

Uloga Google Transit platforme u optimizaciji javnog prijevoza u gradu Šibeniku

dr.sc. Frane Urem

profesor stručnih studija, Veleučilište u Šibeniku, frane.urem@vus.hr

Milan Hrga mag.ing.comp.

predavač, Veleučilište u Šibeniku, mhriga@vus.hr

Ovaj konferencijski rad opisuje implementaciju Google Transit platforme u gradu Šibeniku s ciljem unaprjeđenja javnog prijevoza i informiranja putnika u okviru EU Projekta integrirane mobilnosti na području grada Šibenika. Rad također opisuje metodologiju i tehničke aspekte implementacije, uključujući prikupljanje, obradu i objavu podataka o javnom prijevozu putem GTFS formata koji omogućuje standardiziranu razmjenu podataka između informacijskih sustava i olakšava njihovu integraciju i interoperabilnost. Također se identificiraju izazovi i problemi tijekom konkretne implementacije, te se opisuju trenutne aktivnosti usmjerene na isporuku završne verzije sustava koja će omogućiti prikaz GTFS dinamičkih podataka na Google Transit platformi.

Ključne riječi: *Google Transit, Google Maps, GTFS, informacijski sustav, promet, Grad Šibenik*

1. UVOD

Šibenik je grad smješten na obali Jadranskog mora i ima važnu ulogu u turizmu i gospodarstvu Hrvatske. Kao popularno turističko odredište, tijekom godine privlači veliki broj posjetitelja koji žele istražiti njegove povijesne znamenitosti, nacionalne parkove u blizini i lokalnu kulturu. Uzimajući u obzir rast turizma i ograničenja postojeće prometne infrastrukture, gradske vlasti su prepoznale potrebu za poboljšanjem javnog prijevoza, posebno autobusnog sustava, kako bi osigurale učinkovitu i održivu mobilnost. Ključne aktivnosti u razvoju logističke i organizacijske strukture za uspostavu integrirane mobilnosti na području Grada Šibenika ostvaren je provedbom EU Projekta integrirane mobilnosti na području Grada Šibenika (Grad Šibenik, 2019) u razdoblju od veljače 2020. godine do studenog 2022. godine. Vrijednost projekta iznosila je 99.347.734,78 HRK, pri čemu je iznos prihvatljivih troškova bio 86.807.848,05 HRK. Od tog iznosa, 73.786.670,83 HRK sufinancirano je iz EU bespovratnih sredstava (Kohezijski fond), dok je 13.021.177,22 HRK osigurano iz sredstava korisnika (Grad Šibenik, Gradski Parking d.o.o.). Kroz projekt je provedena nabava autobusa kako bi se poboljšala kvaliteta javnog autobusnog prijevoza, dok je kao dodatna infrastruktura izgrađen i opremljen logistički centar na Poljani s ciljem razvoja integrirane mobilnosti za povijesnu jezgru i otoke.

Međutim, projekt je imao poseban fokus na stvaranju integriranog informacijskog sustava s ciljem objedinjavanja različitih oblika prijevoza i pripadajućih informacija te je omogućio jednostavno plaćanje karata za javni prijevoz i parkiranje u gradu Šibeniku. Središnji dio ovog sustava je korisnička mobilna aplikacija koja pruža brojne funkcionalnosti poput pregleda raspoloživih parkirnih mjesta u gradu, mogućnosti rezervacije parkirnih mjesta za određeno vremensko razdoblje, kupovinu karata za različite vrste prijevoza, prikaz lokacija prometne infrastrukture i cjelokupne mreže prometnog sustava. Osim toga, autobusna stajališta su opremljena informacijskim panelima koji putnicima u stvarnom vremenu pružaju sve potrebne informacije o javnom prijevozu.

U kontekstu ciljane integracije različitih komponenti informacijskog sustava i poboljšanja informiranja putnika, odabrana je Google Transit (Google, 2023) platforma kao ključan alat. Implementacije ove platforme je omogućila putnicima jednostavan pristup točnim i ažuriranim informacijama o autobusnim linijama, rasporedima i putnim vremenima putem Google Maps (Google, 2023) platforme i drugih povezanih usluga.

2. Kratki pregled Google Transit platforme

Google Transit platforma je razvijena od strane tehnološke tvrtke Google s ciljem integracije podataka o javnom prijevozu kako bi se putnicima pružile ažurirane informacije o javnom prijevozu, stajalištima, rasporedima vožnji i uslugama. Istovremena integracija s Google Maps platformom omogućuje korisnicima jednostavno pronalaženje željenih autobusnih linija, pregled rasporeda vožnji i dobivanje uputa za putovanje. Mobilna i web Google Maps aplikacija olakšava pretraživanje ruta, praćenje autobusa u stvarnom vremenu, primanje obavijesti o promjenama u rasporedima i planiranje putovanja. Google Transit redovito ažurira podatke koristeći različite izvore, uključujući podatke od prijevoznih tvrtki (koje odgovaraju za točnost podataka) i povratne informacije korisnika.

