno o potražnji i dostupnom prostoru, pomogla bi u oslobođenju prostora za razvijanje ostalih vrsta prometa. Za stimulaciju korištenja takvih parkirnih objekata pomogla bi povoljna tarifa parkiranja. Međutim, u središtu grada, ukidanje uličnih parkirališta destimuliralo bi vožnju automobila u središta, čime bi se oslobodio dodatan prostor za razvoj biciklističkih i pješačkih staza. Time bi se također povećala kvaliteta života u gradovima. [3]

Buka u gradovima je neizbježna i može utjecati na zdravlje ljudi. Buka iznad 85 dB može uzrokovati gubitak sluha i ostale zdravstvene probleme, npr. nesanica, visoki tlak od stresa, brži kognitivni pad itd. Buka iz automobila dolazi iz dva glavna izvora: pogonske buke, koju stvara motor automobila, i buku kotača koja nastaje zbog trenja guma o površinu ceste. Najveći dio buke dolazi od kotača, na brzinama većim od 55 km/h buka kotača premašuje buku motora vozila. Jedan način za smanjenje buke kotača je korištenje poroznog asfalta, no zbog većih troškova takvog asfalta, isplativo ga je koristiti samo na većim prometnicama. Drugi način za

smanjenje buke kotača je smanjenje brzine vozila, gdje god se može. Još jedan način je izgradnja barijera protiv buke na samim zgradama koje se nalaze na zonama s puno buke. [9]



Slika 5. Razina buke u Zagrebu

Izvor: https://eko.zagreb.hr/strateska-karta-buke-grada-zagreba/2452 (07.08.2021.g.)

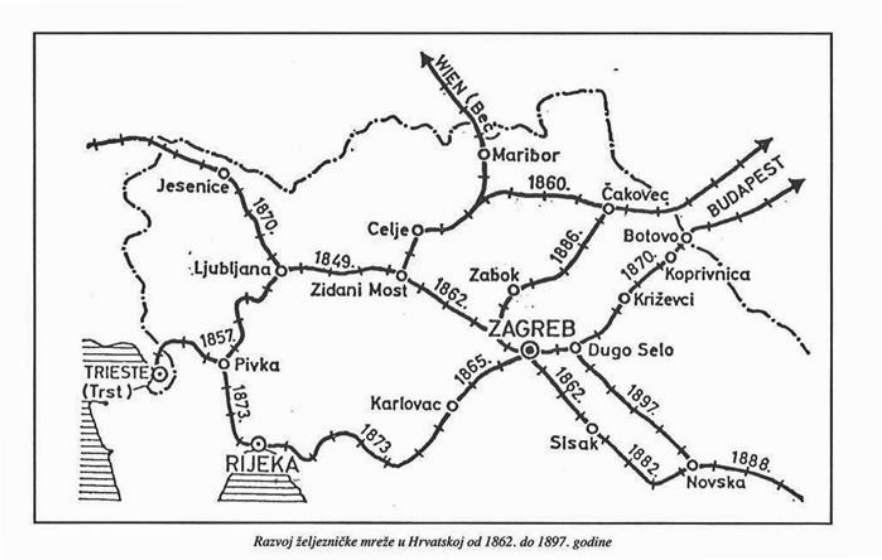
Emisije štetnih plinova mogu se smanjiti na dva načina: zamjena vozila na fosilna goriva sa vozilima na električni pogon ili smanjenje ovisnosti o korištenju osobnih automobila i povećanje korištenja javnog prometa. Vozila na električni pogon su nove tehnologije koje će jednog dana zamijenit sva vozila na fosilna goriva, no trebati više vremena da postaju isplative za običnog čovjeka, zbog visokih cijena, manjeg dometa i manje dostupnog servisa. Također, potrebno je pripremiti infrastrukturu za električna vozila. U Zagrebu se već izgrađuju punionice za električna vozila, no potrebno ih je više kako bi se infrastruktura pripremila za takva vozila. [10]

3. ŽELJEZNIČKI PROMET

Željeznički promet**,** prijevoz putnika i robe željeznicom. Podrazumijeva organizirano kretanje željezničkih prijevoznih sredstava željezničkom mrežom te sve operacije i komunikacije u željezničkome prijevozu. Željeznički promet u osnovi se razvrstava na putnički i teretni, a može biti javni ili služiti potrebama pojedinoga vlasnika. Željeznički se promet danas smatra ekološki vrlo prihvatljivim i sigurnim oblikom prometovanja, ima veću prijevoznu vrijednost te proizvede manje ugljikova dioksida [11]

3.1. Željeznički promet u Zagrebu

Željezničkim prijevozom za putnike u cijeloj Hrvatskoj, pa tako i u Zagrebu, upravlja HŽ Putnički prijevoz, dok je teretni prijevoz liberaliziran od 1. srpnja 2013. godine, kada je RH pristupila u punopravno članstvo EU-a. Osim HŽ Cargo-a, hrvatsku željezničku mrežu koriste još 8 privatnih prijevoznika. [12]



Slika 6. Željeznička mreža u Sjevernoj Hrvatskoj

Izvor: https://mapiranjetresnjevke.com/kvartovi/stara-tresnjevka/zeljeznicka-pruga/ (07.08.2021.g.)

Ukupna duljina željezničkih pruga na području grada Zagreba iznosi 159,4 km, te na tom području postoji 39 stajališta/kolodvora. Putnički prijevoz je organiziran na liniji Dugo Selo – Zagreb (Glavni kolodvor) – Savski Marof, pa služi povezivanju stanovništva, dnevnim migracijama i sl. Ovom linijom prosječno prolazi 14 vlakova dnevno, prosječna brzina kretanja vlakova iznosi 41-43 km/h, a prosječna popunjenost vlakova u tijeku dana iznosi 68%.



Slika 7. Gradska željeznička linija

Izvor: https://www.hzinfra.hr/wp-content/uploads/2018/04/STUDIJA-RAZVOJA-ZELJEZNICKOG.pdf (07.08.2021.g.)

Što se tiče željezničkog teretnog prometa, Zagreb Zapadni kolodvor namijenjen je za prijem i otpremu vagonskih pošiljaka, obavljanje carinskih poslova i jedini je kolodvor u čvoru Zagreb u kojem je moguća manipulacija sa svim vrstama kontejnerima (Kontejnerski terminal Vrapče). Ostali kolodvori na čvoru Zagreb su uglavnom međukolodvori, što znači da se kod njih ne zadržavaju međunarodni i drugi teretni vlakovi. Još jedan značajan kolodvor je Zagreb Ranžirni kolodvor, koji je namijenjen za preradu teretnih vlakova, rasformiranje i formiranje vlakova s novom strukturom vagona, raznih izmjena (lokomotive, osoblja) itd. [13]

3.2. Analiza željezničkog prometa u Zagrebu

Željeznička pruga na području grada Zagreba je većim dijelom dvokolosiječna, što smanjuje čekanja vlakova i povećava kapacitet dionice. No kod putničkog prijevoza brzina putovanja je vrlo niska i negativno utječe na kvalitetu prometa. Prosječna brzina kretanja vlakova u Zagrebu i Zagrebačkoj županiji iznosi 50 km/h. Niske brzine umanjuju broj putovanja i broj vozila koja prometuju. [13]

Brzina putovanja ovisi o infrastrukturi i vlakovima, tj. voznom parku HŽ-a. Kvaliteta infrastrukture u području Zagreba i Zagrebačke županije, ali i u cijeloj Hrvatskoj, nije zadovoljavajuća. Zbog slabe obnove željezničkih pruga, potrebni su česti radovi i posebne regulacije prometa, gdje umjesto vlakova voze autobusi. [14]

Vozni park HŽ-a u putničkom i teretnom prometu je zaostao u vremenu, starost vučnih vozila, a i vagona je vrlo visoka, pa veliki dio voznog parka je stariji od 20 godina. Starost uzrokuje visoke troškove održavanje i niski stupanj mobilizacije. Posljedica starosti je nezadovoljstvo putnika i manja potražnja za uslugama, jer vlakovi nisu brži od alternativnih vrsta prijevoza, a također nisu opremljeni sa sadržajem poput klima uređaja, besplatnog Wifi-ja, prostora za bicikle, za invalide itd. [13]



Slika 8. Primjer HŽ-ovog putničkog vlaka, DMV serije 7 122 – "Šved"

Izvor: https://slobodnadalmacija.hr/ (12.08.2021.g.)

