

I. Gimnazija Split



Autor: Jure Martinić

Mentor: Roko Brljević

Vanjski mentor: Jure Granić Skender

1 Sadržaj

2 Koncept	1
2.1 Uvod	1
2.2 Problem.....	1
2.3 Rješenje	1
2.4 Korisnici i primjenjivost.....	1
2.5 Konkurenca i posebnost	2
3 Budućnost	3
3.1 Suradnja	3
3.2 Monetizacija	3
3.3 Buduće suradnje i marketing	4
3.4 O autoru BSS-a	4
4 Dizajn	5
4.1 Funkcionalnost dizajna	6
4.2 Iстicanje дизајна	6
4.3 Boje.....	6
4.4 Logotip.....	6
5 Web aplikacija.....	7
5.1 „User flow“	7
5.2 Upravljačka ploča	7
5.3 „About“.....	8
5.4 „Timetable“	10
6 Razvoj korisničkog sučelja (<i>engl. frontend</i>)	12
6.1 Visual studio 2019	12
6.2 Programski jezik C#	12
6.3 ASP. NET Core	13
6.4 Plus.hr	14
6.5 Java Script.....	15
7 Razvoj na strani poslužitelja (<i>engl. Back-end</i>)	16
7.1 Algoritmi razvoja na strani poslužitelja.....	16
7.2 SignalIR realtime komunikacija	16
7.3 Leaflet interaktivna mapa	17

8	Razvoj korisničkog sučelja (engl. Front-end)	18
8.1	Arduino i Arduino IDE.....	18
8.2	Zašto sam se odlučio za ove uređaje?	19
9	Unity aplikacija	20
10	Zaključak	23
	Tablica slika	24

2 Koncept

2.1 Uvod

Kada god se nađete u prilici putovati gradskim autobusima prije ili kasnije će Vam netko prići i pitati za koliko dolazi autobus ili kada je krenuo autobus ili slična pitanja. I mene su također ta pitanja počela pratiti od kada sam počeo srednjoškolsko obrazovanje te sam suočen sa time da svakodnevno moram putovati autobusom. Potaknut tim pitanjima i svojim umijećem programiranja počeo sam razvijati BusStopSplit.

2.2 Problem

Zastarjeli stupovi gradskog prijevoza „Promet Split d.o.o“ koji su pokazivali vrijeme dolaska autobusa na stanicu već odavno nisu u funkciji. Program koji je to sve pokretao je zastario, a tih stupova je bilo i tako premalo da se pokrije cijelo područje kojim gradski autobusi voze. Dok bi oni krenuli u realizaciju nabavke dodatnih stupova i dok bi ažurirali potreban server da to sve ponovno vrate u funkciju, našao sam puno lakši i bezboljniji način kako bi se to riješilo, a i uspješno primjenilo u stvarnosti te riješilo problem mnogih građana.

2.3 Rješenje

BusStopSplit je web-aplikacija koja korisnicima nudi praćenje lokacije autobusa na interaktivnoj mapi u realnom vremenu. Uz interaktivnu mapu korisnici imaju mogućnost pregleda voznog reda svakog od pojedinih autobusa koje vozni park „Promet Split“ posjeduje. Za kraj tu je i opcija „O aplikaciji“ koja nam objašnjava čitavu aplikaciju te ukratko predstavlja autora aplikacije.

2.4 Korisnici i primjenjivost

BusStopSplit ima za cilj ponuditi jednostavno rješenje za složen problem kojeg aplikacija rješava. Aplikacija je svojim jednostavnim dizajnom namijenjena svim uzrastima počevši od najmlađih putnika autobusa do najstarijih. Svatko tko ima pristup internetu će imati mogućnost koristiti BSS te oprobati njegove mogućnosti.

Što se tiče primjenjivosti projekta u stvarnosti to je vrlo jednostavno. Jedino što se treba napraviti kako bi aplikacija počela raditi je instalacija Arduino uređaja na autobus. Arduino na sebi ima ugrađen Wi-Fi modul te priključen GPS modul sa GPS antenom koja prikuplja koordinate autobusa te ih šalje na server koji ih pretvori u točku koja prikazuje autobus na interaktivnoj karti.



Slika 1 Stup za prikaz dolaska linije autobusa

2.5 Konkurenčija i posebnost

Ovaj problem već postoji neko vrijeme pa zasigurno nije zaobišao mnoge svakodnevne, ali i povremene putnike gradskih autobusa. Gradski prijevoznik "Promet Split" je to prije više od 8 godina pokušao riješiti samostojećim stupovima koji bi pokazivali vrijeme dolaska određene linije, ali zastarjeli serveri i zastarjeli stupovi kojih ima premalo kako bi pokrili područje prometovanja njihovih autobusa u današnjem moderniziranom informatičkom okruženju nemaju svrhe već odavno.

Zbog toga je BusStopSplit idealno rješenje pomoću kojega bi zastarjeli sustav stupova bio bačen u staro željezo te bi se prešlo na moderan dizajn web-aplikacije koja bi ponudila svim korisnicima sve što im je potrebno kako bi pratili lokaciju svog autobusa s kojim putuju na samo par klikova od njih.

Kao dodatnu prednost izdvojio bih i to što BusStopSplit kao projekt ne da samo želi pružiti korisnicima izvanrednu aplikaciju nego i vozačima autobusa koji su pokretač gradskog prijevoza. Njima sam odlučio dati mogućnost biranja između dvije solucije samog instaliranja praćenja autobusa. Svaki vozač će moći birati želi li se koristiti rješenjem bazirano na programskoj podršci (*engl. Software*) ili rješenjem bazirano na sklopovlju (*engl. Hardware*).

Rješenje bazirano na programskoj podršci omogućuje postavljanje Arduina na autobus, a kao programsko rješenje, osmišljena je jednostavna aplikacija koju vozač može imati na svom mobitelu te ju može koristiti ako on to želi, ili ako Arduino iz nekog razloga prestane raditi. S tom aplikacijom omogućujemo ne samo vozačima nego i korisnicima aplikacije da ne ostanu uskraćeni funkcionalnosti aplikacije.

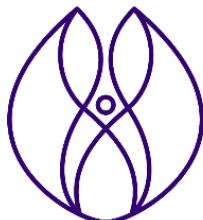
3 Budućnost

3.1 Suradnja

BusStopSplit je razrađen na način na koji se u fokus postavljaju korisnici aplikacije, a ne kako obično rade novonastale početničke ideje (*engl. Startup*) ideje koje na prvo mjesto postavljaju proizvod. Prije same izrade aplikacije konzultirao sam se sa nebrojenim korisnicima splitskih autobusa, ali i sa vozačima autobusa. Uzevši svaki odgovor u obzir krenuo sam rješavati probleme koje su mučile sve sudionike usluga splitskog prijevoznika.

Problem modernizacije samog sustava praćenja autobusa i prikazivanja vremena dolaska, te kreiranje funkcionalne web-aplikacije odrađeno je uz suradnju i mentorstvo Jure Granića Skendera, voditelja tvrtke „Amber IT solutions“. Svojim idejama, ali i kritikama potaknuo me na unaprjeđivanje aplikacije, te cijelokupno provođenje ideje u stvarnost.