Platforma koristi GTFS (engl. *General Transit Feed Specification*) format (Google Developers, 2023) za standardiziranu razmjenu podataka o javnom prijevozu koji definira strukturu i pravila za predstavljanje podataka o linijama, stanicama, rasporedima vožnji i ostalim detaljima vezanim za javni prijevoz.

GTFS modelira statičke podatke o javnom prijevozu koji se rijetko mijenjaju, poput informacija o linijama, stanicama i rasporedima vožnji. Ovi podaci pružaju osnovne informacije o strukturi i organizaciji javnog prijevoza, te ih prijevoznici često javno objavljuju kao statičke skupove podataka od javnog interesa i s otvorenim pristupom (Zagrebački električni tramvaj d.o.o., 2023).

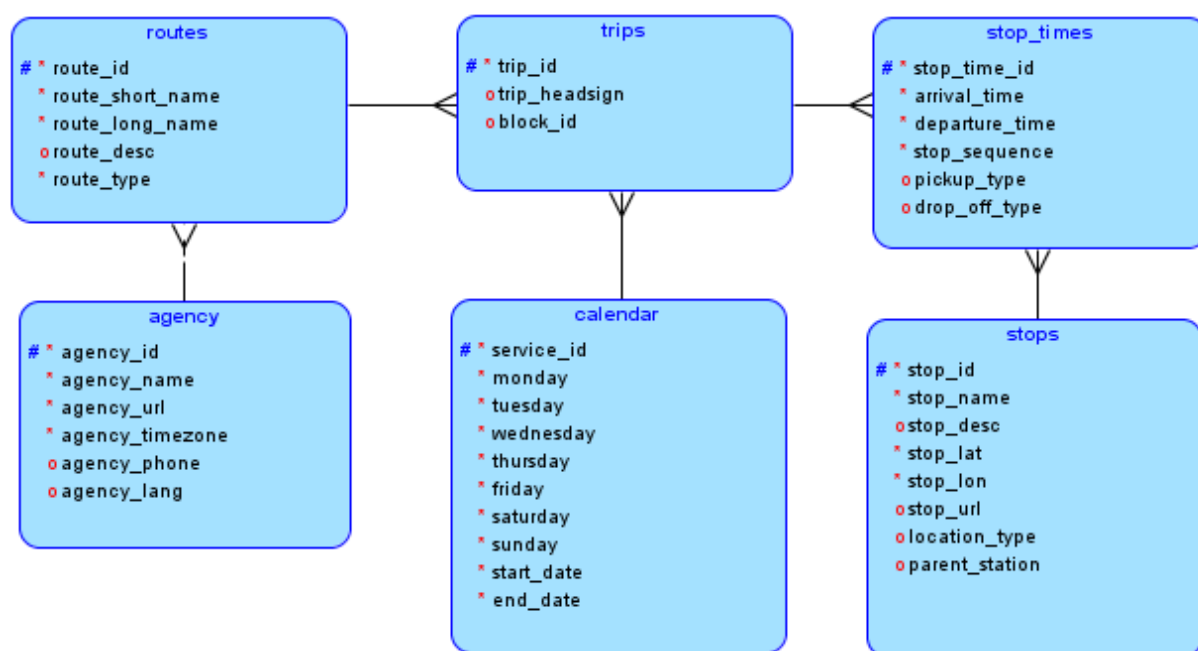
Osnovni podatkovni model GTFS statičkih podataka čine obvezni entiteti prikazani u tablici 1.

Tablica 1: Opis obveznih datoteka koje čine GTFS skup statičkih podataka

Entitet (engl. <i>Feed</i>)	Opis
Agency	Informacije o prijevozniku
Stops	Informacije o stajalištima
Routes	Informacije o linijama
Trips	Informacije o vožnjama
Stop Times	Informacije o vremenima zaustavljanja u polascima na stajalištima
Calendar	Informacije o rasporedu i kalendaru vožnje

Izvor: Autori

ERD (engl. Entity-Relationship Diagram) model s opisom strukture i veza između entiteta iz tablice 1 je prikazan na slici 1.

Slika 1: ERD dijagram za obvezne podatke iz tablice 1

Izvor: Autori

S druge strane, GTFS također podržava modeliranje dinamičkih podataka (Google Developers, 2023) koji se često mijenjaju, kao što su trenutne informacije o kašnjenju autobusa, promjene u rasporedima ili privremene izmjene ruta. Ovi dinamički podaci se obično ažuriraju u stvarnom vremenu i pružaju putnicima najnovije informacije o stanju javnog prijevoza i opisani su u tablici 2.