Međutim, željeznički promet je najsigurniji oblik prometa, po pitanju prometnih nesreća. Jedan od razloga je taj što, za razliku od cestovnog prometa, nema neočekivanih vozila, vlakovi su praćeni od automatskog kontrolnog sustava. Također, nema naglih pomaka i zavoja, te drugih sličnih situacija. Prema Državnom zavodu za statistiku, ukupan broj željezničkih nesreća od 2010. – 2020. godine iznosi 333, a broj poginulih 191, od kojih je samo jedan bio putnik u vlaku. [15],[16]

3.3. Prijedlozi za unaprjeđenje željezničkog prometa u Zagrebu

Infrastruktura željezničkog prometa trebala bi se obnoviti ne samo u Zagrebu, nego i u Hrvatskoj. Potrebno je unaprijediti mnogo stavka: jedno-kolosiječne željezničke mreže prevladavaju u okolici Zagreba, nedovoljna je elektrificiranost mreže, nema dovoljno parkirališta za automobile i bicikle kod željezničkih stajališta i kolodvora, stajališta su nedovoljno opremljena, nema dovoljan broj stajališta na pojedinim područjima željezničke mreže, nema službenog sustava obavještavanja putnika, velika kašnjenja vlakova, manjak linija u pojedinim mjestima i neusklađenost linija sa autobusnim voznim redovima, slaba mogućnost prijevoza bicikla vlakom.

Željezničku infrastrukturu u Zagrebu i Zagrebačkoj županiji potrebno je rekonstruirati, te dograditi gdje se javljaju problemi s iskorištavanjem potencijala željezničkog prijevoza. Povećanja broja kolosijeka nužna je radnja kako bi se ostvario značajan razvoj željezničkog prometa, i time bi se povećao kapacitet prijevoza. Elektrifikaciju željezničke mreže potrebno je provesti kako bi se povećao broj vlakova na električni pogon, koji su puno učinkovitiji od diesel-motornih vlakova.

Teretni željeznički promet zauzima kapacitet putničkom prometu, a osim toga proizvodi buku koja umanjuje kvalitetu života stanovnika. Teretni željeznički promet mogao bi se odvojiti od putničkog prometa, a to bi se postiglo izgradnjom obilazne pruge od središta Zagreba. Tom radnjom bi se oslobodio potencijal daljnjeg razvoja gradskog i prigradskog prijevoza putnika. Uz izgradnju obilaznice, potrebno je izgraditi i premjestiti terminale koji su izvor buke izvan središta grada. [3]

Vozni park HŽ-a je u procesu obnove, HŽ je 17. studenog 2020. godine sklopio ugovor o kupoprodaji 21 elektromotornog vlaka. Nabavljaju se 11 novih elektromotornih vlakova za gradski-prigradski prijevoz i 10 elektromotornih vlakova za regionalni prijevoz. Noviji vlakovi imaju moderniji eksterijer i interijer, pružaju puno veću udobnost od starijih vlakova, niskopodni su pa je olakšan ukrcaj i iskrcaj putnika, opremljeni su sa prostorijama za prijevoz bicikla i

invalidnih osoba, sustavom obavještavanja putnika o sljedećim stajalištima, sustavom video nadzora, klima uređajima, besplatnim WIFI signalom. Noviji vlakovi podižu kvalitetu putovanja, te ih je potrebno što prije zamijenit sa starijim vlakovima. Određen broj novijih vlakova već prometuje na raznim linijama koje povezuju grad Zagreb sa ostalim gradovima. [17]



Slika 9. Primjer novijeg putničkog vlaka HŽ-a, Niskopodni dizel-motorni vlak serije 7023
Izvor: https://www.koncar.hr/podrucja-djelovanja/transport/tracnicka-vozila/ (12.08.2021.g.)

Međutim, noviji vlakovi su namijenjeni za transport većeg kapaciteta putnika. Ti vlakovi su spoj tri vlaka u jednoj kompoziciji, je imaju kapacitet od 130 sjedećih i 385 stajaćih mjesta. Za vrijeme kada je potražnja za prijevozom manja, noviji vlakovi se uglavnom ne koriste, nego je u službi vlak manjeg kapaciteta poput vlaka na slici 11. Potrebno je pronaći rješenje za takve vlakove, nabaviti nove vlakove manjeg kapaciteta kako bi se dodatno podigla kvaliteta putovanja za vrijeme kada je manja potražnja za prijevozom. [18]

4. JAVNI GRADSKI PROMET

Javni gradski promet**,** organizirani prijevoz ljudi na području grada i prigradskih naselja. Usluge javnoga prijevoza prijevoznici obavljaju vozilima koja se kreću određenim linijama po unaprijed definiranim stajalištima, međustajališnom razmaku i voznome redu. Čine ga vozila cestovnih sustava (autobus, minibus, trolejbus, taksi) i vozila tračničkih sustava (tramvaj, laka gradska željeznica, podzemna, brza gradska ili prigradska željeznica, uspinjača). Javni gradski promet u Zagrebu [19]

4.1. Javni gradski promet u Zagrebu

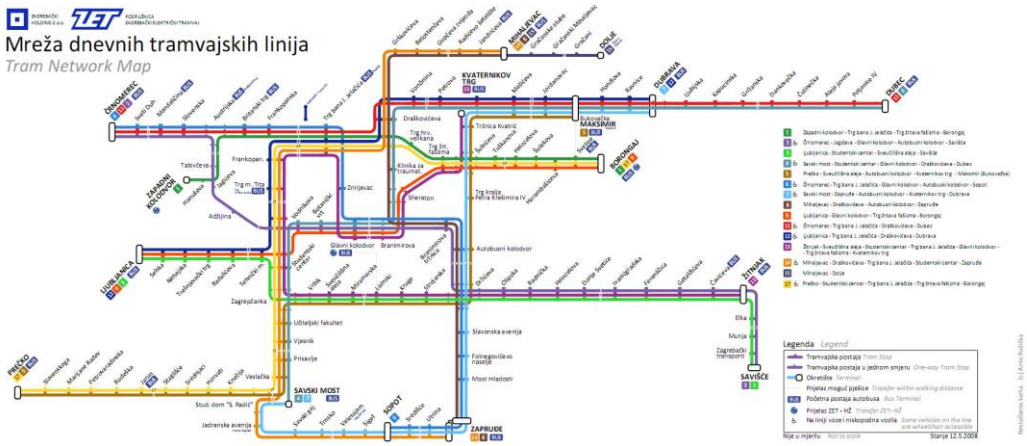
4.1.1. Tramvajski promet

Današnja tramvajska mreža u Zagrebu razvijana je tijekom 19. i 20. stoljeća, te je građena prema tada prihvatljivim standardima. Kolosijeci su građeni na cesti, gdje su na cesti postavljene tramvajske stanice, te je prometovanje povezano s motoriziranim prometom. Tramvajske pruge u imaju dvostruki kolosijek, a ovisno o dijelu grada, broj tramvaja koji prometuju na istim kolosijecima je različit, pa npr. u centru prometuju 5 ili više tramvajskih linija. U dijelovima grada poput Novog Zagreba, kolosijeci su odvojeni od motoriziranog prometa, što omogućuje veće brzine prometovanja i veću sigurnost. [3], [20]

Tramvajskim prometom u Zagrebu upravlja tvrtka ZET koja je u vlasništvu grada Zagreba. Tramvajska mreža u Zagrebu povezuje centar grada sa istočnim, zapadnim i južnim dijelom grada. Ukupan broj linija je 17 dnevnih i 4 noćne linije. Svaka linija je različite duljine i kapaciteta, te ovisno o potražnji brojevi polaska prilagođavaju se brojem putnika. [21]