Također bih zahvalio svojem školskom mentoru na pristupačnosti i smjernicama kojim mi je pomogao da BusStopSplit zaživi na internetu i da građanima ponudimo kvalitetno rješenje za problem koji sam odlučio riješiti.



Amber IT solutions

Slika 2 Logo Amber IT solutions-a

3.2 Monetizacija

Kapital potreban za realizaciju projekta može se ostvariti direktno kroz prodaju proizvoda. Naime, predstavljanje projekta potencijlanim kupcima (gradovima) moguće je s prototipom koje trenutno posjedujem.

Cijena prototipa je otprilike 100 EUR, ali očekujem da se minimizacijom i masovnom proizvodnjom minimiziranog USB uređaja cijena izrade može svesti na 30 EUR po uređaju.

Vozni park Promet Split-a ima otprilike 230 autobusa, od kojih je dnevno aktivno 150. Za svaki autobus je potreban 1 USB uređaj, što znači da se gradu može prodati 250 uređaja – 230 za autobuse i 20 rezervnih za jednostavnu nadogradnju flote. Prodajna cijena pojedinog uređaja bila bi postavljena na 100 EUR, što znači da samo od nabavke uređaja imamo 25,000 EUR s kojima se osigurava postavljanje aplikacije i početni hosting iste.

Uz cijenu samog uređaja, naplaćivala bi se i sama BSS web aplikacija (dostupna građanima) prema Software-as-a-Service (SaaS) modelu. Naplaćivalo bi se prema maksimalnom dnevnom broju autobusa – 20 EUR mjesечно po autobusu. U slučaju Promet d.o.o. bi ovo iznosilo 20 EUR x 150 autobusa = 3000 EUR mjesечно.

Od toga bi cijena fiksnih troškova (server, domena) bila otprilike 500 EUR, a ostalih 2500 EUR bi se uložilo u daljnji razvoj i širenje projekta.

3.3 Buduće suradnje i marketing

U budućnosti je predviđeno unovčavanje i promidžba ovog projekta te suradnja s „Promet Splitom“. Aplikacija je prilagođena za autobuse splitskog javnog prijevoza zbog čega se toplo nadam suradnji. Ona bi bila odlična za promociju grada Splita i pomogla bi ne samo svakodnevnim putnicima nego i povremenim kojih Split preko ljeta ima prilično puno. Njima bi aplikacija omogućila lakše snalaženje po gradu te lakše organiziranje vremena kojeg i tako imaju premalo.

Također je planirano proširenje aplikacije i na druge gradove zato što je ideja primjenjiva na svakom gradu svijeta i doprinijela bi njegovu razvoju te bi ga promovirala.

Naposljetku samim budućim suradnjama i poticajima siguran sam da će BusStopSplit dobiti potrebna sredstva za daljnje unaprijedenje aplikacije kako bi korisnicima omogućili što bolje i točnije rezultate zbog kojih su oni prvenstveno došli na samu aplikaciju.



Slika 3 marketing BSS-a

3.4 O autoru BSS-a

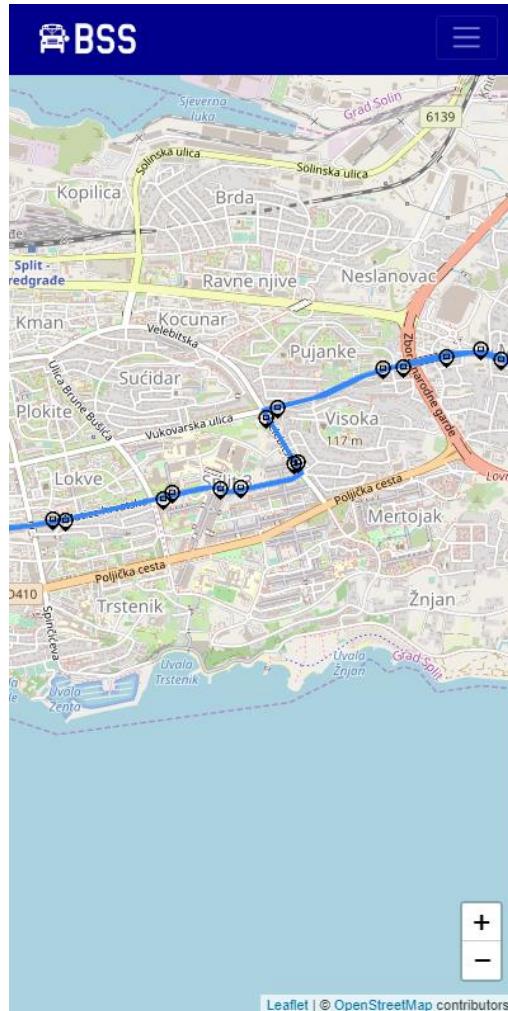


Moje ime je Jure Martinić, učenik sam I. Gimnazije u Splitu. Za programiranje sam se zainteresirao još u osnovnoj školi, programirajući u programskom jeziku „Qbasic“. Ozbiljnijim se programiranjem bavim već četiri godine, a jezici u kojima pišem su C# i JavaScript. U prošlogodišnjem izdanju natjecanja u kategoriji „Razvoj softvera“ bio sam voditelj projekta „CryptoCode“ koji je bio napravljen u „Unity game engine“ te programskom jeziku „Visual Studio“ . Ove sam se godine odlučio za kreiranje web-aplikacija u ASP.NET-u.

4 Dizajn

Kako je web stranica izrađena u svrhu informiranja korisnika tako je i dizajn web stranice potrebno orijentirati korisniku.

Danas pametne telefone koriste gotovo svi, a jedan od najvažnijih faktora o kojemu ovisi hoće li aplikacija privući ili odbiti korisnike jest upravo dizajn. Programiranje je tek samo polovica proizvoda, odnosno aplikacije, te korisnik taj dio ne vidi. On samo vidi ono što smo isprogramirali, odnosno izgled pojedine web stranice. Dizajn web stranice mora osigurati iskusnim korisnicima jednostavnu brzu i učinkovitu interakciju s web stranicom.



Slika 4 Dizajn BSS-a

4.1 Funkcionalnost dizajna

Osim samog vizualnog izgleda kod aplikacije je važna i funkcionalnost dizajna kako bi svi mogli vidjeti zamisao dizajnera. Samim time od dizajnera se očekuje jednostavan i direktni dizajn koji je lako za upravljati i koji omogućuje korisniku najbolji proizvod.

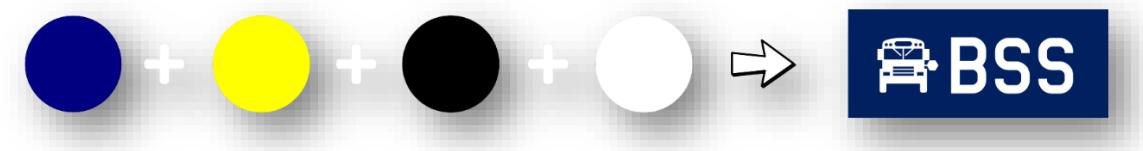
4.2 Isticanje dizajna

Dizajn, uz svoju jednostavnost, mora sadržavati elemente koji ističu one najbitnije stavke i podatke o aplikaciji. Web stranica na temelju dizajna mora biti upotrebljiva i pristupačna.