Tablica 2: Opis obveznih datoteka koje čine GTFS skup dinamičkih podataka

Entitet (engl. <i>Feed</i>)	Opis
Vehicle Positions	Prikazuje trenutne geografske pozicije vozila
Trip Updates	Pruža ažurirane informacije o promjenama u vožnjama (odstupanje od reda vožnje)
Service Alerts	Sadrži obavijesti o važnim promjenama u uslugama

Izvor: Autori

Kombinacijom statičkih podataka, koji sadrže red vožnje, raspored i informacije o stanicama, te dinamičkih podataka, koji pružaju stvarne pozicije vozila u stvarnom vremenu, moguće je razviti rješenje za predviđanje stvarnog vremena dolaska vozila na stajalište. Implementacija takvog rješenja predstavlja poseban izazov, jer zahtijeva obradu i analizu velikog broja podataka u realnom vremenu, kako bi se generirale precizne i pouzdane prognoze dolaska vozila.

3. Metodologija implementacije Google Transit platforme

Metodologija korištena u implementaciji Google Transit platforme temeljila se na Studiji organizacije i integracije javnog prijevoza u gradu Šibeniku (Ernst & Young savjetovanje d.o.o., 2022). Prema navedenom dokumentu, Grad Šibenik je pristupio cjelovitoj reorganizaciji javnog prijevoza kako bi poboljšao postojeći komunalni autobusni prijevoz. Ključne aktivnosti provedene u sklopu Studije uključile su analizu postojećeg stanja prometnog sustava grada Šibenika,

terensko istraživanje potražnje cestovnog prometa i putnika, nadopunu i kalibraciju prometnog modela, te definiranje novog sustava javnog autobusnog prijevoza koji obuhvaća analizu potencijala, metodologiju izrade novih linija, lokacija stajališta, voznih redova i operativnih pokazatelja prijevoza. Studija je također omogućila stvaranje više varijanti trasa linija i lokalizacije stajališta, uzimajući u obzir brojne čimbenike kao što su infrastruktura, brzina, kapacitet, provoznost, vrijeme obrta, gustoća linija i drugi.

Nakon što je Grad Šibenik odabrao završnu varijantu voznih redova, linija i lokacija stajališta iz Studije, ostvareni su preduvjeti za izradu odgovarajućeg skupa GTFS statičkih podataka koji osiguravaju integraciju s Google Transit platformom. Identificirani su tehnički zahtjevi koji su potrebni za prethodno navedeno, odnosno utvrđeno je da prikladno centralno mjesto prikupljanja svih podataka o javnom prijevozu predstavlja centralni dio informacijskog sustava koji služi za upravljanje autobusnim prijevozom i prodajom putnih karata (tzv. engl. *ticketing* sustav). Navedeni sustav je konfiguriran tako da može automatski (ili na zahtjev prijevoznika) izvoziti podatke u GTFS formatu na odgovarajuće mrežno sjedište kojem mogu pristupiti drugi dijelovi sustava (npr. info paneli na stajalištima), odnosno odakle je takve podatke moguće (automatski ili na zahtjev korisnika) objaviti na Google Transit platformi.

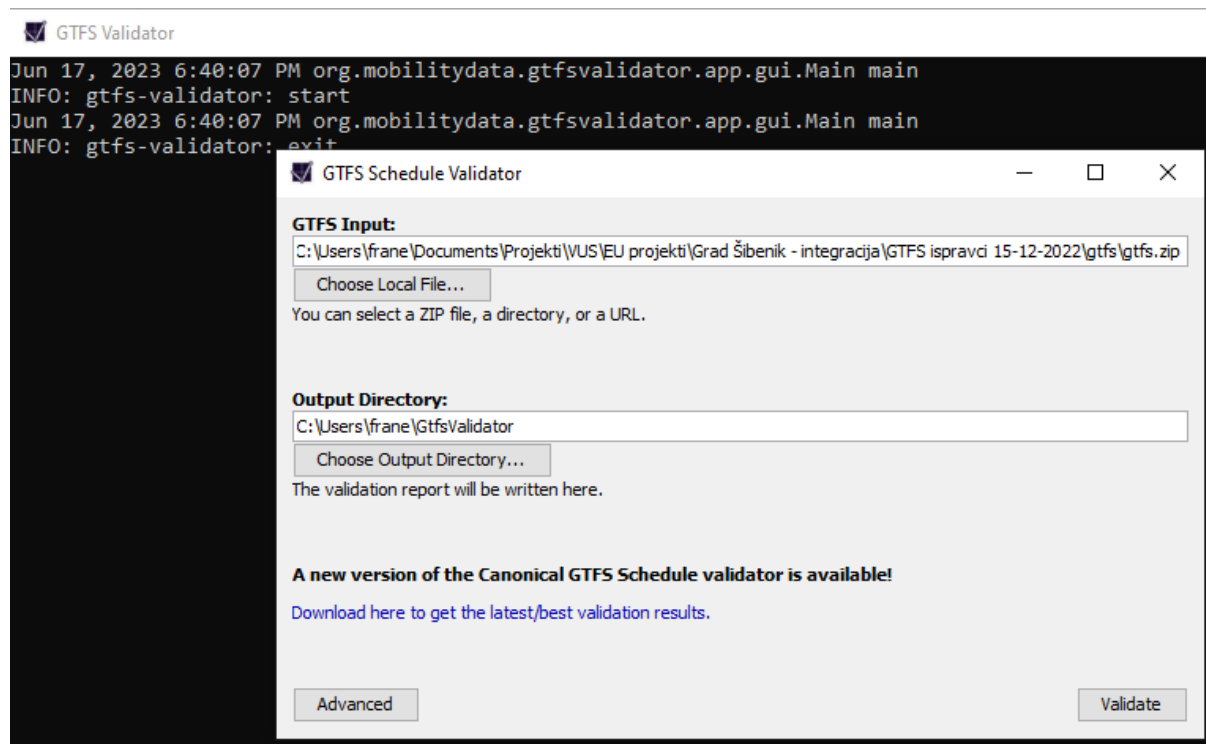
Procijenjeno je da vremenski okvir za prvu objavu statičkih podataka na Google Transit platformi može trajati (prema iskustvima sličnih projekata) do tri mjeseca i da početno uključuje registraciju prijevoznika (Gradski Parking d.o.o.) na platformi te osiguranje kvalitete i točnosti podataka koji zadovoljavaju (vrlo stroge) Google kriterije naknadne provjere.

