

Alternativna sredstva kao potpora željeznici unutar sustava integriranog prijevoza putnika

Tuđa, Kristijan

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:034750>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-18**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Kristijan Tuđa

ALTERNATIVA SREDSTVA KAO POTPORA ŽELJEZNICI UNUTAR SUSTAVA
INTEGRIRANOG PRIJEVOZA PUTNIKA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ALTERNATIVA SREDSTVA KAO POTPORA ŽELJEZNICI UNUTAR
SUSTAVA INTEGRIRANOG PRIJEVOZA PUTNIKA

*An alternative transport means to support railway within the integrated
passenger transport system*

Predmet: Gospodarenje u željezničkom sustavu

Mentor: izv. prof. dr. sc. Borna Abramović

Student: Kristijan Tuđa, univ. bacc. ing. traff.

JMBAG: 0135234144

Zagreb, rujan 2020.

Zagreb, 11. ožujka 2020.

Zavod: **Zavod za željeznički promet**
Predmet: **Gospodarenje u željezničkom sustavu**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 5512

Pristupnik: **Kristijan Tuđa (0135234144)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Željeznički promet**

Zadatak: **Alternativa sredstva kao potpora željeznici unutar sustava integriranog prijevoza putnika**

Opis zadatka:

U jednoj od odrednica strategije razvoja prometa u Republici Hrvatskoj je i postizanje jedinstvenog prometnog sustav za prijevoz putnika. Takav sustav se još naziva i integrirani prijevoz putnika. Čine ga dva ili više prijevozna moda koja se koriste na jednom putovanju. Uz tradicionalne vlakove, tramvaje, autobuse, relativno nove bicikle, ispitat će se mogućnost uvođenja električnih romobila u sklopu javnog prijevoza. Zemlje koje su uvele električne romobile u sklopu javnog prijevoza bilježe mnogobrojne prednosti kao što su smanjenje ekološkog zagađenja, smanjenje korištenje automobila, povećanje mobilnosti i dr.

U prometnom planiranju kod uvođenja alternativnih sredstava u sklopu integriranog javnog prijevoza potrebno je prikupiti statističko-dokumentacijsku osnovu, predvidjeti i ispitati prijevoznu potražnju, stvoriti i vrednovati planove te donijeti odluku o provedbi ideje.

U Europskoj uniji, a i u Hrvatskoj, može se primijetiti težnja lokalnih uprava k uspostavi pametnih gradova, te integriranih sustava za prijevoz putnika. Uvođenje alternativnih sredstava s te strane se čini kao vrlo zanimljivom idejom, štoviše jer trenutno takvo nešto ne postoji u Hrvatskoj.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

izv. prof. dr. sc. Borna Abramović

Zahvala

Ovime zahvaljujem svom mentoru izv. prof. dr. sc. Borni Abramoviću, na brojnim stručnim savjetima, vodstvu i strpljenju tijekom izrade ovog rada. Ujedno zahvaljujem cijeloj svojoj obitelji koji su mi bili oslonac tijekom dosadašnjeg školovanja i upućivali me na pravi put. Naposljetku, veliko hvala mojoj zaručnici Matei na razumijevanju, vjeri i potpori u svim trenucima.

SAŽETAK

Ovaj diplomski rad prikazuje organizaciju željezničkog i autobusnog prometa kao dio integriranog prijevoza putnika u Gradu Zagrebu. U radu su analizirani vozni redovi vlakova za prijevoz putnika i autobusa na području istočnog dijela grada (Sesvetski Kraljevec, Sesvete, Čulinec i Trnava).

Temeljem analize voznih redova i provedene ankete na uzorku ispitanika detektiran je problem čekanja prilikom prelaska s vlaka na autobus, odnosno loša prometna povezanost od/do najbliže željezničke postaje.

S ciljem rješavanja tih problema, predložen je prijedlog uvođenja električnih romobila kao potpora željezničkom prometu na mikrorazini. S tim prijedlogom dobili smo putovanje korisnika od vrata do vrata kombinacijom vlak-električni romobil.

Ključne riječi: električni romobili; željeznica; prijevoz putnika

SUMMARY

This paper presents the organization of railway and bus traffic as part of integrated passenger transport in the City of Zagreb. The paper analyzes the timetables of trains for passenger and bus transport in the eastern part of the city (Sesvetski Kraljevec, Sesvete, Čulinec and Trnava). Based on the analysis of timetables and a survey conducted on a sample of respondents, the problem of waiting when switching from train to bus was detected, also poor traffic connection from / to the nearest railway station.

In order to solve these problems, a proposal was introduced to introduce electric scooters to support rail transport at the micro level. With this proposal, we got a door-to-door user journey with a train-electric scooter combination.

Key words: electric scooters; rail; passenger transport

SADRŽAJ

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | UVOD | 1 |
| 2. | ORGANIZACIJA INTEGRIRANOG PRIJEVOZA PUTNIKA..... | 2 |
| 2.1. | Javni prijevoz | 2 |
| 2.2. | Povijest javnog prijevoza | 3 |
| 2.3. | Nastanak integriranog prijevoza putnika..... | 4 |
| 2.3.1. | Prednosti integriranog prijevoza putnika..... | 6 |
| 2.3.2. | Integrirani prijevoz putnika u strateškim dokumentima..... | 8 |
| 2.3.3. | Zadaće kod organizacije IPP-a | 10 |
| 3. | ANALIZA ALTERNATIVNIH SREDSTAVA PRIJEVOZA | 12 |
| 3.1. | Mikromobilnost..... | 12 |
| 3.1.1. | Klasifikacija mikromobilnosti u Europi | 13 |
| 3.1.2. | Klasifikacija mikromobilnosti u SAD-u..... | 13 |
| 3.1.3. | Klasifikacija mikromobilnosti u Aziji | 14 |
| 3.1.4. | Prijedlog jedinstvene klasifikacije mikromobilnosti | 14 |
| 3.2. | Sigurnost električnih romobila | 16 |
| 3.2.1. | ITF studija za 2019. godinu | 17 |
| 3.3. | Model dijeljenja e-romobila | 20 |
| 3.3.1. | E-romobili sa/bez stajališta | 21 |
| 3.3.2. | Način korištenja e-romobila unutar modela dijeljenja | 22 |
| 4. | ANALIZA PRIJEVOZNE POTRAŽNJE ALTERNATIVNIH SREDSTAVA PRIJEVOZA | 26 |
| 4.1. | Istok Zagreba..... | 27 |
| 4.2. | Usklađenost voznih redova HŽ-ZET autobus | 28 |
| 4.2.1. | Sesvetski Kraljevec | 29 |
| 4.2.2. | Sesvete | 30 |
| 4.2.3. | Čulinec | 32 |
| 4.2.4. | Trnava | 34 |
| 4.3. | Gravitacijsko područje e-romobila..... | 36 |
| 4.3.1. | Sesvetski Kraljevec gravitacijsko područje | 36 |
| 4.3.2. | Sesvete gravitacijsko područje..... | 37 |
| 4.3.3. | Čulinec gravitacijsko područje..... | 38 |
| 4.3.4. | Trnava gravitacijsko područje..... | 39 |
| 5. | STUDIJA SLUČAJA: UVOĐENJE ALTERNATIVNIH SREDSTAVA PRIJEVOZA | 41 |
| 5.1. | Anketa | 41 |
| 5.2. | Prijedlog rješenja..... | 46 |

| | |
|---------------------|----|
| 6. ZAKLJUČAK | 49 |
| LITERATURA | 50 |
| POPIS SLIKA | 51 |
| POPIS TABLICA | 53 |

1. UVOD

U jednoj od odrednica strategije razvoja prometa u Republici Hrvatskoj je i postizanje jedinstvenog prometnog sustava za prijevoz putnika. Takav sustav se još naziva i integrirani prijevoz putnika. Čine ga dva ili više prijevozna moda koja se koriste na jednom putovanju. Kako u Europskoj uniji, tako i u Hrvatskoj, može se primijetiti težnja lokalnih uprava k uspostavi pametnih gradova, te integriranog sustava za prijevoz putnika. Uvođenje električnih romobila kao potpora javnom prijevozu s te strane se čini kao vrlo zanimljivom idejom, štoviše jer trenutno takvo nešto nije toliko razvijeno u Hrvatskoj. Gradovi u Europskoj uniji koji su uveli električne romobile u sklopu javnog prijevoza bilježe mnogobrojne prednosti kao što su smanjenje ekološkog zagađenja, smanjenje korištenje automobila, povećanje mobilnosti i dr. Cilj ovoga diplomskog rada je analiza potražnje za korištenjem električnih romobila u opsegu prigradske željeznice grada Zagreba i isplativost uvođenja. Naslov diplomskog rada je: Alternativa sredstva kao potpora željeznici unutar sustava integriranog prijevoza putnika. Rad je podijeljen u šest cjelina:

1. Uvod
2. Organizacija integriranog prijevoza putnika
3. Analiza alternativnih sredstava prijevoza
4. Analiza prijevozne potražnje alternativnih sredstava prijevoza
5. Studija slučaja: uvođenje alternativnih sredstava prijevoza
6. Zaključak

U drugom poglavlju ovog rada opisan je javni prijevoz, pojam integriranog prijevoza putnika, strateški dokumenti, te prednosti takvog sustava.

Analizu električnih romobila kao alternativnog prijevoznog sredstva, kao i njegova primjena u ostalim gradovima svijeta opisat će nam treće poglavlje ovog diplomskog rada.

U četvrtom poglavlju analizira se potencijalna potražnja za prijevoznom uslugom električnih romobila u opsegu prigradske željeznice grada Zagreba.

Posljednje poglavlje ovog diplomskog rada prikazuje nam financijski plan i održivost potencijalnog projekta uvođenja električnih romobila unutar opsega prigradske željeznice grada Zagreba.

2. ORGANIZACIJA INTEGRIRANOG PRIJEVOZA PUTNIKA

Integrirani prijevoza putnika (uobičajen kratica je IPP) jest sustav lokalnog javnog prijevoza koji objedinjuje različite modove javnog prijevoza u jednu cjelinu na nekom području. Područje na kojem se objedinjuju različiti modovi u pravilu se naziva područje integracije. [13] Dakle, za integrirani prijevoz putnika mora postojati javni prijevoz i odlična usklađenost između različitih vrsta prijevoza.

2.1. Javni prijevoz

Javni je prijevoz putnika (Slika 1.) prijevozni sustav koji je uspostavljen tako da preveze veći broj putnika s jednog mjesta na drugo. Lokalni javni prijevoz uglavnom prevozi ljude unutar pojedine regije i to uglavnom svakodnevno zbog raznih radnih i osobnih potreba. Također pojavljuje se još jedna slična definicija da je javni prijevoz: prijevoz autobusom, vlakom ili nekim drugim javnim prijevoznim modom, bez obzira da li je javnog ili privatnog vlasništva, koji omogućuje javnosti opću ili posebnu uslugu prijevoza na redovitoj i kontinuiranoj bazi.

Danas, lokalni javni prijevoz uspješno funkcionira kako u ruralnim tako i urbanim područjima. U javnom prijevozu putnika koriste se adekvatna prijevozna sredstva koja prometuju prema utvrđenom voznom redu. Kupovinom te validacijom prijevozne karte za putovanje između određenih stajališta stječe se pravo na korištenje linija javnog prijevoza.

Javni prijevoz ne može se i ne smije promatrati isključivo kao komercijalna djelatnost. Radi se o djelatnosti od cjelokupnog društvenog značaja. Javni prijevoz izravno utječe na mobilnost stanovništva, time i na mobilnost radne snage pa tako i na bruto nacionalni dohodak. Mobilnost stanovništva omogućava izbor života u većim ili manjim sredinama, onim urbanim ili ruralnim. Taj izbor zajedno s porastom dostupnosti raznih gospodarskih, društvenih i kulturnih sadržaja bitno povećava kvalitetu života građana.

Ako se pretpostavi da je jedan od najvažnijih zadataka državnih i lokalnih vlasti povećanje kvalitete života stanovnika, tada osiguravanje i razvitak javnog prijevoza trebaju postati jedan od najvažnijih zadataka tih vlasti.

Poznati su primjeri iz prakse, na primjer u Belgiji i Nizozemskoj gdje vlasti zakonima osiguravaju građanima pravo na mobilnost, odnosno dostupnost javnog prijevoza. [1]



Slika 1. Javni prijevoz

Izvor: <https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/flat-public-transport-infographic-template-vector-21937678>, 17.06.2020.

2.2. Povijest javnog prijevoza

Najstariji oblik prijevoza ljudi i roba odvijao se plovilima, u gradovima smještenima uz rijeke. Potom su se pojavila nosila, zatim teretna kola koja su služila i prijevozu osoba, a poslije i kočije s konjskom zapregom kojima su se prevozili putnici na njihov zahtjev. Kao linijska prometala za 8 putnika kočije su, prema ideji Blaise Pascala, nakratko prometovale 1662. godine u Parizu, no tek je 1819. godine Jacques Lafitte u istome gradu pokrenuo stalan prijevoz putnika kočijama s većim brojem sjedišta, nazvanima omnibusima (Slika 2.). [17] Taj je prijevoz imao temeljne odlike javnoga prijevoza: vozila su se kretala određenom trasom po voznom redu, a putnici su vozarinu plaćali pri ulasku. Prvo gradsko putničko vozilo na tračnicama bio je konjski tramvaj uveden u New Yorku (1832. godine), a potom i u drugim velikim gradovima: u Parizu (1853. godine), Santiagu (1857. godine), Sydneyu (1861. godine), Cape Townu (1863. godine), Jakarti (1869. godine). Prvi tramvaj na vučno uže izgrađen je u San Franciscu (1873. godine), a 1881. godine u Lichterfeldeu kraj Berlina stavljena je u pogon prva linija električnog tramvaja, koji je potom gotovo posvuda zamijenio konjsku zapregu. Zbog sve gušćega prometa, najveći su gradovi tražili rješenje u izgradnji gradske i prigradske željeznice. Tako je London 1863. godine izgradio prvu podzemnu željeznicu, u početku na parni pogon, koji je 1896. godine zamijenjen električnim. Podzemna željeznica u Budimpešti

stavljena je u pogon 1896. godine, u Bostonu 1897. godine, a u New Yorku 1904. godine. U Parizu je prvih 10 km podzemne željeznice izgrađeno do 1900. godine, a 1956. godine u promet je puštena prva podzemna željeznica na gumenim kotačima. Prvi su se autobusi pojavili 1899. godine u Velikoj Britaniji, a prvi trolejbusi na izložbi u Parizu 1900. godine. Jačanjem automobilskog i autobusnoga prijevoza, već je 1930. godine u nekim gradovima tramvajski promet stagnirao, 1950-ih godina se trolejbus rijetko susretao, a u 1960-im godinama mnogi su gradovi potpuno napustili tramvajski prijevoz. No uviđajući prednosti javnoga gradskog prijevoza, u 1980-im godinama mnogi su gradovi uveli laku gradsku željeznicu. [2]



Slika 2. Omnibus u Francuskoj

Izvor: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Omnibus_a_chevaux_vers_1890_CGO_Paris.jpg, 17.06.2020.

2.3. Nastanak integriranog prijevoza putnika

Različiti sustavi (Slika 3.), odnosno modovi javnog prijevoza (vlakovi, podzemna željeznica, tramvaji, autobusi, trolejbusi, brodovi, ...) razvijali su se uglavnom odvojeno s više ili manje suradnje između prijevoznika tijekom vremena. Ideja o integriranom prijevozu putnika potekla je od samih prijevoznika odnosno stručnjaka koji su se bavili mobilnošću. [10] Budući da se prijevoznici „ujedinjuju“ radi suradnje u zajedničkom prijevoznom sustavu te da uspostavljaju sustav zajedničkih karata (tarifa) takvo se udruživanje naziva prijevozno-tarifna unija. [19]



Slika 3. Integrirani javni prijevoz

Izvor: <https://www.shutterstock.com/image-vector/transport-flat-illustration-city-landscape-integrated-589051484>, 27.07.2020.