Najkorištenije linije su po redu linija broj 5, broj 6 i 12. Gledano prema dužini, najdulje linije su linija 5 i 7, a najkraća 15. Prosječna brzina gotovo je jednaka na svim linijama, a iznosi oko 15 km/h. [3], [20]

Vozni park tramvajskog prometa sastoji se od 266 tramvajskih vozila, od čega su 142 niskopodna. Ukupna duljina pruge na kojoj se odvija promet iznosi 116 km. Od toga, 68.4 km pruge u potpunosti je odvojeno od drugih oblika prometa, 24.5 km pruge smješteno je na prometnicama, gdje je ostali sudionici prometa ne bi trebali koristiti, osim u izvanrednim situacijama. [21], [22]

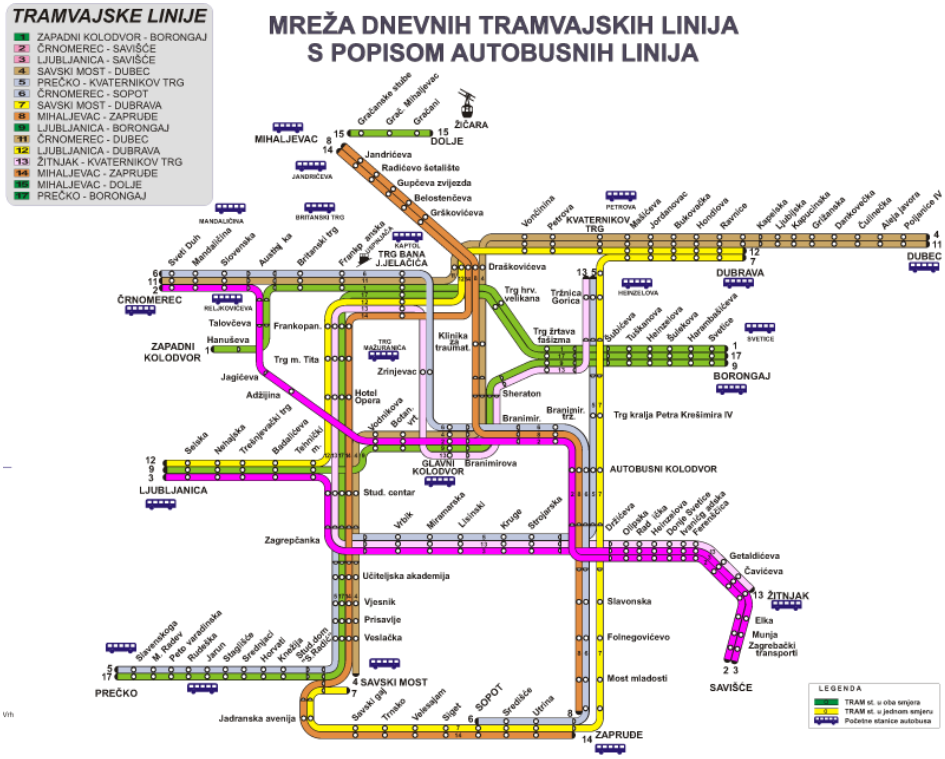


Slika 10. Prikaz tramvajskih linija

Izvor: http://www.dijeta.com.hr/karta-tramvajskih-linija/ (12.08.2021.g.)

4.1.2. Autobusni promet

Autobusnim prijevozom također upravlja tvrtka ZET. Autobusni promet služi kao nadopuna tramvajskom, pa zato se ne preklapaju. Vozni park ZET-a sastoji se od 132 dnevnih i noćnih redovnih autobusnih vozila. Na području grada Zagreba nalazi se 110 autobusnih linija, te većina linija je povezana preko 27 terminala. Vozni park sastoji se od 480 autobusnih vozila, prosječne starosti 10,9 godina. [21], [22]

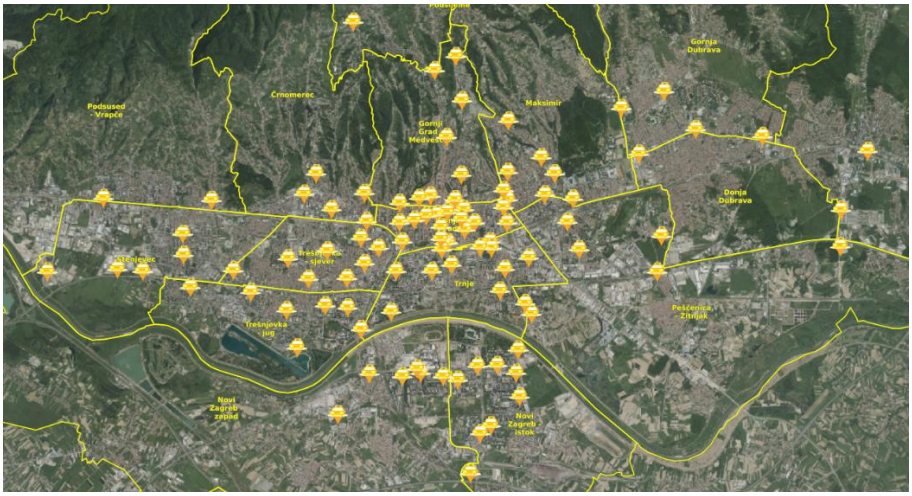


Slika 11. Mreža autobusnih linija grada Zagreba

Izvor: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ZET_Zagreb.png (28.07.2021.g.)

4.1.3. Taksi promet

Taksi prijevoz je jedan od oblika javnog prijevoza, te se obavlja putem narudžbe ili putem taksi stajališta. Zagreb ima preko 100 taksi stajališta, a u okolici centra su najgušće raspoređena. [23]



Slika 12. Taksi stajališta u Zagrebu

Izvor: https://geoportal.zagreb.hr/Karta (28.07.2021.g.)

4.2. Analiza javnog gradskog prometa u Zagrebu

4.2.1. Tramvajski promet

U pojedinim dijelovima tramvajske mreže koriste se zastarjeli električni vodovi, pa kada se poveća volumen prometa, nastaju problemi vezani uz napajanje. Tijekom oborina može doći do zastoja zbog loše oborinske odvodnje. Tračnička podloga je slabe kvalitete, te tramvajske stanice nisu modernizirane da se prilagode svim skupinama putnika, poput osoba s invaliditetom. No ti nedostaci su primijećeni od strane ZET-a i posljednjih godina se uređuju stajališta za bolji pristup osoba s invaliditetom.

Tramvajska spremišta su zbog starosti i nedostataka kapaciteta na granici radnog kapaciteta, i nisu prilagođena za novije niskopodne tramvaje. To je pogotovo loše isplanirano, pošto se vozni park tramvaja obnavljao od 2005. godine, kada je prvi niskopodni tramvaj pušten u promet. [3], [24]

	Broj linija			Duljina linija, km	Broj putnih mjesta u tramvaju	Prijeđeni km, tis.	Prevezeni putnici, tis.
	ukupno	dnevne	noćne				
2015.	19	15	4	210	53 402	13 550	193 152
2016.	19	15	4	210	53 402	13 302	197 088
2017.	19	15	4	210	53 402	13 250	197 078
2018.	19	15	4	206	46 028	12 899	186 693
2019.	19	15	4	206	46 028	12 290	178 952

[1] Tramvaj s konjskom zapregom pušten je u promet 5. rujna 1891. i prevozio je građane Zagreba do 18. kolovoza 1910., kada počinje voziti električni tramvaj.

Izvor: ZET d. o. o.

