

Univerzita Pardubice  
Fakulta elektrotechniky a informatiky

Geolokační mobilní aplikace využívající body zájmu pro trailové cyklisty  
Adam Petera

Bakalářská práce  
2021

Univerzita Pardubice  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Akademický rok: 2020/2021

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Adam Petera**  
Osobní číslo: **I18173**  
Studijní program: **B2646 Informační technologie**  
Studijní obor: **Informační technologie**  
Téma práce: **Geolokační mobilní aplikace využívající body zájmu pro trailové cyklisty**  
Zadávatel katedra: **Katedra informačních technologií**

### **Zásady pro vypracování**

Cílem bakalářské práce v teoretické části bude charakterizovat, popsat a porovnat geolokační technologie pro mobilní zařízení, mapové podklady a jejich API, analýza již existujících aplikací využívaných ve sportu, které využívají body zájmu (POI).

V praktické části bude cílem navrhnout a realizovat vlastní mobilní aplikaci. Aplikace bude využívat technologie pro lokalizaci zařízení a získávat informace o bodech zájmu.

Rozsah pracovní zprávy: **min. 30 stran**  
Rozsah grafických prací:  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

**Seznam doporučené literatury:**

KYSELA, Jiří. Zvyšování kvality turistických informací z bodů zájmu v geosociálních sítích. In: Sborník z mezinárodní vědecké konference: Znalosti pro tržní praxi 2013. Olomouc: Societas Scientiarum Olomucensis II., 2013, s. 342-666. ISBN 978-80-87533-05-5.  
ABERNATHY, David. Using Geodata and Geolocation in the Social Sciences: Mapping our Connected World. California, USA: SAGE Publications. ISBN 978-1473908185.  
DORMANN, Andreas. Ionic 5: Create awesome apps for iOS, Android, Desktop and Web. Německo: D&D Verlag Bonn, 2020. ISBN 978-3945102541.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Merta**  
Katedra řízení procesů

Datum zadání bakalářské práce: **31. října 2020**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **14. května 2021**

**Ing. Zdeněk Němec, Ph.D.** v.r.  
děkan

L.S.

**Ing. Jan Panuš, Ph.D.** v.r.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 26. února 2021

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 26. 4. 2021

Adam Petera

## **PODĚKOVÁNÍ**

Touto cestou bych rád poděkoval všem, kteří mi pomáhali s přípravou této bakalářské práce nebo mě jakkoli podporovali při jejím vytváření. Zejména bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Mertovi za cenné rady, celkový čas strávený konzultacemi a jeho trpělivost v této nelehké době koronaviru. V poslední řadě bych rád poděkoval svému kamarádovi Ing. Miroslavu Kábrtovi za jeho cenné a velmi pomocné rady při vývoji samotné mobilní aplikace.

## **ANOTACE**

Cílem bakalářské práce v teoretické části bude charakterizovat, popsat a porovnat geolokační technologie pro mobilní zařízení, mapové podklady a jejich API, analýza již existujících aplikací využívaných ve sportu, které využívají body zájmu (POI).

V praktické části bude cílem navrhnout a realizovat vlastní mobilní aplikaci. Aplikace bude využívat technologie pro lokalizaci zařízení a získávat informace o bodech zájmu.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Mobilní aplikace, GPS, cyklistika, sledování polohy, iOS, body zájmu

## **TITLE**

Geolocation mobile application using points of interest for trail cyclists

## **ANNOTATION**

The aim of the bachelor's thesis in the theoretical part will be to characterize, describe and compare geolocation technologies for mobile devices, map data and their API, analysis of existing applications used in sports that use points of interest (POI).

In the practical part, the goal will be to design and implement your own mobile application. The application will use technology to locate the device and obtain information about points of interest.

## **KEYWORDS**

Mobile application, GPS, cycling, location tracking, iOS, points of interest

# OBSAH

<b>Seznam obrázků</b> .....	<b>10</b>
<b>Seznam zkratk</b> .....	<b>12</b>
<b>Úvod</b> .....	<b>13</b>
<b>1 TECHNOLOGIE URČOVÁNÍ POLOHY</b> .....	<b>15</b>
1.1 Lokální polohové systémy .....	15
1.2 Družicové polohové systémy .....	15
1.2.1 GPS .....	17
1.2.2 Galileo.....	18
1.2.3 Porovnání systémů GPS a Galileo .....	19
1.2.4 Další polohové systémy .....	20
1.3 Geosociální síť.....	22
1.4 Mobilní aplikace využívající polohové služby ve sportu .....	25
1.4.1 Strava .....	25
1.4.2 Relieve .....	26
1.5 Mobilní navigační aplikace.....	26
1.5.1 Google Maps.....	26
1.5.2 Waze .....	27
1.5.3 Apple Maps.....	27
1.5.4 Ostatní navigační aplikace .....	27
<b>2 REALIZACE MOBILNÍ APLIKACE</b> .....	<b>29</b>
2.1 Databáze.....	29
2.1.1 Cloud Firestore .....	29
2.1.2 Storage .....	32
2.2 Základní prvky aplikace.....	32
2.2.1 Angular .....	32
2.2.2 Ionic .....	33
2.2.3 TypeScript.....	33
2.3 Použité technologie.....	34
2.3.1 Firebase Authentication .....	34
2.3.2 Firebase Hosting .....	34

2.3.3	Algolia .....	35
2.3.4	NPM.....	37
2.3.5	Lodash.....	37
2.3.6	Leaflet .....	37
2.3.7	Leaflet Routing Machine .....	38
2.3.8	GeoFire .....	38
2.3.9	Cocoapods.....	39
2.3.10	faker.js.....	39
2.3.11	Capacitor .....	39
2.3.12	Bitbucket Cloud .....	40
2.3.13	Sourcetree .....	40
2.3.14	Visual Studio Code .....	40
2.3.15	XCode .....	41
2.4	Use Case diagram .....	41
2.5	Funkcionalita .....	42
2.5.1	Trailová centra .....	42
2.5.2	Události.....	44
2.5.3	Články.....	45
2.5.4	Rozhraní.....	45
2.5.5	Formuláře.....	46
2.5.6	Komponenty.....	47
2.5.7	Stránky .....	47
2.5.8	Služby .....	49
2.6	Grafické rozhraní .....	51
2.6.1	Hlavní stránka .....	51
2.6.2	Hlavní menu.....	52
2.6.3	Vyhledávání trailových center .....	53
2.6.4	Mapa .....	53
2.6.5	Detail trailového centra.....	54
2.6.6	Navigace .....	55
2.6.7	Oblíbená centra .....	56
2.6.8	Úprava trailového centra.....	56
2.6.9	Vyhledávání událostí .....	57



2.6.10	Detail události .....	58
2.6.11	Registrace.....	59
2.7	Používání aplikace .....	60
<b>Závěr</b>	.....	<b>61</b>
<b>Použitá literatura</b>	.....	<b>62</b>
<b>Použité obrázky</b>	.....	<b>64</b>
<b>Přílohy</b>	.....	<b>66</b>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Rozmístění GPS satelitů .....	16
Obrázek 2 – Stanice kontrolního segmentu GPS .....	16
Obrázek 3 – Družice Galileo FOC .....	19
Obrázek 4 – Porovnání GNNS .....	20
Obrázek 5 – Oblast pokrytí GNSS IRNSS.....	20
Obrázek 6 – Oblasti pokrytí GNSS BeiDou v čase.....	21
Obrázek 7 – Operativní oblast GNSS QZSS.....	22
Obrázek 8 – Aplikace Pokémon GO .....	23
Obrázek 9 – Aplikace Harry Potter: Wizards Unite.....	23
Obrázek 10 – Vizualizace trati v aplikaci Relieve .....	26
Obrázek 11 – Ukázka přístupových pravidel databáze .....	31
Obrázek 12 – Konfigurační soubor pro Bitbucket Pipelines .....	34
Obrázek 13 – Ukázka využitých Firebase funkcí .....	35
Obrázek 14 – Schéma přeposílání dat mezi databází a API Algolia .....	36
Obrázek 15 – Rozčlenění povrchu GeoHashy .....	38
Obrázek 16 – Use Case diagram .....	41
Obrázek 17 – Ukázka rozhraní CenterComment .....	46
Obrázek 18 – Ukázka implementace validátorů formuláře.....	46
Obrázek 19 – Ukázka vlastního validátoru pro webovou stránku .....	46
Obrázek 20 – Ukázka začlenění komponenty do HTML kódu pomocí selektoru.....	47
Obrázek 21 – Ukázka metody pro vytvoření nového trailového centra.....	49
Obrázek 22 – Ukázka metody pro kontrolu, zda je uživatel autorem.....	50
Obrázek 23 – Ukázka metody pro získání konkrétního centra na základě UID .....	50
Obrázek 24 – Ukázka metody pro zaslání emailu pro obnovu hesla .....	50
Obrázek 25 – Ukázka metody pro úpravu časového razítka do UTC formátu .....	51
Obrázek 26 – Titulní stránka aplikace .....	51
Obrázek 27 – Hlavní menu .....	52
Obrázek 28 – Vyhledávání center .....	53
Obrázek 29 – Mapa s centry.....	53
Obrázek 30 – Detail centra 1 .....	54
Obrázek 31 – Detail centra 2.....	54
Obrázek 32 – Modální okno s mapou .....	55

Obrázek 33 – Externí navigace .....	55
Obrázek 34 – Oblíbená centra.....	56
Obrázek 35 – Úprava trailového centra 1 .....	56
Obrázek 36 – Úprava trailového centra 2 .....	56
Obrázek 37 – Události 1 .....	57
Obrázek 38 – Události 2.....	57
Obrázek 39 – Detail události 1 .....	58
Obrázek 40 – Detail události 2.....	58
Obrázek 41 – Registrační formulář .....	59

## SEZNAM ZKRATEK

API	Application Programming Interface
BDS	BeiDou Navigation Satellite System
CLI	Command Line Interface
DI	Dependency Injection
GLONASS	GLObalnaja NAVigacionnaja Sputnikovaja Sistema
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
HTML	Hypertext Markup Language
iOS	iPhone Operating System
IRNSS	Indian Regional Navigation Satellite System
LBS	Location Based Services
LFR	Leaflet Routing Machine
Li-Fi	Light Fidelity
LPS	Local positioning system
OSM	Open Street Maps
PDF	Portable Document Format
PvE	Player versus environment
PvP	Player versus player
QZSS	Quasi-Zenith Satellite System
UCD	Use Case diagram
UI	User Interface
UX	User Experience
Wi-Fi	Wireless Fidelity

# ÚVOD

Hlavním cílem této bakalářské práce je návrh a realizace nativní mobilní aplikace. Naprogramovaná aplikace poskytne zejména cyklistickým nadšencům přehledné prostředí pro vyhledávání bodů zájmu z oblasti tzv. trailové cyklistiky. Uživatelé si v aplikaci budou moci vyhledat trailová centra, ať už dle jejich preference, či místa, kde se právě nachází. Každá oblast trailových stezek bude mít v aplikaci vlastní stránku s detailním popisem místa a informacemi například o obtížnosti úseků. V souvislosti s trailovými centry budou také naimplementovány události, které mnohá centra během roku pořádají. Budou též naimplementovány články, které budou informovat o aktuálním dění ze světa trailové cyklistiky.

Kapitola první se zabývá teoretickou částí vývoje aplikace. Hluběji jsou zde analyzovány globální družicové polohové systémy americké GPS a evropský Galileo a jejich porovnání. V přímé návaznosti je zde uveden výčet dalších globálních polohových systémů a jejich krátký popis. Další část teoretické kapitoly se zabývá geosociálními sítěmi, které využívají aktuální polohu uživatelského zařízení jako zdroj pro generování obsahu. Velkým fenoménem posledních dvou desetiletí se staly aplikace sportovního zaměření, které jsou blíže popsány v předposlední sekci teoretické části této bakalářské práce. V poslední řadě jsou v této části popsány dostupné a nejvíce využívané navigační mobilní aplikace.

Druhá kapitola se zabývá samotnou realizací mobilní aplikace. Nejprve je zde uvedena a popsána využitá databáze a úložiště souborů na cloudové platformě Firebase. V přímé návaznosti jsou zde představeny stěžejní prvky aplikace. Následně jsou zde uvedeny technologie použité při vytváření samotné aplikace. V následující sekci je představen Use case diagram popisující uživatelské možnosti v aplikaci na základě oprávnění. V navazující podkapitole je popsána celková funkcionální aplikace, která zahrnuje bližší specifikace naprogramovaných rozhraní, služeb, formulářů a všech dostupných stránek. V podkapitole grafického rozhraní je obrázkově prezentována vizualizace samotné aplikace s výčtem několika dostupných stránek. Poslední podkapitola se zabývá představením instalace aplikace na mobilní zařízení s operačním systémem iOS. Po přečtení celé této kapitoly by měl každý být schopen bez větších problémů aplikaci plnohodnotně využívat.