Prvi lokalni integrirani prijevozni sustav na svijetu osnovan je 1965. godine u Hamburgu u Njemačkoj. Zajedničke tarife i usklađivanje voznih redova ugovorno su tada zapečatila četiri poduzeća: (1) Hamburger Hochbahn AG - upravitelj podzemne željeznice i nekih autobusnih linija, (2) Deutsche Bundesbahn (danas Deutsche Bahn AG) - željeznički prijevoznik, (3) HADAG Seetouristik und Fährdienst AG brodski lokalni prijevoznik i (4) Verkehrsbetriebe Hamburg - Holstein (VHH) - regionalni autobusni prijevoznik. Korisnici su tako prvi puta s jednom kartom mogli presjedati između vlaka, podzemnog vlaka, autobusa i brodova u regiji grada Hamburga. Ovaj primjer uskoro su slijedili i ostali gradovi tadašnje Savezne Republike Njemačke te su osnovali svoje prijevozno-tarifne unije (München 1971. godine, Frankfurt na Maini, 1974. godine, Stuttgart 1977. godine, ...).

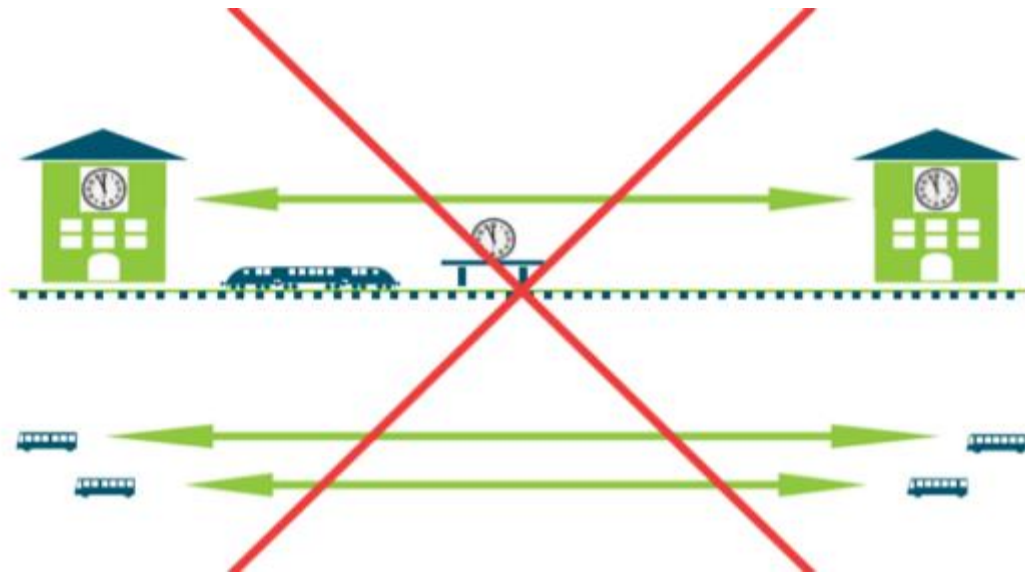
1996. godine provedena je reforma željezničkog i lokalnog prijevoza u Njemačkoj te Prometne uprave postaju poduzeća koja su u vlasništvu gradova, regija i pokrajina. Njemačka je podijeljena na 40-ak područja i u svakom od njih za organizaciju lokalnog prometa po principu prijevozno-tarifne unije zadužena je pojedina Prometna uprava. Integrirani prijevozni sustavi tako postaju zakonskom obavezom. Slični sustav gospodarenja lokalnim javnim prijevozom usvajaju i Republika Austrija 2000. godine te Švicarska 2002. godine. Prijevozno-tarifne unije pojavljuju se još u Velikoj Britaniji, Švedskoj, Danskoj, Španjolskoj, Francuskoj, Italiji, Češkoj, Poljskoj, Češkoj, Slovačkoj i Mađarskoj.

Danas sustavom integriranog prijevoza putnika upravlja Prometna uprava. Najčešće je organizirana kao javna tvrtka, a vlasničke udjele u njoj imaju gradovi i lokalne jedinice uprave, rjeđe i država. Također postoje i primjeri da su prometne uprave organizirane kao uredi u sklopu tijela lokalne samouprave i tada nose naziv Ured za mobilnost. Glavni zadaci većine Prometnih uprava su: provođenje istraživanja prijevozne potražnje, izrada voznih redova za lokalne linije javnog prijevoza na temelju tih istraživanja i ostalih potreba, dodjela linija prijevoznicima, prikupljanje prihoda od prodaje karata, prikupljanje subvencija od lokalne i državne uprave, raspodjela novaca prijevoznicima prema ugovorima, nadzor prometa na vlastitom području, marketing javnog prijevoza (istraživanja kvalitete, promocija, služba za korisnike i sl.) i razvitak sustava. Integrirani javni prijevoz prepoznat je kao najvažniji način organizacije lokalnog prijevoza putnika od strane brojnih razvijenih zemalja i cijele Europske unije.

Kao takav se učestalo spominje u brojnim temeljnim strateškim dokumentima poput Bijele knjige o transportu 2011. izdane od strane Europske komisije, Operativnim programima zemalja EU i pristupnim članicama i brojnim drugim dokumentima. Ovakvi sustavi postoje u velikoj većini zapadnih europskih zemalja i u još nekim razvijenim zemljama Svijeta. Svojim kvalitetnim radom opravdali su svoje uvođenje, no rad na njihovom unapređenju kako tehnički i tehnološki, tako i s aspekta korisničke usluge, ne prestaje. [1]

2.3.1. Prednosti integriranog prijevoza putnika

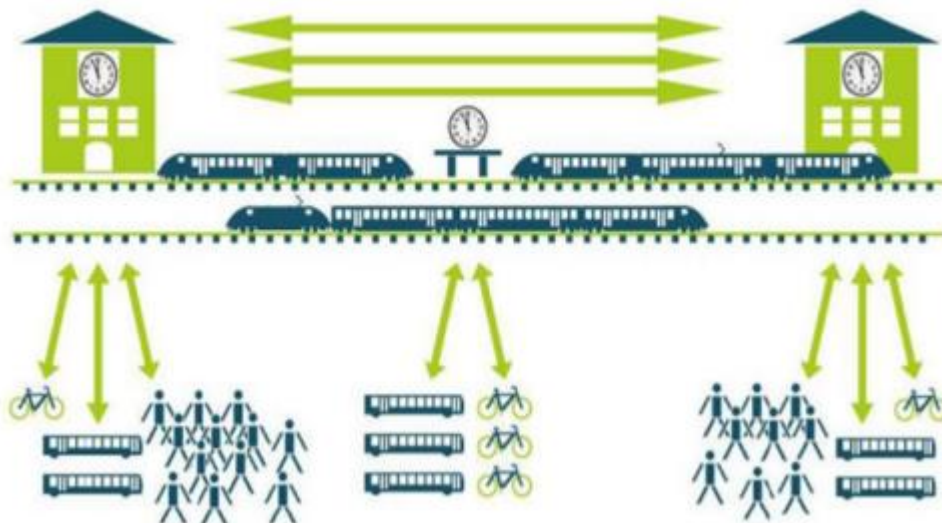
Sustav IPP-a koristi prednosti prijevoznih modova u sustavu, a suradnjom modova u velikoj mjeri poništava nedostatke pojedinog prijevoznog moda (Slika 4.). On omogućuje stvaranje intermodalnih terminala odnosno mjesta gdje se lako presjeda s jednog prijevoznog moda na drugi te sa jednog prijevoznika na drugog prijevoznika, usklađivanje voznih redova između različitih modova i prijevoznika te korištenje jedinstvenih prijevoznih karata za sve vrste modova u sustavu. Uz nabrojene karakteristike sustav IPP-a stvara niz ekonomskih prednosti kako za korisnike, tako i za prijevoznike, te dionike uključene u subvencioniranje javnog prijevoza. U sustavu Integriranog prijevoza putnika korisnik može koristiti jednu jedinstvenu kartu za putovanje vlakom, tramvajem, autobusom i svim ostalim modovima prijevoza koji postoje u sustavu na određenom području.



Slika 4. Primjer neintegriranog javnog prijevoza

Izvor: Abramović B. Integrirani prijevoz putnika - nastavni materijal, FPZ, Zagreb, 2016., 27.06.2020

Vozni redovi svih modova prijevoza međusobno su dobro usklađeni, a također postoji veliki broj stajališta gdje je moguće između vlakova, autobusa, tramvaja i/ili ostalih modova brzo i lako presjedati. Može se utvrditi kako se čitav sustav temelji na intermodalnosti. Kroz noviju povijest ovakvi su sustavi pokazali i odlične ekonomske efekte. Broj putnika i prihodi prijevoznika porasli su, a za optimalne subvencije dobiva se adekvatna usluga. Mnogi prijevoznici spašeni su od propadanja i danas u integriranim sustavima vrlo uspješno posluju. U integriranom prijevozu putnika najčešće se primjenjuje taktni vozni red (Slika 5.). To je vozni red koji sa svakog stajališta omogućava polaske vozila javnog prijevoza u pravilnim vremenskim razmacima, recimo svakih 5, 10, 20, 30 minuta ili svakih sat ili svaka dva sata. Intervali polaska prilagođavaju se prijevoznjoj potražnji, te čisto tehnološkim mogućnostima sustava (obrt vozila, brzina putovanja i sl.).



Slika 5. Primjer dobro integriranog javnog prijevoza

Izvor: Abramović B. Integrirani prijevoz putnika - nastavni materijal, FPZ, Zagreb, 2016., 27.06.2020

Prijevoz putnika definitivno ima veliko društveno i gospodarsko značenje i to se nikako ne smije zanemariti. Kada su prijevozni sustavi učinkoviti (što integrirani prijevoz putnika dokazano jest), oni tada pružaju gospodarske, društvene prilike i koristi koji rezultiraju višestrukim pozitivnim učincima poput boljeg pristupa tržištu, mjestima zapošljavanja i dodatnim investicijama.

Kada su pak sustavi deficitarni (loši) po pitanju kapaciteta ili učinkovitosti, oni imaju negativne gospodarske učinke poput smanjenog broja prilika ili povećanja propuštenih prilika. Učinkoviti prijevozni sustavi smanjuju troškove u gospodarstvu, dok ih oni ne učinkoviti povećavaju. Jasno se vidi vrlo uska povezanost prijevoza putnika (i tereta) i gospodarstva. Kvalitetna mobilnost ne odlikuje se visokom individualnom mobilnošću, dakle putem osobnog automobila, već se odlikuje kroz razvijenost prijevoznih djelatnosti, odnosno njihovu kvalitetnu organizaciju [1]

2.3.2. Integrirani prijevoz putnika u strateškim dokumentima

Integrirani prijevoz putnika prepoznat je kao vrlo bitan koncept organizacije lokalnog i daljinskog prijevoza putnika u svim najvažnijim strateškim dokumentima Europske unije i razvijenih država svijeta. Svi ga ti strateški dokumenti preporučuju, odnosno neki ističu i njegovu obavezu primjenjivanja u cilju stvaranja prometnih sustava budućnosti koji bi trebali manje zagađivati (minimalne emisije CO₂ i ostalih štetnih čestica) i biti energetske učinkovitiji (smanjena potrošnja energije po prevezenom putniku).

Integrirani sustavi doprinose atraktivnosti javnog prijevoza te privlače veliki broj korisnika koji tada ne koriste ili puno manje koriste svoje osobne automobile. Time se smanjuje za društvo nepovoljna individualna mobilnost (osobni automobili), a ukupna mobilnost stanovništva se u naravi povećava. [18] Važno je napomenuti da su temeljni strateški dokumenti, bilo europski (poput Bijele knjige) ili nacionalni gotovo uvijek temeljni na nizu temeljitih znanstvenih istraživanja i najsuvremenijih saznanja o razvitku prometa. Na tome grade vlastitu važnost i relevantnost, a projekti čiji se ciljevi temelje na nekim dijelovima strateških dokumenata pružaju znanstvenu utemeljenost, te potvrđuju društvenu i gospodarsku opravdanost. Dva svakako najvažnija strateška dokumenta o budućnosti prometa Europske unije su: Bijela knjiga o transportu iz 2011. godine i Održiva budućnost za transport 2009. godine. [16]

Bijelu knjigu o jedinstvenom europskom prometnom području je usvojila Europska komisija krajem ožujka 2011. godine, a koja predviđa 40 različitih mjera kojima se namjerava unaprijediti mobilnost prijevoza robe i putnika, smanjiti opterećenost ključnih europskih prometnih čvorišta te povisiti stopu zaposlenosti u prometnom i povezanim sektorima. Dokument prepoznaje nekoliko područja važnih za razvoj integriranog prijevoza putnika:

- učinkovita osnovna mreža za multimodalno međugradsko putovanje i prijevoz
- integracija mreža različitih grana prometa: zračne luke, željeznička stajališta i kolodvori, stajališta podzemne željeznice i autobusna stajališta i kolodvori,
- jedinstveni europski prometni prostor
- olakšanje kretanja građana i robe, smanjenje troškova i jačanje održivosti europskog prometa,
- odgovarajuća učestalost usluge, udobnost, lak pristup, pouzdanost usluga i intermodalna integracija, dostupnost informacija o vremenu putovanja i mogućim rutama,
- inovativni modeli mobilnosti
- usklađenost gradskih planova s integriranim gradskim razvojnim planovima,
- integrirana gradska mobilnost i
- integrirana gradska mobilnost u sklopu mogućih inovacijskih partnerstva pametnih gradova.

Vlada Republike Hrvatske je u listopadu 2014. godine donijela Strategiju prometnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje od 2014. godine do 2030. godine u sklopu koje je prepoznat problem neintegriranosti javnog prijevoza. Unutar sektora javne gradske, prigradske i regionalne mobilnosti utvrđeni su sljedeća područja kojima je potrebna modernizacija:

- nepostojanje intermodalnih terminala koji omogućuju prijelaz s jednog vida prijevoza na drugi,

- nepostojanje zajedničkih voznih redova i zajedničkih prijevoznih karata,
- postojanje paralelnih linija autobusnih i željezničkih prijevoznika, te
- prosječna starost voznog parka željezničkog prijevoza.

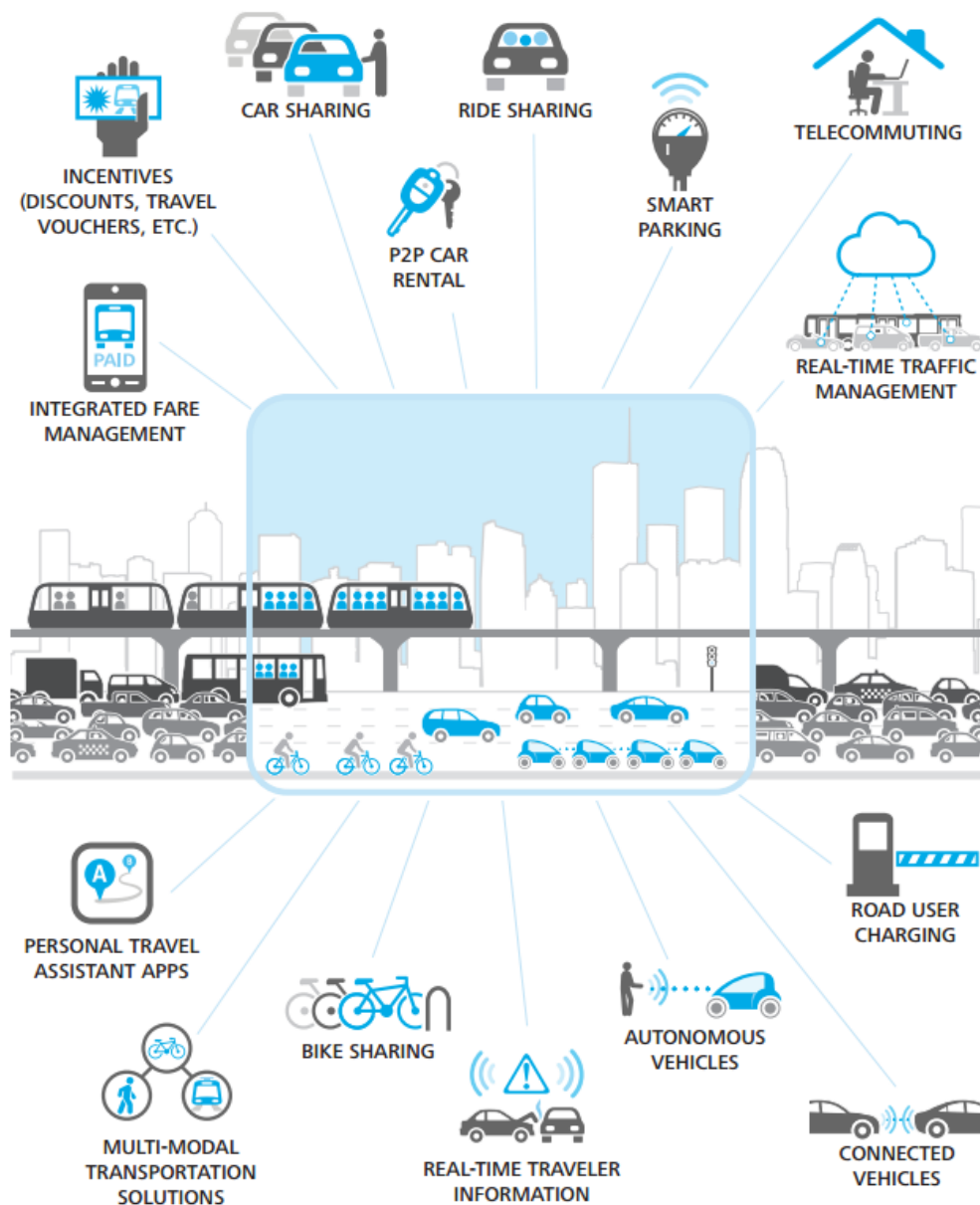
Provođenjem analize snaga, slabosti, prilika i prijetnji (dalje u tekstu: SWOT analiza) utvrđeno je kako je neintegriranost javnog prijevoza i slabost i prilika u isto vrijeme. Kako bi se iskoristile prilike razvoja i modernizacije javnog prijevoza te osigurala učinkovitost prometnog sustava, Vlada je stavila naglasak na sljedeće prioritete:

- uvođenje integriranih prometnih sustava u većim gradovima i njihovim predgrađima i/ili regionalnim područjima,
- promoviranje uporabe ekološki prihvatljivih vidova prometa primjerenom integracije,
- uključivanje susjednih gradova i regija u integrirani prometni sustav s Zagrebom
- odgovarajuće promjene zakonodavstva. [1]

2.3.3. Zadaće kod organizacije IPP-a

Operativno linijama lokalnog javnog prijevoza u području integracije gdje se primjenjuje IPP upravlja Prometna uprava ili Ured za mobilnost. Njezin je glavni cilj da provodi IPP u praksi i da osigura financiranje sustava (Slika 6.). Glavni zadaci većine prometnih uprava su sljedeći:

- istraživanje prijevozne potražnje,
- izrada voznih redova na temelju istraživanja i dodatnih narudžbi od strane lokalne uprave, organizacija ili tvrtki,
- određivanje tarifa (cijena voznih karata),
- dodjeljivanje linija i sklapanje ugovora o prijevozu s prijevoznicima,
- prikupljanje svih prihoda i subvencija,
- isplata prihoda prijevoznicima prema ugovorima,
- nadzor prometa na području gdje djeluje Prometna uprava,
- marketing sustava (koji uključuje i promociju) i
- razvitak sustava.



Slika 6. Moderni primjer organizacije IPP-a

Izvor: <https://www.enterrasolutions.com/blog/the-future-of-urban-transportation-moving-people/>, 27.06.2020

3. ANALIZA ALTERNATIVNIH SREDSTAVA PRIJEVOZA

Električni romobili polagano postaju dio naše svakodnevnice. Gradovi prepoznaju vrijednost ekološki prihvatljivog prijevoza koje ima pozitivan utjecaj na prometne gužve, oslobođenja parkirnih mjesta, povećanje mikromobilnosti, ali i kao sredstvo prijevoza mnogih građana koji jednostavno moraju proći tu „posljednju milju“.

3.1. Mikromobilnost

Mikromobilnost je nedefiniran pojam povezan s brzo razvijajućim „lakim“ vozilima koja se sve više pojavljuju na ulicama širom svijeta. Mobilnost je, jedna od osnovnih potreba stanovništva, preduvjet za razvoj regije u kojoj stanovništvo migrira [15]. Svakodnevno sve više ljudi koristi „mikro-vozila“ (Slika 7.) unutar privatnog modela ili modela dijeljenja. Najčešće se koriste za lakše kretanje zagušenim gradskim ulicama. Za povećanu popularnost takvih vozila, koja je bila nepredviđena, zasigurno su zaslužne tvrtke koje se bave e-biciklima i e-skuterima. Pojam mikromobilnosti uključuje i vozila u privatnom vlasništvu koja su izumljena prije više od jednog stoljeća: konvencionalni bicikli, skuteri, pa i koturaljke/role. Mikromobilnost je popularizirao Horace Dediu, američki industrijski analitičar i investitor. To se pojavilo oko 2016. godine vezano za usluge dijeljenja bicikla, skutera i mopeda. Prema Dediuu (2019. godine), izraz "mikro" odnosi se na korištenje vozila koja su obično manja od 500 kg, kao i na putovanja kratkih relacija koja mogu biti zabavna, jeftina i ugodna. Revolucija prijenosna električne energije koja je započela sa stvaranjem litij-ionske baterije 1991. godine, potaklo je razvoj vozila sa lakim motorom. Takva mikro-vozila imaju pozitivan utjecaj na okoliš, smanjuju buku i ne ispuštaju emisije štetnih plinova. Uz sve to, bicikli i druga mikro-vozila s ljudskim pogonom pružaju stanovništvu zdravstvenu korist jer ih održavaju fizički aktivno. Manja vozila također troše manje najvrjednijeg gradskog resursa - prostor.



Slika 7. Primjeri mikro-vozila

Izvor: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/safe-micromobility_1.pdf, 11.07.2020

3.1.1. Klasifikacija mikromobilnosti u Europi

Uredbom Europske unije br. 168/2013 vozila L kategorije su utvrđena kao referentni članovi prometnog sustava neke zemlje. Vozila L kategorije imaju dva, tri ili četiri kotača. Neki od kriterija za klasifikaciju vozila su: vrsta pogona, izvor energije, brzina, dužina, širina i visina.

Određene vrste mikro-vozila mogu se svrstati u kategoriju L1e zvanu kao „laka vozila na dva kotača“:

- pod L1e-A kategoriju spadaju: električni bicikli s pomoćnim pogonom koji razvijaju najveću brzinu do 25 km/h i električnu snagu između 250 W i 1000 W.

- pod L1e-B kategoriju spada: svako vozilo na dva kotača čija je maksimalna brzina veća od 25 km/h i manja od 45 km/h, a čija snaga ne prelazi 4 000 W. U ovu kategoriju spadaju pedelec bicikli s brzinama, iako većina pedeleca s brzinama imaju snagu od 500-750 W.

Ostala mikro-vozila koja ne ulaze u L1e kategorije su:

- vozila s ljudskim pogonom, kao što su bicikli, koturaljke i romobili
- samobalansirajuća vozila i vozila koja nisu opremljena sjedalom (tj. E-romobili).

Ekonomsko i društveno vijeće Ujedinjenih naroda objavilo je konsolidiranu rezoluciju o izgradnji vozila, sustavu klasifikacije vozila i sigurnosne standarde (UNECE). Ta rezolucija se i danas koristi kao međunarodna referenca.

No, s obzirom da i dalje neka vozila nisu jasno definirana, Svjetski forum za usklađivanje propisa o vozilima stalno raspravlja o novim klasifikacijama. Cilj rasprava je pojednostavljenje propisa donosiocima politika i izgradnja zajedničke reference širom zemalja.

3.1.2. Klasifikacija mikromobilnosti u SAD-u

U SAD-u vozila poput e-bicikla i e-romobila uglavnom su regulirana na državnoj razini. Njihovo zakonodavstvo razlikuje e-romobile i e-bicikle od mopeda i ostalih motornih vozila. Tako im se omogućava upotreba biciklističkih staza i izbjegavanje zahtjeva za licenciranje i registraciju. No problem je kod propisa za korištenje e-romobila.

Za upotrebu e-romobila, neke države su propisale minimalnu dob od 8, 12, 16 ili 18 godina, druge zahtijevaju samo upotrebu kacige, a treće i jedno i drugo. Ograničenja brzina za e-romobile kreću se od 20 km/h (12,5 mph) do 32 km/h (20 mph).

3.1.3. Klasifikacija mikromobilnosti u Aziji

U Kini električni se bicikli klasificiraju kao obični bicikli. Posljednja uredba predviđa da električni bicikli moraju imati pedale i da maksimalna konstrukcijska brzina ne prelazi 25 km/h, masa (uključujući bateriju) ne prelazi 55 kg, te da snaga motora ne prelazi 400 W i napon akumulatora do 48 V.

Singapur je stvorio novu kategoriju vozila koja se naziva "osobni uređaj za mobilnost" (PMD). E-romobili padaju unutar ove kategorije. Razlikuje PMD od automobila, ali i od bicikala i e-bicikala.

U Koreji se sva vozila na motorni pogon smatraju motornim vozilima. Međutim, nema posebnih klasifikacija za određenu kategorizaciju različitih tipova vozila. Vlasti trenutno koriste UNECE rezoluciju kao regulatornu i sigurnosnu referencu.

3.1.4. Prijedlog jedinstvene klasifikacije mikromobilnosti

Definicije, klasifikacije i regulatorni okviri za mikromobilnost razlikuje se u cijelom svijetu. Bicikli su najmanje vozilo u klasifikacijama većine zemalja. Slijedom toga, niz mikro-vozila kao e-romobili, e-skateboard i samobalansirajuća vozila su isključeni iz klasifikacija. U nekim se slučajevima klasificiraju kao igračke, pa im nije dopušteno kretanje javnim ulicama. Kao privremeno rješenje, Koreja je sva mikro-vozila klasificirala s automobilima. Vlasti u Singapuru odlučile su stvoriti novu kategoriju vozila koja se naziva "uređaj za osobnu pokretnost" (PMD).

S obzirom na neujednačene propise i poteškoće u definiranju i kategorizaciji mikro-vozila, u izvješću svjetskog prometnog foruma (International transport forum) predložilo se jedinstveno definiranje mikromobilnosti kroz karakteristike mikro-vozila. To su vozila čija je masa manja od 350 kilograma i dizajnerska brzina manja od 45 km/h. Također ograničava se kinetičku energiju vozila do 27 kJ, što je sto puta manje od kinetičke energije koju automobil postigne pri maksimalnoj brzini. Brzina i masa zajedno određuju kinetičku energiju vozila, koja korelira s rizikom od smrtnih ili ozbiljnih ozljeda.

Mikro-vozila, a tako i mikromobilnost se može klasificirati prema sljedećim parametrima (Slika 8.):

1. Tip A i mikro-vozila tipa B uključuju vozila s ljudskim pogonom kao što su bicikli i električna vozila čije se napajanje prekida pri brzini od 25 km/h. Mnogo bicikala, e-bicikala, e-romobila i samobalansirajuća vozila spadaju u ovu kategoriju. Poznato je da prag od 25 km/h razdvaja kategorije e-bicikala u Europi. Do 25 km/h, e-bicikli se

općenito smatraju i reguliraju kao bicikli. U slučaju da je brzina e bicikla veća od 25 km/h, oni se u praksi često isključuju s biciklističkih staza i podložni su daljnjim propisima sigurnosti.

2. Mikro-vozila se mogu dalje klasificirati po težini, s pragom od 35 kg, iznad kojeg regulatori bi mogli postaviti veće sigurnosne zahtjeve. Masa vozila utječe na kinetičku energija i sustav kočenja. Masa se također može smatrati posrednikom u kapacitetu za prijevoz dodatnih putnika i robe.

Mikro-vozila su specifična vozila jer većinom nemaju zajedničke čimbenike kao što su: oblik, broj kotača, položaj u kojem se može sjediti ili stajati. Također nemaju zajednički način pogona jer se mogu pokretati mišićnom energijom, električnim baterijama, spremnikom za gorivo ili njihovim kombinacijama.

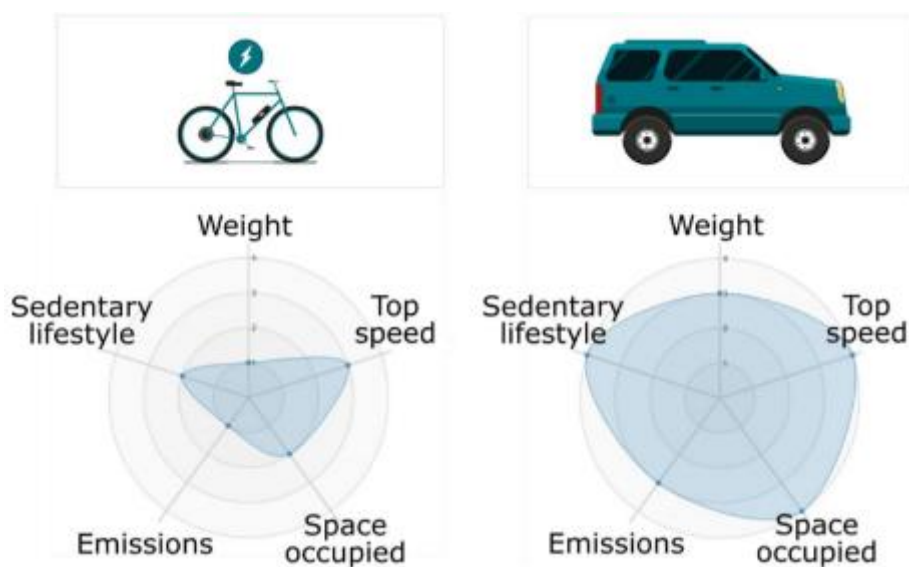
Definiranje mikro-vozila određenim izvorom energije stoga je beznačajno. No, svakako u procesu reguliranja mikro-vozila, međutim, vrijedi voditi računa o fizičkim aktivnostima koje vozilo prouzrokuje kod samog pokretanja. Vozila sa pedalama i bez električnog pogona imaju pozitivan utjecaj na javno zdravlje kroz fizičku aktivnost, dok ostala mikro-vozila nemaju.

Alternativnoj klasifikacija vozila fokus je na brzini, masi, emisijama štetnih plinova, zauzeću prostora i zdravstveni aspekti. Ovakav način klasifikacije donio je Novi savez za urbanu mobilnost (NUMO). Radi se o globalnoj organizaciji koja se sastoji od partnera, uključujući gradove, nevladine organizacije i tvrtke iz raznih sektora. Ovaj pristup pomaže tvorcima politike da povežu „profile vozila“ sa specifičnim zahtjevima i propisima (npr. prostor gdje će prometovat, cijena korištenje, licenciranje). Na temelju radarskih karata (Slika 9.) koje predstavljaju karakteristike vozila se donosi zaključak: što su karakteristike vozila udaljenije od centra, to je vozilo podložno proći veće zahtjeve i propise.

| Type A | Type B | Type C | Type D |
|---|---------------------------|---|---------------------------|
| unpowered or powered up to 25 km/h (16 mph) | | powered with top speed between 25-45 km/h (16-28 mph) | |
| <35 kg (77 lb) | 35 – 350 kg (77 – 770 lb) | <35 kg (77 lb) | 35 – 350 kg (77 – 770 lb) |
| | | | |

Slika 8. Prijedlog jedinstvene klasifikacije mikro-vozila

Izvor: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/safe-micromobility_1.pdf, 11.07.2020



Slika 9. Alternativna klasifikacija mikro-vozila

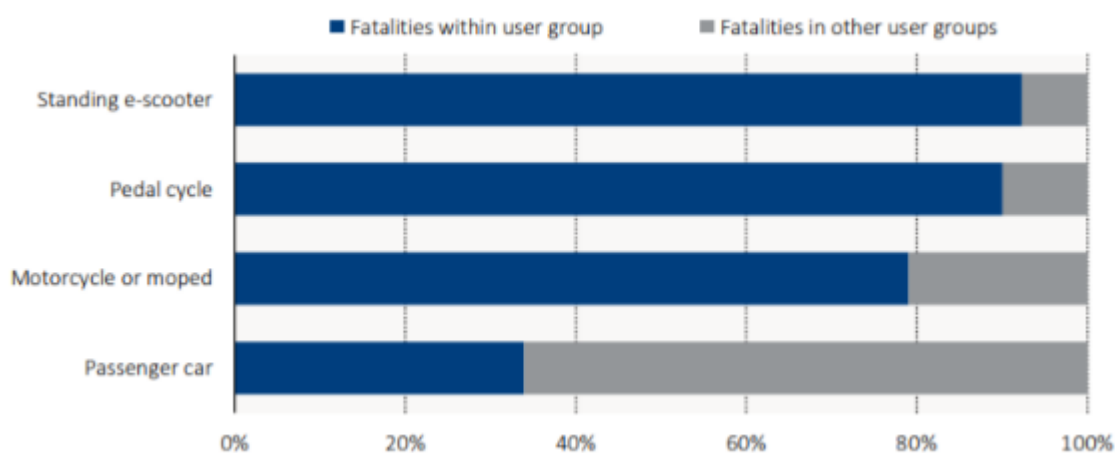
Izvor: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/safe-micromobility_1.pdf, 11.07.2020

3.2. Sigurnost električnih romobila

Putovanje automobilom ili motociklom u gustom gradskom području vjerojatnije će rezultirati smrtnim slučajem u prometu od putovanja mikro-vozilom tipa A. Dok, kod putovanja s e-romobilom i biciklom (u sklopu modela dijeljenja) je približno jednaka vjerojatnost da će putovanje rezultirati smrću u cestovnom prometu. Rizik prijema u bolnicu može biti veći na e-romobilima, ali premalo je studija iz kojih bi se moglo izvući čvrsti zaključci.