Tablica 1. Pokazatelj broja putnika u tramvajskom prometu

Izvor: Statistički ljetopis Grada Zagreba 2020. g. (https://www.zagreb.hr/statisticki-ljetopis-grada-zagreba/1044 (28.7.2020. g,)

Prema podacima iz Statističkog ljetopisa Grada Zagreba, tramvajski promet je bio u padu prije pojave COVID-a 19, zbog malog unaprjeđenja u kvaliteti usluge, te povećanja cijena karta. [25]

4.2.2. Autobusni promet

Autobusni promet je također bio u padu prije pojave COVID-a 19, zbog malog unaprjeđenja u kvaliteti usluge, te povećanja cijena karta. [25]

	Broj linija				Duljina linija, km	Broj putnih mjesta u autobusu	Prijeđeni km, tis.	Prevezeni putnici, tis.
	ukupno	dnevne	noćne	posebne				
2015.	145	138	4	3	1 438	41 234	27 466	89 172
2016.	145	138	4	3	1 378	40 437	27 774	90 648
2017.	149	143	4	2	1 455	41 332	28 523	90 634
2018.	153	146	4	3	1 562	42 540	29 280	85 849
2019.	153	146	4	3	1 487	42 675	29 768	82 285

[1] Podaci se odnose na sve linije autobusa Zagrebačkog električnog tramvaja.

Izvor: ZET d. o. o.

Tablica 2. Pokazatelj broja putnika u autobusnom prometu

Izvor: Statistički ljetopis Grada Zagreba 2020. g. (https://www.zagreb.hr/statisticki-ljetopis-grada-zagreba/1044 (28.7.2020. g,)

4.3. Prijedlozi za unaprjeđenje javnog gradskog prometa u Zagrebu

4.3.1. Tramvajski promet

Tramvajski sustav ima brojne nedostatke kod infrastrukture koji izviru iz neadekvatnog planiranja razvoja prometnog sustava. Iako je tramvajska mreža dovoljno razvijena, zbog toga što se većinom nalazi integrirana u cestovni promet, tramvaji postižu manju brzinu i učinkovitost. Potrebno je proširenje i dogradnja tramvajske mreže gdje tramvajski promet prevladava u odnosu na ostale vrste prometa, izvan cestovne mreže kako bi se povećale brzine tramvaja i njihova učinkovitost.

Kako bi se dodatno olakšalo opterećenje tramvajske mreže, potrebno je integrirati tramvajski i željeznički promet. Potencijal željeznice nije adekvatno realiziran, na liniji istok-zapad željeznica bi trebala biti primaran oblik javnog prijevoza, dok bi tramvaji predstavljali nadopunu za područja na kojima željeznica nema domet. Ovakvo planiranje bi također rasteretilo cestovni promet, smanjio bi se broj tramvaja.

Postojeća tramvajska stajališta, okretišta i terminale potrebno je obnoviti na način da se unaprijedi sustav informiranja, pristup osobama s invaliditetom, kupovine i ovjeravanja karata, zaštita od vremenskih pojava. Uz modernizaciju postojećih, potrebna je izgradnja novih stajališta, okretišta i terminala na zonama gdje je velika potražnja za tramvajskim prometom. [3]



Slika 13. Primjer stajališta, Frankopanska ulica

Izvor: https://www.google.hr/maps/ (12.08.2021.g.)

Tramvajski promet, zbog sustava naplate i cijena vozarine, je podložen ne plaćanju karata i „švercanju“. Cijene karata za javni prijevoz su pre visoke, pojedinačna karta za 30 minuta košta 4 kn, dnevna karta košta 30 kn, tjedna 150 kn, mjesečne pretplate iznose 360 kn, za školarce i studente 100 kn, za umirovljenike 100 kn. No cijena nije jedini razlog za ne plaćanje karata, u tramvajima se često događa da kontrolora karata nema ili ne pregledava karte često, što znatno potiče ne plaćanje karata, te vrijeme većeg kapaciteta putnika, manja je vjerojatnost da će kontrolor uhvatiti osobu bez karte. Kako bi se smanjio broj ne plaćanja karata, potrebno je smanjiti cijene karata, smanjiti vrijeme vožnje tramvaja bez kontrolora karata i inspekcije za vrijeme gužve. [26]

4.3.2. Autobusni promet

Za autobusni promet preusmjeravanje putnika iz osobnih automobila prema javnom prijevozu smanjuje količinu automobila, a time i prometne gužve, što može pridonijeti ubrzanju javnog prijevoza i privlačenju njegovih potencijalnih korisnika. [20]

5. ZRAČNI PROMET

Braća Wright namjeravala su izumiti zrakoplov. Ipak, prepoznali su da ih čeka mnogo teškog rada, osobito kod stvaranja pogonskog sustava. Tijekom proljeća i ljeta 1903. bili su spremni za preskakanje te posljednje prepreke u povijest. 17. prosinca 1903. Wilbur i Orville Wright su sa svojim prvim zrakoplovom napravili četiri kratka leta u Kitty Hawku, čime su izumili prvi uspješni zrakoplov. [27]

5.1. Zračni promet u Zagrebu

U Republici Hrvatskoj postoji 7 zračnih luka za međunarodni promet, a najveća i najbitnija zračna luka je zračna luka Franjo Tuđman, koja se nalazi na području Velike Gorice. [28] Pripada razredu i skupini 4E prema klasifikaciji međunarodnog civilnog zrakoplovstva (broj - duljina zrakoplova = 4 – 1800m i više, slovo – raspon krila = E – 52 m, ali <65 m). [29] Zračna luka prvenstveno je namijenjena za prijevoz putnika na nacionalnoj i međunarodnoj razini, te je povezana s velikim brojem zračnih luka u Europi i zračnih luka u svijetu. Izravnim letovima zračna luka povezana je s 46 destinacija. U zračnoj luci posluje 30 zrakoplovnih kompanija. [30]



Slika 14. Zračna luka Franjo Tuđman

Izvor: http://www.kronikevg.com/foto-vijest-novi-terminal-zracne-luke-iz-pticje-perspektive/ (15.08.2021.g.)

Prijevoz putnika u međunarodnom prometu bio je u rastu prije pojave COVID-a 19, gdje je znatno pao, pa može se vidjeti da je u 2018. godini prevezeno ukupno oko 3,3 milijuna putnika, 2019. godini broj je porastao na 3,4 milijuna, pa je naglo pao 2020. godine gdje je prevezeno ukupno oko 925 000 putnika. Broj putnika u unutarnjem prometu prije pojave COVID-a 19 je stagnirao, a nakon pao kao i prijevoz putnika u međunarodnom prometu. [31]

Osim prijevoza putnika, zračna luka Franjo Tuđman opremljena je i za prijevoz robe i pošiljki. Luka je registrirani IATA „cargo“ agent, pruža usluge kod prihvata, otpreme, obrade robe i specijalnih pošiljaka, te posjeduje vlastita robna skladišta. Luka također ima izgrađeni zračno-cestovni terminal za pretovar tereta iz zrakoplova na cestovna vozila. Terminalom upravlja zračna luka. Osim navedenih usluga, pruža se mogućnost izrade dokumentacije, međunarodnog otpremništva, carinskog pregleda i rendgen za kontrolu roba i pošiljaka. Količina prevezene robe nije se znatno mijenjala do 2017. godine, gdje je količina prevezene robe od približno 7.500 t iz 2016. godine skočila na približno 9.400 t. Rast je nastavio sve do 2020. godine, zbog pojave COVID-a 19, pad nije bio drastičan, pa tako iz 2019. godine oko 12.500 t prevezene robe palo je na 9.800 t u 2020. godini. [3], [31]

5.2. Analiza zračnog prometa u Zagrebu

Zračna luka Franjo Tuđman nalazi se na području grada Velike Gorice, te prema Google kartama, prosječno putovanje od Zagreba do zračne luke iznosi oko 25 min. Zbog udaljenosti zračne luke od Zagreba, potreban poseban prijevoz putnika iz zračne luke u Zagreb i obrnuto. ZET ima samo jednu direktnu autobusnu liniju koja počinje od Kvaternikovog trga svakih 35 min. Za ostali prijevoz zadužena tvrtka Pleso Prijevoz d.o.o.. Javni prijevoz za zračnu luku povezan je isključivo sa središtem Zagreba. [32]

U zračnoj luci, nakon izgradnje novog terminala, stari terminal (Pleso) je ostao zapušten. Kapaciteti starog terminala nisu iskorišteni, a postoji potencijal. Stari terminal povezan je svom potrebnom infrastrukturom, te se nalazi u blizini autoceste. [3]

5.3. Prijedlozi za unaprjeđenje zračnog prometa u Zagrebu

Potrebno je bolje praćenje potražnje za prijevozom, kako bi se stvorila raznovrsnija ponuda letova u na području RH, na udaljenostima poput Zagreb-Split, te regionalnim međunarodnim letovima poput Zagreb-Beograd, Zagreb-Sarajevo. Također, destinacijama na međunarodnim vezama koje opisuju kraći boravci (npr. Bruxelles) potrebno je omogućiti veći broj letova.