Hlavní důvod, proč bylo zvoleno toto téma bakalářské práce, je fakt, že se již od malička věnuji cyklistice. V posledních letech se zájem právě o trailovou cyklistiku celosvětově enormně navýšil. V České republice ročně vznikají desítky nových stezek a přibývají trailová centra, mnozí čeští ale i světoví výrobci mají ve svém výběru nemalou nabídku celoodpružených i pevných

kol určených právě pro trailovou cyklistiku. Bude tedy cílem vytvořit přehlednou aplikaci, ve které si každý cyklistický nadšenec bude moci lehce vyhledat informace o konkrétních stezkách či centrech, událostech, které se v průběhu roku konají, ale také ve které budou dostupné články obsahující informace ze světa trailové cyklistiky.

# 1 TECHNOLOGIE URČOVÁNÍ POLOHY

## 1.1 Lokální polohové systémy

Jedná se o navigační systém, který dokáže určit danou polohu za každého počasí a v rozmezí pokrytí dané oblasti, pakliže je volný výhled na tři a více signalizačních míst. Nutno podotknout, že vůči globálnímu družicovému polohovému systému neposkytuje LPS globální pokrytí pro určování polohy. K určování polohy slouží tzv. beacons (přeloženo jako signalizační věže), které mají určitý rozsah a aby bylo možné zařízení lokalizovat, musí být zařízení uvnitř daného pokrytí. LPS se používá zejména v oblastech, kam se GPS nedostane, například uvnitř budov nebo v tzv. „městských kaňonech“, což jsou místa, kde je ulice lemována z několika stran vysokými budovami. K určování polohy slouží například Wi-Fi či Li-Fi přístupové body. [1]

## 1.2 Družicové polohové systémy

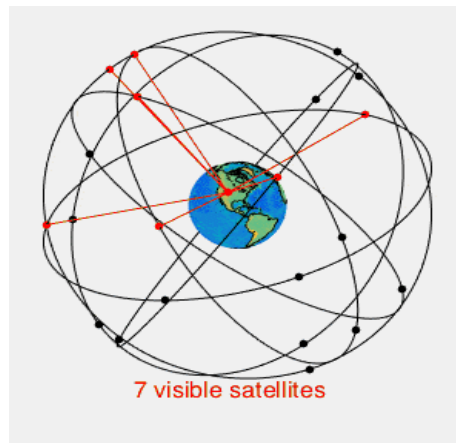
Vlastní družicové systémy nesahají až tak do minulosti, předcházela jim však velmi dlouhá a bohatá historie. Navigace se zpočátku určovala například pomocí přírodních těles – hvězdy, Slunce, Měsíc. Po vynalezení rádiového vysílání byla navigace prováděna na základě znalostí fyzikálních zákonitostí – šíření rádiových vln (radiomajáky).

Vývoj navigace se neskutečně posunul po vypuštění umělých družic na oběžnou dráhu Země. Prvním navigačním systémem využívající umělé družice byl *TRANZIT* – předchůdce *GPS*, který zprvu sloužil pro armádu USA, následně byl dostupný i pro civilní uživatele. Dalším systémem vyvinutým na americkém území byl tzv. *TIMATION* – pro vysílání přesného časového signálu. Sovětskými systémy, které výše zmíněným americkým systémům konkurovaly, byly např. *CYKLON*, *PARUS* či *CIKADA*.

Obdobím, kdy navigační systémy zaznamenaly největší rozmach, byly bezesporu 70. léta 20. století. V USA započal vývoj projektu *NAVSTAR-GPS*, dnes nejvíce známý pod zkratkou *GPS*. I ruská strana nezaostala a v tomtéž období začala pracovat na svém projektu zvaném *GLO-NASS*. O skoro 20 let později se Evropa připojila do světa navigačních systémů svým projektem pod názvem *GALILEO*. Dalšími celosvětovými systémy jsou například čínský *Beidou-2*, japonský *QZSS* či indický *NavIC*.

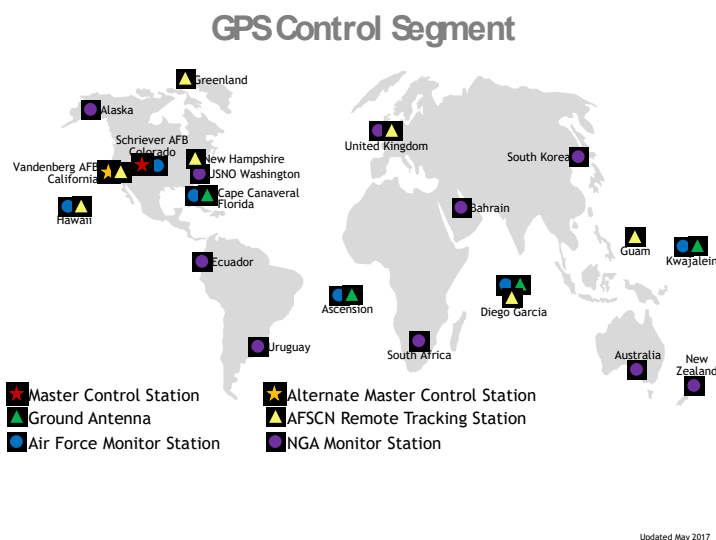
Současné struktura všech GNSS je velmi podobná a liší se jen v technických detailech. GNSS můžeme rozdělit na tři segmenty:

- **Kosmický segment** – zahrnuje aktivní umělé družice Země, obíhající po šesti téměř kruhových drahách ve výšce cca 20 000 km tak, aby z každého místa na Zemi bylo v jakýkoli okamžik možné navázat spojení alespoň se čtyřmi družicemi. Dráhy jsou vyobrazeny na obrázku (Obrázek 1) níže.



Obrázek 1 – Rozmístění GPS satelitů, zdroj: [16]

- **Řídící segment** – vytváří a udržuje systémový čas, monitoruje a koordinuje činnost celého systému, koriguje dráhy satelitů. Rozmístěná řídicích stanic je zobrazen na obrázku (Obrázek 2) níže.



Obrázek 2 – Stanice kontrolního segmentu GPS, zdroj: [17]

- **Uživatelský segment** – zahrnuje pozemní přijímače schopné přijímat a zpracovávat signály z družic. [2]



### 1.2.1 GPS

Jedná se bezesporu o nejvíce, hlavně mezi lidmi, rozšířený globální polohovací systém. Zkratka *GPS* ve svém plném názvu z angličtiny přeloženo znamená Globální Polohovací Systém (Global Positioning System). Jak je již zmíněno v předchozí sekci, vývoj tohoto systému započal v USA v 70. letech 20. století, přesněji v roce 1973, a byl původně určen pro vojenské účely. V roce 2000 byl systém plnohodnotně určen pro širokou veřejnost. Ke květnu 2020 využívá GPS 31 satelitů na oběžné dráze ve výšce cca 20 200 km zvané střední oběžná dráha Země, které za jeden den obkrouží planetu Zemi dvakrát. GPS je spravováno Ministerstvem obrany Spojených států amerických, které také udává, že alespoň 24 satelitů je dostupných v 95 % času. Z každého nekrytého místa na zemi jsou dostupné minimálně 4 satelity. V Česko republice je z každého nekrytého místa dostupných průměrně 7-8 satelitů a přesnost v ČR se pohybuje mezi 5-10 metry. Základní GPS služby poskytují pro uživatele průměrnou přesnost cca na 7,8 m.

Pro přijetí signálu z dostupných satelitů je nutné mít přímou viditelnost na oblohu. Každý ze satelitů průběžně vysílá speciální kódy, které obsahují *časové razítko* – *absolutní čas, ve kterém byl datagram odeslán ze satelitu* a informace o své poloze a poloze další satelitů. Přijímač, ať už se jedná v našem případě o mobilní telefon, či jiné zařízení, konstantně naslouchá signálům z těchto satelitů. V okamžiku doputování signálu z družice k přijímači si daný přijímač pomocí složitějšího algoritmu vypočítá rozdíl mezi časem odeslání a přijetím zprávy. Po samotném výpočtu je tedy možné zjistit, jak daleko se přijímač nachází od dané družice. Pakliže již data známe, víme, v jaké vzdálenosti se od satelitu nacházíme. Pro přesné určení polohy přijímače potřebujeme ale data z více družic.

GPS přijímače v mobilních telefonech jsou jen pasivní. V žádném případě nevysílají a nekomunikují s družicemi. Důvodem je historický záměr systému, kdy zařízení nemohlo být lokalizováno nepřítelem. K velkému omylu uživatelů patří, že drtivá většina z nich se domnívá, že GPS potřebuje ke svému fungování připojení k internetu.

A-GPS je pojem, který si velké množství lidí plete se samotným GPS, a při tom se jedná o dvě vcelku odlišné technologie. Každý GPS přijímač potřebuje ke svému přesnému určení polohy znát tzv. *efemeridy* (krátkodobé přesné předpovědi drah družice) a *almanach* (souhrnná zpráva o dlouhodobé předpovědi drah všech družic, čas, informace o ionosféře apod.). V případě dlouhého nepoužívání daného přijímače je nutné stáhnout aktuální data z družic, což by v případě samotného GPS mohlo trvat i několik minut. V tomto případě přichází na řadu již zmiňované

A-GPS, které je schopno tato data z družic stáhnout pomocí internetového připojení, což výrazně zvýší rychlost získání těchto dat. [3], [4], [5]

### 1.2.2 Galileo

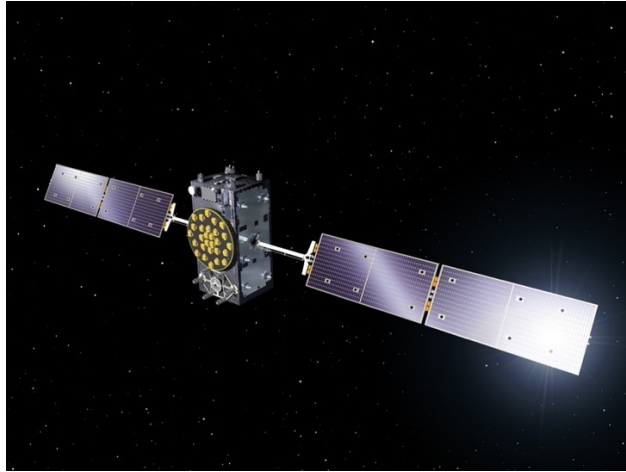
Galileo je projektem Evropské unie, který je financován prostřednictvím Evropské kosmické agentury. V první řadě nutno podotknout, že se jedná o přesnější autonomní polohový systém, než je americká GPS. Galileo vzniklo hlavně z důvodu, že EU nechce být tak moc ekonomicky závislé na cizích systémech. Galileo je jako jediný ze čtyř hlavních GNSS civilní, tedy není žádným způsobem napojen na ozbrojené složky. Mezi hlavní zajímavosti tohoto GNSS bychom mohli zahrnout i fakt, že od začátku budování tohoto systému v roce 1973 po jeho funkční spuštění uběhlo dlouhých 22 let, tedy až do roku 1995 se na daném systému pracovalo pro jeho spuštění. Roční předpokládané provozní náklady systému Galileo jsou 800 milionů euro. Mnoho firem, které zpočátku měly pomáhat s vybudováním tohoto evropského systému, upustilo od jeho financování ve strachu, protože se bály ziskovosti. Od roku 2007 tedy hradí veškeré provozní náklady samotná Evropská unie. V době, kdy bude Galileo v plně funkčním provozu, bude mít na oběžné dráze celkově 30 satelitů, z nichž bude 24 provozních družic a 6 záložních, ve výšce zhruba 23 000 km nad samotným povrchem Země, což je mnohem výše nežli satelity GPS či GLONASS. Znamená to tedy i to, že satelity evropského Galilea musí urazit delší cestu po oběžné dráze. V podstatě obkrouží Zemi celkově 1,7x za den. Nutno podotknout, že Galileo je interoperabilní s jinými globálními navigačními systémy za účelem zvýšení přesnosti a spolehlivosti. Nabízením dvou frekvencí jako standardu bude Galileo fakticky poskytovat nové úrovně přesnosti určení polohy v reálném čase a bude významně zlepšovat dostupnost služeb v nejextrémnějších podmínkách. Spuštěním Galilea Evropa také snižuje riziko výpadku nebo degradace ostatních navigačních systémů.