3.2.1. ITF studija za 2019. godinu

Prema ITF (International transport forum) studiji provedenoj u Bogoti, centru Londona, Pariza, Rima i Milana pješaci predstavljaju manje od jedne na deset smrtnih slučajeva u sudarima u kojima su sudjelovali e-romobili. Istraživanje je pokazalo da su se u svijetu do listopada 2019. dogodila samo dva takva smrtna slučaja. Oba sudara prema riječima jednog stručnjaka, uključeni su bili e-romobili u privatnom vlasništvu, od kojih nijedan nije bio opremljen uređajem za ograničavanje brzine. Slično tome, u sudarima koji uključuju bicikle pješaci ne predstavljaju više od jednog od deset smrtnih slučajeva. Ukupno gledano (Slika 10.), sami vozači predstavljaju preko 90% smrtnih slučajeva u sudarima koji uključuju mikrovozila tipa A (kategorija koja uključuje bicikle i e-skutere male brzine).

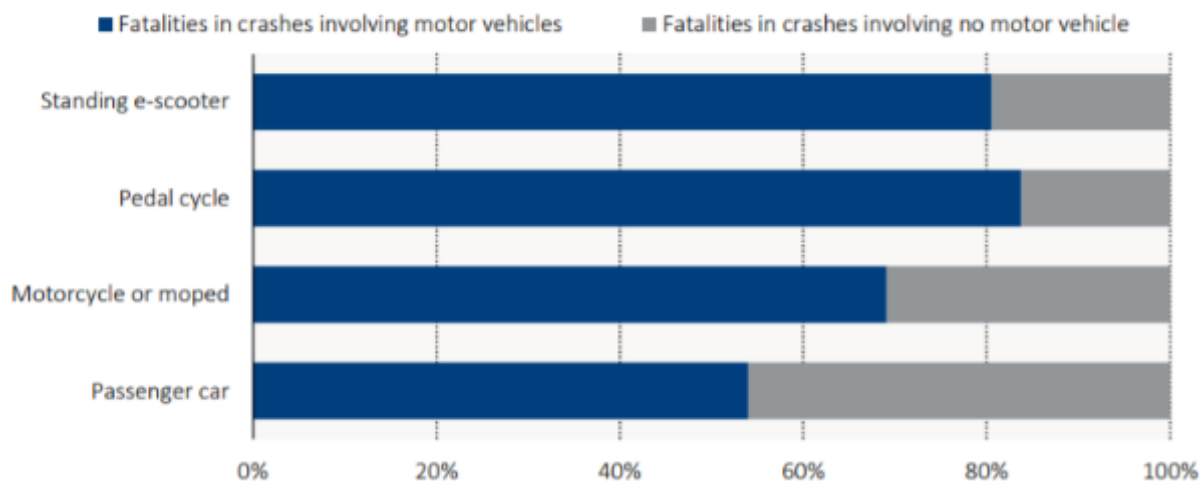


Slika 10. Usporedba smrtnih slučajeva

Izvor: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/safe-micromobility_1.pdf, 11.07.2020

Za usporedbu, vozači u automobilima predstavljaju manje od 40% smrtnih slučajeva u sudarima koji uključuju osobne automobile. Većina žrtava u sudarima s automobilom nalazi se u drugim, ranjivijima prometnim grupama. Ovaj slika odražava utjecaj relativno veće mase, brzine i zaštite vozača ugrađene na osobnim automobilima. Javna rasprava oko zaštite pločnika i pješaka od vozača mikromobilnosti je legitimna, ali ne bi trebala odvratiti tvorce politike od glavnih izvora opasnosti u EU za urbano okruženje.

Preko 80% smrtnih slučajeva vozača bicikla i e-romobila posljedica je sudara s težim vozilima (Slika 11). Usporedbe radi, veća je vjerojatnost da će vozači automobila smrtno stradati u sudarima gdje nije uključeno drugo motorno vozilo. Ovo još jednom odražava veću brzinu i opasnost automobila, čak i u urbanim područjima gdje su ti podaci bili prikupljeni.



Slika 11. Usporedba smrtnih slučajeva s drugim motornim vozilima

Izvor: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/safe-micromobility_1.pdf, 11.07.2020

Pri tumačenju ovih podataka treba imati na umu nekoliko napomena:

- nisu svi smrtni slučajevi povezani s e-romobilima registrirani u medijima, pogotovo zbog toga što je to novost u svijetu prometa.
- nekim medijskim izvještajima nedostaje jasnoća s obzirom na točnu vrstu e-romobila (sa/bez sjedišta, model dijeljenja/privatni model)
- u tri medijska izvješća nedostaje jasnoća o ulozi trećih strana u sudaru, u kojem slučaju ITF studija pretpostavlja da je riječ o motornom vozilu.

Iz ITF (International transport forum) studije se lako da zaključiti da rizik od smrtnog slučaja na stajaćem e-romobilu koji se koristi unutar modela dijeljenja ne razlikuje se od rizika smrtnog slučaja na prosječnom putovanju s konvencionalnim biciklom, a znatno je niži nego na prosječnom putovanju motociklom. U zemljama s visokim i srednjim prihodima, jedan biciklista smrtno strada u prosjeku svakih 10 milijuna biciklističkih putovanja. Ova studija pruža pregled sigurnosti vozila, ali postoje razlike među državama i gradovima. Treba naglasiti da su unutar studije analizirani e-romobili unutar modela dijeljenja koji pripadaju A vrsti u klasifikaciji mikro-vozila. Za C vrstu mikro-vozila nisu pronađeni podaci za procjenu sigurnosti e-skutera koji dosežu veće brzine.

Prema medijskim izvještajima, tri osobe smrtno su stradale u Sjedinjenim Američkim Državama na stojećim e-romobilima (model dijeljenja) 2018. godine na procijenjenih 38,5 milijuna putovanja. Jedna od najpopularnijih tvrtke za e-romobile na svijetu, Lime, svojih prvih 100 milijuna vožnji prijavila je 16. rujna 2019. godine. Od toga stručnjaci pretpostavljaju da je

više od 90 milijuna vožnji e-romobilima, a ostatak vožnji biciklom. U navedenom vremenskom razdoblju, mediji su izvijestili o devet smrtnih slučajeva među vozačima e-romobila u toj kompaniji Lime. Još jedna tvrtka koja se bavi e-romobilima izvijestila je da u svojim prvih 50 milijuna vožnja koji su se desili u kolovozu 2019. godine, imaju 5 smrtnih slučajeva.

Prema tim dostupnim podacima zaključak je da u sektoru e-romobila unutar modela dijeljenja rizik od smrtnog slučaja se kreće između 78 i 100 smrtnih slučajeva na milijardi putovanja. Ovaj raspon treba smatrati vrlo preciznim zbog malog broja smrtnih slučajeva.

U sektoru biciklizma rizik od smrtnog slučaja po gradovima kreće se između 21 i 257 smrtnih slučajeva na milijardu putovanja. To su službeni podaci od strane ITF-a.

Motocikli i mopedi zajedno se nazivaju „pogon na dva kotača“ (eng. Powered two-wheelers „PTW“). Prema dostupnim podacima rizik od smrtnog slučaja vožnjom PTW-om u gradovima kreće se između 132 i 164 na milijardu putovanja. Prema informacijama koje je ITF prikupio u osam različitih gradova, rizik od smrtnog slučaja prilikom putovanja PTW-om najmanje je dva puta veći nego na biciklističkom/ e-romobil putovanju. No, usporedba između e-romobila, bicikla i drugih prometnih sredstava vrlo je nepouzdana zbog nedostatka podataka u sustavu i zbog neujednačenog globalnog uzoraka u gradovima.

Doista, prethodna istraživanja ITF-a otkrila su velike razlike u riziku od smrtnog slučaja diljem zemalja i gradova. Utvrđeno je da je rizik od biciklizma u Sjedinjenim Državama šest puta veći nego u Sjevernoeuropskim zemljama. Podaci na razini grada prikupljeni putem ITF-ovog sustava pokazali su velike razlike između Berlina (s 21 smrtnim slučajem na milijardu putovanja) i New Yorka (128 smrtnih slučajeva na milijardu putovanja).

Analiza rizika po jedinici prijeđenog puta, za razliku od analize po vožnji, bila bi malo manje povoljna za vozače e-romobila, zbog manje prosječne udaljenosti putovanja. Tvrtke za dijeljenje e-romobila pružaju širok raspon procjena prosječne udaljenosti putovanja.

ITF-ova studija koja je obuhvatila 8 studija pri prikupljanju podatka i evidencije (Slika 12.) o nesrećama povezanim s vozačima e-romobila, pokazuju sljedeće:

- U ozbiljnim padovima s e-romobila često su uključena motorna vozila,
- Ozljede pješaka: Rijetke ili nedovoljno prijavljene,
- Upotreba kaciga je rijetka,
- Većina ozlijeđenih su muškarci i
- Nepovoljni uvjeti na cesti [3].

| Ref. | Area | Sample | E-scooter riders | Non-riders | Helmet use | Male | Motor vehicle involved | Admitted to hospital |
|------|--|-----------------------|------------------|------------|------------|------|------------------------|----------------------|
| [1] | Austin, Texas, United States | ED / EMS patients | 190 | 2 | 0.5% | 55% | 16% | 14% |
| [2] | Portland, Oregon, United States | ED patients | 174 | 2 | | | 14% | |
| [3] | Baltimore, Maryland, United States | ED patients | 63 | | | 75% | 23% | |
| [4] | Auckland, New Zealand | ED patients | 244 | 2 | | 56% | 2% | 31% |
| [5] | Santa Monica, California, United States | ED patients | 228 | 21 | 4.4% | 59% | 9% | 6% |
| [5] | Santa Monica, California, United States | On-street survey | 193 | | 5.7% | | | |
| [6] | San Francisco, California, United States | Police injury data | 28 | 4 | 7% | 78% | | |
| [6] | San Francisco, California, United States | Trauma patients | 8 | 1 | 25% | 100% | 50% | |
| [7] | San Diego, California, United States | Trauma patients | 103 | | 2.0% | 65% | | |
| [8] | Santa Monica, California, United States | Police collision data | 122 | 9 | | | 47% | |

Notes: ED: emergency department; EMS: emergency medical services; E-scooter: standing e-scooter.

Slika 12. Sigurnost e-romobila

Izvor: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/safe-micromobility_1.pdf, 11.07.2020

3.3. Model dijeljenja e-romobila

Ekonomija dijeljenja predstavlja nove poslovne modele u kojima pojedinci više nemaju isključivo ulogu potrošača, već dvojaku funkciju korisnika i pružatelja usluga. Netradicionalan oblik poslovanja donosi pogodnosti poput povoljnijih cijena, fleksibilnijeg radnog vremena, no ima i svoje nedostatke kao što su nestabilnost osobnih primanja radnika te niža zaštita radničkih prava. Ekonomija dijeljenja već je prisutna u brojnim sektorima poput smještaja, prijevoza, obavljanja kućanskih poslova i pružanja profesionalnog savjetovanja te financijskih usluga. Ukupna je vrijednost tržišta ekonomije dijeljenja prema analizama čak 250 milijardi američkih dolara, dok se procjenjuje da će do 2025. godine ona iznositi čak 335 milijardi eura. [4]

Danas postoje mnoge firme koje se bave e-romobilima. Na svjetskoj razini trenutno su najpopularnije: Lime, Bird, Spin, Tier. Dok u Hrvatskoj trenutno postoje dvije tvrtke koje bave tom vrstom prometa: Bolt u Splitu i Dash City (Zadar, Crikvenica, Šibenik, Dramalj i Selce). Lako ih svrstamo u dvije grupe: e-romobili sa vlastitim stajalištima i bez stajališta.

3.3.1. E-romobili sa/bez stajališta

Prilikom opisa ove dvije mogućnosti dijeljenja romobila treba naglasiti da niti jedna nije pogrešna. Tvrtke se najčešće odluče na jednu od metoda nakon dogovora s lokalnom zajednicom (Slika 13., Slika 14.). Ipak se radi o relativno novom prometnom sredstvu kojem se cilj uklopiti i nadopuniti u postojeću prometnu mrežu. Obje metode imaju svoje prednosti i mane (Tablica 1.).

Tablica 1. Prednosti i mane e-romobila sa/bez stajališta

| Mogućnosti | e-romobil sa stajalištem | e-romobil bez stajališta |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Fleksibilnost prijevoza | Mana | Prednost |
| Radna snaga za punjenje | Prednost | Mana |
| Organizirani parking | Prednost | Mana |
| Početna ulaganja | Mana | Prednost |
| Sigurnost od krađe | Prednost | Mana |
| Prostor za marketing | Prednost | Mana |
| Stvaranje ponude/potražnje | Mana | Prednost |



Slika 13. E-romobili sa stajalištem

Izvor: <https://www.dash.city/>, 28.08.2020.



Slika 14. E-romobili bez stajališta

Izvor: <https://www.bird.co/>, 28.08.2020.

3.3.2. Način korištenja e-romobila unutar modela dijeljenja

Upotreba električnih romobila kako kod nas, tako i u svijetu se može zapravo svesti na nekoliko koraka:

1. Skidanje aplikacije (Slika 15.) na pametni telefon i registracija/prijava računa u aplikaciju.



Slika 15. Skidanje aplikacije

Izvor: <https://www.tier.app/how-tier-works/>, 01.09.2020.

2. Pronalazak najbližeg e-romobila na karti unutar aplikacije (Slika 16.).



Slika 16. Pronalazak e-romobila

Izvor: <https://bolt.eu/hr/scooters/>, 01.09.2020.

3. Skeniranje QR koda na e-romobilu za otključavanje i početak vožnje (Slika 17.).



Slika 17. Skeniranje QR koda

Izvor: <https://www.tier.app/how-tier-works/>, 01.09.2020.

4. Za pokretanje e-romobila nužno se prvo odgurnuti nogom. Zatim regulatorom brzine kontroliramo svoju brzinu (Slika 18.). U slučaju smanjenja brzine koristimo kočnicu na zadnjem kotaču ili kočnicu na samom upravljaču e-romobila.



Slika 18. Pokretanje e-romobila

Izvor: <https://www.tier.app/how-tier-works/>, 01.09.2020.

5. Parkiranje se vrši na označenom mjestu ili na mjestu gdje ne smeta ostalim sudionicima u prometu (Slika 19.)



Slika 19. Parkiranje e-romobila

Izvor: <https://www.tier.app/how-tier-works/>, 01.09.2020.

6. Potvrda završetka vožnje i naplata prema podacima koje smo unijeli prilikom registracije/prijave u aplikaciju (Slika 20). [6]



Slika 20. Završetak vožnje

Izvor: <https://www.tier.app/how-tier-works/>, 01.09.2020.

Jedina razlika između korištenja e-romobila sa vlastitim stajalištem je u tome što se e-romobil mora uzeti sa stajališta i vratiti na stajalište. (Slika 21.).



Slika 21. Razlika u korištenju e-romobila

Izvor: <https://www.dash.city/>, 01.09.2020.

4. ANALIZA PRIJEVOZNE POTRAŽNJE ALTERNATIVNIH SREDSTAVA PRIJEVOZA

Grad Zagreb s površinom od 641,32 km² čini 1,13 % površine Republike Hrvatske, a u njegovih 70 naselja živi 790 017 stanovnika po popisu stanovnika iz 2011. godine. Grad Zagreb je samostalna teritorijalna i upravna jedinica sa statusom županije. Graniči sa Zagrebačkom i Krapinsko-zagorskom županijom. Položaj Zagreba u odnosu na srednjoeuropski prostor obilježava međuodnos tri najveća grada koja povezuje povijest i sadašnjost: Zagreba, Beča i Budimpešte.