4.3 Boje

Da bi korisnika privukla aplikacija i za prepoznavanje aplikacije najupečatljivije su boje. BusStopSplit je aplikacija prilagođena Promet Splitu pa su boje usklađene s njihovim bojama.

Plava je osnovna boja koja se nalazi na svakoj stranici i ujedno je boja navigacijske trake i samog logotipa. Žutom bojom su istaknute najvažnije informacije kako bi se što bolje istakle među svim podatcima. Bijelom i crnom bojom pisan je tekst ovisno o boji podloge na kojoj se tekst nalazi.



Slika 5 Boje BSS-a

4.4 Logotip

Logotip je svojim oblikom i bojom prepoznatljivi element vizualne prezentacije tvrtke, brenda ili aplikacije. Zahvaljujući njemu prepoznajemo najpoznatije Brendove, aplikacije, itd. Logotip BusStopSplita sam izrađao u Adobe Photoshop CS6 i trebalo mi je oko dva dana mukotrpog rada kako bi što vjerodostojnije prikazao aplikaciju. Trebao sam uskladiti boje i osmisliti logotip po kojem bi korisnici prepoznali BSS.



Slika 6 Razvoj logotipa

5 Web aplikacija

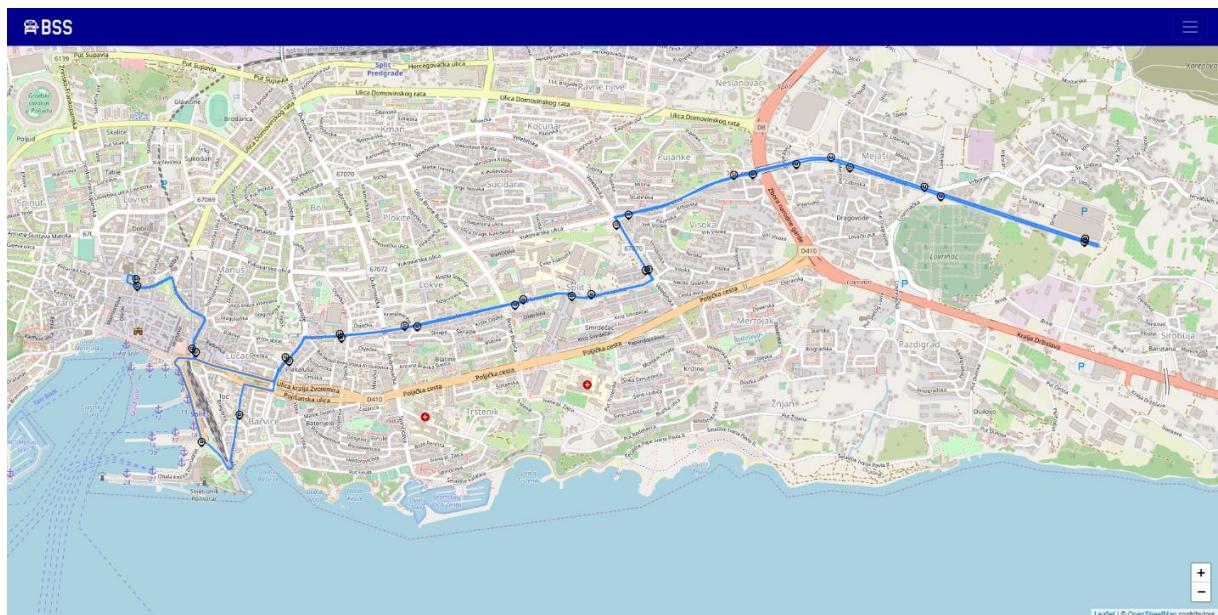
BusStopSplit je projekt koji je osmišljen kao web-aplikacija kako bi svatko tko posjeduje internetsku povezivost mogao pristupiti aplikaciji što omogućuje automatsko pristupanje aplikaciji bez dodatnih preuzimanja aplikacije što bi i potrajalo, a i zauzimalo bi prostor na mobitelu.

5.1 „User flow“

Kada sam definirao osnovne elemente aplikacije, moramo sam napraviti aplikaciju dovoljno pristupačnom i jednostavnom kako bi korisnicima omogućio snalažljivost po aplikaciji, kako bi istu jednostavno koristili.

5.2 Upravljačka ploča

Kada korisnik u svoj web pretraživač utipka „busstop.amber-it.co“ prvo što mu se prikaže jest interaktivna mapa koja je fokusirana na ceste grada Splita.



Slika 7 Prikaz upravljačke ploče

Upravljačka ploča BusStopSplita je podijeljena na dvije jednakov vrijedne komponente.

Gornji dio aplikacije zauzima navigacijska traka na kojoj se nalazi logotip BSS-a koji kada se pritisne odvodi korisnika na mapu i gumb koji kada se pritisne otvara 3 opcije koje korisnik može odabratи.



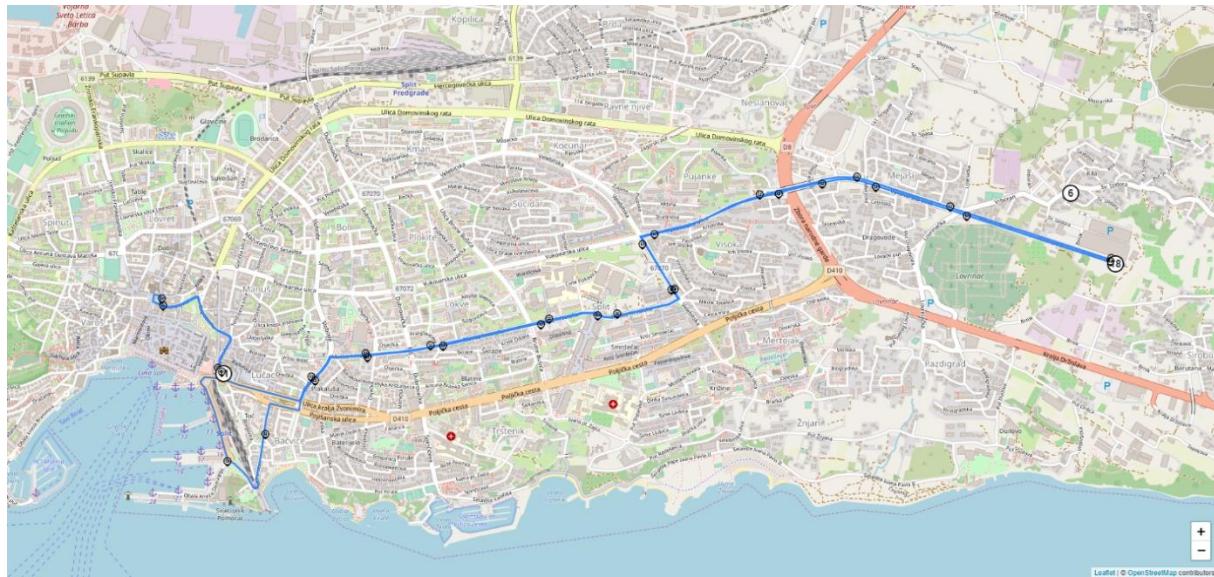
Slika 8 Navigacijska traka

Klikom na navigacijsku traku dobivamo tri opcije za odabir:

- About
 - Map
 - Timeline

Slika 9 Opcije navigacijske trake

Najveći dio upravljačke ploče ipak zauzima interaktivna mapa na kojoj se događa magija BusStopSplita, to jest mapa na kojoj se prikazuju autobusi koji prometuju realnom vremenu.