Jakmile bude systém Galileo plně funkční, nabídne po celém světě čtyři vysoce výkonné služby:

- Open Service (OS) – Otevřená a bezplatná služba Galileo vytvořená pro služby určování polohy a času. V budoucnu bude služba Galileo Open Service také poskytovat ověřování navigačních zpráv, které umožní výpočet polohy uživatele pomocí ověřených dat extrahovaných z navigační zprávy.
- High Accuracy Service (HAS) – Služba doplňující OS poskytováním dalšího navigačního signálu a služeb s přidanou hodnotou v jiném frekvenčním pásmu. Signál HAS lze zašifrovat, aby se kontroloval přístup ke službám Galileo HAS.

- Public Regulated Service (PRS) – Služba omezena na autorizované uživatele, pro citlivé aplikace, které vyžadují vysokou úroveň kontinuity služeb.
- Search and Rescue Service (SAR) - Příspěvek Evropy k COSPAS-SARSAT, mezinárodnímu družicovému vyhledávacímu a záchrannému systému detekce nouzových situací. [6]

Na obrázku (Obrázek 3) je zobrazena družice Galilea.



Obrázek 3 – Družice Galileo FOC, zdroj: [18]

### 1.2.3 Porovnání systémů GPS a Galileo

Jak už již bylo zmíněno v předchozích dvou kapitolách GPS je amerického původu a Galileo evropského. Galileo je prvním civilním globální družicovým polohovým systémem, zatímco GPS je pod vojenskou správou. Co se týče přesnosti určování aktuální polohy, Galileo vítězí v mnoha ohledech. Udávaná průměrná přesnost určení polohy systémem GPS je okolo 5 m, zatímco u Galilea je to něco okolo 1 m. Ve většině případů je Galileo i o mnoho přesnější v zastavěných oblastech, zejména v tzv. „městských kaňonech“, kde ulice lemují vysoké budovy či mrakodrapy. Jak již bylo zmíněno v předchozím úseku, Galileo je interoperabilní, což znamená, že spolupracuje s ostatními GNSS s cílem dosáhnout větší přesnosti určení polohy. Na obrázku níže (Obrázek 4) je vyobrazeno porovnání GNSS. [7]

	Urban Canyon #1	Urban Canyon #2
GPS	331.9m	76.2m
GPS+GLONASS	42.9m (13%)	7.6m (10%)
GPS+Galileo	10.7m (3%)	5.4m (7%)
GPS+GLONASS+Galileo	43.0m (13%)	24.7m (32%)
<i>Positive numbers indicate improvement over GPS.</i>		

	Indoor #1	Indoor #2
GPS	278.7m	70.3m
GPS+GLONASS	68.4m (25%)	11.8m (17%)
GPS+Galileo	24.6m (9%)	10.1m (14%)
GPS+GLONASS+Galileo	64.0m (23%)	15.8m (23%)
<i>Positive numbers indicate improvement over GPS.</i>		

Obrázek 4 – Porovnání GNSS, zdroj: [19]

## 1.2.4 Další polohové systémy

V předchozích kapitolách byly zmíněny globální polohové systémy Galileo evropského původu a GPS amerického původu. Avšak na oběžné dráze obíhá Zemí mnoho satelitů jiných systémů. Jedná se o projekty GNSS, které vznikly ve velkých Zemích. V této kapitole se budeme zabírat zejména ruským GLONASS, indickým IRNSS/NavIC, čínským BeiDou a japonským QZSS.

### GLONASS

GLONASS (GLObalnaja NAvigacionnaja Sputnikovaja Sistema) je původně sovětský, nyní ruský, GNSS, jehož vývoj započal v 70. letech. Velkým počátečním problémem dosažení konstantního funkčního stavu systému byla zejména životnost samotných družic (od jednoho do tří let) a nedostatek financí. GLONASS potřebuje k dosažení plné operační dostupnosti 24 družic stejně jako tomu je u GPS. Plného funkčního stavu se systému podařilo dosáhnout po dlouhých letech vývoje v roce 2011. Stejně jako tomu je u GPS, GLONASS je pod správou armády dané země, tedy Ruské federace. [8]

### IRNSS

Jedná se o nezávislý regionální navigační systém, který je vyvíjen společností ISRO (Indická kosmická agentura). Samotný projekt systému byl představen indickou vládou v roce 2006 s výhledem plného spuštění v roce 2016. V základu je vyvinut zejména pro potřeby obyvatel Indie a oblastí do vzdálenosti 1500 km od hranic samotného rodičovského státu. Oblasti jsou znázorněny na obrázku vpravo (Obrázek 5). Samotný systém poskytuje vcelku dva typy služeb. Jedním z nich je tzv. Standardní Poziční Služba (Standard Positioning Service – SPS), která je poskytnuta všem uživatelům, a druhá tzv. Omezená



Obrázek 5 – Oblast pokrytí GNSS IRNSS, zdroj: [20]

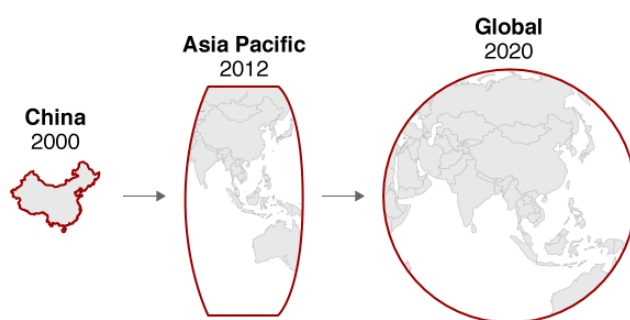
Služba (Restricted Service – RS), která je dostupná jen oprávněné skupině lidí. Indická vláda uvádí, že IRNSS by měl poskytovat určování polohy s přesností menší než 20 m v primární oblasti. Do hlavních cílů zaměření satelitní systému spadá např. pozemní, letecká či námořní navigace, sledování vozidel a vozového parku či mapování a sběr geodetických dat. Celkově bylo zaznamenáno devět pokusů vypuštění družic na oběžnou dráhu Země, z nichž bylo osm úspěšných a jeden neúspěšný z důvodu poruchy kapotáže, která se neoddělila a satelit kvůli tomu nemohl dosáhnout požadované výšky na oběžné dráze. Občas je IRNSS název nahrazován operačním jménem NavIC. [9], [10]

## BeiDou

BeiDou je navigační satelitní systém, který byl zkonstruován a je provozován Čínskou lidovou republikou, s hlavním záměrem na potřeby státní bezpečnosti, ekonomického a sociálního rozvoje. BeiDou poskytuje časoprostorovou infrastrukturu celostátního významu, zejména pro určování polohy a navigace za každého počasí včetně vysoké přesnosti. Díky tomuto faktu je hojně využíván v zemědělství, hydrologickém měření, rybářství, meteorologických předpovědích, veřejné bezpečnosti a mnoho dalších. Vývoj BeiDou se rozděluje celkově na tři části, první z nich je BDS-1, která si kladla za cíl poskytnout dostupnost pro celou Čínu, druhou částí byla BDS-2, která si kladla za cíl poskytnout služby pro celý Asijsko-Pacifický region a v poslední řadě třetí část BDS-3, která si

### Beidou satellite navigation system

Expansion of coverage



Source: China Satellite Navigation Office

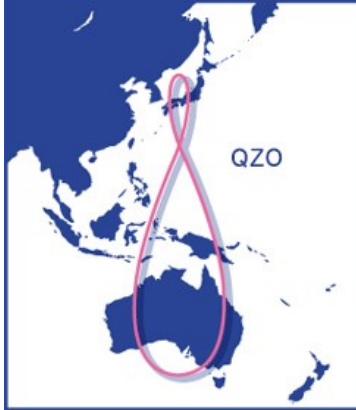
BBC

Obrázek 6 – Oblasti pokrytí GNSS BeiDou v čase, zdroj: [21]

kladla za cíl, aby se BeiDou stal globálním satelitním systémem. Všechny tři fáze vývoje pokrytí jsou znázorněny na obrázku (Obrázek 6) vlevo. Ke dni 23. června 2020 byl na oběžnou dráhu úspěšně vynesena poslední satelit třetí fáze vývoje tohoto systému. Tento systém disponuje celkově třiceti pěti satelity na oběžné dráze. [11]

## QZSS

Posledním satelitním systémem, který je zmíněn v této práci, je japonský regionální QZSS (Quasi-Zenith Satellite System). QZSS je mnohdy označován také jako „japonský GPS“. Satelity tohoto systému operují v kvazi-zenitových drahách. Tento satelitní systém využívá satelitní



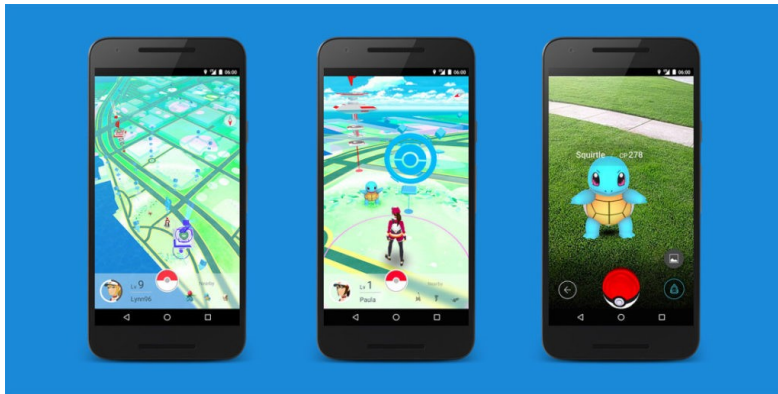
Obrázek 7 – Operativní oblast GNSS QZSS, zdroj: [22]

signály pro výpočet informací o aktuální pozici zařízení. QZSS operuje na základě čtyř satelitů od listopadu roku 2018, s faktem, že v každém okamžiku v čase jsou viditelné tři družice v každé lokaci v Asijsko-Oceánském regionu. Operační oblast je zobrazena na obrázku (Obrázek 7) vlevo. QZSS lze použít integrovaným způsobem s GPS, což zajišťuje dostatečný počet satelitů pro stabilní a vysoce přesné určování polohy. QZSS je spravováno japonskou národní vesmírnou agenturou JAXA. Tato agentura má v budoucích plánech do roku 2024 naplánováno začlenění celkově sedmi satelitů. [12], [13]

### 1.3 Geosociální síť

Jedná o speciální typ sociálních sítí, které využívají zeměpisné služby jako jsou geokódování (proces, který k textovému popisu lokace, jakož je například adresa nebo název místa, vrací zeměpisné souřadnice, nejčastěji pár zeměpisné délky a šířky, které identifikují danou lokaci na zemském povrchu) a geotagging (přiřazování zeměpisných identifikačních metadat k zeměpisně otagovaným fotografiím, videím či webovým stránkám). Reverzní geokódování je proces převádění zeměpisných souřadnic na popis daného místa, nejčastěji na jeho název nebo adresu.

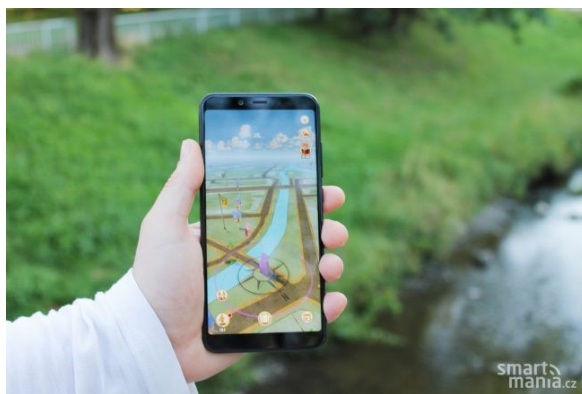
Velkým fenoménem, který, dá se říct, odstartoval éru geosociálních sítí, byl tzv. Geocaching. Hra na pomezí turistiky a sportu, kdy lidé hledají tzv. cache (česky známé lépe pod slovy „keš“ či „keška“) na základě zeměpisných souřadnic či popisu místa. Na těchto místech jsou většinou ukryty krabičky s různorodým obsahem. Hráči, pakliže si z dané cache něco vezmou, jsou povinni přispět do dané cache vlastním příspěvkem. Hlavním motivem této hry bylo dostat mládež od počítačů a donutit je k pohybu. [14]



Obrázek 8 – Aplikace Pokémon GO, zdroj: [23]

tostí s reálným světem způsobem, kdy se v reálné mapě vyskytují Pokémoni, arény pro souboje mezi hráči a jiné prvky hry. Aby uživatel pochytil, co nejvíce Pokémonů, musí se pohybovat venku a chodit v ulicích. Jak již bylo zmíněno, v mapě se vyskytují arény, kde se hráči utkávají v soubojích se svými Pokémony (PvP prvky) anebo společně proti o mnoho silnějším Pokémonům (PvE prvky). Samotné rozhraní aplikace Pokémon GO je zobrazeno na obrázku (Obrázek 8) výše.