Potreba za povezivanjem srednjoeuropskog prostora s Jadranskim morem, činio je u prošlosti, a i danas čini jedan od najistaknutijih zajedničkih interesa. Zagreb se nalazi na Mediteranskom koridoru osnovne prometne mreže Europske Unije (TEN-T mreže)(Slika 20.).

Grad Zagreb i željeznički čvor Zagreb (Slika 22.) 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. Opseg prometa u Gradu Zagrebu relativno je velik u željezničkom prometu (putnički i teretni koji je uglavnom povezan s lukama). [5]

Omjer kilometara željeznice i stanovništva županije iznosi 1.6544 , što je malo više nego omjer Republike Hrvatske, koji iznosi 1.566. [7] Regionalni promet karakterizira radijalna prometna struktura koja je dosta koncentrirana u Zagrebu. Također, manja mjesta u okolici Zagreba gravitiraju prema glavnom gradu, uglavnom zbog putovanja na posao i povratka kući ili u poslovne svrhe. Međutim, s obzirom da je Zagreb obrazovni centar, u njega svakodnevno putuje velik broj školaraca i studenata.

Od deset najnastanjenijih gradova u Hrvatskoj, tri se nalaze u regiji Središnja Hrvatska (Zagreb, Karlovac i Velika Gorica). Privlačnost glavnog grada zbog mogućnosti zapošljavanja veća je nego kod drugih gradova unatoč tome što je u tim jedinicama lokalne samouprave koncentrirana industrija. Gustoća željezničke infrastrukture je visoka te postoje mnoge redovite željezničke linije, a prigradski željeznički prometni sustav koristi otprilike 55.000 putnika dnevno. [5]

Nesinkronizirani razvoj prometnih grana unutar prometnog sustava Republike Hrvatske, dakle sveukupnog gospodarskog sustava, posebno željezničkog prometa u odnosu na ostale prometne podsustave, zahtijeva nova organizacijska i tehničko-tehnološka rješenja. [14]

Za potrebe ovog istraživanja i analizu potražnje unutar zagrebačkog željezničkog prstena Zagreb je podijeljen na tri cjeline: Istočni dio (Sesvetski Kraljevec, Sesvete, Čulinec, Trnava), Središnji dio (Maksimir, Zg. Glavni kolodvor, ZG zapadni) Zapadni dio (Kustošija, Vrapče, Gajnice, Podsused)



Slika 22. Zagrebački željeznički čvor

Izvor: https://bib.irb.hr/datoteka/260258.bozicevic_paper.pdf, 03.09.2020.

4.1. Istok Zagreba

Sesvetski Kraljevec spada pod Sesvete, a Sesvete tvore najistočniju gradsku četvrt administrativnog područja Grada Zagreba, koja se proteže na 165,24 km² (16.523,8 ha) te zauzima nešto manje od petine prostora Grada Zagreba. Najveća je gradska četvrt Grada Zagreba i po zadnjem popisu stanovništva broji od oko 70.009 stanovnika (2011. godine) Donja Dubrava gradska je četvrt u samoupravnom ustrojstvu Grada Zagreba.

Gradska četvrt Donja Dubrava osnovana je Statutom Grada Zagreba 14. prosinca 1999. godine, a u prethodnom ustrojstvu postojala je Općina Dubrava. Po podacima iz 2011. površina četvrti je 10,82 km², a broj stanovnika 36.363. Četvrt obuhvaća dio Dubrave južno od Avenije Dubrava, u kojem se nalaze brojna poluurbana naselja, kao što su Čulinec, Retkovec i Trnava. Analiza se napravila na temelju trenutnog voznog reda u vremenu vršnog opterećenja jutarnjeg (6:00-9:00 h) i popodnevnog (15:00-18:00 h).

4.2. Usklađenost voznih redova HŽ-ZET autobus

Prilikom proračuna usklađenosti voznih redova HŽ i ZET autobusa, analiziran je ljetni vozni red i primarno vozilo je bilo vlak. Odnosno analizirano je koliko nam vremena treba prilikom izlaska iz vlaka do početka vožnje u autobusu koji stoji na najbližoj stanici od stajališta/postaje kolodvora putničkog vlaka. Formula korištena kod proračuna je:

$$tpvb = tdv + tpj$$

uz uvjet:

$$tdb \geq tpvb$$

$$tp = tdb - tdv + tpj$$

pri čemu je prosječno vrijeme prelaska putovanja s vlaka na autobus definirano:

$$tpp = \sum_{i=1}^n \frac{tpi}{n}$$

a n predstavlja ukupan broj podataka.

pri čemu je:

| | |
|------|---|
| tpvb | vrijeme prelaska s vlaka na bus |
| tdv | vrijeme dolaska vlaka na postaju/stajalište/kolodvor |
| tpj | vrijeme pješaćenja od postaje/stajališta/kolodvora vlaka do autobusne postaje |
| tdb | vrijeme dolaska autobusa na postaju |
| tp | ukupno vrijeme prelaska s vlaka na bus |
| tpp | prosječno vrijeme prelaska putovanja s vlaka na autobus |

4.2.1. Sesevski Kraljevec

Naselje Sesevski Kraljevec je smješteno na putu od Zagreba prema Vrbovcu, Bjelovaru i bližem Dugom Selu. Administrativno je u granicama Grada Zagreba i samog užeg naselja Sesevete. [11]

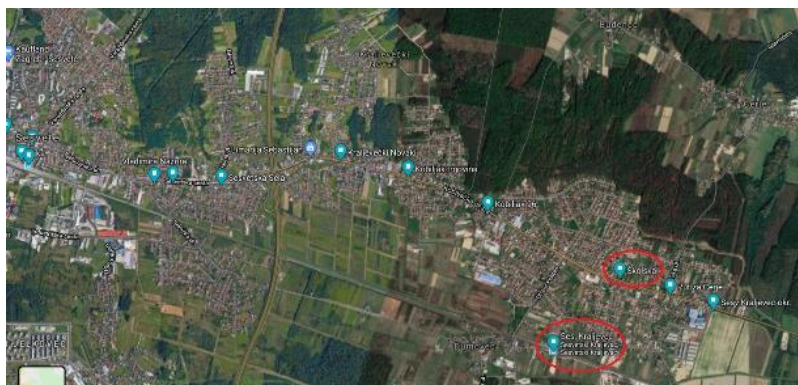
Prometne karakteristike su:

- Modovi prijevoza trenutno: Autobus 269, Vlak (Slika 23.)
- Udaljenost od kolodvora do najbliže stanice: „Školska“ 1,4 km (17 min pješice)
- Usklađenost voznih redova (Tablica 2.)

Tablica 2. Usklađenost HŽ-a i ZET autobusa Sesevetski Kraljevec

| Vlak | 269 | Vlak | 269 |
|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Ses. Kralj - Gl. Kolodvor | Školska – Borongaj | Gl. Kolodvor – Ses. Kralj. | Borongaj-Školska |
| 06:16; 39; 44 | 06:19; 42 | 06:17; 56 | 06:08; 31; 53 |
| 07:01; 14; 32; 51 | 07:04; 27; 47 | 07:25; 31; 45; 58 | 07:16; 38 |
| 08:08;15;40 | 08:07; 32/ 09:02 | 08:22;41;54/ 09:51 | 08:01; 26; 51/ 09:21 |
| tpp | 26,0 | | 31,3 |
| | | | |
| 15:07; 13; 22; 48 | 15:19; 42 | 15:02; 10; 41 | 15:08; 31; 53 |
| 16:04; 23; 56 | 16:04; 27, 49 | 16:00; 17; 22; 40 | 16:38 |
| 17:20; 39 | 17:07, 32/ 18:02 | 17:03; 25; 31/ 18:14 | 17:01; 23; 46/ 18:21 |
| tpp | 30,5 | | 32,3 |

Izvor: [8], [9]



Slika 23. Sesevski Kraljevec

Izvor: <https://www.google.com/maps/search>, 05.09.2020.

4.2.2. Sesvete

Gradska četvrt Sesvete tvore najistočniju gradsku četvrt administrativnog područja Grada Zagreba, te zauzima nešto manje od petine prostora Grada Zagreba. Najveća je gradska četvrt Grada Zagreba.[12]

Prometne karakteristike su:

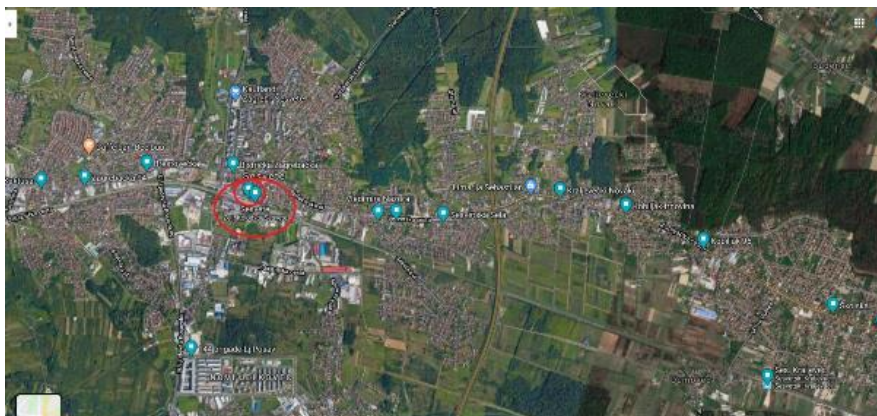
- Modovi prijevoza trenutno: Autobus 212, 225, 261, 262, 263, 264, 270, 271, 272, 273, 274, 277, 278, 280, 282, 283, 284, Vlak (Slika 24.)
- Udaljenost od kolodvora do najbliže stanice: 51 m (1 min pješice)
- Usklađenost voznih redova za autobuse koji gravitiraju unutar 5 km od kolodvora Sesvete (Tablica 3.)

Tablica 3. Usklađenost HŽ-a i ZET autobusa Sesvete

| Vlak | 212 | 225 | 277 | 278 | 282 | 283 |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Sesvete – Gl. Kolodvor | Sesvete - Dubec | Sesvete - Kozari Bok | Sesvete - S. Selnica | Sesvete - K. Novaki | Sesvete - N. Jelkovec | Sesvete – Brestje |
| 06:00; 09; 21; 44; 49 | 06:15; 35; 55 | 06:00; 50 | 06:30 | 06:25; 55 | 06:00; 40 | 06:25 |
| 07:06; 19; 37; 56 | 07:15; 35; 55 | 07:20 | 07:10 | 07:30 | 07:20; 40 | 07:20 |
| 08:13;20;45 | 08:15; 35; 55/ 09:15 | 08:10/ 09:30 | 08:50/ 10:00 | 08:25/ 09:10 | 08:00; 40/ 09:20 | 08:25/ 09:25 |
| tpp | 10,8 | 28,1 | 33,6 | 18,1 | 21,3 | 21,4 |
| 15:13; 18; 27; 53 | 15:15; 35; 55 | 15:20 | 15:50 | 15:15; 45 | 15:20 | 15:30 |
| 16:09; 28;48 | 16:15; 35; 55 | 16:10 | - | 16:35 | 16:00; 40 | 16:30 |
| 17:01; 25, 44 | 17:15, 35; 55/ 18:15 | 17:30/ 18:50 | 17:00/ 18:10 | 17:25/ 18:15 | 17:20/ 18:00 | 17:30/ 19:00 |
| tpp | 8,5 | 27,4 | 42,6 | 24,6 | 19,0 | 21,8 |

| | | | | | | |
|--|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Vlak | 212 | 225 | 277 | 278 | 282 | 283 |
| Gl. Kolodvor – Sesvete | Sesvete - Dubec | Sesvete - Kozari Bok | Sesvete - S. Selnica | Sesvete - K. Novaki | Sesvete - N. Jelkovec | Sesvete – Brestje |
| 06:12; 36; 51 | 06:15; 35; 55 | 06:00; 50 | 06:30 | 06:25; 55 | 06:00; 40 | 06:25 |
| 07:10; 20; 26; 40; 53 | 07:15; 35; 55 | 07:20 | 07:10 | 07:30 | 07:20; 40 | 07:20 |
| 08:17;36;49 | 08:15; 35; 55/ 09:15 | 08:10/ 09:30 | 08:50/ 10:00 | 08:25/ 09:10 | 08:00; 40/ 09:20 | 08:25/ 09:25 |
| tpp | 10,7 | 37,7 | 40,0 | 18,7 | 18,0 | 32,3 |
| | | | | | | |
| 15:05; 14; 21; 36; 55 | 15:15; 35; 55 | 15:20 | 15:50 | 15:15; 45 | 15:20 | 15:30 |
| 16:01; 12; 18; 29; 35; 58 | 16:15; 35; 55 | 16:10 | - | 16:35 | 16:00; 40 | 16:30 |
| 17:20; 26 | 17:15, 35; 55/ 18:15 | 17:30/ 18:50 | 17:00/ 18:10 | 17:25/ 18:15 | 17:20/ 18:00 | 17:30/ 19:00 |
| tpp | 12,5 | 27,3 | 39,8 | 22,8 | 25,3 | 19,8 |

Izvor: [8], [9]



Slika 24. Sesvete

Izvor: <https://www.google.com/maps/search>, 05.09.2020.

4.2.3. Čulinec

Naselje Čulinec administrativno spada pod gradsku četvrt Donja Dubrava. Prometne karakteristike naselja su:

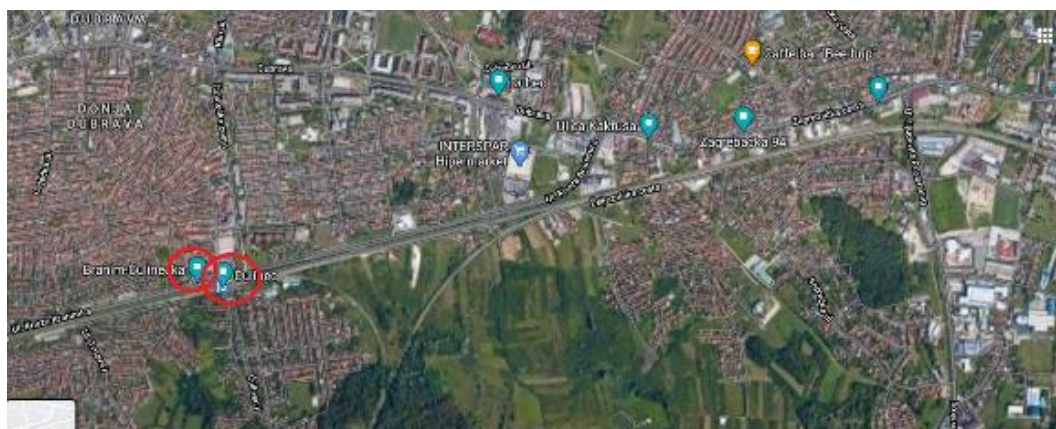
- Modovi prijevoza trenutno: Autobus 210, 231, 235, Vlak, Tramvaj (Slika 25.)
- Udaljenost od kolodvora do najbližih autobus stanica: 300 m (5 min pješice)
- Udaljenost od kolodvora do najbliže tramvaj stanice: 1,1 km (15 min pješice)
- Usklađenost voznih redova (Tablica 4.)