Osnovan je Projektni tim s predstavnicima isporučitelje svih dijelova informacijskog sustava, izrađivača Studije i korisnika projekta koji je trebao pratiti čitav postupak implementacije Google Transit platforme. Prva faza implementacije s ciljem objave GTFS statičkih podataka je započeta u rujnu 2022. godine i uspješno je završena u prosincu 2022. godine. U navedenom razdoblju je Projektni tim održavao tjedne koordinacijske sastanke nakon kojih je naručitelju projekta podnosio izvješća o radu i stanju implementacije.

4. Prikupljanje podataka i integracija s Google Transit platformom

Novi sustav javnog autobusnog prijevoza započeo je s probnim radom 1. rujna 2023. godine i trajao je do 15. listopada 2022. godine. Vožnja tijekom probnog režima je bila besplatna kako bi građani mogli podijeliti svoje primjedbe i prijedloge s prijevoznikom. U skladu s takvim dragocjenim informacijama, izvršeni su ispravci pojedinih linija, stajališta i vremena polazaka. Početno je uspješno uspostavljen izvoz GTFS statičkih podataka s urednim prikazivanjem na info panelima koji su nabavljeni u sklopu Projekta i postavljeni na 17 autobusnih stajališta tijekom lipnja 2022. godine.

Krajem rujna 2022. godine isporučena je prva verzija GTFS statičkih podataka na Google Transit platformi. Za potrebe prethodne provjere podataka korištena je aplikacija Canonical GTFS Schedule Validator (MobilityData, 2023) koju razvija organizacija MobilityData kao projekt otvorenog koda koji se fokusira na poboljšanje kvalitete i dostupnosti podataka o prijevozu.

Slika 2: Početni ekran provjere GTFS podataka na Canonical GTFS Schedule Validator aplikaciji

Izvor: Autori

Slika 3: Izvješće o provjeri GTFS podataka na Canonical GTFS Schedule Validator aplikaciji**GTFS Schedule Validation Report****0 notices reported (0 errors, 0 warnings, 0 infos)**This validation report was generated using the [Canonical GTFS Schedule validator](#).Use this report alongside the [RULES.md](#) file to get more details about the validation issues.