Na prakticky totožném principu jako *Pokémon GO* funguje další mobilní hra z kouzelného světa Harryho Pottera nesoucí název *Harry Potter: Wizards Unite*<sup>2</sup>. Hráčům je poskytnuta mož-



Obrázek 9 – Aplikace Harry Potter: Wizards Unite, zdroj: [24]

nost nahlédnout do magického světa J. K. Rowlingové, ve kterém mohou pomocí prstových gest zkoušet různá kouzla, objevovat záhadné artefakty, či narážet na ikonické charaktery a legendární monstra ze světa Harryho Pottera. Není nijak skryta inspirace právě od hry *Pokémon GO*, jenž už z faktu, že obě hry vznikly ve studiích vývojářské firmy Niantic. Samotné rozhraní aplikace Harry Potter: Wizards Unite je zobrazeno na obrázku (Obrázek 9) vlevo.

Mezi nejznámější geosociální aplikaci bezesporu patří Foursquare<sup>3</sup>. Jedná se o aplikaci využívající GPS a internetové připojení na principu hry, která umožňuje prozkoumávat nová místa, sledovat polohu svých přátel na dané platformě, či získávat ocenění (anglicky badges). Aplikace vznikla v roce 2007 a od své prvotní verze zaznamenala obrovský vzestup. Pro to, aby byl

<sup>1</sup> <https://pokemongolive.com/en/>

<sup>2</sup> <https://www.harrypotterwizardsunite.com/>

<sup>3</sup> <https://foursquare.com/>

uživatel schopen zaznamenávat historii navštívených míst, komentovat, hodnotit či hledat lokaci svých přátel, se musí nejdříve zaregistrovat. V aplikaci si můžete lokalizovat svou aktuální polohu na jejímž základě se uživateli ukážou dostupná místa k objevování. Pokud dané místo není obsaženo v mapě, je uživatel schopen lokaci přidat s jejím popisem a fotkami. Po navštívení určitého místa si uživatel zapíše, že dané místo navštívil (anglicky check-in), za což pak dostane určitý obnos bodů. Všechna místa je možné doplňovat o informace související s popisem místa, ať už vlastním komentářem, tak i fotkami. Díky těmto informacím je uživatel schopen posoudit, zda se dané místo vyplatí navštívit či nikoli. V okruhu svých přátel je možné si zasílat osobní zprávy a komunikovat tak mezi sebou. V aplikaci je umožněno vyhledávat všemožná místa, ať už se jedná o muzea, vyhlídky, restaurace, kavárny, kina a mnoho dalších.

Další velmi rozšířenou a známou aplikací je TripAdvisor<sup>4</sup>. Dle dostupných dat se jedná o největší cestovatelskou platformu současnosti. Aplikace obsahuje bezmála 859 milionů uživatelských recenzí a názorů na 8,6 milionu ubytování, restaurací, zážitků, leteckých společností a plaveb. Samotná aplikace vznikla mnohem dříve než předchozí zmíněný Foursquare, přesněji o 7 let, tedy v roce 2000 ve Spojených státech amerických.

V nynější době je mnoho alternativních aplikací, které mohou uživatelé využívat jednak pro zjišťování informací o okolních místech. Mezi známější aplikace můžeme zařadit Local Guides<sup>5</sup> od společnosti Google využívající samotné Google Maps. Za zmínku určitě stojí také například Airbnb<sup>6</sup> sloužící pro nabízení ubytování, kde si uživatel může vybrat ubytování ve své preferované lokaci. Airbnb slouží zejména pro nabízení ubytování, které poskytují samotní lidé. Lze zde objednat například celé objekty, či jen pokoj ve sdíleném ubytování. Airbnb neslouží jen pro nabídky ubytování, ale také pro vyhledávání a rezervování zážitků, ať už se jedná o plavby na jachtách, lanové parky nebo o degustace lokálních jídel a nápojů. V přímé konkurenci Airbnb stojí Booking.com, který nabízí ubytování v hotelech. Trendem se v poslední době stalo, že mnohé hotely z Booking.com nabízejí své pokoje právě na konkurenčním Airbnb.

---

<sup>4</sup> <https://www.tripadvisor.cz/>

<sup>5</sup> <https://maps.google.com/localguides/>

<sup>6</sup> <https://www.airbnb.com/>



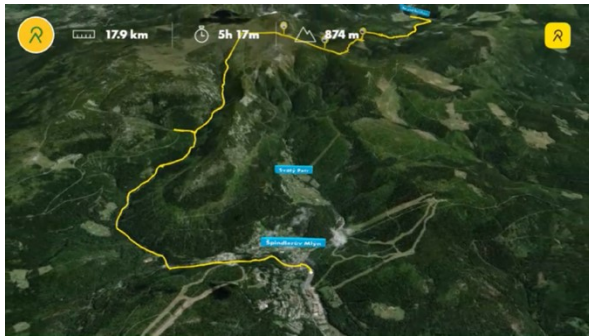
## 1.4 Mobilní aplikace využívající polohové služby ve sportu

Oblíbeným sportovních aktivit je poskytnuto ke stažení mnoho mobilní aplikací, které jim pomáhají sledovat své sportovní vytížení, mnohdy právě i s mapovým zobrazením jejich běhů, jízdy na kole či alpského lyžování. Aplikace velmi rády poskytují také mnohá ocenění za sportovní aktivity, například za uběhnutou vzdálenost během jednoho měsíce či spálené kalorie v daném časovém intervalu. V ruku v ruce jdou často s těmito sportovně zaměřenými aplikacemi chytré hodinky. Uživatelé jsou většinou denně motivováni k tzv. „uzavírání“ pohybových cílů, kdy například za den musí spálit určitý počet kilokalorií, či být v konstantním pohybu po určitou dobu. Mezi nejznámější sportovní aplikace měřící sportovní aktivity a zobrazující dráhu dané aktivity patří například Runtastic, aplikace od společnosti Adidas, či Nike Run Club, jak už sám název napovídá, aplikace pod záštitou sportovní značky Nike.

### 1.4.1 Strava

Velkou oblibu si v posledních letech získala aplikace Strava, která funguje prakticky jako každá jiná sportovní trackovací aplikace, avšak své aktivity může člověk sdílet na hlavní stránce aplikace mezi svými přáteli. Ty mu mohou například danou aktivitu okomentovat, či označit tlačítkem „To se mi líbí“ – v aplikaci nazváno „kudos“. Velkou výhodou této aplikace, která láká mnoho sportovních nadšenců zejména do běhu a cyklistiky, jsou takzvané segmenty. Jedná se o úseky buď pro kolo či běh, na kterých aplikace změří výsledný čas a zapíše jej do žebříčku daného segmentu. Takto mohou lidé spolu různě soutěžit. Nutno ale však podotknout, že aplikaci lze využívat bezplatně s omezenými funkcemi. Uživatelé využívající bezplatnou verzi si nemohou například nastavovat budoucí sportovní cíle, plánovat tréninky, plánovat trasy a další. Aktuálně v první polovině roku 2021 stojí předplatné \$7.99 při měsíčních platbách a \$5.00 za měsíc při jednorázové roční platbě.

## 1.4.2 Relieve



Obrázek 10 – Vizualizace trati v aplikaci Relieve,  
zdroj: autor

Velmi zajímavou aplikací, která však neslouží ke sledování sportovních aktivit, ale spíše pro vizualizaci běhů, jízdy na běžkách, či jízdy na kole, se nazývá Relieve. Vizualizace daných aktivit je velmi povedené, kdy si uživatel zvolí, jakou aktivitu chce zpracovat a aplikace se postará o vše ostatní. Výsledkem je video o průběhu dané aktivity zakreslené do 3D mapy. Po-

kud člověk během dané aktivity fotí či natáčí videa, daná média se také v daném videu od aplikace zobrazí. Náhled vizualizace trati v aplikaci je zobrazen na obrázku (Obrázek 10) výše.

## 1.5 Mobilní navigační aplikace

Ve světě mobilních telefonů existuje v nynější době mnoho dostupných navigačních aplikací, které denně využívá milióny uživatelů po celém světě. V mnoha ohledech je občas velmi obtížné si z kvanta aplikací vybrat tu správnou. Dle dostupných statistik (z webu [www.statista.com](http://www.statista.com)) jsou mezi uživateli nejpoužívanější navigační aplikací Google Maps. Velkou oblibu si mezi uživateli získala aplikace Waze, která je také vyvíjena společností Google. Pomyslně stupně vítězů uzavírají Apple Maps. V následující sekci jsou popsány tyto pomyslné vítězové a další dostupné navigační aplikace pro mobilní zařízení.

### 1.5.1 Google Maps

Jak již bylo zmíněno, jedná se o nejpoužívanější navigační mobilní aplikaci na celém světě. I přes celkové vítězství má tato aplikace své světlé, ale také stinné stránky. Mezi ty světlé patří například možnost volby typu transportu z velké nabídky, včasné informování o aktuální situaci na komunikacích, plánování příjezdu do destinace či plánování odjezdu. Za těmito světlými stránkami však existují také nějaké nedostatky, mezi něž patří například žádná funkce, která by umožňovala sdílení na sociálních sítích, velká náročnost na mobilní baterii či občasné zpožděné reakce navigace na aktuální pozici zařízení. Aplikace je dostupná pro iOS i Android.

### 1.5.2 Waze

Pomyslným druhou nejúspěšnější aplikací na stupních vítězů je aplikace Waze, která byla vytvořena izraelskou skupinou Waze Mobile a která byla roku 2013 odkoupena společností Google. Velikým rozdílem oproti Google Maps je fakt, že informace ohledně prací na komunikacích, policejních kontrolách, objíždkách, radarech a podobně je kompletně kontrolována uživateli. Ty vždy daný bod na mapě potvrdí či odmítnou na základě skutečnosti, zda je zdroj stále aktuální. Jednou z velkých výhod Waze map je také skutečnost, že všechny informace o aktuálním dění na komunikacích jsou promítávány do aplikace a na základě nich je uživatel schopen během jízdy měnit trasu k cíli. Jak už bylo zmíněno v sekci Google Maps, tyto mapy neumožňují propojení s žádnou sociální sítí, avšak samotná Waze umožňuje propojit aplikaci s Facebookem. Na základě této skutečnosti mohou uživatelé posílat svou aktuální pozici na svou zeď. Velkým nedostatkem aplikace je využití baterie telefonu. Jelikož aplikace neustále aktualizuje stav a hledá alternativní cesty, je aplikace velmi náročná na výkon telefonu. Aplikace je dostupná pro všechny telefony s GPS funkcionalitou.

### 1.5.3 Apple Maps

Hlavním velkým soupeřem Google Maps jsou právě Apple Maps z dílny americké společnosti Apple. Jedná se o velkého soupeře Google Maps, jelikož na všech iPhonech jsou v základu předinstalovány právě Apple Maps. Tyto mapy v zásadě umožňují totožnou funkcionalitu jako její úhlavní soupeř. Apple Maps umožňují vizualizovat trasu ve 3D modelu. Jedním z nedostatků je, že někteří uživatelé si stěžují jsou občas informace o odbočkách nekorektní či zpomalené, což vyúsťuje ve většině případů ve špatné odbočení.

### 1.5.4 Ostatní navigační aplikace

Mnoho českých, ale i slovenských uživatelů mobilních telefonů využívá k navigaci aplikace od české společnosti Seznam.cz s názvem Mapy.cz. Do aplikace byla v posledních měsících doplněna funkcionalita, která umožňuje zobrazit aktuální stav dopravy na komunikacích. Česká aplikace Mapy.cz se stává velkým konkurentem právě i zmíněných tří aplikací světové ráže. I přes veliký úspěch Map.cz na českém a slovenském území se mapy ve světě příliš nechytily. Avšak samotní vývojáři Seznam.cz nezháleli a vydali se do světa s novými mapami s názvem Windy Maps, které jsou velmi podobné, ale i zároveň odlišné od Map.cz.