Zračna luka Franjo Tuđman trenutno je povezana samo cestovnim prometom, sav promet se obavlja osobnim automobilima, unajmljenim automobilima, taksijima ili autobusima. Izgradnjom željezničke infrastrukture koja povezuje terminal, oslobodilo bi cestovni promet za vrijeme povećanog opterećenja, ubrzala bi se putovanja iz zračne luke do Zagreba i obrnuto i otvara mogućnost za prijevoz tereta željeznicom.

Zračna luka Franjo trebala bi imati najmanje dvije uzletno-sletne staze, kako bi se promet mogao odvijati usred zatvaranja jedne staze. Prometovanje zračne luke s jednom uzletno-sletnom stazom mogu zaustaviti razni poremećaji, poput meteoroloških uvjeta, radova održavanja, izvanrednih situacija i sl. Zračna luka također koristi jednu stazu za civilno i vojno zrakoplovstvo, gdje se opterećuje prometovanje na jednoj uzletno-sletnoj stazi. Izgradnja druge uzletno-sletne staze unaprijedila bi pouzdanost i sigurnost u prometovanju zrakoplova. Za teretni promet, proširenje kapaciteta i izgradnja intermodalnog logističkog centra uz željezničku infrastrukturu pridonijelo bi razvoju zračnog teretnog prometa.



Slika 15. Zračna luka Franjo Tuđman, jedna uzletno-sletna staza

Izvor: https://www.google.hr/maps/ (15.08.2021.g.)

Zračna luka trenutno prima i manje avione, pa proširenje kapaciteta aerodroma Lučko bi pridonijelo ponudi komercijalnih letova na nacionalnoj razini. U zračnoj luci bi se zabranilo primanje manjih zrakoplova, te oslobodio kapacitet. [3]

6. BICIKLISTIČKI I PJEŠAČKI PROMET

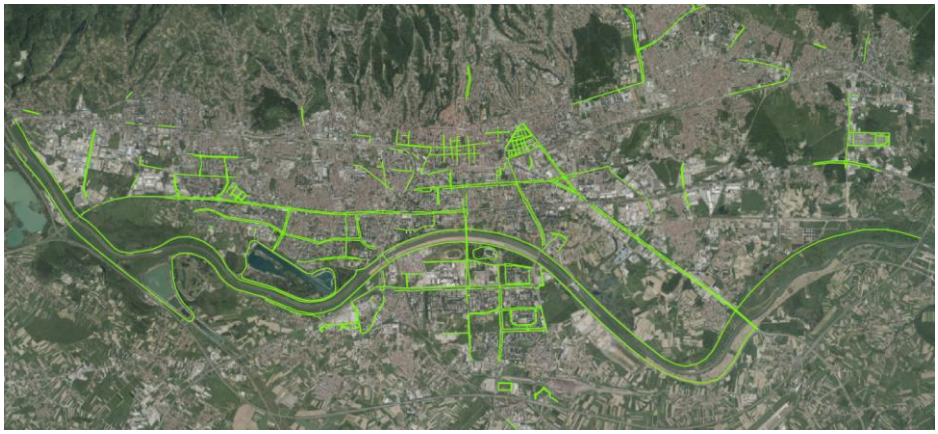
Bicikl**,** vozilo na dva kotača koje vozač pokreće vlastitom snagom; kroz povijest naziva i kotur, koturača, samovoz, trkalica, brzonoga, dvokolica. Preteču suvremenoga bicikla, velociped, izložili su na Svjetskoj izložbi u Parizu 1867. otac i sin Pierre i Ernest Michaux, koji su na dotadašnju drezinu, koju je vozač pogonio odguravanjem od tla, postavili ekscentrične pedale kojima se gonio vrlo velik prednji kotač. Tijekom 20. st. bicikl se kao sredstvo osobnoga prijevoza najviše rabio u ravničarskim dijelovima Hrvatske, uglavnom u manjim urbanim i ruralnim sredinama. Svijest o potrebi jačanja biciklističkoga prometa kao dijela gradskoga prometa javila se 1980-ih te su izgrađene i prve biciklističke staze. [33]

Pješak je osoba koja hoda pješice ili trči. U moderno doba taj se izraz obično odnosi na nekoga tko hoda po cesti ili pločniku, također i na svakoga na bilo kojem vozilu na ljudski pogon koji nije bicikl, kao i na osobe koje upravljaju samohodnim invalidskim kolicima zbog tjelesnog invaliditeta [34]

6.1. Biciklistički promet u Zagrebu

Biciklistički promet u Zagrebu razvijao se kasnije od ostalih oblika prometa, tek 80-ih godina su počela planiranja razvoja biciklističke mreže, do tada se biciklizam koristio samo u sportsko-rekreacijske svrhe. [35]

U biciklistička infrastrukturu se podrazumijevaju biciklističke trake, staze i stalci za bicikle. Bez ova tri elementa biciklistički promet nije izvediv. U biciklističku infrastrukturu se također ubraja prometna signalizacija i oprema, te parkirališta za bicikle. Područje Grada Zagreba ima ukupno 389,22 km biciklističkih staza. [36]

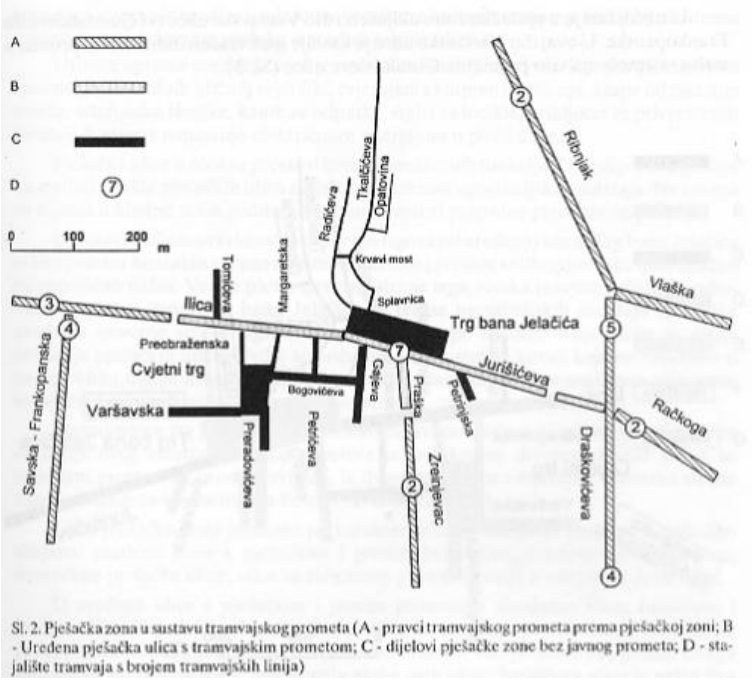


Slika 16. Biciklističke staze u Zagrebu

Izvor: https://geoportal.zagreb.hr/Karta (15.08.2021.g.)

6.2. Pješački promet u Zagrebu

Pješačenje se ne koristi tako često kao glavni oblik prometa za svakodnevne aktivnosti, ali može nadopuniti ostale oblike prometa, a posebno javni prijevoz. Pješačenje također može zamijeniti ostale vrste prometa ako se dogode pojave poput neredovitog javnog prijevoza i sl. Pješačenje je najčešći oblik prometa u gradskom centru, na trgovima, te na ulicama poput Ilice. [3]



Sl. 2. Pješačka zona u sustavu tramvajskog prometa (A - pravci tramvajskog prometa prema pješačkoj zoni; B - Uređena pješačka ulica s tramvajskim prometom; C - dijelovi pješačke zone bez javnog prometa; D - stajalište tramvaja s brojem tramvajskih linija)

Slika 17. Pješačka zona u centru

Izvor: Pješačka zona središta Zagreba, Davor Ričković, Hrvatski geografski glasnik, 1998. g.