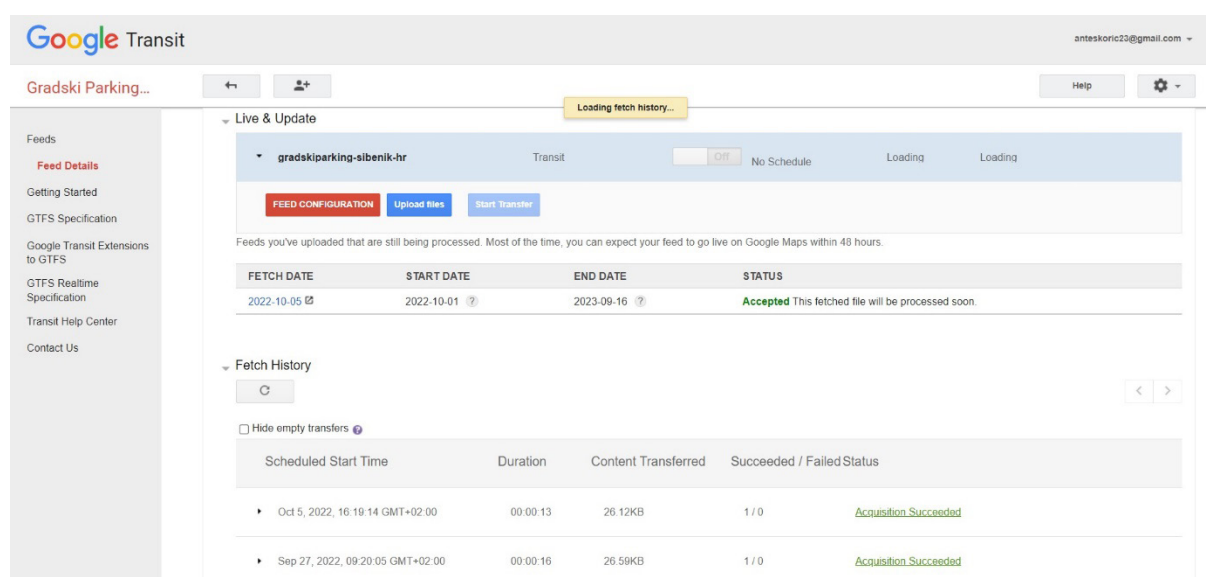
Notice Code	Severity	Total
Settings and version		
Validator version: 3.1.1		
Validation date and time: 2023-06-17 at 18:42:18 CEST		
Parameters used (more about the available parameters in USAGE.md):		
Parameter description	Value	
GTFS input (ZIP file, directory or URL)	file:///C:/Users/frane/Documents/Projekti/VUS/EU%20projekti/Grad%20Šibenik%20-%20Integracija/GTFS%20ispravci%2015-12-2022/gtfs/gtfs.zip	
Output directory	C:/Users/frane/GtfsValidator	
Number of threads used to run the validator	1	
Country code (for phone validation)	The country code was not valid or was not provided.	
Validation report name	report.json	
System errors report name	system_errors.json	
HTML report name	report.html	

Made with ♥ by [MobilityData](#)

Izvor: Autori

Nakon prethodno opisane formalne provjere, GTFS podatci se učitani za Google provjeru putem posebne web aplikacije koja je prikazana na slici 4.

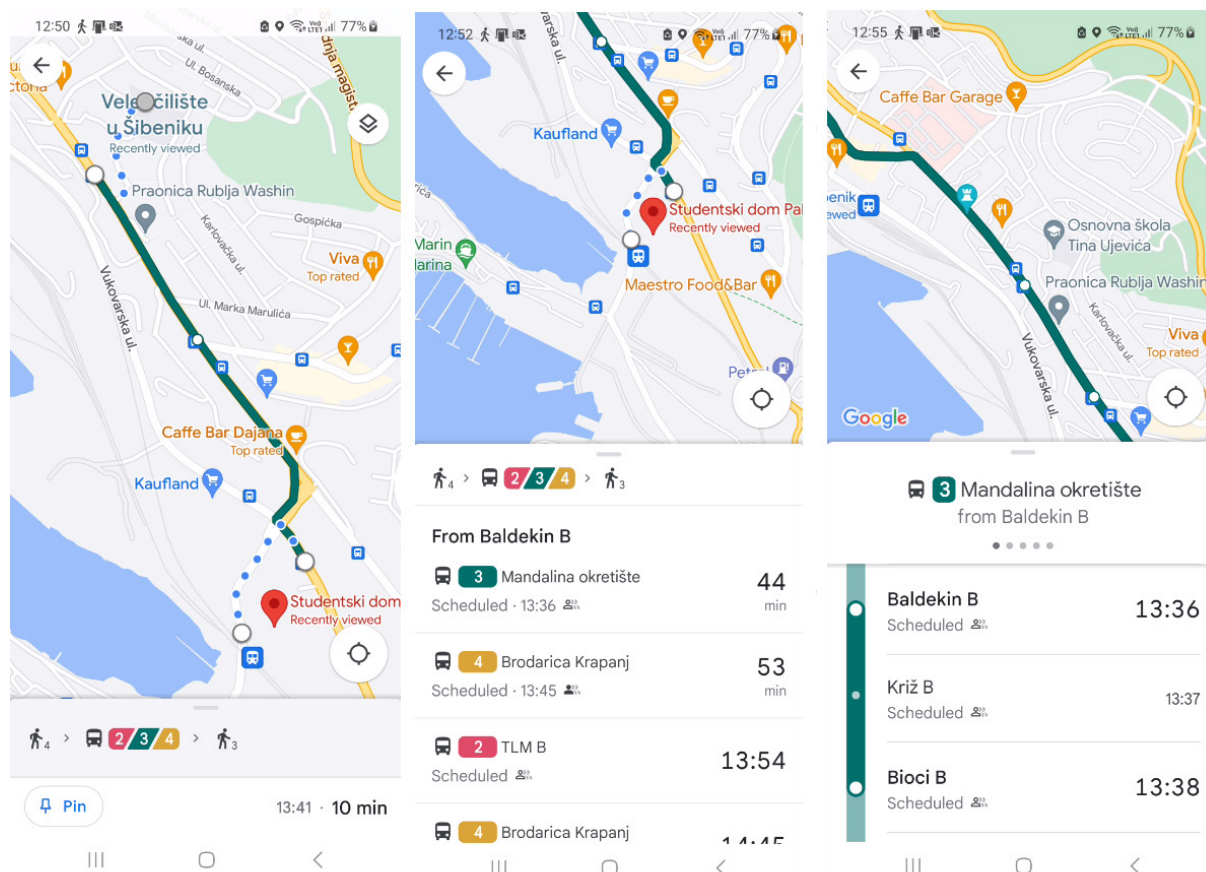
Slika 4: Google Transit web aplikacija za Google provjeru GTFS podataka prije objave