Dalšími aplikacemi, které jsou ve světě map a navigací velmi oblíbené mezi uživateli patří například MapQuest, Scout GPS, Sigic, TomTom GO a mnoho dalších. [15]

## 2 REALIZACE MOBILNÍ APLIKACE

### 2.1 Databáze

#### 2.1.1 Cloud Firestore

V této práci byla využita databáze Cloud Firestore<sup>7</sup> platformy Firebase, jejímž vývojářem je samotný Google. Firabase poskytuje služby pro vytváření mobilních a webových aplikací. Nutno podotknout, že samotná platforma má na výběr ze dvou velmi podobných databází. Jednou z nich je právě již zmíněný Cloud Firestore a druhou je Realtime Database. V obou případech se jedná o cloudové databáze, které poskytují synchronizaci dat v reálném čase. Jedná se o velmi podobná, a mnoha ohledech poskytující stejné služby, databázová řešení. Cloud Firestore je novější a zakládá si na svém předkovi Realtime Database. Cloud Firestore poskytuje bohatší a rychlejší databázové dotazy a je také mnohem více škálovatelný. Nutno podotknout, že se jedná o NoSQL, dokumentově-orientovanou databázi. Data jsou v databázi uložena v dokumentech, které jsou organizovány do kolekcí. Každý dokument se skládá z páru klíč-hodnota. Cloud Firestore je velmi dobře optimalizovaný pro ukládání málo obsáhlých dokumentů v rozlehlých kolekcích. Každý dokument je reprezentován svým jménem. Všechny dokumenty musí existovat pod kolekcemi. Každý dokument může také obsahovat pod kolekce a vnořené objekty. Tato databáze poskytuje uživatelům kompletně volnou ruku nad tím, jak si data budou organizovat. V kolekcích lze ukládat kompletně odlišné dokumenty s odlišnými typy dat. Ukládání odlišných typů dokumentů v jedné kolekci není však dobrým přístupem, jelikož by dotazování do databáze zabíralo mnohem více času, nežli kdyby byly v kolekci dokumenty stejné konstrukce. Datovými typy, které lze ukládat v databázi jsou string, number, boolean, map, array, null, timestamp, geopoint a reference. Je tedy zřejmé, že v samotné databázi nelze ukládat například obrázky, videa či zvukové stopy. Pro tyto účely slouží služba na stejné platformě s názvem Cloud Storage. V dokumentech jsou pak ukládány URL adresy na konkrétní soubory v Cloud Storage. Firebase nabízí přehledné webové rozhraní pro práci nejen se samotnou databází, ale i dalšími nabízenými službami, skrze takzvanou konzoli. Nutno podotknout, že Cloud Firestore je do určité míry zdarma. Uživatelům je poskytnuto padesát tisíc čtení a dvacet tisíc zápisů do databáze zdarma denně.

---

<sup>7</sup> <https://firebase.google.com/docs/firestore>

Samotné rozčlenění databáze se skládá z celkově čtyř kolekcí. První z nich je kolekce obsahující údaje o registrovaných uživateli. Údaje o registrovaných uživateli jsou uloženy ve službě autentizace, ale jen s údaji o přihlašovací hesle a emailu. Tyto údaje bylo nutné rozšířit o jméno uživatele, jeho oblíbená trailová centra, a hlavně uživatelskou roli. Každý nově registrovaný uživatel má tedy uveden záznam ve službě autentizace ale také v samotné databázi Firestore Cloud v kolekci *users*. Dokumenty v této kolekci obsahují celkově čtyři pole, jimiž jsou e-mail, celé jméno, pole oblíbených center a uživatelská role. Nutno podotknout, že nově registrovaní uživatelé mají vždy základní uživatelská práva bez možnosti editace obsahu kromě událostí. Při registraci pomocí služby autentizace je uživateli vygenerován unikátní identifikátor, který je také použit jako jednoznačný identifikátor uživatele v databázi.

Druhou kolekcí a kolekce pod názvem *centers*. V této kolekci jsou ukládány všechny údaje o dostupných trailových centrech. Každý nově vložený dokument do této kolekce má vlastní vygenerovaný unikátní identifikátor. Obsažená pole v každém dokumentu jsou následující:

- *city* – obec, ve kterém se centrum nachází,
- *comments* – všechny uživatelské komentáře pro dané centrum,
- *description* – popis daného trailového centra,
- *geohash* – hashovaná hodnota zeměpisné polohy trailového centra,
- *latitude* – číselná reprezentace zeměpisné šířky,
- *longitude* – číselná reprezentace zeměpisné délky,
- *name* – název trailového centra,
- *notrails* – počet dostupných trailových stezek v centru,
- *trails* – pole s názvy dostupných trailových stezek v centru,
- *url* – adresa obrázku trailového centra ve Firebase Storage,
- *website* – oficiální webová adresa trailového centra.

Třetí kolekcí obsaženou v samotné databázi jsou články, v databázi uvedeny pod názvem kolekce *articles*. Stejně jako u trailového centra je při vkládání nového článku do této kolekce vygenerován unikátní jednoznačný identifikátor. Dokumenty v této kolekci obsahují celkově šest položek:

- *body* – textový obsah daného článku,
- *center* – jedná se o databázovou referenci na trailové centrum, pokud je daný článek spjatý s konkrétním centrem, pokud ne, jedná se o textovou reprezentaci s hodnotou „none“,

- `published` – časové razítko reprezentující vytvoření daného článku,
- `subtitle` – podtitulek článku,
- `title` – titulek článku,
- `url` – adresa obrázku článku ve Firebase Storage.

Poslední a také nejobsáhlejší kolekci, která je obsažena v databázi je kolekce událostí pod názvem *events*. Nese v sobě záznamy o vytvořených událostech a každá z těchto událostí disponuje celkově třinácti záznamy jimiž jsou:

- `center` – reference na trailové centrum, se kterým je daná událost spjata,
- `checked` – logický datový typ, který značí, zda daná událost byla schválena administrátorem,
- `count` – počet uživatelů, které událost zajímá,
- `creator` – reference na registrovaného uživatele, který je autorem události,
- `description` – popis události,
- `endDate` – časové razítko konce události,
- `startDate` – časové razítko začátku události,
- `geohash` – hashovaná hodnota zeměpisné polohy události,
- `interested` – výčet referencí na uživatele, které událost zajímá,
- `latitude` – číselná reprezentace zeměpisné šířky,
- `longitude` – číselná reprezentace zeměpisné délky,
- `name` – název události,
- `url` – adresa obrázku události ve Firebase Storage,
- `website` – oficiální webová adresa trailového centra či události.

Databáze má také nedefinovaná přístupová práva pro zapisování, čtení a modifikaci pro jednotlivé dokumenty kolekci. Tato pravidla jsou definována přímo ve webovém rozhraní Cloud Firestore. Každá kolekce disponuje odlišnými přístupovými právy. Všechny dokumenty může číst každý uživatel, i když není přihlášený. Vkládání a modifikace dokumentů je povolena jen uživatelům s administrátorskými právy. Dokumenty kolekce událostí může vkládat každý přihlášený uživatel. Modifikace je povolena jen administrátorovi a uživateli, který danou událost vytvořil. Na obrázku (Obrázek 11) níže je zobrazena definice přístupového práva pro kolekci událostí a funkce, která zjišťuje, zda daný uživatel disponuje administrátorskými právy.

```
function isAdmin() {
  return get(/databases/${database}/documents/users/${request.auth.uid}).data.role == "admin";
}

match /events/{eventID} {
  allow read: if true;
  allow write: if request.auth != null;
  allow delete, update: if request.auth != null
    && (isAdmin() || request.auth.uid == resource.data.creator);
}
```

Obrázek 11 – Ukázka přístupových pravidel databáze, zdroj: autor

## 2.1.2 Storage

Jak již bylo zmíněno v sekci výše, v samotné databázi nelze ukládat fotky či video soubory. Právě pro toto řešení Firebase poskytuje takzvaný Cloud Storage<sup>8</sup>. Cloud Storage umožňuje stahovat a nahrávat soubory přímo z klientů. Cloud Storage je stejně jako Cloud Firestore do jisté míry poskytnut uživatelům zdarma. Hranice bezplatného používání je 5 GB dat uložených v samotném úložišti. Samotné úložiště obsahuje celkově tři podsložky obrázků tak, aby byly odděleny nesouvisející obrázky. Těmito podsložkami jsou složky obrázků pro trailová centra, události a články. Každý záznam v databázi, který disponuje obrázkem, nese odkaz na daný obrázek právě do tohoto úložiště.

## 2.2 Základní prvky aplikace

Základními stavebními kameny aplikace jsou frameworky Angular a Ionic, doprovázeny programovacím jazykem TypeScript. Celá aplikace byla vyvíjena v prostředí Visual Studio Code, při samotné instalaci na mobilní telefon iPhone 8 s operačním systémem bylo použito vývojové prostředí XCode. V sekci níže jsou podrobně uvedeny popisy daných použitých technologií, knihoven a dalších závislostí.

### 2.2.1 Angular

Jak již bylo zmíněno, Angular<sup>9</sup> je primárním základem celé aplikace. Jedná se o platformu a framework, který umožňuje vyvíjení tzv. single-page (přeloženo jako jednostránkových) klientských aplikací v návaznosti na HTML a TypeScript. Samotný framework je vyvíjen mezinárodní technologickou společností Google. První verzí samotného frameworku byl AngularJS, prvně vydaný na konci roku 2010. Jak už samotný název napovídá, jedná se o verzi založenou na programovacím jazyce JavaScript. Trvalo necelé 4 roky, než byla uvedena verze Angular, založena na programovacím jazyce TypeScript. Tyto novější verze založené na jazyce TypeScript jsou mnohdy nazývány jako Angular 2+ či Angular v2 a vyšší. Nutno podotknout, že AngularJS a Angular nejsou navzájem kompatibilní, jelikož jsou založeny na úplně jiných principech, a hlavně na rozdílných programovacích jazycích i přes fakt, že TypeScript je z velké

---

<sup>8</sup> <https://firebase.google.com/docs/storage>

<sup>9</sup> <https://angular.io/>



části vychází právě z JavaScriptu. Dá se tedy říct, že se jedná o nastavbu JavaScriptu. Framework implementuje základní a volitelné funkce jako sadu knihoven jazyka TypeScript. Při programování aplikace byl využíván Angular ve verzi 11.0.5.

### 2.2.2 Ionic

Ionic<sup>10</sup> je otevřený UI framework, který disponuje uživatelskou sadou nástrojů pro vytváření výkonných a vysoce kvalitních mobilních a desktopových aplikací v přímé návaznosti na HTML, CSS a programovací jazyk s framework integrací, například pro Angular, React či Vue. Samotný framework se zaměřuje na frontend UX a UI aplikační interakce jako jsou gesta, animace, interakce či ovládací prvky. S předdefinovanými a předpřipravenými komponentami je to unikátní nástroj pro vyvíjení multiplatformních aplikací, které se adaptují na konkrétní zařízení. Mezi řadu předdefinovaných Ionic komponent patří například checkboxy, statická či plovoucí tlačítka, alerty, rozložení, ikony, textová pole, menu, modální okna a mnoho dalších. Samotné prvky budou popsány v následujících sekcích při popisování samotné aplikace. Framework disponuje také CLI neboli příkazovým řádkem, který poskytuje vývojářům řadu užitečných příkazů. Mezi příkazy například patří samotné instalování či aktualizace, příkaz pro spuštění aplikace ve webovém prohlížeči, příkaz pro kontrolu integrity a „zdravosti“ projektu, či příkaz pro generování komponent, stránek či direktiv. Mezi nejznámější aplikace postavené právě na Ionic frameworku patří například Cryptochange, Untappd, JustWatch, Honeyfi a mnoho dalších. V aplikaci je využívána Ionic verze číslo 5.5.2.

### 2.2.3 TypeScript

TypeScript<sup>11</sup>, jak už bylo zmíněno v předešlých sekcích, je open-source programovací jazyk, který je postaven na základě JavaScriptu. Ve zkratce řečeno je to Javascript plus několik funkcí navíc. Jedná se o silně typový, objektově orientovaný a transpilovaný jazyk do JavaScriptu. Hlavním designérem je Anders Hejlsberg, který je taktéž designérem jazyka C# ve firmě Microsoft. Přejechod programátorů z jazyka JavaScript na TypeScript je velice rychlý, jelikož celková syntaxe je téměř totožná. Celý TypeScript kód je za účelem provedení konvertován do JavaScript ekvivalentu. TypeScript podporuje i ostatní JavaScript knihovny. Všechny soubory s JavaScript příponou .js mohou být volně přetypovány na TypeScript příponu .ts za účelem

---

<sup>10</sup> <https://ionicframework.com/>

<sup>11</sup> <https://www.typescriptlang.org/>

kompilace s ostatními TypeScript soubory. TypeScript je přenositelný napříč zařízeními, operačními systémy a webovými prohlížeči. TypeScript nepotřebuje vyhrazené VM či specifické konkrétní prostředí pro provedení. V aplikaci je využíván TypeScript ve verzi 4.0.2.