Tablica 4. Usklađenost HŽ-a i ZET autobusa Čulinec

| Vlak | 210 | 235 | 235 | 231 | 231 |
|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Čulinec – Glavni kol. | Čulinečka - Klin | Dubrava – Trnava – K. Bok | Kozari B.- Trnava- Dubrava | Borongaj - Dubec | Dubec - Borongaj |
| 06:04; 13; 25; 48; 53 | 06:00; 25; 50 | 06:38 | 06:17 | 06:05 | 06:31 |
| 07:10; 23; 41 | 07:10; 30; 50 | 07:38 | 07:17 | 07:05;57 | 07:29 |
| 08:00; 17; 24; 49 | 08:10; 30; 50/ 09:10 | 08:38/ 09:38 | 08:17/ 09:17 | 08:47/ 09:37 | 08:19/ 09:09 |
| tpp | 14,6 | 32,4 | 36,1 | 35,2 | 26,9 |
| | | | | | |
| 15:17; 21; 31; 57 | 15:10; 30; 50 | 15:38 | 15:17 | 15:45 | 15:11 |
| 16:13; 32;52 | 16:10; 30; 50 | 16:38 | 16:17 | 16:37 | 16:09;59 |
| 17:05; 29; 48 | 17:10, 30; 50/ 18:10 | 17:38/ 18:38 | 17:17/ 18:17 | 17:27/ 18:17 | 17:49/ 18:34 |
| tpp | 15,4 | 24,8 | 39,9 | 26,9 | 33,6 |

| | | | | | |
|--------------------------|-------------------------|--|----------------------------------|---------------------|---------------------|
| Vlak | 210 | 235 | 235 | 231 | 231 |
| Glavni kol. - Čulinec | Čulinečka - Klin | Dubrava – Trnava – Kozari Bok | Kozari B.- Trnava- Dubrava | Borongaj - Dubec | Dubec - Borongaj |
| 06:08; 32; 46 | 06:00; 25; 50 | 06:38 | 06:17 | 06:05 | 06:31 |
| 07:05; 16; 21;36; 48 | 07:10; 30; 50 | 07:38 | 07:17 | 07:05;57 | 07:29 |
| 08:12; 32; 42 | 08:10; 30; 50/ 09:10 | 08:38/ 09:38 | 08:17/ 09:17 | 08:47/ 09:37 | 08:19/ 09:09 |
| tpp | 15,7 | 31,8 | 32,2 | 28,8 | 29,5 |
| | | | | | |
| 15:00; 09; 32; 51; 57 | 15:10; 30; 50 | 15:38 | 15:17 | 15:45 | 15:11 |
| 16:08; 13; 24;31; 53 | 16:10; 30; 50 | 16:38 | 16:17 | 16:37 | 16:09;59 |
| 17:16; 22 | 17:10; 30; 50/ 18:10 | 17:38/ 18:38 | 17:17/ 18:17 | 17:27/ 18:17 | 17:49/ 18:34 |
| tpp | 14,5 | 25,1 | 40,1 | 21,7 | 30,3 |

Izvor: [8], [9]



Slika 25. Čulinec

Izvor: <https://www.google.com/maps/search>, 05.09.2020.

4.2.4 Trnava

Naselje Trnava je administrativno dio gradske četvrti Donja Dubrava. Prometne karakteristike naselja su:

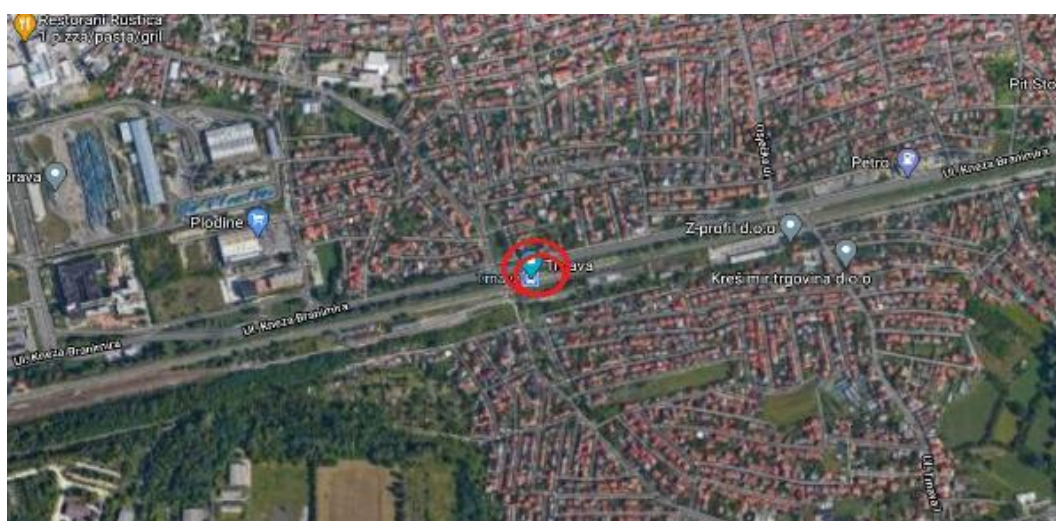
- Modovi prijevoza trenutno: Autobus 231, 235, 269, Vlak, Tramvaj (Slika 26.)
- Udaljenost od kolodvora do najbliže autobus stanice: 80 m (1 min pješice)
- Udaljenost od kolodvora do najbliže tramvaj stanice: 1 km (13 min)
- Usklađenost voznih redova (Tablica 5.):

Tablica 5. Usklađenost HŽ-a i ZET autobusa Trnava

| Vlak | 269 | 269 | 235 | 231 | 231 |
|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Glavni kol. - Trnava | Borongaj – Ses. Kralj. | S. Kralj.- Borongaj | Kozari B.- Trnava- Dubrava | Borongaj - Dubec | Dubec - Borongaj |
| 06:06; 30; 44 | 06:02; 24; 47 | 06:02; 22; 49 | 06:18 | 06:03 | 06:33 |
| 07:03; 14; 19;34; 46 | 07:09; 32; 57 | 07:12; 34; 57 | 07:18 | 07:03;55 | 07:31 |
| 08:11; 30; 42 | 08:22; 55/ 09:22 | 08:17;20/ 09:02 | 08:18/ 09:18 | 08:45/ 09:35 | 08:21/ 09:11 |
| tpp | 14,4 | 16,1 | 30,8 | 28,5 | 24,2 |
| | | | | | |
| 15:07; 30; 49; 55 | 15:02; 24; 47 | 15:04; 27; 49 | 15:18 | 15:43 | 15:13 |
| 16:06; 11; 21;29; 51 | 16:09; 32; 54 | 16:12; 34; 57 | 16:18 | 16:35 | 16:11;59 |
| 17:14; 20 | 17:17; 52/ 18:22 | 17:19; 20/ 18:02 | 17:18/ 18:18 | 17:25/ 18:15 | 17:01; 51/ 18:35 |
| tpp | 14,2 | 21,2 | 29,7 | 21,1 | 27 |

| | | | | | |
|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Vlak | 269 | 269 | 235 | 231 | 231 |
| Trnava – Glavni kol. | Borongaj – Ses. Kralj. | S. Kralj.- Borongaj | Kozari B.- Trnava- Dubrava | Borongaj – Dubec | Dubec – Borongaj |
| 06:07 ; 16; 28; 51; 56 | 06:02 ; 24; 47 | 06:02 ; 22; 49 | 06:18 | 06:03 | 06:33 |
| 07:12 ; 26; 37;44; 55 | 07:09 ; 32; 57 | 07:12 ; 34; 57 | 07:18 | 07:03 ;55 | 07:31 |
| 08:02 ; 19; 27; 52 | 08:22 ; 55/ 09:22 | 08:17 ;20/ 09:02 | 08:18 / 09:18 | 08:45 / 09:35 | 08:21 / 09:11 |
| tpp | 13,6 | 14,7 | 30,5 | 32,2 | 23,9 |
| | | | | | |
| 15:00 ; 09; 32; 51; 57 | 15:02 ; 24; 47 | 15:04 ; 27; 49 | 15:18 | 15:43 | 15:13 |
| 16:08 ; 13; 24;31; 53 | 16:09 ; 32; 54 | 16:12 ; 34; 57 | 16:18 | 16:35 | 16:11 ;59 |
| 17:16 ; 22 | 17:17 ; 52/ 18:22 | 17:19 ; 20/ 18:02 | 17:18 / 18:18 | 17:25 / 18:15 | 17:01 ; 51/ 18:35 |
| tpp | 11,3 | 8,8 | 27,1 | 19,7 | 24,5 |

Izvor: [8], [9]



Slika 26. Trnava

Izvor: <https://www.google.com/maps/search>, 05.09.2020.

4.3. Gravitacijsko područje e-romobila

Prilikom izračuna usklađenosti voznih redova HŽ vlakova za putnički prijevoz i ZET autobusa, uočeno je vrijeme čekanja prilikom prelaska putovanja s vlaka na autobus. U ovom dijelu rada, analizirat će se koju udaljenost može e-romobil prijeći unutar vremena čekanja na prelazak s vlaka na autobus. Za svako stajalište/kolodvor ćemo uzeti najmanje prosječno vrijeme čekanja prelaska s vlaka na određenu autobusnu liniju. Gravitacijsko područje koje e-romobil može preći unutar izračunatog vremena čekanja prikazat ćemo općom formulom:

$$s = v \times t$$

pri čemu je:

- s prijeđeni put (km)
- v prosječna brzina e-romobila (km/h)
- t vrijeme čekanja na prelazak s vlaka na autobus (h)

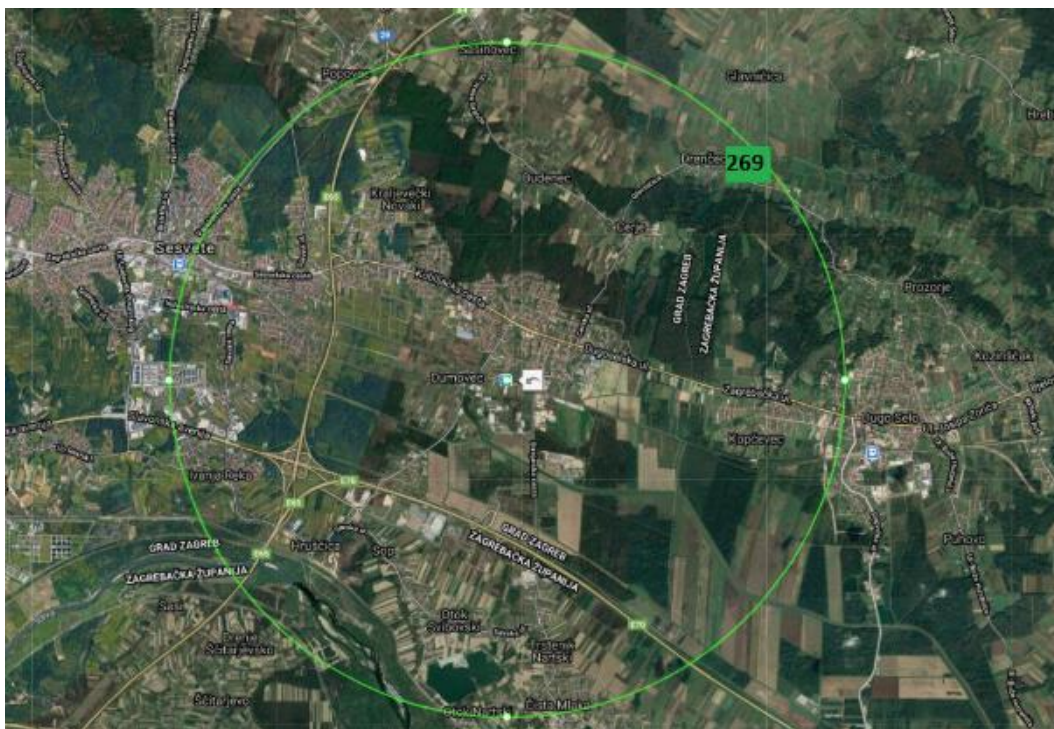
Prilikom proračuna uzet ćemo da je prosječna brzina e-romobila na određenom putovanju 11 km/h. To je prosječna brzina dobivena analizom tvrtke Dash City koja djeluje na području Zadra, Crikvenice, Šibenika, Dramlja i Selca.

4.3.1. Sesevski Kraljevec gravitacijsko područje

Gravitacijsko područje koje e-romobili pređe unutar prosječnog vremena čekanja prilikom prelaska putovanja s vlaka na autobus je:

- Autobusna linija: 269
- Najmanje prosječno vrijeme prelaska vlak-bus (Slika 27.): 26 min
- $s = v \times t$

$$s_{269} = 11 \times 0.43 = 4,7 \text{ km}$$



Slika 27. Gravitacijsko područje Sesvetski Kraljevec

Izvor: <https://www.mapdevelopers.com/draw-circle-tool.php>, 05.09.2020.

4.3.2. Sesvete gravitacijsko područje

Gravitacijska područja koje e-romobili pređe unutar prosječnog vremena čekanja prilikom prelaska putovanja s vlaka na autobus su:

- Autobusna linija: 212, 225, 277, 278, 282, 283.
- Najmanje prosječno vrijeme prelaska vlak-bus (Slika 28.): 8,5 min (212), 27,3 min (225), 33,6 min (277), 18,1 min (278), 18 min (282), 19,8 min (283).

- $s = v \times t$

$$s_{212} = 11 \times 0.14 = 1,54 \text{ km}$$

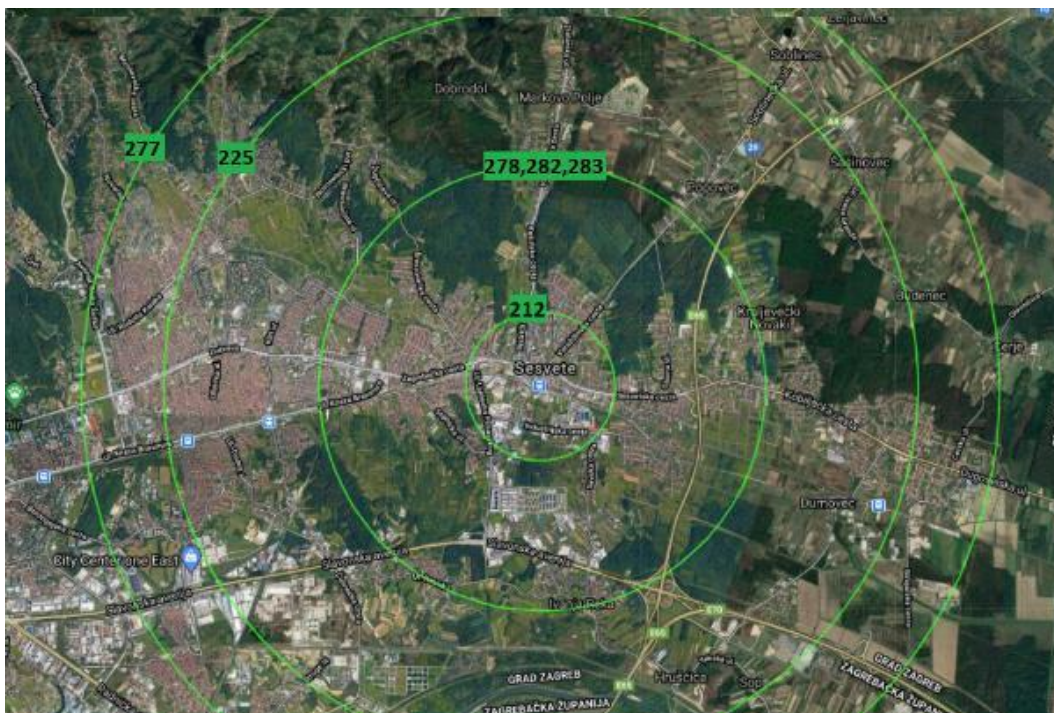
$$s_{225} = 11 \times 0.46 = 5,06 \text{ km}$$

$$s_{277} = 11 \times 0.56 = 6,16 \text{ km}$$

$$s_{278} = 11 \times 0.33 = 3,3 \text{ km}$$

$$s_{282} = 11 \times 0.30 = 3,3 \text{ km}$$

$$s_{283} = 11 \times 0.33 = 3,63 \text{ km}$$



Slika 28. Gravitacijsko područje Sesvete

Izvor: <https://www.mapdevelopers.com/draw-circle-tool.php>, 05.09.2020.