Slika 10 Interaktivna karta

5.3 „About“

Kada korisnik odabere opciju „About“, aplikacija će ga odvesti na istoimenu stranicu na kojoj će korisniku biti prikazane sve potrebne informacije koje se tiču same aplikacije.

About

BusStopSplit is a project that has been developed for all citizens or tourist that are using local buses. It provides users to see where is their bus located in that moment.

About the application

⌚ This app has been developed in 2019 to help everyday passengers of Promet Split, and also to visitors so that they could get around the city and organise their time better.

💡 I came up with this idea in May and I started working right away. Feeling the problem on my own skin I have decided, as a young programmer, to resolve it.

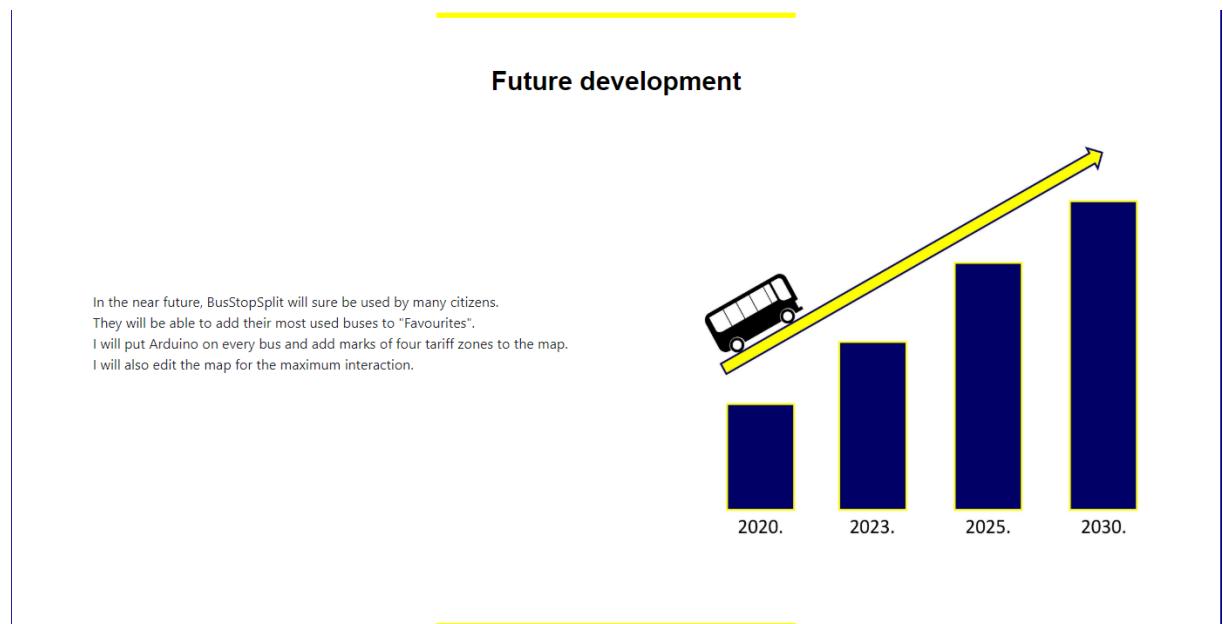
❓ With BusStopSplit you don't need to hurry to get on the bus. If you decide to use BSS you can follow your bus of choice, and see it's current position in real time.

Slika 11 Opcija "About"

Slika 11 Opcija "About" prikazuje osnovne činjenice o aplikaciji koje su istaknute s tri različite ikone. Ikona sata korisniku govori kada je aplikacija kreirana i zbog čega je kreirana. Ikona žarulje im govori kada sam došao na ideju aplikacije. Ikona dvostrukih upitnika govori osnovnu misao BSS-a i što BSS točno radi.

Slika 12 Budući razvoj BSS-aplikacije autorove riječi o budućem razvoju čitave web-aplikacije. To jest korisnik vidi što autor ima sve u planu za budućnost.

Što se tiče BusStopSplit-a, u planu je dodati gumb „Favoriti“ kako bi svaki pojedinačni korisnik mogao sebi označiti autobuse s kojima često putuje i čije ih vozni red zanima. Također je u planu instalacija Arduino uređaja na svaki autobus voznog parka „Promet Split -a“. Te naposlijetku cilj je unaprijediti interaktivnost mape kako bi korisnik aplikacije mogao uživati u korištenju čitave aplikacije.



Slika 12 Budući razvoj BSS-a

5.4 „Timetable“

Vozni red je podijeljen u tri dijela. Prvi dio se sastoji od područja koje gradski autobusi pokrivaju i od mapa koje prikazuju područje koje je pokriveno rutama gradskih autobusa. Drugi se sastoji od popisa autobusa za određenu zonu putovanja autobusa, a zadnji dio je sami vozni red, to jest tablica voznog reda.



Slika 13 "Bus coverage area"

City Area Split		
3 BRDA - LOVRINAC	🕒	☆
3 LOVRINAC - BRDA	🕒	☆
6 KILA - VUKOVARSKA - HNK - KILA	🕒	☆
7 ŽNJAN - ZVONČAC - ŽNJAN	🕒	☆
8 ŽNJAN - TRŽNICA - ZVONČAC - TRŽNICA - ŽNJAN	🕒	☆
9 RAVNE NJIVE - TR.LUKA - RAVNE NJIVE	🕒	☆
11 RAVNE NJIVE-PUJANKE - HNK - RAVNE NJIVE	🕒	☆

Slika 14 Dio popisa autobusa

Slika 14 Dio popisa autobusa prikazuje dio popisa autobusa koji pokrivaju područje užeg djela grada bez okolice.

18 BRNIK - HNK - BRNIK

vrijedi od (valid from) 07.01.2020.