## 2.3 Použité technologie

### 2.3.1 Firebase Authentication

V sekci o databázi byl již obecně zmíněn samotný Firebase a jeho služby Cloud Firestore a Cloud Storage. V aplikaci je využita i další služba Firebase nesoucí název Firebase Authentication<sup>12</sup>. Jedná se o službu poskytující možnost přihlašování a registrace uživatelů pomocí předdefinovaných schémat. Mezi ně například patří email-password dvojice, telefonní ověření, přihlášení skrze existující účet u Googlu, Facebooku, Twitteru, GitHubu, Applu či dalších společností. V aplikaci byl využit přístup skrze dvojici údajů e-mail a password. Každý uživatel má možnost si vytvořit vlastní účet v aplikaci. Při registraci je po uživateli požadováno zadání celého jména, emailu a hesla. Každá nově registrovaný uživatel má přístupová práva uživatele, nemůže tedy modifikovat obsah aplikace kromě událostí. Nutno podotknout, že administrátor má plný přístup k modifikaci obsahu aplikace. Firebase Authentication funguje na bázi porovnání vstupních přihlašovacích údajů s daty v samotném Firebase Authentication SDK, tato backendová služba následně vrátí verifikaci těchto údajů klientovi. Pakliže se verifikace zadaných údajů úspěšně provede, je využito i webové lokální úložiště pro uložení uživatelských údajů, se kterými se následně v aplikaci pracuje, například při editaci obsahu aplikace.

### 2.3.2 Firebase Hosting

```
bitbucket-pipelines.yml
1 image: node:12.18.1
2 pipelines:
3   branches:
4     develop:
5       - step:
6         deployment: test
7         script:
8           - npm install
9           - npm install -g @angular/cli firebase-tools
10          - cd functions/
11          - npm install
12          - cd ..
13          - npx ionic build --prod
14          - ls -laR ./www
15          - firebase deploy --token=$FIREBASE_TOKEN --project trail-application-d750b --non-interactive
```

Během vývoje této aplikace byl také využit dostupný webový hosting od platformy Firebase. Díky hostingu bylo možné prezentovat stav vývoje aplikace bez větších problémů.

Obrázek 12 – Konfigurační soubor pro Bitbucket Pipelines, zdroj: autor

<sup>12</sup> <https://firebase.google.com/docs/auth>

Pro aktualizování verzi aktuální stavu vývoje aplikace byly využity takzvané *Pipelines*, kterými disponuje níže zmíněný Bitbucket. Při každém aktualizování GIT repositáře v `develop` větvi se spouští nadefinovaný skript, který vystaví daný projekt a pře pošle jej na hosting. Následně byla tedy aktuální verze projektu dostupná komukoli, kdo disponoval adresou na daný hosting.

Samotný skript začíná položkou *image*, která definuje, že se pro samotné uvedení na hosting používá image Node.js tak, abychom mohli nainstalovat potřebné balíčky přes NPM. Následuje položka *branches*, která je nadefinována na větev `develop`, což znamená, že se daný skript

```
const APP_ID = functions.config().algolia.app
const ADMIN_KEY = functions.config().algolia.key

const client = algoliasearch(APP_ID, ADMIN_KEY)
const centerIndex = client.initIndex('centers')
const eventIndex = client.initIndex('events')

exports.addCenterToIndex = functions.firestore.document('centers/{centerId}')
  .onCreate(snapshot => {
    const data = snapshot.data()
    const objectID = snapshot.id

    return centerIndex.saveObject({...data, objectID})
  })

exports.updateCenterIndex = functions.firestore.document('centers/{centerId}')
  .onUpdate((change) => {
    const newData = change.after.data()
    const objectID = change.after.id

    return centerIndex.saveObject({ ...newData, objectID })
  })
```

Obrázek 13 – Ukázka využitých Firebase funkcí, zdroj: autor

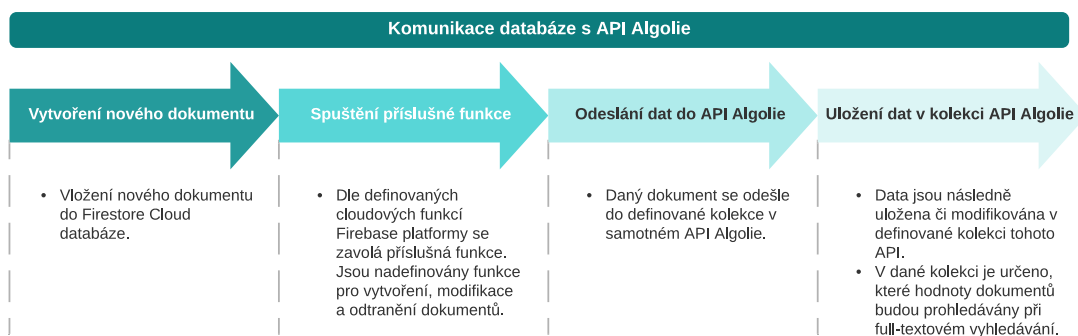
spouští jen v případě, pakliže aktualizujeme větev `develop`. Následuje závěrečný krok a tím je výčet a nadefinování potřebných skriptů, pro správné sestavení projektu a nasazení na hosting. Příkazem *npm install* se instalují všechny balíčky v souboru *package.json*, příkazem *npm install -g @angular/cli firebase-tools* se instaluje CLI pro samotný Angular a potřebné nástroje

platformy Firebase pro možnost nasazení. Funkce, kterými se přeposílají data z databáze do API Algolia, která je zmíněna podrobně v následujícím odstavci, jsou obsaženy mimo složku *src/*. Bylo tedy nutné přejít o adresář výše a nainstalovat balíčky ze složky *functions/*. Následuje vystavení samotného projektu příkazem *npx ionic build --prod*. V poslední řadě se daný projekt nasazoval na samotný hosting. Na obrázku jsou uvedeny jen dvě z mnoha definovaných funkcí, které jsou využívány při manipulaci s trailovými centry a přeposílají daná data do níže zmíněné API Algolia, aby na jejím základě bylo možné provádět fulltextové vyhledávání.

### 2.3.3 Algolia

V aplikaci je možné vyhledávat trailová centra pomocí vzdálenosti od aktuální pozice uživatele, o které je zmínka v odstavci GeoFire, a také dle krajů na území České republiky. Valná většina mobilních i webových aplikací poskytuje možnost vyhledávat na základě klíčových slov v obsahu jejich databází. Avšak samotný Cloud Firestore tuto možnost neposkytuje, nelze tedy vytvářet dotazy do databáze, zda je v některém dokumentu kolekce daný vyhledávaný termín. Je to z důvodu, že Cloud Firestore nepodporuje nativní indexování ani vyhledávání v textových

polích dokumentu. Stahování celých kolekcí na klientské straně a následné filtrování dokumentů není dobrým a doporučovaným postupem tzv. full-textového vyhledávání. Proto je v samotné aplikaci využita Algolia<sup>13</sup>. Jedná se o veřejně dostupné a v základu bezplatné a velmi efektivní řešení pro full-textové vyhledávání v kolekcích databáze. Algolia je hostovaný vyhledávač, který dokáže odpovídat na uživatelské dotazy ve valné většině pod 100 ms celosvětově. Aby bylo možné využít funkcí samotné Algolia, bylo potřebné se nejdříve zaregistrovat a vytvořit si složku indexované kolekce, v níž se budou následně, při každém vložení, úpravě či odstranění dat z Firestore Cloudu, data patřičně upravovat. Pro propojení samotné databáze s API Algolia bylo nutné nadefinovat vcelku tři Firebase funkce, které se starají pro přeposílání dat mezi samotnou databází a API Algolia. Funkce pro zaslání dat a informací o vytvoření, úpravě a odstranění dat z kolekce databáze. Při fulltextovém vyhledávání pomocí klíčových slov se v aplikaci nevyužívá dotazování do samotné databáze, ale do Algolia, která díky indexování samotných dokumentů kolekcí vrací odpovědi na dotazy velmi rychle a efektivně. Při nastavování vyhledávání je uvedena možnost definování položek dokumentů, na jejichž základě se má samotné vyhledávání provádět. V tomto nastavení tedy bylo zvoleno, aby se dokumenty trailových center prohledávaly na základě jména, města, webové stránky, kraje, popisu centra a jmen samotných trailů. Schéma pro bližší představu komunikace databáze a API Algolia je znázorněno na obrázku (Obrázek 14) níže.



Obrázek 14 – Schéma přeposílání dat mezi databází a API Algolia, zdroj: autor

<sup>13</sup> <https://www.algolia.com/>

### 2.3.4 NPM

Jednou z klíčových částí samotné aplikace je populární správce balíčků pro Node.js, který umožňuje vývojářům rychle a snadno publikovat či stahovat samotné balíčky. Samotná databáze v nynější obsahuje přes jeden milion dostupných balíčků ke stažení. NPM<sup>14</sup> se v základu skládá ze dvou částí:

- CLI – slouží jako prostředek pro publikování a stahování balíčků,
- online repositář – databáze dostupných balíčků ke stažení.

Dostupná balíčky lze dohledat přímo pomocí CLI či na webových stránkách [www.npmjs.com](http://www.npmjs.com). Všechny nainstalované balíčky jsou vloženy do složky `/node_modules` a následně jsou tyto projektové závislosti vloženy i do souboru s názvem `package.json`. Instalace balíčků je velmi jednoduchá pomocí příkazu `npm install <nazev_balicku> --save/--save-dev`, kde význam přepínačů `--save` či `--save-dev` udávají, zda je instalace určena pro testování/vývoj či produkci.

### 2.3.5 Lodash

Jedná se o balíček, který usnadňuje práci a odstraňuje obtížné úkony spojené s poli, čísly, objekty a textovými řetězci. Jedním z důvodů, proč byla zvolena právě tato knihovna je, že v TypeScriptu lze jen obtížnějším způsobem iterovat přes blíže nespecifikované objekty. Tento problém právě tato knihovna řeší a například u své implementace `forEach` cyklu lze přes blíže nespecifikované objekty bez problému iterovat. Lodash<sup>15</sup> nabízí velké množství funkcí, které lze jednoduše využít, například `indexOf`, `remove`, `slice`, `map`, `reduce`, `filter` a mnoho dalších.

### 2.3.6 Leaflet

Leaflet<sup>16</sup> je jedna z mnoha open-source JavaScriptových knihoven, která umožňuje vizualizovat interaktivní mapy nejen v mobilních aplikacích. Obsahuje mnoho prostředků, kterými lze dané mapy modifikovat a předělávat k obrazu svému. Jedná se o velmi často používanou alternativu Google Maps, která poskytuje koncept možnosti kombinace geografických dat s uživatelskými informacemi. Leaflet umožňuje spolupracovat s více jak sedmdesáti servery ostatních dostupných mapových API, jako je například MapBox, OpenStreetMaps či Bing Maps. Leaflet

---

<sup>14</sup> <https://www.npmjs.com/about>

<sup>15</sup> <https://lodash.com/>

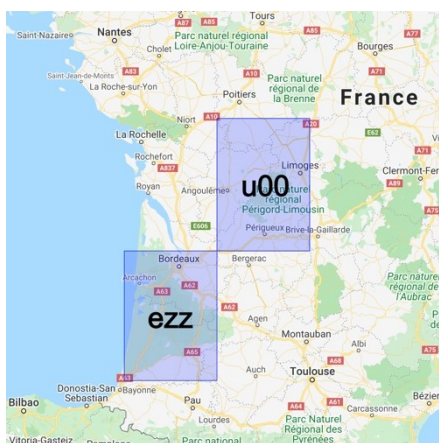
<sup>16</sup> <https://leafletjs.com/>

umožňuje vkládat do map mnoho prvků, v aplikaci jsou využity zejména prvky značek míst a přiřazené pop-up elementy. V aplikaci je také využita služba vlastního návrhu vzhledu mapového terénu, který poskytuje webový portál map MapBox a který lze jednoduchým odkazem URL adresou na danou vizualizaci naimplementovat do Leaflet map. V blízké návaznosti na samotné mapy je v aplikaci také využit jeden z mnoha dostupných pluginů nesoucí název Leaflet Routing Machine, který byl stejně jako samotné mapy nainstalován pomocí již zmíněného balíčkovacího systému NPM.

### 2.3.7 Leaflet Routing Machine

Jedním z použitých pluginů Leaflet map je Leaflet Routing Machine<sup>17</sup>, který poskytuje jednoduchou a flexibilní možnost vizualizace plánování cest mezi dvěma a více místy. Mezi počáteční bod a destinaci lze na trase vkládat body, které lze interaktivně přetahovat dle uživatelských preferencí. Samotný plugin poskytuje v aplikaci navigační informace o dané cestě z počátečního bodu do destinace, včetně délky trasy a času trvání dopravy. V prvotním plánu návrhu aplikace byla myšlenka začlenění navigace z místa na místo v reálném čase, avšak se nepodařilo nalézt příhodnou knihovnu, kterou by pro tuto funkci bylo možné využít v multiplatformní aplikaci. V aplikaci je tedy zahrnuta možnost navigování z aktuální pozice k vybranému trailovému centru skrze nabídku externí navigace pomocí rozšíření Capacitoru.