Izvor: Autori

U prvoj takvoj provjeri su uočene manje pogreške u geografskim koordinatama autobusnih stajališta, odnosno redoslijedu stajališta na pojedinim linijama. Navedene pogreške su bile posljedica neispravnih unosa u prethodno spomenutom ticketing sustavu i odmah su ispravljene. Međutim, postupci Google provjere podataka prije Google Transit objave su vrlo strogi i formalna ispravnost podataka nije dovoljna za samu objavu. Naime, zaposlenici Google Transit Team-a su u ovoj fazi posebno (i vrlo detaljno) provjeravali web sjedište prijevoznika u vezi svih objavljenih podataka o javnom prijevozu i uspoređivali ih s dostavljenim GTFS podacima. I najmanje odstupanje je predstavljalo razlog za odbijanje objave, odnosno zahtjev za doradu podataka ili ažuriranje podataka na web sjedištu prijevoznika. Npr. početno su podatci bili odbijeni za objavu jer na web sjedištu prijevoznika nije bio jasno opisan način prodaje karata, odnosno nije bilo napisano da se autobusne karte mogu kupiti u samom vozilu. Ili u drugom slučaju, objava je odbijena jer boje linija iz GTFS podataka nisu bile identične vizualnom identitetu linija koji je objavljen na web sjedištu prijevoznika. Dodatno, valja napomenuti da Google obično pregledava i odobrava dijeljenje GTFS podataka u roku od 24 do 48 sati, ali taj proces može trajati duže ako se primijete nepravilnosti. U takvom slučaju proces se značajno produljuje tj. u prosjeku je potrebno sedam dana za ponovnu dostavu podataka. U konkretnoj implementaciji zabilježeno je ukupno devet zahtjeva za ispravkom podataka (najčešće na samom web sjedištu prijevoznika), odnosno bilo je potrebno dva mjeseca za uspješnu provjeru i prvu objavu podataka na Google Maps platformi.

Nakon uspješne objave podataka u prosincu 2022. godine, oni su odmah bili dostupni svim korisnicima gradskog prijevoza na Google Maps platformi. Korisnici su tako mogli odmah pronaći informacije o rasporedima vožnje, transferima, stajalištima i drugim relevantnim detaljima na intuitivnom sučelju kojeg je velika većina njih poznavala od prije. Osim na mobilnoj aplikaciji, platforma je široko dostupna i putem web preglednika što je omogućilo korisnicima da pristupe podacima o gradskom prijevozu na bilo kojem uređaju s internetskom vezom. Primjer takvog korištenja je prikazan na slici 5, prema kojem korisnik jednostavno pronalazi najbliže stajalište u odnosu na svoju trenutnu lokaciju s prikazom linija s budućim polascima prema voznom redu (na relaciji Veleučilište u Šibeniku – Studentski dom Palacin).

Slika 5: Google Maps prikaz informacija o autobusnom prijevozu na području grada Šibenika

Izvor: Autori

Osim prethodnog primjera osnovnog korištenja, korisnik tijekom vožnje u autobusu može na mobilnom uređaju uključiti lokacijske usluge i platforma će mu pravovremeno najaviti u kojem vremenu stiže na odredište, odnosno na kojem stajalištu treba izaći iz autobusa.

Prethodno opisana primjena koja koristi GTFS statičke podatke je dovoljno dobra, ali ubrzo je uočena potreba za što bržom implementacijom prikaza podataka o javnom prijevozu na Google Transit platformi u realnom vremenu.