6.3. Analiza biciklističkog i pješačkog promet u Zagrebu

Razvoj biciklističkog i pješačkog prometa sprječava nedostatak prostora na postojećim prometnicama za uređenje biciklističkih staza ili pješačkih staza. Zagreb nema niti jednu jednosmjernu ulicu u kojoj je dozvoljen dvosmjerni promet biciklom, nema niti jednu izgrađenu odvojenu biciklističku stazu, gdje se biciklisti na biciklu bez silaženja mogu provesti u prosjeku manje od 100 metara. Osim toga, parkirna mjesta koja se nalaze na nogostupu često smetaju u odvijanju biciklističkog i pješačkog prometa . [37]



Slika 18. Primjer nedostatka prostora za razvoj biciklističkog i pješačkog prometa

Izvor: https://www.google.hr/maps/ (18.08.2021.g.)

Infrastruktura za biciklistički promet može predstavljati opasnost za bicikliste, ako nije pravilno izgrađena. To se odnosi na oštra skretanja biciklističkih staza oko pješačkog prijelaza, stupove postavljenje usred raskrižja, razne vrste prekidanja biciklističke staze, visoke rubnike koji nisu prilagođeni biciklima itd.. Prometovanje biciklista također kompliciraju tramvajske tračnice koje su građene na cesti, gdje ukoliko ne postoji biciklistička staza, tramvajske tračnice služe za kretanje bicikla, gdje se smanjuje sigurnost vozača bicikla.

Pješačke staze se u velikoj mjeri miješaju s drugim oblicima prometa, često se po pješačkim stazama voze biciklisti ukoliko nema biciklističkih staza. Biciklisti ugrožavaju sigurnost pješaka, pogotovo na uskim nogostupima. Također, postoje mnogi pješački prijelazi koji idu preko dva ili tri cestovna traka bez signalizacije ili prometnih otoka i tamo se često znaju dogoditi nesreće. [3]

6.4. Prijedlozi za unaprjeđenje biciklističkog i pješačkog promet u Zagrebu

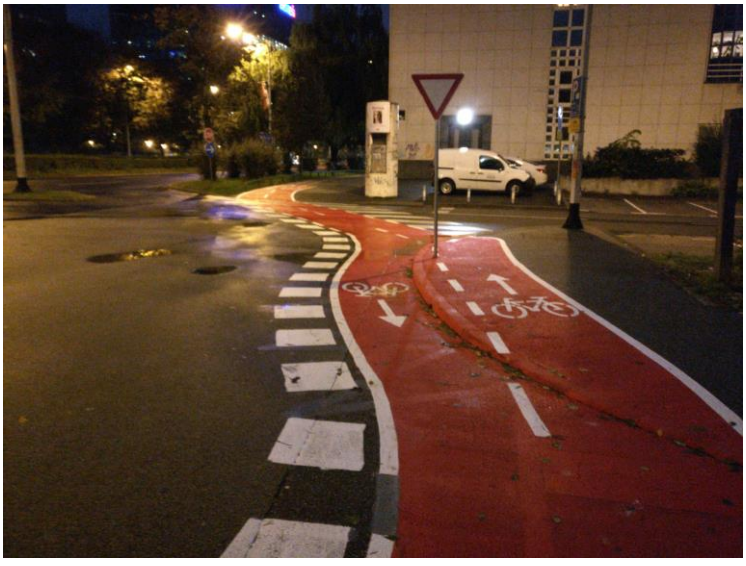
Razvoj biciklističke infrastrukture sve više iskazuje potrebu, popularnost električnih romobila dokazuje da električni romobili nisu samo trend koji će nestati za nekoliko godina. Električni romobili postižu jednake brzine kao i bicikl, te su ekološki prihvatljiv način prijevoza. Električni romobili su postali i novi oblik javnog prijevoza, gdje npr. tvrtka Bolt nudi povoljno unajmljivanje električnih romobila. Uz električne romobile, pojava COVID-a 19 i razvoj usluga dostava hrane, veliki dio dostave obavlja se upravo biciklima, električnim romobilima ili motorima, pa je razvoj biciklističke mreže potreban za sigurnost svih vrsta korisnika mreže. Uz razvoj mreže, potrebno je osigurati punionice za električne romobile za poticanje ovakvog oblika prijevoza. [38]



Slika 19. Bolt-ovi romobili

Izvor: https://www.shutterstock.com/video/clip-1069718776-krakow-ma%C5%82opolska-poland---march-2021-multiple (18.08.2021.g.)

Kako bi se popularizirao biciklizam na području Zagreba, potrebna je rekonstrukcija i dogradnja postojećih biciklističkih staza kako bi se povećala kvaliteta i spojile postojeće biciklističke mreže u cjelinu. U Zagrebu treba uvesti primarnu biciklističku mrežu koja bi povezala sve važne točke svakodnevnih aktivnosti, potrebno ju je isplanirati uz glavne prometne pravce poput brzih gradskih cesta, glavnih gradskih cesta i ulica. Važan dio primarne biciklističke mreže predstavljaju mostovi preko Save, koje je potrebno planirati i graditi s ciljem odvijanja biciklističkog prometa. Sekundarnu biciklističku mrežu trebalo bi uvesti u većim naseljima oko Zagreba, kako bi se dodatno poticao biciklizam. Posebnu pažnju kod razvijanja biciklističke infrastrukture potrebno je posvetiti raskrižjima i mjestima gdje biciklističke staze idu preko željezničke pruge, s ciljem povećanja sigurnosti.[3]



Slika 20. Neadekvatno planirana biciklistička staza

Izvor: https://twitter.com/tkobognovac/status/1316969689055154176/photo/1 (18.08.2021.g.)

Uz razvoj biciklističkih staza, potrebno je unaprijediti parkirališta za bicikle. Parkirališta za bicikle potrebno je razvijati na svim točkama interesa, poput pješačkih zona, stajališta javnog prijevoza, trgova, ugostiteljskih objekata, škola/fakulteta itd. Parkirališta za bicikle potrebno je planirati u zonama s većom koncentracijom ljudi, te gdje je moguće osigurati video nadzor, kako bi se izbjegla krađa i vandalizam. Blizu parkirališta preporučljivo je izgraditi objekte koje nude sadržaje prilagođene biciklistima, npr. servisi i punionice za električne romobile. [36]

Pješačku infrastrukturu treba razviti na način da korisnici mogu u vremensko prihvatljivim okvirima obaviti svakodnevne aktivnosti. Potrebno je širiti pločnike i reorganizirati postojeće pločnike, širiti pješačke zone u gradskom središtu, urediti postojeće pješačke prijelaze, posebno gdje nema prometne signalizacije i na brzim cestama, unaprijediti pješačku infrastrukturu za osobe s invaliditetom. Širenje pješačkih zona znatno utječe na smanjenje emisije štetnih plinova i buke, te povećava kvalitetu života u gradu. Uspoređujući pješačke zone u Zagrebu i zone u europskim gradovima u Zagrebu, Zagreb ima mali opseg pješačkih zona.