WORKING DAY	SATURDAY	SUNDAY AND HOLIDAY
05:15 05:30 05:45	05:15 05:45	05:15
06:00 06:15 06:30 06:45	06:20 06:40	06:00 06:30
07:00 07:15 07:20 07:30 07:45	07:00 07:20 07:40	07:00 07:30
08:00 08:20 08:40	08:00 08:20 08:40	08:00 08:30
09:00 09:30	09:00 09:30	09:00 09:30
10:00 10:20 10:40	10:00 10:20 10:40	10:00 10:20 10:40
11:00 11:20 11:40	11:00 11:20 11:40	11:00 11:20 11:40
12:00 12:20 12:40	12:00 12:20 12:40	12:00 12:20 12:40
13:00 13:20 13:40	13:00 13:20 13:40	13:00 13:20 13:40
14:00 14:20 14:40	14:00 14:20 14:40	14:00 14:20 14:40
15:00 15:20 15:40	15:00 15:20 15:40	15:00 15:20 15:40
16:00 16:20 16:40	16:00 16:20 16:40	16:00 16:20 16:40
17:00 17:20 17:40	17:00 17:30	17:00 17:20 17:40
18:00 18:20 18:40	18:00 18:20 18:40	18:00 18:20 18:40

Slika 15 Tablica voznog reda

Slika 15 Tablica voznog reda prikazuje cijelu tablicu voznog reda koja sadržava sljedeće elemente:

- Broj i ime autobusa
- Posljednje ažuriranje tablice
- Vrijeme kada autobus prometuje određenim danima

6 Razvoj korisničkog sučelja (*engl. frontend*)

Razvoj korisničkog sučelja odnosno Front-end-a odnosi se na stvaranje web korisničkih sučelja, dijelova aplikacije koje korisnik vidi i komunicira s njima. Glavna uloga front-end-a je upravo ta interakcija s korisnikom, te funkcionalnost prezentacije podataka. Kada je riječ o funkcionalnosti prezentacije podataka govorimo o tome kako ista treba biti što više „oku ugodna“.

6.1 Visual studio 2019

Microsoft Visual Studio predstavlja revoluciju u razvoju primjene rješenja i *software-skih* projekata. Ne postoji ni jedno integrirano razvojno okruženje za programera toliko udobno, intuitivno, unaprjeđeno, (*engl. user-friendly*), kvalitetno i što je najvažnije stabilno.

S navedenim programskim jezikom možete isprogramirati doslovno sve što ono korisniku vidljivo i na svima poznatim operacijskim sustavima Windows, ali također možete programirati i aplikacije za mobitele, tablete ili praviti igrice za Xbox konzole.

Još jedna od glavnih značajki zbog kojih sam baš odabrao Visual Studio je ta što dopušta višejezičnost.

Što se tiče ovog projekta koristio sam Visual Studio zbog najboljeg IDE okruženja i zbog jednostavnosti korištenja samog programa. Visual Studio mi je također omogućio jednostavno publish-anje same aplikacije, te mi je pružio savršeno okruženje za stvaranje API-a.



Slika 16 Logo Visual Studio

6.2 Programske jezike C#

Programski jezik C# objektno je orientiran programski jezik koji je razvio Microsoft 2000. godine. Riječ je o jeziku opće namjene koji služi za građenje aplikacija u okviru .NET okruženja. Ukratko, ovladavanje njime omogućava vam kreiranje, razvijanje i implementiranje napredne desktop i web aplikacije. Iako ne postoji dugo kao neki drugi programski jezici, C# je jedan od najpopularnijih jezika. Sa velikom podrškom Microsofta, brzo je stekao veliki broj korisnika, a 2012. bio je proglašen programskim jezikom godine.



Slika 17 Logo C#

6.3 ASP. NET Core

ASP.NET Core nova je verzija ASP.NET i radi na većini operacijskih sustava, uključujući Windows, MacOS i Linux. Kao i ASP.NET, ASP.Net Core je „open source“, izrađen od strane tvrtke Microsoft i omogućava programerima stvaranje web aplikacija, web usluge i dinamičke web stranice.

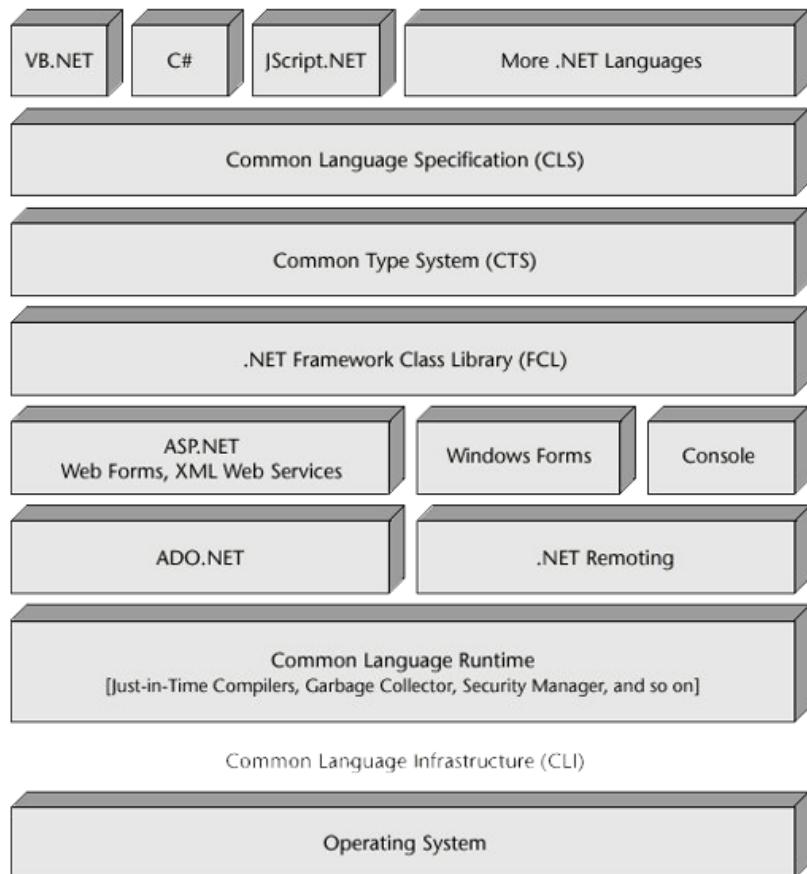
Objavljen u 2016, ASP.NET Core je relativno novo programsko okruženje, ali već je dobio 2.0 verziju, a sada je stabilna alternativa Windows domaćina ASP.NET web aplikacija.



Slika 18 Logo Asp.Net

ASP.NET Core sam koristio zbog nevjerljivo brzog performansa što je zapravo glavna značajka ASP.NET Core-a. Ostale značajke koje su mi pomogle kod stvaranja BSS-a su intuitivnost i modernost koje pruža, te sama lakoća upravljanjem objektima koji su mi poslužili za stvaranje web-stranice.

Također ASP.NET Core mi je pružio korištenje nekoliko jezika odjednom što mi je pomoglo zbog toga što sam osim C# koristio i JavaScript.



Slika 19 Arhitektura .NET okvira

6.4 Plus.hr

Plus.hr je web-stranica koja se bavi prodajom domena, web-hostinga, VPS servera, itd. Razlog zbog čega je Plus.hr odličan davatelj ovih web-komponenti je ta što imaju: odličnu korisničku podršku, centri baza podata im se nalaze u Hrvatskoj što pruža još veću razinu sigurnosti i dostupnosti, rade dnevne backup-e, te su osigurani malware zaštitom.

Odabrao sam Plus.hr kao stranicu koja će mi pružiti web-domenu iz gore navedenih razloga i zbog toga što su na godišnjem planu jako povoljni što ne opterećuje BusStopSplit dodatnim troškovima na godišnjem planu.