4.3.3. Čulinec gravitacijsko područje

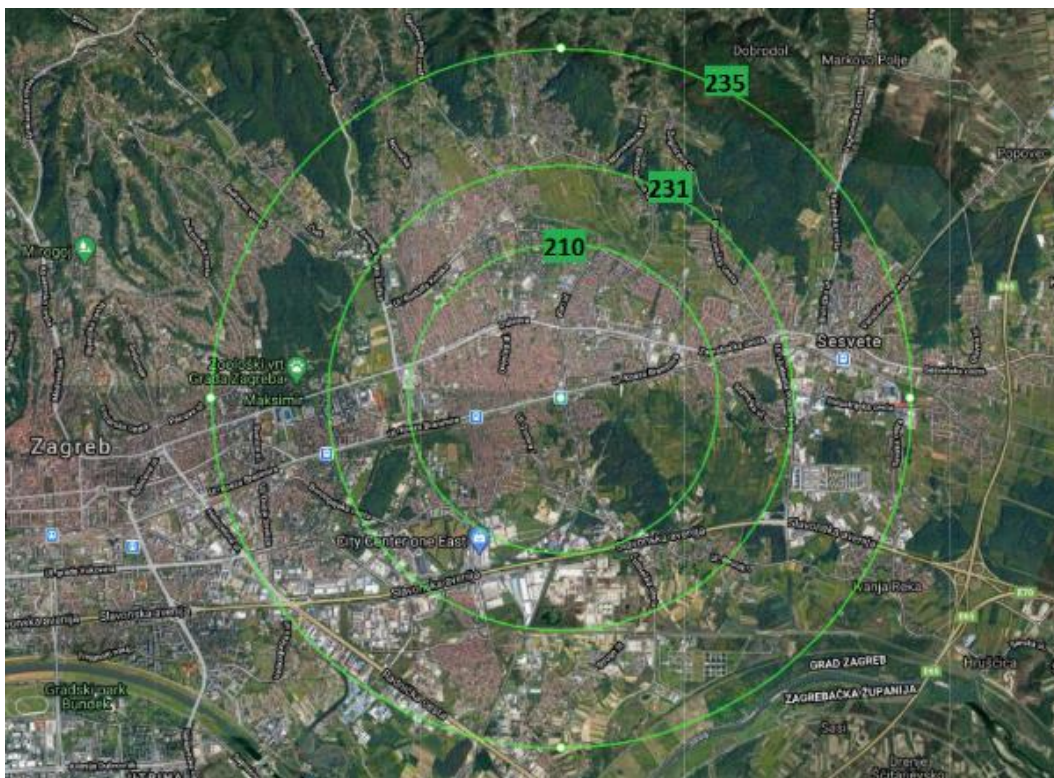
Gravitacijska područja koje e-romobili pređe unutar prosječnog vremena čekanja prilikom prelaska putovanja s vlaka na autobus su:

- Autobusna linija: 210, 235, 231
- Najmanje prosječno vrijeme prelaska vlak-bus (Slika 29.): 14,5 min (210), 24,8 min (235), 21,7 min (231).
- $s = v \times t$

$$s_{210} = 11 \times 0.24 = 2,64 \text{ km}$$

$$s_{235} = 11 \times 0.41 = 4,51 \text{ km}$$

$$s_{231} = 11 \times 0.36 = 3,96 \text{ km}$$



Slika 29. Gravitacijsko područje Čulinec

Izvor: <https://www.mapdevelopers.com/draw-circle-tool.php>, 05.09.2020.

4.3.4. Trnava gravitacijsko područje

Gravitacijska područja koje e-romobili pređe unutar prosječnog vremena čekanja prilikom prelaska putovanja s vlaka na autobus su:

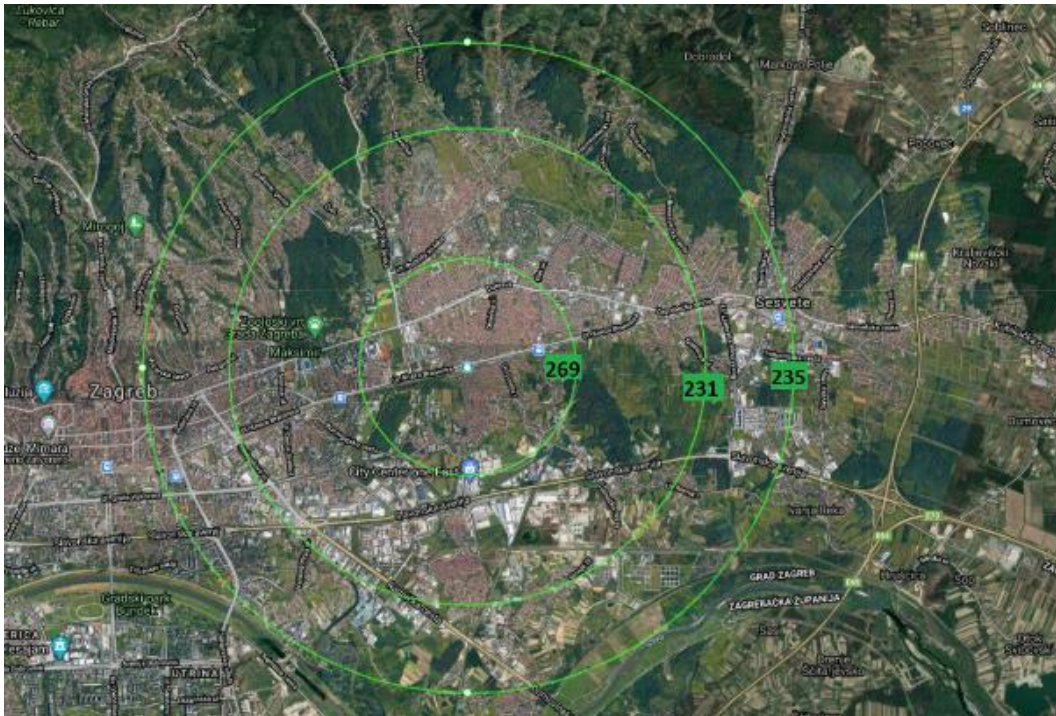
- Autobusna linija: 269, 235, 231
- Najmanje prosječno vrijeme prelaska vlak-bus (Slika 30.): 8,8 min (269), 27,1 min (235), 19,7 min (231).

- $s = v \times t$

$$s_{269} = 11 \times 0.15 = 1,65 \text{ km}$$

$$s_{235} = 11 \times 0.45 = 4,95 \text{ km}$$

$$s_{231} = 11 \times 0.33 = 3,63 \text{ km}$$



Slika 30. Gravitacijsko područje Trnava

Izvor: <https://www.mapdevelopers.com/draw-circle-tool.php>, 05.09.2020.

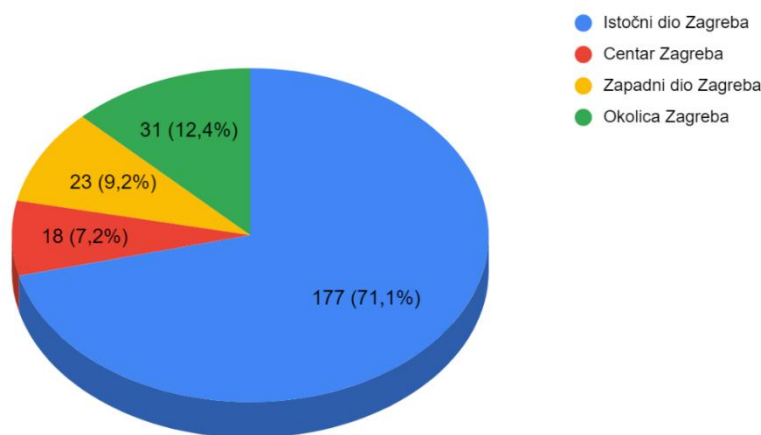
5. STUDIJA SLUČAJA: UVOĐENJE ALTERNATIVNIH SREDSTAVA PRIJEVOZA

Temeljem analize voznih redova na istočnom dijelu Zagreba, uočena je manjkavost sustava integriranog prijevoza putnika, a koji bi električni romobili mogli riješiti. Radi se o željezničkim stajalištima/postajama/kolodvorima gdje bi se pomoću e-romobila skratilo vrijeme čekanja na prelazak putovanja s vlaka na autobus. No, da bi se iznio prijedlog rješenja važno je sprovesti anketu.

5.1. Anketa

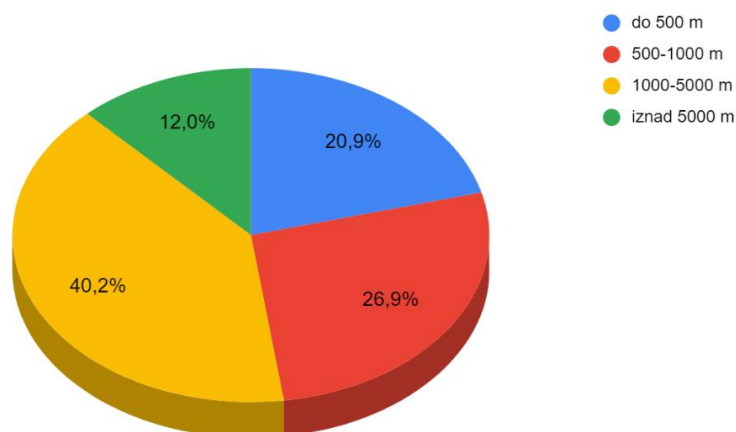
S ciljem uvođenja e-romobila kao alternativnog sredstva prijevoza u sklopu prstena prigradske željeznice u Gradu Zagrebu provedena je anketa. Anketa je bila online verzija, a vrijeme provođenja ankete je tjedan dana. 249 ispitanika je ukupno popunilo anketu. Naslov ankete je bio „Anketa o električnim romobilima“. Ispitanici su odgovarali na ukupno 12 pitanja.

Od ukupnog broja ispitanika najveći broj, konkretno njih 177 ih živi na području istočnog dijela Grada Zagreba (Slika 31.) što je dobar pokazatelj jer daje jasniju sliku o problemima tog dijela grada.



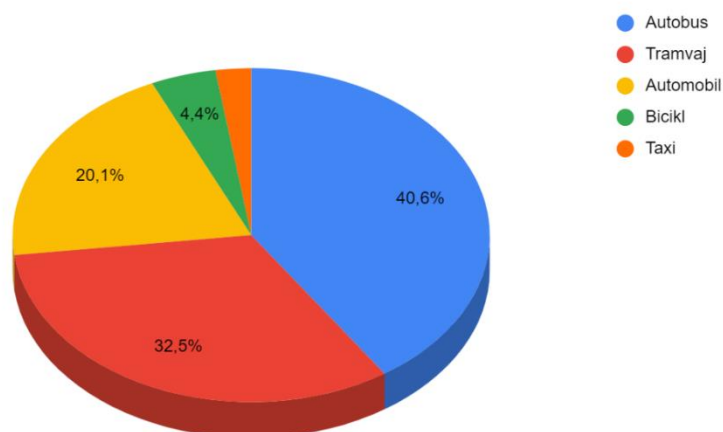
Slika 31. Mjesto stanovanja

52,2% ispitanika udaljeno je preko 1000 m od mjesta stanovanja do najbližeg stajališta/postaje/kolodvora vlaka (Slika 32.), što pokazuje da imaju potrebu presjedat na drugo prometno sredstvo prilikom putovanja s vlakom.



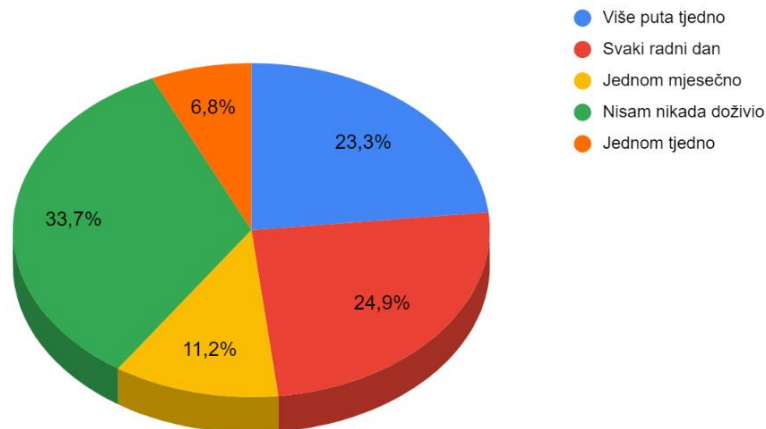
Slika 32. Udaljenost od mjesta stanovanja do najbližeg stajališta/postaje/kolodvora

Gleda li se prometno sredstvo za presjedanje putovanja, ispitanici koji koriste vlak najčešće s vlaka presjedaju u autobus ili tramvaj (Slika 313), nešto manji broj kombinira osobni automobil-vlak. Sesvete i Sesvetski Kraljevec nemaju tramvajsku mrežu, a željezničke postaje Čulinec i Trnava su udaljene preko 1000 m (oko 15 min hodanja) do najbliže tramvajske stanice. Iz toga možemo zaključiti kako na istočnom dijelu grada najčešća prometna sredstva za presjedanje putovanja s vlaka su autobus i automobil.



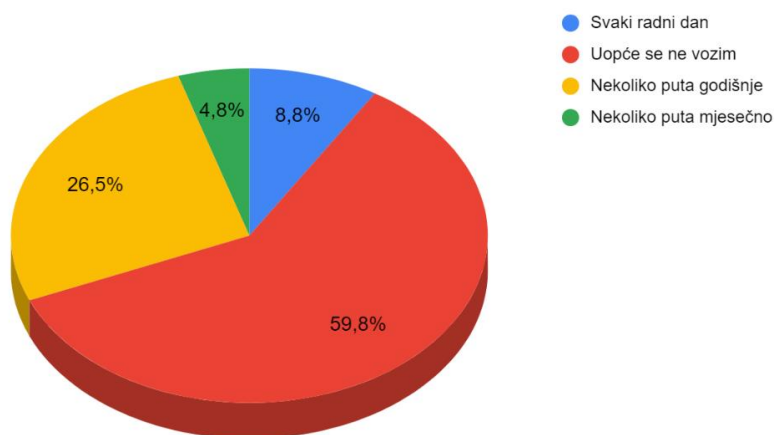
Slika 33. Prometna sredstva za presjedanje s vlaka

Čak 66,3% ispitanika je doživjelo neusklađenost u voznim redovima između HŽ-a i ZET-a (Slika 34.). Odnosno da vlak dođe na stajalište/postaju/kolodvor, a autobus/tramvaj je taman otišao minutu prije. Tu neusklađenost je primijetilo i osjetilo gotovo svaki radni dan ili više puta tjedno njih 48,2% ispitanika



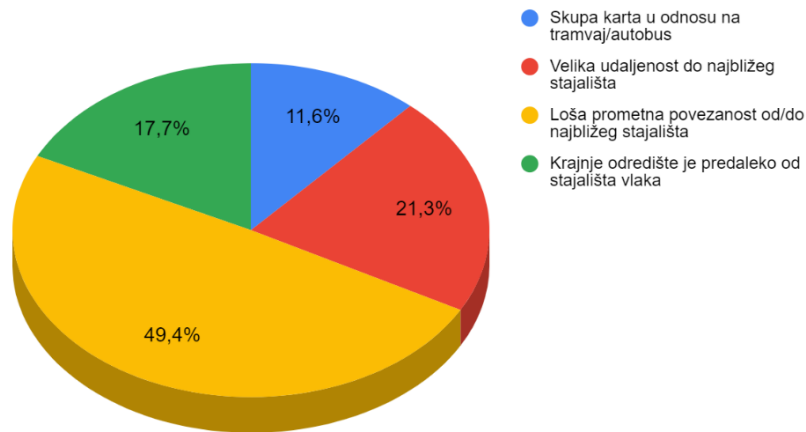
Slika 34. Neusklađenost voznih redova

Ukoliko uzmemo u obzir neusklađenost voznih redova HŽ-a i ZET-a kojeg su ispitanici primijetili, analizu prosječnog vremena prelaska putovanja s vlaka na autobus, a autobus je u istočnom dijelu grada praktički najčešće korišteno prometno sredstvo za presjedanje putovanja, dobivamo podatak da gotovo 60% ispitanika uopće ne koristi vlak za putovanja (Slika 35.).



Slika 35. Učestalost korištenje vlaka

U cilju povećanja broja korisnika prigradske željeznice Grada Zagreba, detektiran je zapravo ključni problem. Gotovo 50% ispitanika smatra da bi češće koristili željeznički promet u Zagrebu ukoliko bi isti bio bolje prometno povezan od/do najbližeg stajališta (Slika 36.).

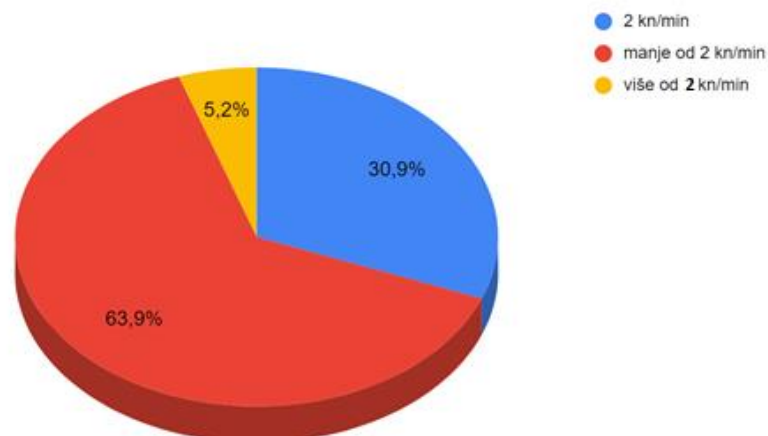


Slika 36. Razlozi češćeg korištenja vlaka

Promišljajući o razlozima ne korištenja vlaka, ispitanici su u anketi dobili alternativu. Na pitanje bi li koristili uslugu prijevoza e-romobilom, a da s njime izbjegnu gužve, čekanja na presjedanje i pritom budu ekološki osviješteni, ispitanici su s uvjerljivih 80,3% potvrdno odgovorili.