Na prostorima gdje nije moguć razvoj pješačkih zona, moguće je uvesti zone zajedničke namjene, gdje bi se pješaci, biciklisti, te manji obujam motornih vozila mogli kretati na istoj površini, uz uvjet da biciklistički i pješački promet budu primarni oblik prometa. [3]

7. URBANA LOGISTIKA

Distribucija robe u gradskim područjima rezultira zagušenjima u prometu, zastojima, bukom, emisijom štetnih plinova i prometnim nezgodama koje stvaraju teretna i mala dostavna vozila. Gradska logistika ima za cilj optimizirati cjelokupni logistički sustav unutar gradskog područja i tako pozitivno utjecati na kvalitetu života u gradu bez bitnog utjecaja na razinu i kvalitetu distribucije. [39]

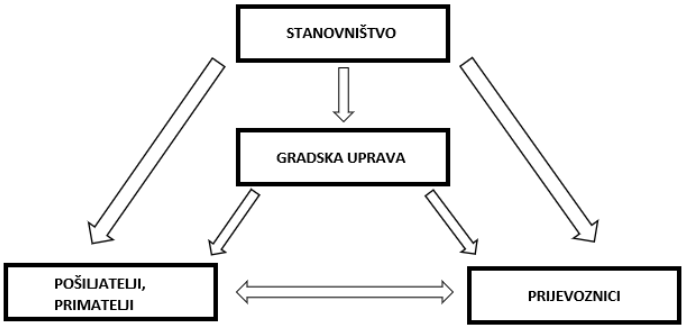
7.1. Općenito o urbanoj logistici

Urbana logistika ili gradska logistika predstavlja proces optimizacije logističkih i transportnih aktivnosti pojedinih tvrtki u nekom urbanom području, uvažavajući prometne, ekološke i energetske čimbenike, odnosno organizaciju urbanog transporta s ciljem zadovoljavanja određenih kriterija.

Postoje četiri elemenata sustava distribucije robe u gradovima, a to su:

- Stanovništvo,
- Gradska uprava,
- Pošiljatelji i primatelji i
- Prijevoznici.

Svaki od tih elemenata ima svoje zahtjeve i ciljeve koji se međusobno suprotstavljaju, no razvoj gradske logistike utječe na sve elemente.



Slika 21. Odnosi elemenata distribucije robe u gradovima
Izvor: Metode distribucije u gradska središta, Goran Kolarić i Luka Skorić, Zagreb, 2014. g.

Pokretač ili generatori logističkih tokova je svaki objekt u gradu koji obavlja funkcije kojima se inicira neka od potreba koje logistika može zadovoljiti (prijevoz, skladištenje, pakiranje itd.).

Prema tome, generatori logističkih tokova su razna kućanstva, trgovine, industrije, ugostiteljstva itd. Prema generatorima logističkih tokova, sustavi koji se koriste kod opskrbe gradova mogu biti:

- Centralizirani sustav – gdje sve isporuke dolaze iz jedne točke do pojedinog generatora
- Decentralizirani sustav – gdje generator prima isporuke od više različitih opskrbljivača
- Hibridni sustav – gdje se kombinira centraliziran i decentraliziran sustav.

Za prijevozni oblik najčešće se koristi cestovni promet, dok ostale prometa mogu biti: željeznički, cjevovodni, kontejnerski sustavi i dr. Cestovni transport robe najzastupljeniji je oblik prometa u gradovima. Za cestovni promet služe vozila manjih dimenzija, poput kombija ili dostavnih vozila, zbog toga što zadovoljavaju mnoge uvjete prometovanja u gradu, poput otežanog pristupa u gradskim središtima, manjom veličinom isporuka, potreba za većim manevarskim sposobnostima itd. Za isporuke na kućnu adresu najčešće se koriste motocikli s košarom, jer su vrlo brzi i okretni. Motocikli će ubrzo biti zamijenjeni sa električnim vozilima, kako bi se smanjila emisija štetnih plinova, te će imati nešto veću nosivost od motocikla. Za isporuke u zonama gdje je zabranjen promet za motorna vozila, koriste se bicikli ili se pješice isporučuje roba. [39], [40]



Slika 22. Primjer novijih vozila koja bi zamijenila motore

Izvor: https://www.poslovni.hr/hrvatska/posta-osvjezila-natjecaj-za-250-mopeda-zbog-zalbe-na-najmanju-snagu-motora-357372 (20.08.2021.g.)

7.2. Izazovi urbane logistike

Distribucija u gradovima sadrži mnoge elemente kao i moderna logistika, poput odabira ruta i toka isporuke. No u urbana logistika susreće se s mnogo ograničenja, poput isporuke robe u oskudnom prostoru. Jedan od problema je su ograničen prostor. Kapacitet parkiranja je često opterećen i ne može zadovoljiti dostavu robe, pa se dostavna vozila moraju parkirati na ilegalan način, poput na samoj cesti, čime ometaju tok prometa. Time vozači mogu skupiti dosta kazna za parkiranje, te kazne postaju dio troškova za poslovanje za gradsku dostavu. Gradovi imaju visoku razinu zagušenja prometa, pa se može dogoditi da isporuka kasni i dostava postane nepouzdana.

Zelena logistika može stvoriti još jedan izazov za urbanu logistiku. Cestovni prijevoz najviše zagađuje okoliš po jedinici prijeđene udaljenosti. Čimbenici koji pridonose zagađenju:

- Starost vozila,
- Veličina vozila,
- Radne brzine i prazan hod. [41]

Razvoj internet trgovine značajno je rastao od 2000. godine, no pojava COVID-a 19 dodatno je pridonijela širenju vrsta usluga preko interneta. Internet trgovina povezana je s zahtjevima za dostavu na kućnu adresu, pa predstavlja izazov za urbano logistiku. Kupnje preko interneta karakteriziraju i veće stope povrata, što dovodi do strategija „obrnute distribucije“ (premještanje neprodane robe ili uklanjanje neprodane robe iz lanca opskrbe.) [42]



Slika 23. Primjer problema parkiranja

Izvor: https://www.thestar.com.my/opinion/letters/2018/08/14/rage-over-double-parking/ (20.08.2021.g.)

7.3. Primjer rješenja za urbanu logistiku

U gradovima postoji prijetnja zastoja u prometu, do 2030. godine očekuje se da će se kurirske, ekspresne i paketne pošiljke povećati za dvije trećine. Te vrste isporuka čine samo 5% u ukupnom dnevnom prometu dostave. Postoje mnoga rješenja koja se već primjenjuju, kako bi se olakšalo opterećenje u prometu, poput:

- Dostavni dronovi za manje pošiljke,
- Korištenje alternativnih prijevoznih sredstva poput tramvaja,
- Podzemna cjevovodna mreža,
- Dostava pomoću teretnih bicikla itd. [43]

Konkretan primjer rješenja za urbanu logistiku je Projekt KoMoDo u okrugu Prenzlauer Berg u Berlinu. Tamo su pet najvećih službi dostave paketa: DHL, DPD, GLS, Hermes i UPS organizirali zajednički mikro depo za dostavu pomoću teretnih bicikala. Ujutro tvrtke kreću prema mikro depoima radi privremenog skladištenja pošiljaka, tijekom dana, kuriri koriste vlastite teretne bicikle tvrtke za dostavu paketa u blizini na klimatski neutralan način. Cilj projekta je saznati koliko su teretni bicikli učinkoviti za dostavu paketa, te smanjiti emisije štetnih plinova. Prema KoMoDo letku o činjenicama, tijekom terenskog ispitivanja uštedjelo se oko 28.000 km konvencionalnih vozila, te smanjilo približno 11 tona CO2. [44]



Slika 24. Teretni bicikli projekta KoMoDo

Izvor: https://www.komodo.berlin/ (20.08.2021.g.)

8. ZAKLJUČAK

Prometni sustav grada Zagreba i šire je razvijen na vrlo zadovoljavajućoj razini, no neke grane prometa su razvijenije od ostalih. Također, trenutno stanje prometnog sustava moglo bi iskoristiti niz unaprjeđenja kako bi se povećala kvaliteta i optimizirala učinkovitost prometnog sustava. Cestovni promet je najrazvijeniji u Zagrebu, ali primjerice željeznički i biciklistički promet bi se trebao jednako razviti, jer se mogu pojaviti negativne posljedice. U Sjedinjenim Američkim Državama najveća pažnja kod prometnih sustava u gradovima posvećena je cestovnom prometu, pa je iz toga nastala ovisnost o automobilima. Zbog toga infrastruktura se prilagođavala cestovnom prometu, pa su građene ceste koje skoro pa nemaju nogostup, a kamo li biciklističke staze. Takva infrastruktura je neučinkovita i opasna, te pridonosi u zagađenju okoliša i zagađenje bukom. Uz to, velike površine gradova pretvorene su u parkirna mjesta, te kvaliteta prometa i života u gradovima je znatno manja nego u Europskim gradovima, gdje je veća pozornost posvećena alternativnim metodama od cestovnog prometa. Analizom su prikazani glavni problemi svih prometnih grana u Zagrebu, te potencijalna rješenja kako bi se postigao jednak razvoj cjelokupnog prometnog sustava. Urbana logistika bi također postala znatno učinkovitija ako se sve vrste prometa jednako razvijaju, projekt KoMoDo je dokazao da su bicikli jednako učinkoviti kao i transportna vozila, te smanjuju buku i emisiju štetnih plinova.