Slika 20 logo Plus.hr

6.5 Java Script

Riječ je o programskom jeziku koji omogućava pravljenje sučelja koji donosi korisnicima visoku funkcionalnost bez potrebe za novim učitavanjem stranice. Treba znati da JavaScript nije vezan samo za preglednike. Brzina i mala memorijска potrošnja JavaScripta u usporedbi s ostalim programskim jezicima doprinosi tome da on ima sve više različitih primjena. Ovaj program služi za programiranje zadataka u aplikacijama, ali i za razvoj Internet of Things aplikacija koje su sve prisutnije oko nas zbog tehnološkog napretka koji se trenutno događa.

U ovom projektu JavaScript imao je funkciju kreiranja signalR komunikacije sa serverom u realnom vremenu. Također bi provjeravao je li konekcija sa serverom uspješna ili neuspješna.

Najvažnija primjena JavaScripta u aplikaciji je pružanje library-a za Leaflet odnosno JavaScript pruža podršku BSS-u za interaktivnu mapu.



Slika 21 Logotip JS-a

7 Razvoj na strani poslužitelja (engl. Back-end)

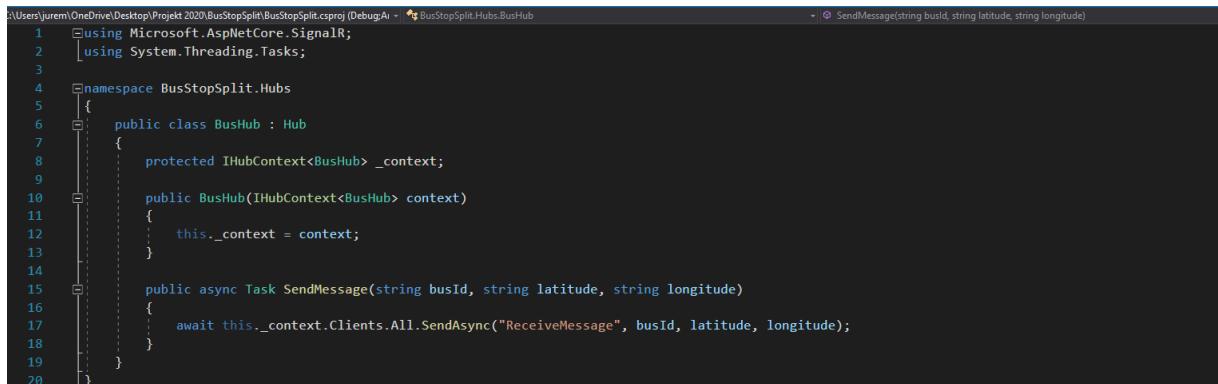
Mozgom svake web platforme možemo nazvati back-end razvoj. Back-end razvoj web platforme nikada nije vidljiv korisniku. Ovaj razvoj razlikuje se od front-end razvoja po tome što se odvija korištenjem poslužiteljskih (*engl. Server side*) programskih jezika koji mogu otvarati, stvarati, čitati, pisati i zatvarati datoteke na poslužitelju. Prikupljati podatke iz obrazaca, generirati dinamički sadržaj stranice, te dodavati brisati mijenjati podatke u bazi podataka i sl. Jednostavnije rečeno, front-end kôd vrši interakciju s korisnikom u realnom vremenu, dok back-end kôd služi za interakciju s web serverom, da bi vratio rezultate „spremne“ za korisnika.

7.1 Algoritmi razvoja na strani poslužitelja

Algoritmi backend-a pisani su u programskom jeziku C#, to jest inaćici samog C# - ASP.NET Core-u. Razlog zbog čega sam odabrao baš tu platformu je jednostavno baratanje klasama i jednostavno, ali efikasno uređivanje web-aplikacije kao finalne forme BSS-a.

7.2 SignalR realtime komunikacija

Kao „RealTime engine“, BusStopSplit koristi Microsoftov SignalR paket. Na serveru, implementiran je pomoću SignalR NuGet paketa, a na klijentu (web aplikaciji) pomoću react-native-signalr npm paketa. RealTime veze stvaraju se tako da korisnik uspostavi vezu na BusHub kroz web rutu {adresaApisa}/busHub. Pomoću SignalR-a omogućena je jednostavna komunikacija na relaciji server-korisnik što sam iskoristio prilikom stvaranja dodatne aplikacije uz Arduino koja pruža alternativnu opciju praćenja autobusa.



```
1  using Microsoft.AspNetCore.SignalR;
2  [using System.Threading.Tasks;
3
4  namespace BusStopSplit.Hubs
5  {
6      public class BusHub : Hub
7      {
8          protected IHubContext<BusHub> _context;
9
10         public BusHub(IHubContext<BusHub> context)
11         {
12             this._context = context;
13         }
14
15         public async Task SendMessage(string busId, string latitude, string longitude)
16         {
17             await this._context.Clients.All.SendAsync("ReceiveMessage", busId, latitude, longitude);
18         }
19     }
20 }
```

Slika 22 BusHub



```
1  "use strict";
2
3  var connection = new signalR.HubConnectionBuilder().withUrl("/busHub");
4
5  connection.on("ReceiveMessage", function (busId, latitude, longitude) {
6
7      window.setMarkerPosition(busId, latitude, longitude);
8  });
9
10 connection.start().then(function () {
11
12 }).catch(function (err) {
13     return console.error(err.toString());
14 });

```

Slika 23 Stvaranje veze SignalIR-om

7.3 Leaflet interaktivna mapa

Iako su Google maps karte daleko najpopularnije, možda ste primijetili da ih možete vidjeti na sve manje web stranica. Razlog tomu je što je Google od 2018. godine odlučio naplaćivati uslugu prikazivanja njihovih karata na vanjskim web stranicama. Cijene ovise o tipu i broju učitavanja karata. Sve web stranice u početku ima besplatan bonus koji nakon što se potroši na kartama izbacuje neuglednu poruku "*This page can't load google maps correctly*" koja iritira korisnike a pogotovo vlasnike web stranica.

Postoji nekoliko alternativa Google maps kartama, a najpopularnija među njima koja se može vidjeti na sve više stranica je Leaflet (leaflet.com).

Leaflet je moderan JavaScript library otvorenog koda za interaktivne karte podržava većinu mobilnih i desktop platforma, a koriste je i Facebook, Foursquare, Flickr, Pinterest i drugi.

Leaflet karte koriste iste koordinate kao Google maps što webmajstorima koji koriste velik broj karata na web stranici može bitno olakšati posao.