5. Izazovi prikaza podataka u realnom vremenu

Iako osnovna implementacija koja prikazuje statičke podatke o javnom prijevozu predstavlja značajan napredak u odnosu na prethodno stanje kada su informacije bile doslovno ispisane na papiru i postavljene na autobusnim stajalištima, u stvarnosti su se često javljala manja odstupanja u dolasku vozila u odnosu na objavljene vozne redove.

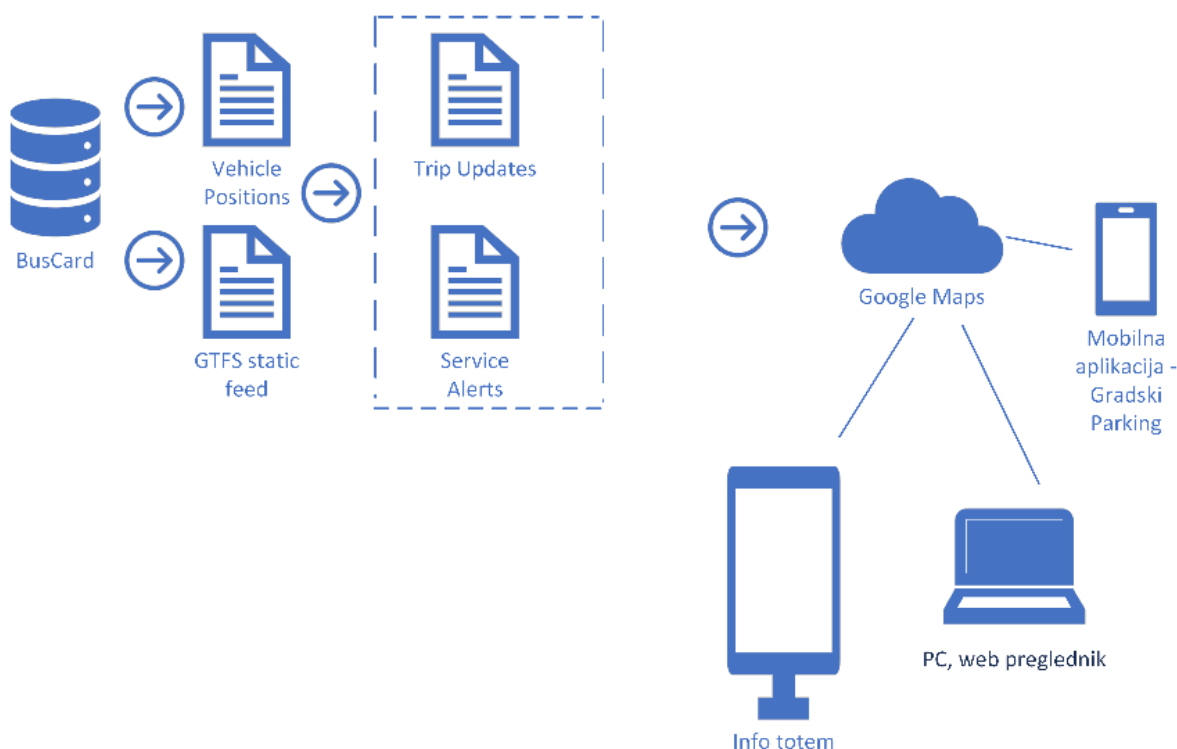
Prometna infrastruktura u gradu Šibeniku predstavlja poseban izazov jer veći broj stajališta na užem gradskom području nema odgovarajuća autobusna ugibališta. Autobusi se prisilno zaustavljaju na prometnicama, što onemogućuje usklađivanje polazaka s voznim redom. Kako ne bi ometali promet, autobusi često odlaze ranije, što rezultira ranijim dolaskom na sljedeća stajališta. To stvara zbunjenost među korisnicima, jer im se na Google Maps platformi i info panelima na stajalištima prikazuje dolazak autobusa prema voznom redu. Dodatno, nedostatak prometne kulture kod drugih vozača često rezultira nemogućnošću zaustavljanja vozila javnog prijevoza na postojećim ugibalištima. Ta mjesta često su zauzeta osobnim vozilima ili dostav-

nim vozilima koja obavljaju usluge dostave obližnjim trgovinama. Ovaj problem posebno je izražen na stajalištima u samom centru grada, poput Poljane A i Poljane B.

Gradske vlasti su prepoznale prethodne probleme koji će u budućnosti biti riješeni izgradnjom novih autobusnih ugibališta, odnosno implementacijom tzv. Sustava tehničke zaštite Grada Šibenika u sklopu kojeg će (između ostalog) biti omogućeno automatsko kažnjavanje vozača koji se nepropisno zaustavljaju na autobusnim ugibalištima.