### 2.3.8 GeoFire



Obrázek 15 – Rozčlenění povrchu GeoHashy,  
zdroj: [25]

Dalším balíčkem, který je v aplikaci obsažen a který byl nainstalován prostřednictvím NPM, je takzvaný GeoFire<sup>18</sup>. Jedná se o knihovnu vyvinutou platformou Firebase, která umožňuje hešovat údaje zeměpisné délky a zeměpisné šířky za účelem určení polohy pomocí jedné hodnoty. V aplikaci je poskytnuto filtrování nejbližších trailových center k aktuální uživatelské poloze na základě právě hešovaných zeměpisných souřadnic trailových center. Cloud Firestore umožňuje pouze jednu klauzuli rozsahu na jeden složený dotaz, což znamená, že nemůžeme provádět geografické dotazy

<sup>17</sup> <https://www.liedman.net/leaflet-routing-machine/>

<sup>18</sup> <https://firebase.google.com/docs/firestore/solutions/geoqueries>

pouhým ukládáním zeměpisné šířky a délky jako samostatných polí a dotazováním ohraničujících rozmezí. Právě funkce této knihovny dokážou hešovat zeměpisnou délku a šířku jedné hodnoty ve formátu Base32 textového řetězce. V Geohash systému je zemský povrch rozčleněn do obdélníků. Každý z nich má svůj daný třímístný prefix Geohashe, na jejichž základě se určí, kde se dané místo nachází. Rozčlenění je znázorněno na obrázku (Obrázek 15) výše. Lze je lze tedy využívat k efektivnímu filtrování uložených dokumentů v požadované kolekci na základě jedné hodnoty, jelikož vyžadujeme jen jeden indexovaný záznam dokumentu. Každý heš se skládá z desetimístného textového řetězce, jehož první tři znaky jsou při dotazování do databáze porovnávány s třímístnými prefixy daných oblastí. Každá oblast má dvě mezní oblasti, pakliže se daný heš dokumentu v daném rozmezí nachází, je dokument vybrán. Při vkládání jednotlivých trailových center do databáze jsou jednak vloženy údaje o zeměpisné šířce a délce, ale také je využita funkce této knihovny pro uložení samotné heš hodnoty těchto zeměpisných údajů.

### 2.3.9 Cocoapods

Cocoapods<sup>19</sup> jsou správci závislostí Cocoa projektů napsaných v jazyce Swift či Objective-C. Tyto správce závislostí bylo nutné využít pro možnost vystavění aplikace pro iOS ve vývojovém prostředí XCode.

### 2.3.10 faker.js

Při testování aplikace, zejména při vkládání a upravování dat v databázi Firestore Cloud, byla využita knihovna faker.js<sup>20</sup>. Jedná se o knihovnu, která poskytuje možnost generování masivních falešných dat. Tato data byla využita jen pro samotné testování funkčnosti samotných vkládacích a editovacích formulářů, ve finální verzi aplikace je sice tato knihovna stále nainstalována, ale již se nepoužívá.

### 2.3.11 Capacitor

Jedná se o multiplatformní běhové prostředí, které umožňuje spouštět webové aplikace jako nativní pro iOS, Android i samotný web. Sada API Capacitoru<sup>21</sup> poskytuje možnost vyvíjení

---

<sup>19</sup> <https://cocoapods.org/>

<sup>20</sup> <https://github.com/marak/Faker.js/>

<sup>21</sup> <https://capacitorjs.com/>

aplikací, které jsou velmi blízké webovým standardům, ale která je schopna přistupovat k nativním funkcím na platformách, které je podporují. Přidávání nativních funkcí je díky jednoduchému rozhraní API pro Swift na iOS, Javu na Androidu a JavaScriptu na webu. Samotný Capacitor je nástupcem Apache Cordova a Adobe PhoneGap, který se zaměřil výhradně na to, aby moderní webové aplikace mohly snadno fungovat na všech hlavních platformách. Capacitor je i zpětně kompatibilní s mnoha stávajícími pluginy Cordovy. Díky Capacitoru bylo tedy možné realizovat aplikaci pro operační systém iOS. V přímé návaznosti na zmíněné Cocopods a XCode byla aplikace úspěšně nainstalována na iPhone 8. Capacitor disponuje několika rozšířeními, které také byly v aplikaci využity, jedná se zejména o rozšíření pro získávání aktuální pozice uživatele mobilního zařízení a rozšíření, které obstarává otevírání externí aplikace pro navigování.

### **2.3.12 Bitbucket Cloud**

Pro verzování samotného kódu aplikace byl využit Git a cloudový nástroj Bitbucket Cloud<sup>22</sup>. Bitbucket Cloud byl zvolen díky předchozí kladné zkušenosti, hlavně zejména díky jeho přehlednosti.

### **2.3.13 Sourcetree**

Jedná se o Git klienta pro Windows i Mac, který umožňuje jednoduchou práci s Git repositáři. Poskytuje velmi přehledné grafické prostředí vizualizace pokroku projektu.

### **2.3.14 Visual Studio Code**

Celá praktická část bakalářské práce zaměřená na vývoj mobilní aplikace byla prováděna ve výkonném editoru zdrojového kódu Visual Studio Code<sup>23</sup> ve verzi pro operační systém macOS. Samotný editor v základu disponuje podporou pro JavaScript, TypeScript a Node.js.

---

<sup>22</sup> <https://bitbucket.org/product/>

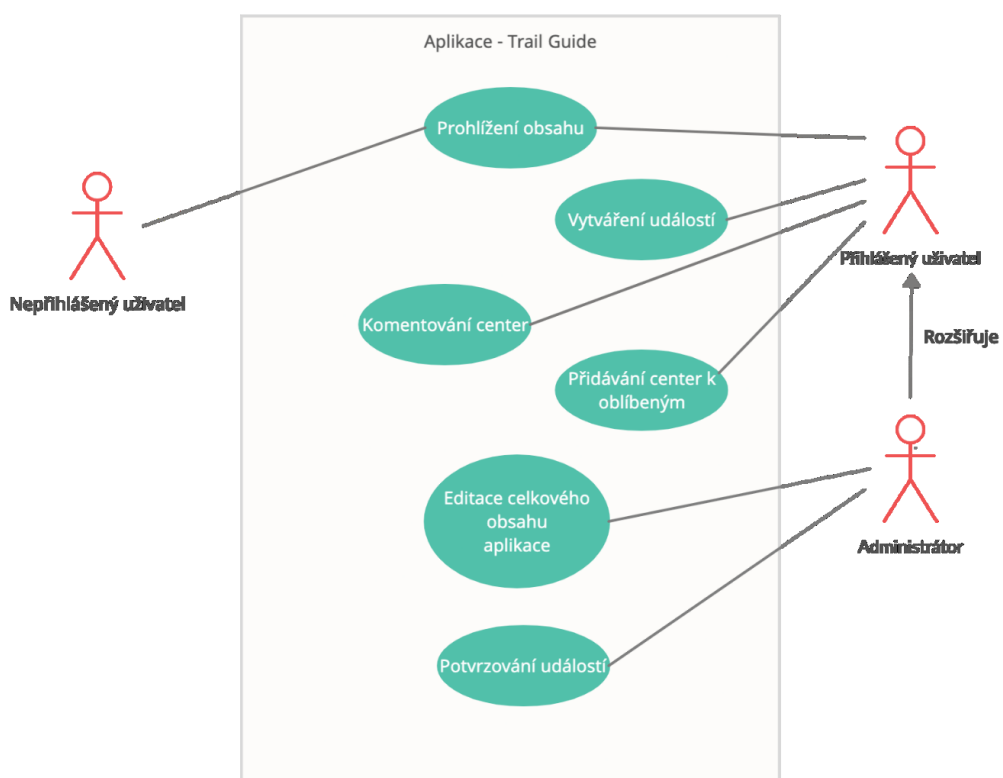
<sup>23</sup> <https://code.visualstudio.com/>



### 2.3.15 XCode

Tak, aby mohla být aplikace fyzicky testována na mobilní zařízení iPhone, bylo nutné použít vývojové prostředí XCode<sup>24</sup>, do kterého se převáděl zdrojový kód z výše zmíněného Visual Studio Code. Tento postup byl nezbytným krokem pro nainstalování samotné aplikace na zařízení s operačním systémem iOS. Aplikace byla nainstalována na iPhone 8 s verzí operačního systému iOS 14.4.

## 2.4 Use Case diagram



Obrázek 16 – Use Case diagram, zdroj: autor

Každý nepřihlášený uživatel má možnost prohlížet celkový obsah aplikace. Pakliže je uživatel přihlášen, je mu umožněno vytvářet vlastní události, která však musí být následně schváleny administrátorem. Navíc má možnost komentovat trailová centra a přidávat si trailová centra k oblíbeným. Pakliže uživatel disponuje administrátorskými právy, je mu umožněno editovat obsah center, článků a událostí. Navíc schvaluje události a může odstraňovat nevhodné komentáře u center.

<sup>24</sup> <https://developer.apple.com/xcode/>

## 2.5 Funkcionalita

Jak již bylo zmíněno několikrát v mnoha částech této práce, bylo cílem navrhnout a naprogramovat mobilní aplikaci, která pomůže zejména trailovým cyklistům s vyhledáváním informací o dostupných trailových centrech či událostech, které mohou, ale nemusí mít návaznost na konkrétní centrum. Jsou zde poskytnuty i články, které informují cyklisty o aktuálním dění. Samotnou aplikaci lze rozdělit na několik dílčích funkčních celků a jednotlivě je popsat. Všechny níže popsané celky jsou znázorněny v obrázkové formě v sekci Grafické rozhraní. Každý registrovaný a přihlášený uživatel má poskytnuto přidávat si trailová centra k oblíbeným tak, aby je následně mohl lehce zobrazit. Nadále má možnost komentovat či hodnotit dané trailové centrum tak, aby tato zpětná vazba poskytla lepší pohled na dané místo ostatním uživatelům. V neposlední řadě je přihlášenému uživateli poskytnuta možnost přidávat události spojené s trailovou cyklistikou, které ale nejsou zprvu dostupné pro ostatní uživatele. Každou novou událost musí potvrdit či odmítnout administrátor, aby se předešlo dostupnosti falešných či nepravdivých dat událostí. Všechny vkládané prvky aplikace, mezi něž patří trailová centra, události a články vkládá a spravuje administrátor. Jen vlastní události má uživatel možnost upravovat či odstraňovat. Pro bližší představu je vše ukázáno ve zmíněné sekci Grafické rozhraní.

### 2.5.1 Trailová centra

Uživatel má v základu dvě možnosti, jak vyhledat dostupná trailová centra.

První z nich je pomocí stránky s mapou České republiky, do které jsou zakresleny značky s dostupnými centry. Každé centrum v mapě je reprezentováno značkou a přiděleným otevíracím oknem, přes které lze přistoupit k detailu centra.

Druhou a specifitější možností je vyhledávání center na stránce *Trailová centra*. Po přechodu na tuto stránku jsou uživateli implicitně ukázána centra, která se nachází v 25km rádiu. Pro podrobnější vyhledávání jsou zde celkem tři možnosti. Prvním z nich je vyhledávání center na základě aktuální uživatelské polohy a zvoleného rádiu v kilometrech. Tento rádius lze upravit na hodnoty mezi 25 až 150 kilometry. Maximální hodnota je zde nastavena proto, aby se předešlo zbytečnému náročnému vyhledávání například v řádech tisíců kilometrů. Druhou možností je vyhledávání trailových center na základě kraje, ve kterém se nachází. Díky tomuto prvku je uživatel schopen vyfiltrovat jen část databáze na základě kraje pro konkrétnější vyhledávání. Samotné vyhledávání je založeno na základě již zmíněného hešování aktuální polohy uživatele pomocí funkcí knihovny *GeoFire*.

V poslední řadě je zde zastoupeno fulltextové vyhledávání na základě zadaného textového řetězce. Tato funkce je založena na indexování vložených center v API Algolia. Na základě vloženého řetězce je pak prohledána databáze a navrácen výstup do uživatelského rozhraní.