Leaflet sam ukomponirao u projekt zbog jednostavnosti primjene, fantastične responzivnosti, jednostavnog implementiranja i generalno lakog upravljanja što se tiče crtanja po mapi u slučaju BSS-a na karti je bilo potrebno ucrtati rutu autobusa i označiti lokaciju stanica.

```
<link rel="stylesheet" href="https://unpkg.com/leaflet@1.2.0/dist/leaflet.css"
      integrity="sha512-M2wvCLH6DSRazYeZRIm1JnYyh22purTM+FDB5CsyntaxtQJYeKq83arPe5wgbNmcFXGqiSH2XR8dT/fJISVA1r/zQ=="
      crossorigin="" />

<script src="https://unpkg.com/leaflet@1.2.0/dist/leaflet.js"
      integrity="sha512-lInM/apFSqyy1o6s89K4iQUKg6ppXEgsVxT35HbzUupEVRh2Eu9Wdl4tHj7dZ00s1uvplcYGmt3498TtHq+log=="
      crossorigin="">
</script>
```

Slika 24 Implementiranje Leaflet-a

```
var map = L.map('map', { zoomControl: false })
    .setView([43.508133, 16.440193], 12);

L.control.zoom({
    position: 'bottomright'
}).addTo(map);

L.tileLayer('http://{s}.tile.osm.org/{z}/{x}/{y}.png', {
    attribution: '&copy; <a href="http://osm.org/copyright">OpenStreetMap</a> contributors'
}).addTo(map);
```

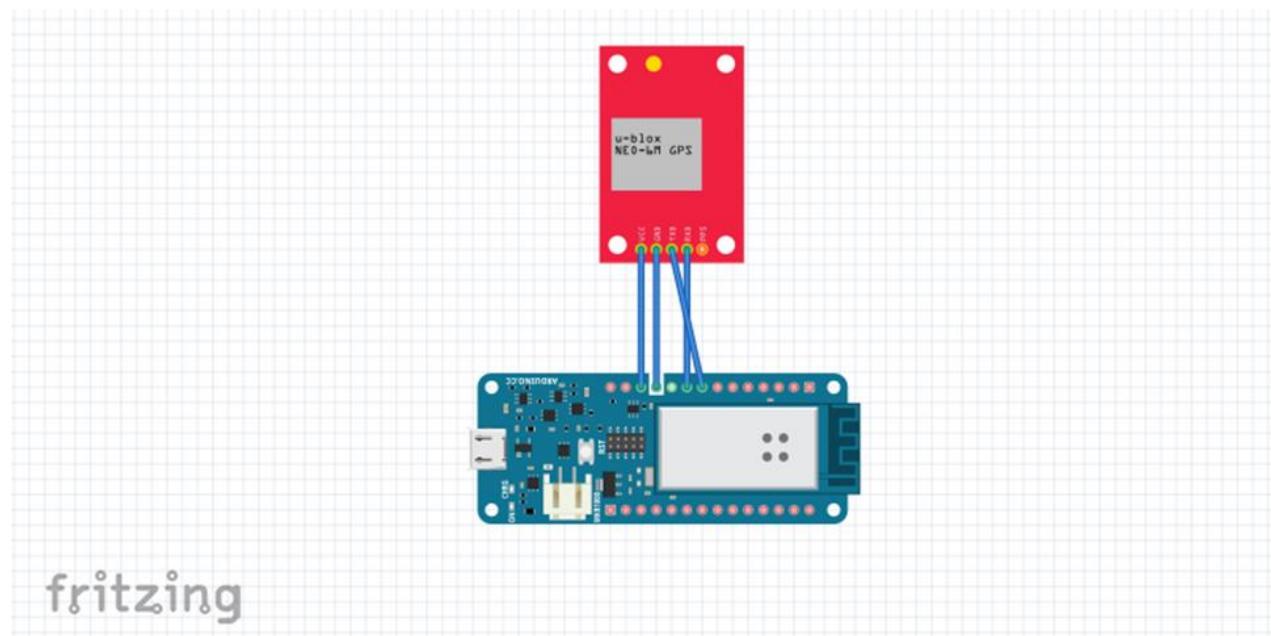
Slika 25 Kreiranje mape

8 Razvoj korisničkog sučelja (engl. Front-end)

8.1 Arduino i Arduino IDE

Arduino je ime za otvorenu računalnu i softversku platformu koja omogućava dizajnerima i konstruktorima stvaranje uređaja i naprava koje omogućuju spajanje računala s fizičkim svijetom tj. stvaranje interneta stvari. Arduino je stvorila talijanska tvrtka SmartProjects 2005. koristeći 8-bitne mikrokontrolere Atmel AVR, da bi stvorili jednostavnu, malu i jeftinu platformu s kojom bi mogli lakše povezivati računala s fizičkim svijetom. Arduino programski jezik ima sintaksu i jezična pravila identična C++-u.

U projektu BusStopSplit za očitavanje parametra lokacije autobusa trebao mi je brz i pouzdan uređaj koji će tu zadaću za mene obavljati, a sam se odlučio za nešto noviji Arduinov uređaj MKR1000 koji na sebi ima već ugrađen Wi-Fi modul. Što se tiče uređaja koji je odgovoran za slanje sirovih koordinata, odlučio sam se za u-blox neo-7m na koji sam priključio i eksternu GPS antenu (GPS 900-1).



Slika 26 Shema prototipa (Arduino)



Slika 27Arduino (MKR1000), GPS modul (U-BLOX NEO -7M) i eksterna GPS antena (GPS 900-1)

8.2 Zašto sam se odlučio za ove uređaje?

Za Arduino MKR1000 sam se odlučio zbog toga što je jedan od najnovijih modela na tržištu i ima ugrađen Wi-Fi modul što je ključno za ovu web-aplikaciju. Brz je i vrlo pristupačan te je lako pisati naredbe koje treba izvršiti. Kod je napisan u Arduino IDE programu koji je prilagođen Arduinu.

Dvoumeći se između GPS modula u-blox neo 6m i u-blox neo 7m, odabrao sam noviji model u-blox neo 7m. Za njega sam se odlučio zbog nevjerojatne preciznosti u određivanju koordinata i zbog toga što je jedan od poslejdnjih GPS modula u seriji te je vrlo brz.

```

55 void loop() {
56
57 while (Serial1.available() > 0){
58     // get the byte data from the GPS
59     byte gpsData = Serial1.read();
60     gps.encode(gpsData);
61     if (gps.location.isUpdated()){
62         Serial.println("LocationUpdate");
63         lat = gps.location.lat();
64         lng = gps.location.lng();
65     }
66 }
67
68 if(lastSend + 3000 < millis()){
69     lastSend = millis();
70
71     Serial.println("\nTrying to send coords...");
72     // if you get a connection, report back via serial:
73
74 if(!client.connected()){
75     Serial.println("Not connected to server, connecting...");
76     client.connect(server, 80);
77 }
78
79 if (client.connected()) {
80     Serial.println("connected to server");
81     // Make a HTTP request:
82     client.print("GET /api/coordinates/updateForBus?busId=IK&lat=");
83     client.print(lat, 6);
84     client.print("&lng=");
85     client.print(lng, 6);
86     client.println(" HTTP/1.1");
87
88     client.println("Host: busstop.amber-it.co");
89     client.println();
90 }
91 Serial.println(lat, 6);
92 Serial.println(lng, 6);
93 }
94
95 while (client.available()) {
96     char c = client.read();
97     Serial.write(c);
98 }
99
100 }

```

Slika 29: Arduino IDE kod

9 Unity aplikacija

Prilikom stvaranja BSS-a korisnici su bili na prvom mjestu i na njima je najveći fokus cijele aplikacije da prilikom korištenja iste aplikacije dobivaju najbolje i najtočnije informacije koje žele dobiti. Ali kada je web-aplikacija bila završena nametanje samo opcije Arduina nije bila u redu prema, najvažnijim ljudima koji ustvari pokreću gradski prijevoz odnosno vozačima.