Međutim, bilo je potrebno dodatno riješiti informiranje korisnika javnog prijevoza u ostalim slučajevima odstupanja od voznog reda (prometne gužve, prometne nezgode, kvarovi autobusa itd.). Zato je odlučeno da se omogući objava dinamičkih podataka na Google Transit platformi iz tablice 2 (Trip Updates i Service Alerts zapisi) pa je tako u tijeku završna implementacija (s planiranim završetkom u rujnu 2023. godine) koja je pojednostavljeno prikazana na slici 6.

Slika 6: Završna implementacija koja uključuje prikaz GTFS dinamičkih podataka



Izvor: Autori

Osnovna ideja takve implementacije je da se na temelju postojećih GTFS statičkih podataka i trenutne pozicije vozila koja se objavljuju u Vehicle Positions zapisu automatski računaju odstupanja od voznog reda i objavljuju u Trip Updates zapisu što u konačnici prikazuje točniji dolazak vozila na stajalište. Ostale izvanredne slučajeve (npr. prometna nezgoda, zatvaranje prometnice, kvar vozila i sl.) prijevoznik po potrebi objavljuje u Service Alerts zapisu.

6. Zaključak

Projekt integrirane mobilnosti na području Grada Šibenika uspješno je proveden s ciljem poboljšanja javnog prijevoza i mobilnosti na području grada. Bitna komponenta projekta bila je implementacija Google Transit platforme za integraciju podataka o javnom prijevozu i pružanje ažuriranih informacija putnicima. Integracija postojećeg informacijskog sustava javnog prijevoza

za s Google Transit platformom je omogućila korisnicima jednostavan pristup informacijama o autobusnim linijama, rasporedima vožnji i plaćanju karata putem mobilne i web aplikacije. Iako je osnovna implementacija koja prikazuje statičke podatke o javnom prijevozu predstavlja značajan napredak, konačno rješenje s objavom dinamičkih podataka će doprinijeti točnijem prikazu dolaska vozila na stajališta u realnom vremenu te informiranju korisnika o izvanrednim situacijama. Tako će se dodatno poboljšati iskustvo putovanja i poticati korištenje javnog prijevoza kao održivog načina transporta. Uz planirane nadogradnje prometne infrastrukture i implementaciju sustava tehničke zaštite, očekuje se daljnje unapređenje javnog prijevoza u Šibeniku i stvaranje ugodnijeg i efikasnijeg okruženja za putnike.

LITERATURA:

1. Grad Šibenik (2019), Projekt integrirane mobilnosti na području Grada Šibenika – opis projekta, Preuzeto sa: <https://www.sibenik.hr>, (pristupljeno 13.03.2023.)
2. Google (2023), Google Transit, Preuzeto sa: <https://support.google.com/transitpartners/answer/1111471#>, (pristupljeno 10.04.2023.)
3. Google (2023), Google Maps, preuzeto sa: <https://www.google.com/maps/about/#!> (pristupljeno 10.04.2023.)
4. Google Developers (2023), GTFS Static Overview, preuzeto sa: <https://developers.google.com/transit/gtfs>, (pristupljeno 15.04.2023.)
5. Google Developers (2023), GTFS Realtime Transit Overview, preuzeto sa: <https://developers.google.com/transit/gtfs-realtime>, (pristupljeno 15.04.2023.)
6. Zagrebački električni tramvaj d.o.o. (2023), Podatci (GTFS static data i GTFS realtime data) čiji je autor tvrtka Zagrebački električni tramvaj d.o.o., preuzeto sa: <https://www.zet.hr/odredbe/datoteke-u-gtfs-formatu/669>, (pristupljeno 15.04.2023.)
7. Ernst & Young savjetovanje d.o.o. (2022), Studija integracije i organizacije javnog prijevoza u gradu Šibeniku, preuzeto sa: <https://www.sibenik.hr/upload/dokumenti/2022/Studija%20integracije%20i%20organizacije%20javnog%20prijevoza%20u%20gradu%20Sibeniku.pdf>, (pristupljeno 15.04.2023.)
8. MobilityData (2023), Canonical GTFS Schedule Validator, preuzeto sa: <https://github.com/MobilityData/gtfs-validator>, (pristupljeno 15.04.2023.)

ABSTRACT

THE ROLE OF THE GOOGLE TRANSIT PLATFORM IN OPTIMIZING PUBLIC TRANSPORTATION IN THE CITY OF ŠIBENIK

This conference paper describes the implementation of the Google Transit platform in the city of Šibenik, aiming to improve public transportation and provide passenger information within the EU Integrated Mobility Project in the Šibenik area. The paper also outlines the methodology and technical aspects of the implementation, including data collection, processing, and publication of public transportation data using the GTFS format, which enables standardized data exchange between information systems and facilitates their integration and interoperability. The challenges and issues encountered during the specific implementation are identified, and current activities focused on delivering the final version of the system, enabling the display of GTFS dynamic data on the Google Transit platform, are described.

Keywords: Google Transit, Google Maps, GTFS, information system, transport, City of Šibenik