Da bi se prilagodili korisniku koji kupuje uslugu od prijevozničke tvrtke najvažnije je ponuditi najbolju uslugu u odnosu na cijenu koju korisnik plaća [14

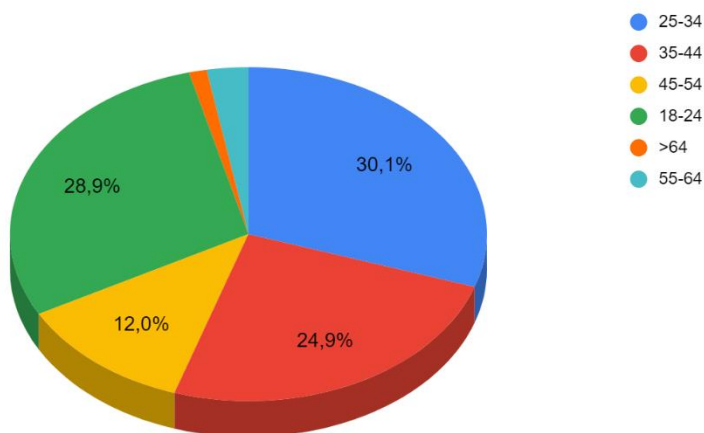
]. Stoga s financijskog aspekta (Slika 37.), većina (63,9%) ispitanika je za opciju da se prijevoz e-romobilom naplaćuje manje od 2 kn/min. Što predstavlja



Slika 37. Cijena korištenje e-romobila

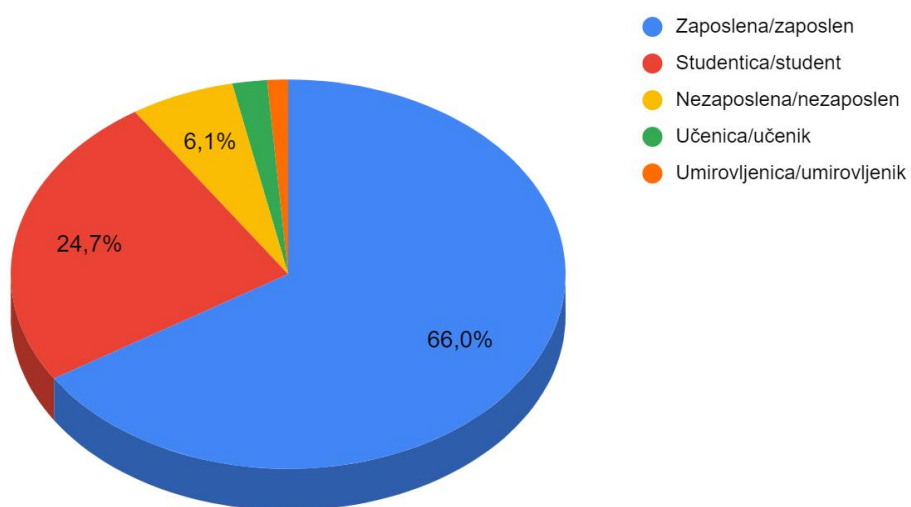
Od ukupnog broja ispitanika, broj ispitanih ženskih ispitanika je bilo 62,7 %, dok je ostatak od ukupnog broja ispitanih, njih 37,3% bilo muškog spola.

Većina ispitanika spada u dobnu skupinu od 18-44 (Slika 38.) što daje dodatnu vrijednost anketi jer ta skupina gotovo svakodnevno ide na posao/fakultet.



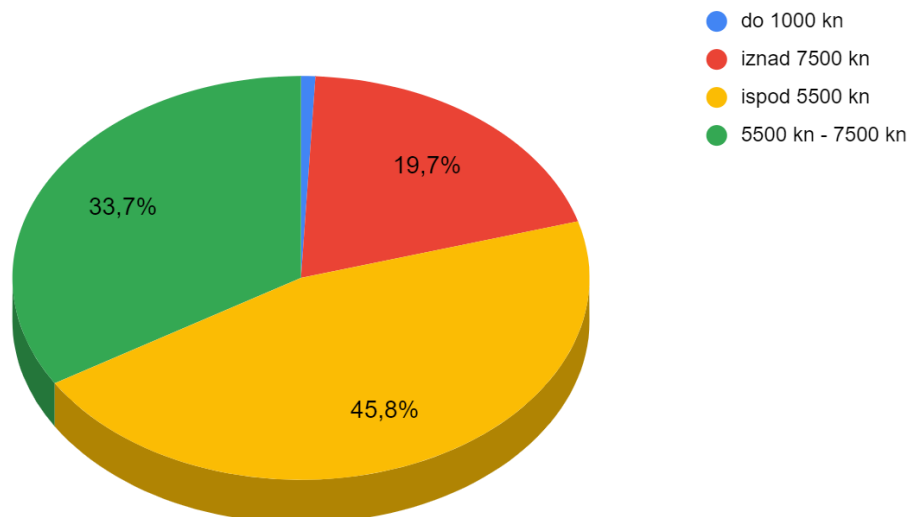
Slika 38. Dob ispitanika

Kao potvrda prethodnom grafu, 90,7% ispitanika je zaposleno ili studira (Slika 39.).



Slika 39. Zanimanje ispitanika

Osobni prihod pojedinog ispitanika je u 45,8% slučajeva čak ispod 5500 kn (Slika 40.). Dok, 53,4% ispitanika ima mjesečni prihod iznad 5500 kn.



Slika 40. Prihod ispitanika

5.2. Prijedlog rješenja

S ciljem rješenja neusklađenosti voznih redova između HŽ-a i ZET-a i boljeg prometnog povezivanja korisnika sa željezničkim stajalištem/postajom/kolodvorom, potrebno je uvođenje određene prometne alternative.

Svako stajalište/postaja/kolodvor bi trebao osigurati unutar svojih granica parking za e-romobile (Slika 41.) koji čini mjesto integracije. Korisnik s tog parkinga može koristiti uslugu prijevoza e-romobilom unutar modela dijeljenja 24/7/365. Da bi se romobil otključao potrebno se registrirati u e-romobil aplikaciju, skenirati QR kod za otključavanje i početak vožnje. Vožnja može biti u bilo kojem smjeru. Samim time vrlo lako na temelju određenog vremenskog perioda možemo ustvrditi putničke tokove, tj. potražnju i prema tome povećavamo/smanjujemo flotu e-romobila, tj. ponudu na nekom području. Opcija modela bez stajališta bila bi optimalnija zbog skupih izgradnji stajališta, a i zbog toga što je usluga u tom slučaju fleksibilnija. Nedostatak takvog modela je punjenje baterije jer se kod modela sa stajalištem baterija puni automatski kad se e-romobil nalazi na stajalištu. No, postoje cargo bicikli (Slika 42.) i pametne stanice (Slika 43.) pomoću kojih punimo baterije i vraćamo nazad u e-romobile. Vrlo važno je pratiti razinu baterije pojedinog e-romobila jer to stvara pouzdanost usluge. Iako je standardna naplata vožnje e-romobilom izražena u kn/min, prijedlog je da se naplata vrši u kn/km. Razlog

tome je sigurnost korisnika, odnosno da korisnik ne treba voziti brže da bi platio manju cijenu. Model dijeljenja e-romobila može funkcionirati u dva tarifna sustava.

Prvi sustav je samostalni sustav. Odnosno, korisnik se registrira sa osobnim podacima na e-romobil aplikaciju i započne vožnju. Na kraju vožnje, ovisno o prijeđenim kilometrima, naplata se automatski vrši preko bankovnog računa, a potvrda o plaćanju dobiva se na e-mail. Ukoliko korisnik na istom putovanju želi koristiti neki drugi mod prijevoza, zasebno kupuje kartu za isti.

Drugi sustav je integrirani sustav prijevoza putnika. Način korištenja e-romobila je isti kao u prvom sustavu, no način naplate vožnje je različit. Korisnik kupuje jednu kartu (dnevna/tjedna/mjesečna/godišnja) koja mu vrijedi za HŽ, ZET, E-romobili. Korisnik u e-romobil aplikaciju upisuje određeni broj jedinstvene karte koja mu omogućava određeni broj besplatnih kilometara vožnje e-romobilima.



Slika 41. Parking za e-romobile

Izvor: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/safe-micromobility_1.pdf



Slika 42. Cargo bicikl za punjenje baterija

Izvor: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/safe-micromobility_1.pdf



Slika 43. Pametna stajališta za punjenje baterija

Izvor: <https://revolution-green.com/solar-powered-scooter-battery-charging-stations/>

6. ZAKLJUČAK

Da bi sustav integriranog prijevoza putnika funkcionirao potrebna je usklađenost voznih redova u različitim vrstama prijevoza. Često je to nemoguće postići, pogotovo jer se radi o različitim prijevoznim sustavima. U Gradu Zagrebu željeznički putnički prijevoz sadrži puno veći potencijal od trenutnog iskorištenja.

Prednosti željeznice kao što su: brzina, masovnost i infrastruktura koju ne dijeli s drugim oblicima prijevoza moraju doći do većeg izražaja. No, da bi željeznica u Zagrebu povećala broj korisnika, mora poboljšati prometnu povezanost od/do postaje/stajališta/kolodvora, tj. mora na mikrorazini uspostaviti suradnju s nekim drugim oblikom prijevoza. Stoga je trenutnom stanju, potrebno ponuditi alternativu.

E-romobili su današnja svakodnevnica i smatra ih se prometnim sredstvom pomoću kojeg korisnik vrlo jednostavno može preći tu prvu ili zadnju milju putovanja. Uspostavom e-romobila u sklopu modela dijeljenja unutar zagrebačke prigradske željeznice prema prijedlogu rješenja, korisnicima bi se osigurala bolja prometna povezanost i veća dostupnost željezničke postaje/stajališta/kolodvora. Kombinacijom modernih e-romobila (zaseban sustava ili unutar sustava integriranog prijevoza putnika) i tradicionalne željeznice, korisnik bi dobio uslugu prijevoza od vrata do vrata bez čekanja na presjedanje, gužvi, a pritom bi emisija štetnih plinova bila ravna nuli. 80% ispitanika u anketi izrazilo je želju za takvom uslugom što predstavlja određeni kamen temeljac za provedbom takve usluge u Gradu Zagrebu.

Na koncu da bi se prijevozna usluga smatrala uspješnom potrebno je zadovoljiti 5 kriterija: brzina, sigurnost, točnost, pouzdanost i ekonomičnost, a to kombinacija vlak i e-romobil zasigurno već danas može postići.

LITERATURA

- [1] Abramović, B.: Integrirani prijevoz putnika, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagreb, Zagreb, 2016.
- [2] <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=22987>, 17.06.2020.
- [3] https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/safe-micromobility_1.pdf, 19.06.2020.
- [4] <https://hrcak.srce.hr/file/322908>, 23.07.2020.
- [5] <https://repositorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A1583/datastream/PDF/view>, 25.07.2020.
- [6] <https://www.tier.app/how-tier-works/>, 05.08.2020.
- [7] www.hakom.hr, 05.08.2020
- [8] www.hzpp.hr, 10.08.2020.
- [9] <https://www.zet.hr/>, 10.08.2020.
- [10] Klečina, A., Mihalid, M., Šimunec, I., Pašalić, A., Štefičar, S., Projekt: Alternativna mobilnost, Autonomni centar, Čakovec, 2015.
- [11] https://hr.wikipedia.org/wiki/Sesvetski_Kraljevec, 13.09.2020.
- [12] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Sesvete>, 13.09.2020.
- [13] Abramović, B.: Modeliranje potražnje u funkciji prijevoza željeznicom, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2009.
- [14] Černa L, Daniš J, Abramović B.: The proposal of tariff taking into account the risk from unoccupied capacity of passenger trains. *Komunikácie*, 1;19(2):90., 2017.
- [15] Šipuš D, Abramović B.: The Possibility of Using Public Transport In Rural Area. *Procedia engineering*, 192:788-93., 2017.
- [16] Abramović B, Šipuš D.: Analysis of railway infrastructure charges fees on the local passengers lines in Croatia. In *Proceedings of international conferences on traffic and transport engineering ICTTE 2016*, 2016.
- [17] Malinović, S.: Prijevoz putnika u željezničkom prometu, Željeznička tehnička škola, Zagreb, 2017.
- [18] Jurešić, D.: Organizacija integriranog prijevoza putnika na relaciji Zagreb-Velika Gorica, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2019.
- [19] Šipuš D, Abramović B. Tariffing in Integrated Passenger Transport Systems: A Literature Review. *Promet-Traffic&Transportation*, 30(6):745-51., 2018

POPIS SLIKA

- Slika 3.** Javni prijevoz, str. 3.
- Slika 4.** Omnibus u Francuskoj, str. 4.
- Slika 3.** Integrirani javni prijevoz, str. 5.
- Slika 4.** Primjer neintegriranog javnog prijevoza, str. 7.
- Slika 5.** Primjer dobro integriranog javnog prijevoza, str. 8.
- Slika 6.** Moderni primjer organizacije IPP-a, str. 11.
- Slika 7.** Primjeri mikro-vozila, str. 12.
- Slika 8.** Prijedlog jedinstvene klasifikacije mikro-vozila, str. 16.
- Slika 9.** Alternativna klasifikacija mikro-vozila, str. 16.
- Slika 10.** Usporedba smrtnih slučajeva, str. 17.
- Slika 11.** Usporedba smrtnih slučajeva s drugim motornim vozilima, str. 18.
- Slika 12.** Sigurnost e-romobila, str.20.
- Slika 13.** E-romobili sa stajalištem, str. 21.
- Slika 14.** E-romobili bez stajališta, str. 22.
- Slika 15.** Skidanje aplikacije, str. 22.
- Slika 16.** Pronalazak e-romobila, str. 23.
- Slika 17.** Skeniranje QR koda, str. 23.
- Slika 18.** Pokretanje e-romobila, str. 24
- Slika 19.** Parkiranje e-romobila, str. 24.
- Slika 20.** Završetak vožnje, str. 25.
- Slika 21.** Razlika u korištenju e-romobila, str. 25.
- Slika 22.** Zagrebački željeznički čvor, str. 27.
- Slika 23.** Sesevski Kraljevec, str. 29.
- Slika 24.** Sesevete, str. 31.
- Slika 25.** Čulinec, str. 33.
- Slika 26.** Trnava, str. 35.
- Slika 27.** Gravitacijsko područje Sesevski Kraljevec, str. 37.
- Slika 28.** Gravitacijsko područje Sesevete, str. 38.
- Slika 29.** Gravitacijsko područje Čulinec, str. 39.
- Slika 30.** Gravitacijsko područje Trnava, str. 40.
- Slika 31.** Mjesto stanovanja, str. 41.
- Slika 32.** Udaljenost od mjesta stanovanja do najbližeg stajališta/postaje/kolodvora, str. 42.

Slika 33. Prometna sredstva za presjedanje s vlaka, str. 42.

Slika 34. Neusklađenost voznih redova, str. 43.

Slika 35. Učestalost korištenje vlaka, str. 43.

Slika 36. Razlozi češćeg korištenja vlaka, str. 44.

Slika 37. Cijena korištenje e-romobila, str. 44.

Slika 38. Dob ispitanika, str. 45.

Slika 39. Zanimanje ispitanika, str. 45.

Slika 40. Prihod ispitanika, str. 46.

Slika 41. Parking za e-romobile, str. 47.

Slika 42. Cargo bicikl za punjenje baterija, str. 47.

Slika 43. Pametna stajališta za punjenje baterija, str. 48.

POPIS TABLICA

Tablica 1. Prednosti i mane e-romobila sa/bez stajališta, str 21.

Tablica 2. Usklađenost HŽ-a i ZET autobusa Sesveteski Kraljevec, str. 29.

Tablica 3. Usklađenost HŽ-a i ZET autobusa Sesvete, str. 30.

Tablica 4. Usklađenost HŽ-a i ZET autobusa Čulinec, str. 32.

Tablica 5. Usklađenost HŽ-a i ZET autobusa Trnava, str. 34.



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih
znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ diplomski rad

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ diplomskog rada

pod naslovom **Alternativna sredstva kao potpora željeznici unutar sustava integriranog prijevoza putnika**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, _____ 17.9.2020 _____

(potpis)