Zbog toga sam došao na ideju da vozačima autobusa ponudim dvije opcije između kojih mogu birati.

Prva opcija je Arduino. Arduino je jednostavna za instalaciju na bus i jednostavan je za korištenje, ali sam mislio na vozače koji se ne vole pretljati sa žicama i ispreplitati i već tako malen prostor koji imaju dodatnim kabelima.

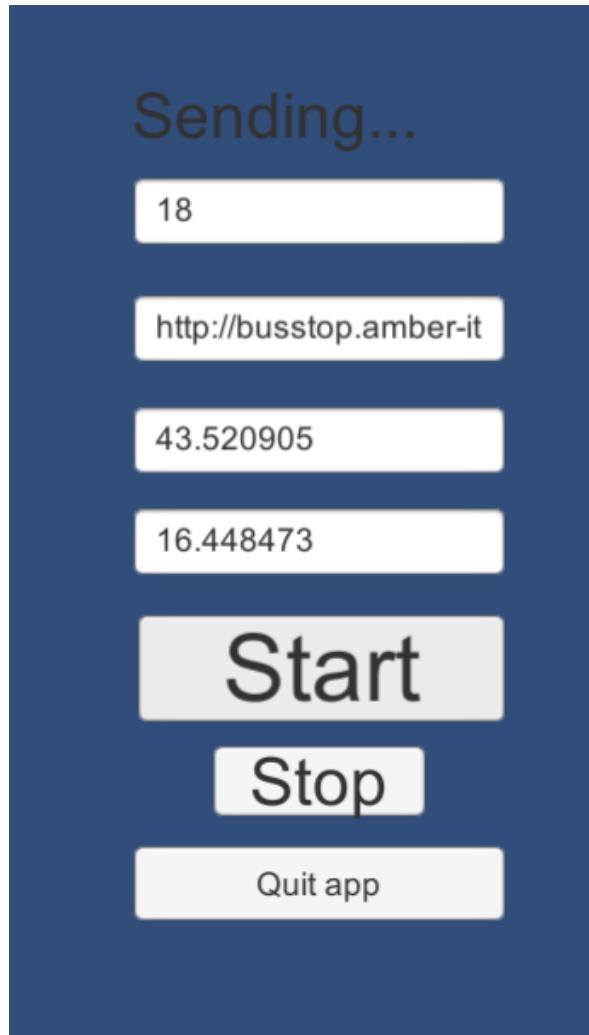
Za te vozače BSS nudi rješenje mobilne aplikacije koja hvata GPS signal mobitela te jednostavnim pritiskom na gumb „start“ vozač šalje informacije, to jest koordinate autobusa na server, a taj server kasnije preoblikuje te koordinate u točku koja se korisniku prikazuje na interaktivnoj mapi.

Sa razvitkom te aplikacije ne samo da BusStop Split nudi dva rješenja nego tom aplikacijom je spriječena solucija da korisnik ostane bez informacija po koju je došao na BSS. Aplikacijom je rješen problem kvara Arduina ako bi ikad do toga došlo, što znači da će korisnicima uvijek biti isporučene informacije o autobusu.



Slika 30 Unity aplikacija dok ne radi

Slika 30. prikazuje testnu Unity aplikaciju koja još nije uključena, to jest vozač još nije stisnu gumb “start” koji bi dao znak aplikaciji da počne slat koordinate autobusa kako bi server to mogao pretvoriti u točku sa brojem autobusa kojeg vozač vozi.



Slika 31 Unity aplikacija dok radi

Slika 31 Unity aplikacija dok radi. prikazuje aplikaciju kada vozač pritisne gumb “start”. Tada aplikacija počinje slati koordinate serveru, te tada korisnik može vidjeti povratnu informaciju aplikacije odnosno može vidjeti trenutnu lokaciju autobusa.

10 Zaključak

Razvoj BusStopSplita bio je izazov za mene jer je ovo prva punokrvna web-aplikacija koju sam izradio, a da je ovako složena. Realizacija nije bila nimalo lagana zbog različitih komponenti koje su iziskivale učenje novih stvari kao što je: Arduino to jest način pisanja koda za Arduino, kreiranje API-a i drugih stvari koje su dovele ovaj projekt do postavljanja na web.

Kako bih održao kvalitetu programskog koda neke sam djelove preoblikovao nekoliko puta kako bi kod bio jednostavniji, organiziraniji i optimiziraniji.

Razlog zbog čega sam ponosan na ovaj projekt je taj što je projekt uspio riješiti univerzalni problem gradova, to jest uspio je riješiti problem sa kojim se susreću svakodnevni ili povremeni korisnici gradskih prijevoza. Također sam ponosan zbog toga što je ovaj projekt univerzalan te je lako primjenjiv na svim područjima vezana uz vozila, ali je ipak primarno bazirano za autobuse.

Još jednom bih se htio zahvaliti školskom mentoru Roku Brljeviću i vanjskom menotru Juri Graniću Skenderu na puno strpljivosti i razumijevanja u razvijanju projekta i svim njihovim smjernicama i mišljenjima koja su pomogla u realizaciji BSS aplikacije.

Tablica slika

Slika 1 Stup za prikaz dolaska linije autobusa	2
Slika 2 Logo Amber IT solutions-a.....	3
Slika 3 marketing BSS-a	4
Slika 4 Dizajn BSS-a.....	5
Slika 5 Boje BSS-a.....	6
Slika 6 Razvoj logotipa	6
Slika 7 Prikaz upravljačke ploče	7
Slika 8 Navigacijska traka.....	7
Slika 9 Opcije navigacijske trake	8
Slika 10 Interaktivna karta	8
Slika 11 Opcija "About"	8
Slika 12 Budući razvoj BSS-a.....	9
Slika 13 "Bus coverage area"	10
Slika 14 Dio popisa autobusa	10
Slika 15 Tablica voznog reda	11
Slika 16 Logo Visual Studio	12
Slika 17 Logo C#.....	13
Slika 18 Logo Asp.Net	13
Slika 19 Arhitektura .NET okvira	14
Slika 20 logo Plus.hr	15
Slika 21 Logotip JS-a	15
Slika 22 BusHub.....	16
Slika 23 Stvaranje veze SignalIR-om.....	16
Slika 24 Implementirnje Leaflet-a.....	17
Slika 25 Kreiranje mape	17
Slika 26 Shema prototipa (Arduino)	18
Slika 27 Arduino (MKR1000), GPS modul (U-BLOX NEO -7M) i eksterna GPS antena (GPS 900-1)	19
Slika 28: Arduino IDE kod	19
Slika 29: Arduino IDE kod.....	20
Slika 30 Unity aplikacija dok ne radi	21
Slika 31 Unity aplikacija dok radi	22