9. LITERATURA

[1] Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb, 2021., http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=11341

[2] https://www.zakon.hr/z/244/Zakon-o-cestama

[3] II. Faza Master plana prometnog sustava grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko-zagorske županije, CONSULTANTS d.o.o., Dubrovnik, 2019. g.

[4] https://www.theglobaleconomy.com/rankings/roads_quality/

[5] Generalni urbanistički plan grada Zagreba, Knjiga II., https://www.zagreb.hr/odluka-o-donosenju-generalnoga-urbanistickog-plana/89158

[6] https://www.zagreb.hr/glavni-problemi-u-2020-godini/1897

[7] https://zagrebacka-policija.gov.hr/

[8] https://wsdot.wa.gov/Safety/roundabouts/benefits.htm

[9] https://www.youtube.com/watch?v=CTV-wwszGw8

[10] http://www.puni.hr/

[11] Hrvatska tehnička enciklopedija - portal hrvatske tehničke baštine, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb, 2018. g., https://tehnika.lzmk.hr/zeljeznicki-promet/

[12] https://www.hzinfra.hr/naslovna/mreza-hrvatskih-pruga/

[13] Studija razvoja željezničkog čvora Zagreb, Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastrukture, Zagreb, 2016. g., https://www.hzinfra.hr/wp-content/uploads/2018/04/STUDIJA-RAZVOJA-ZELJEZNICKOG.pdf

[14] http://www.hzpp.hr/radovi-na-pruzi

[15] https://www.saveatrain.com/blog/train-safest-transportation/

[16] https://www.dzs.hr/

[17] http://www.hzpp.hr/potpisan-ugovor-o-kupoprodaji-21-elektromotornog-vlaka?p=578

[18] http://www.hzpp.hr/vlakovi?p=7423

[19] Hrvatska tehnička enciklopedija - portal hrvatske tehničke baštine, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb, 2018. g., https://tehnika.lzmk.hr/javni-gradski-promet-2

[20] Analiza pokazatelja javnog gradskog prijevoza u Zagrebu, Domagoj Hanžek, Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanostitnih znanosti, 2015.g., Zagreb

[21] https://www.zet.hr

[22] Analiza javnog gradskog prometa u Zagrebu, Katarina Udovičić, Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, 2019.g., Zagreb

[23] https://geoportal.zagreb.hr/Karta

[24] https://www.zagreb.hr/en/predstavljene-posebne-platforme-za-osobe-s-invalid/107217

[25] Statistički ljetopis Grada Zagreba 2020. g. (https://www.zagreb.hr/statisticki-ljetopis-grada-zagreba/1044

[26] https://www.zagreb.info/aktualno/zg/iskustva-zagrebackih-studenata-evo-kako-se izbjegavaju-kazne-za-svercanje-u-tramvajima/225045/

[27] Smithsonian National Air and Space Museum, 2021.g., https://airandspace.si.edu/exhibitions/wright-brothers/online/fly/1903/

[28]https://hr.wikipedia.org/wiki/Zra%C4%8Dna_luka_%E2%80%9EFranjo_Tu%C4%91man%E2%80%9D

[29] https://www.skybrary.aero/index.php/ICAO_Aerodrome_Reference_Code

[30] https://www.zagreb-airport.hr/

[31] https://www.zagreb-airport.hr/poslovni/b2b-223/statistika/statistika-za-2020-godinu/628

[32] https://plesoprijevoz.hr/

[33] Hrvatska tehnička enciklopedija - portal hrvatske tehničke baštine, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb, 2018. g., https://tehnika.lzmk.hr/bicikl/

[34] https://en.wikipedia.org/wiki/Pedestrian

[35] Hrvatska tehnička enciklopedija - portal hrvatske tehničke baštine, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb, 2018. g., https://tehnika.lzmk.hr/bicikl/

[36] Usporedna analiza biciklističke infrastrukture u Zagrebu i Frankfurtu na Majni, Drago Puljić, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2018.g., Zagreb

[37] https://sindikatbiciklista.hr/koliko-grad-zagreb-ulaze-u-biciklisticki-promet/

[38] https://hrturizam.hr/elektricni-romobili-odrzivi-razvoj/

[39] Metode distribucije u gradska središta, Goran Kolarić i Luka Skorić, Zagreb, 2014. g.

[40] Materijali sa predavanja iz kolegija Prometna logistika II, Igor Franolić, 2020. g.

[41] https://globalcitylogistics.org/home/a-freight-and-the-city/urban-logistical-challenges/

[42]https://www.healthcarepackaging.com/home/press-release/14217172/analyzing-reverse-distribution-in-pharmaceuticals

[43]https://www.transportlogistic.de/en/trade-fair/industry-insights/city-logistics/examples-of-cooperations/

[44] https://www.komodo.berlin/

10. POPIS SLIKA

Slika 1. Cestovna mreža u Zagrebu 4
Slika 2. Kretanje cestovnog prometa u Zagrebu 6
Slika 3. Toče križanja kod kružnih tokova i raskrižja 7
Slika 4. Smanjenje broja prometnih nesreća kod kružnog toka 7
Slika 5. Razina buke u Zagrebu 8
Slika 6. Željeznička mreža u Sjevernoj Hrvatskoj 9
Slika 7. Gradska željeznička linija 10
Slika 8. Primjer HŽ-ovog putničkog vlaka, DMV serije 7 122 – "Šved" 11
Slika 9. Primjer novijeg putničkog vlaka HŽ-a, Niskopodni dizel-motorni vlak serije 7023 13
Slika 10. Prikaz tramvajskih linija 15
Slika 11. Mreža autobusnih linija grada Zagreba 15
Slika 12. Taksi stajališta u Zagrebu 16
Slika 14. Primjer stajališta, Frankopanska ulica 18
Slika 15. Zračna luka Franjo Tuđman 20
Slika 16. Zračna luka Franjo Tuđman, jedna uzletno-sletna staza 22
Slika 17. Biciklističke staze u Zagrebu 23
Slika 18. Pješačka zona u centru 24
Slika 19. Primjer nedostatka prostora za razvoj biciklističkog i pješačkog prometa 25
Slika 20. Bolt-ovi romobili 26
Slika 21. Neadekvatno planirana biciklistička staza 26
Slika 22. Odnosi elemenata distribucije robe u gradovima 28
Slika 23. Primjer novijih vozila koja bi zamijenila motore 29
Slika 24. Primjer problema parkiranja 31
Slika 25. Teretni bicikli projekta KoMoDo 32

11. POPIS TABLICA

Tablica 1. Pokazatelj broja putnika u tramvajskom prometu……..17
Tablica 2. Pokazatelj broja putnika u autobusnom prometu……..17

Sveučilište Sjever

SVEUČILIŠTE SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, DRAGUTIN MICAK *(ime i prezime)* pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/~~diplomskog~~ *(obrisati nepotrebno)* rada pod naslovom ANALIZA PROMETNOG SUSTAVA I URBANE LOGISTIKE GRADA ZAGREBA *(upisati naslov)* te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Dragutin Micak
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnost i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, DRAGUTIN MICAK *(ime i prezime)* neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/~~diplomskog~~ *(obrisati nepotrebno)* rada pod naslovom ANALIZA PROMETNOG SUSTAVA I URBANE LOGISTIKE GRADA ZAGREBA *(upisati naslov)* čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Dragutin Micak
(vlastoručni potpis)