Ve výčtu trailových center jsou vyfiltrovaná centra zobrazena pomocí komponent, tj. náhledů událostí se základními informacemi. Mezi tyto informace patří název centra a obec, ve kterém se nachází, počet trailových stezek, vzdálenost centra od aktuální uživatelské pozice a informace, v jakém kraji se nachází. Uvedení kraje jako jedné ze stěžejních informací v komponentě bylo i reakcí na aktuální situaci ohledně koronaviru, kdy je transport mezi kraji velmi omezen.

Detail zvoleného trailového centra je situován tak, aby byl uživatelsky přívětivý. V nejvrchnější části stránky se nachází obrázek, většinou mapy, který lze pro lepší přehlednost přiblížit. Dále se na stránce nachází základní informace a popis místa. Následuje tlačítko pro otevření webových stránek centra, tedy pokud jimi disponují, v tzv. *In App Browseru*. Dalším prvkem je výčet všech dostupných trailových tras. Následují dvě tlačítka, prvním z nich je otevření modálního okna s mapou, na které se vizualizuje trasa k trailovému centru z místa, kde se aktuálně uživatel nachází, druhé tlačítko otevře externí navigaci, tak aby byla poskytnuta služba navigování k danému centru. Pakliže existují aktuálně probíhající či budoucí schválené události centra, jsou na stránce vyobrazena ve posuvné podobě. V neposlední řadě jsou zde uvedeny komentáře a možnost přidání uživatelského komentáře, pakliže je daný uživatel přihlášen. Odebírání komentářů je umožněno samotným autorům, nebo uživatelům s administrátorskými právy. V poslední řadě je zde vyobrazena mapa se značkou, kde se dané centrum nachází. Jestliže uživatel disponuje administrátorskými právy, má možnost dané centrum modifikovat, například přidávat trailové stezky, upravovat popis místa, nahradit obrázek a další. Pro editování trailového centra je implementováno modální okno, kde lze celé dané centrum upravit, samozřejmě jen pod administrátorskými právy.

Vkládání nového trailového centra je možno přes tlačítkové menu na stránce s trailovými centry. Pro modifikování i pro vkládání trailových center je použito stejné modální okno. Při vkládání nového centra jsou však pole k vyplnění kontrolována jinak. Ke kontrole formulářových polí je v aplikaci využita funkce samotného frameworku Angular nesoucí název *FormGroup* a *FormBuilder*. Samotný *FormGroup* zapouzdřuje vstupní pole do jednoho celku a *FormBuilder* se stará o validaci zadaných hodnot. Pro validaci hodnot jsou použity takzvané *Validátory*, které lze modifikovat dle aktuální potřeby. V základu mají Angular validátory dostupné funkce, jakožto jsou například kontrolování minimální a maximální délky vstupu, zda byla hodnota vůbec

zadána, či porovnání vstupu na základě definovaného regulárního výrazu. Pro kontrolování zadání webové adresy trailového centra byl nedefinován vlastní validátor. Tento validátor provede kontrolu, zda je dané adresa korektní, či jestli byla webová adresa zadána, jelikož trailové centrum nemusí disponovat oficiální webovou adresou. Kontroluje se tedy korektnost webové adresy či vynechání. Při editaci jsou zvoleny validátory tak, aby prošla validace i bez žádné úpravy obsahu záznamu trailového centra. Zeměpisné souřadnice a geohash jsou počítány na základě umístění značky v mapě ve formuláři. Pro vkládání, mazání a celkovou editaci dostupných stezek je použita knihovna Ngx Chips, která umožňuje zadávat hodnoty do pole a vizualizovat pole v uživatelském rozhraní.

## 2.5.2 Události

Trailová centra pořádají ročně množství událostí a na základě této reality byly tyto události také v aplikaci implementovány. Jak již bylo zmíněno v sekcích výše, události může vkládat kterýkoli registrovaný a přihlášený uživatel. Před zveřejněním však musí být každá událost akceptována uživatelem s administrátorskými právy. V principu jsou formuláře pro vkládání a editaci konkrétní události navrženy na stejné bázi jako u trailových center.

Vizualizace dané události je též hodně podobná stránkám s detaily trailových center. Každá událost má vlastní úvodní obrázek, krátký popis a doprovodné informace, které zahrnují místo události, oficiální webové stránky či datum a dobu trvání. Přihlášení uživatelé mají možnost prokázat zájem o událost přes tlačítko *Zajímá mě*. Na detailu dané události je pak zobrazen počet uživatelů, kteří mají o událost zájem. Stejně jako tomu je u detailu trailového centra, mohou uživatelé vizualizovat cestu k dané události prostřednictvím modálního okna s mapou, či otevřít externí navigaci pro fyzické navigování dle preference.

Na stránce událostí lze filtrovat události na základě několika preferencí. Pokud není uživatel přihlášen, může si zobrazit akceptované události, které již proběhly, probíhají, či se budou v budoucnu konat. Pro přihlášené uživatele je kontextová nabídka vyhledávání rozšířena o další dvě možnosti, jimiž jsou zobrazení událostí, které uživatele zajímají, či zobrazení událostí, jichž je autorem. Jestliže uživatel disponuje administrátorskými právy, je kontextová nabídka rozšířena o možnost zobrazení událostí, které ještě nebyly akceptovány a které může následným přechodem na událost potvrdit či zamítnout. Pakliže ještě daná událost nebyla akceptována je na uživateli, zda je administrátorem či tvůrcem události, zobrazena zpráva, že daná událost ještě nebyla schválena.

### 2.5.3 Články

Články byly implementovány jako rozšíření samotného obsahu aplikace. V principu by nebyli uživatelé nijak informováni o aktuální situaci v konkrétních trailových centrech. Samotná centra mnohdy informují cyklistické nadšence o aktuálním dění. Mnohá centra zavírají své stezky přes zimní období pořádají různé události, jimiž mohou být například závody či brigády. Prostřednictvím implementace článků jsou uživatelé aplikace informováni o aktuálním dění ze světa trailových center. Články jsou v databázi ukládány ve své vlastní kolekci.

Na hlavní stránce aplikace jsou vždy dostupné tři nejnovější články v posuvné komponentové formě tak, aby uživatel mohl přejít na nejnovější články ihned po spuštění aplikace.

Všechny vložené články jsou dostupné ze samostatné stránky, kde se zobrazují články od nejnovějšího po nejstarší. Při přístupu na danou stránku je načteno pět nejnovějších článků, pokud by chtěl uživatel zobrazit články starší, musí listovat směrem dolů. Načítání dalších článků je provedeno na základě komponenty z Ionic frameworku s názvem *infinite-scroll*, díky němuž se postupně načítají další články, pokud uživatel doscrolluje na konec stránky. Články na této stránce jsou vizualizovány pomocí komponenty, která nese jen základní informace o daném článku, jimiž jsou titulek, podtitulek, první věta těla článku a datum publikování. V samotném výčtu je umožněno administrátorovi vkládat nové články prostřednictvím modálního okna s formulářem. Daný formulář je implementován tak, aby validoval vložené hodnoty tak, aby se zabránilo vložení nevalidního či nekorektního obsahu.

Každý článek je po otevření kompletně vizualizován na samostatné stránce detailu. Nese v sobě kromě výše zmíněných informací také kompletní tělo článku a obrázek. Pakliže uživatel disponuje administrátorskými právy, může obsah editovat či přímo smazat. Editace je dostupná skrze stejné modální okno s formulářem jako tomu je při vkládání nového článku.

### 2.5.4 Rozhraní

Skrze rozhraní je v aplikaci umožněno reprezentovat dané dokumenty z databáze. V aplikaci je obsaženo celkově šest těchto rozhraní, mezi něž patří:

- center – rozhraní, díky němu jsou reprezentovány objekty trailových center z kolekce *centers*,
- article – rozhraní, které reprezentuje objekty článků z kolekce *articles*,
- event – rozhraní, které reprezentuje objekty článků z kolekce *events*,

- users – rozhraní, které reprezentuje objekty článků z kolekce *users*,
- firebaseTimestamp – toto rozhraní bylo nutné implementovat z důvodu, že samotná databáze Firestore Cloud ukládá časová razítka ve vlastním formátu,
- centerComment – rozhraní, které reprezentuje komentáře obsažené u trailových center.

```
src > app > interfaces > center.ts > ...
1  import { CenterComment } from "./centerComment";
2
3  export interface Center {
4    city: string
5    longitude: number
6    latitude: number
7    name: string
8    uid: string
9    description: string
10   notrails: number
11   url: string
12   geohash: string
13   trails: string[]
14   region: string
15   website?: string
16   distance?: number
17   comments: CenterComment[]
18 }
```

Obrázek 17 – Ukázka rozhraní CenterComment, zdroj: autor

## 2.5.5 Formuláře

Pro vkládání a editaci obsahu aplikace a konkrétních entit jsou implementovány formuláře,

```
this.form = this.fb.group({
  name: ['', Validators.compose([Validators.minLength(5), Validators.required])],
  city: ['', Validators.compose([Validators.minLength(2), Validators.required])],
  file: [null, Validators.required],
  description: ['', Validators.compose([Validators.required, Validators.minLength(25)])],
  tags: ['', Validators.required],
  reg: ['', Validators.required],
  website: ['', websiteValidator]
})
```

Obrázek 18 – Ukázka implementace validátorů formuláře, zdroj: autor

teré jsou dostupné z frameworku Angular. Díky modulu *Reactive forms* jsou naprogramovány formuláře tak, aby obsahovaly patřičné

validátory, aby se předešlo vkládání nevalidního obsahu dokumentů do databáze. Samotné formuláře jsou koncipovány na základě dvou faktorů. Prvním z nich je takzvaný *FormGroup*, který obaluje pole do jediné entity, aby následně byly všechny hodnoty dostupné z jediného objektu. Druhým z nich jsou již zmíněné validátory. Pakliže uživatel zadá neplatnou hodnotu do určitého pole, může být daný nekorektní údaj zvýrazněn na základě metod z *Reactive forms*. Z obrázku výše je vidět, že pro danou skupinu vstupních polí formuláře trailového centra jsou

```
export function websiteValidator(control: AbstractControl): { [key: string]: boolean } | null {
  if (control.value === undefined || control.value.length === 0 || control.value.match(websiteRegex)) {
    return null
  }
  return { 'wrongWebsite': control.value }
}
```

Obrázek 19 – Ukázka vlastního validátoru pro webovou stránku, zdroj: autor

naimplementovány validátory. Pro webovou stránku byl však implementován vlastní vali-

dátor, který kontroluje validitu webové stránky a který je ukázán na obrázku (Obrázek 19) výše.

V případě, že uživatel nezadá žádnou, či vyplní korektní webovou adresu, validátor navrátí hodnotu null, jelikož je pole validní. Je to z důvodu, že trailové centrum nemusí disponovat webovou adresou. Jestliže je ale zadána adresa ve špatném formátu, validátor vrací definovanou hodnotu určenou v samotné validátoru. Samotná hodnota webové stránky je kontrolována i na základě regulárního výrazu.

V aplikace jsou celkově čtyři modální okna s formuláři. Jedná se o formuláře pro editaci a vložení trailového centra, článku, události a formulář pro zapomenuté heslo uživatelem.

### 2.5.6 Komponenty

Komponenty jsou nedílnou součástí aplikace. V případě této praktické části byly naimplementovány za účelem vizualizace určitých dokumentů z databáze. Jedná se o dokumenty článků, událostí a trailových center. Tyto komponenty jsou pak obsaženy ve výčtech na daných konkrétních stránkách ve formě karet se základními informacemi o objektu. Díky uvedení modulů pro dané komponenty je snadné tyto karty naimplementovat v jiných stránkách importováním těchto modulů do modulů konkrétních stránek. V HTML je pak daná komponenta vložena na základě selektoru dané komponenty. V obrázku níže je zobrazeno vložení dané komponenty karty události do jiné HTML stránky.

```
<app-event-card *ngFor="let event of events" [event]="event" [routerLink]="'/event-detail/' + event.uid"></app-event-card>
```

Obrázek 20 – Ukázka začlenění komponenty do HTML kódu pomocí selektoru, zdroj: autor

### 2.5.7 Stránky

Jelikož byla aplikace vyvíjena jako multiplatformní, jednotlivé stránky byly naimplementovány jako samostatné třídy podobě stránek. Ve zdrojovém kódu je obsaženo celkově patnáct samostatných stránek, mezi které patří:

- about – Stránka, ve které jsou obsaženy informace o samotné aplikaci. Tato stránka je dostupná z menu.
- articles – Stránka, ve které se načítají všechny dostupné články z databáze. Jednotlivé články jsou zde reprezentovány komponentou *ArticleCardComponent*.
- article-detail – Stránka obsahující všechny informace o konkrétním článku.

- events – Stránka, ve které se načítají události z databáze. Při přechodu na tuto stránku jsou načteny všechny nadcházející události. Uživateli je umožněno tyto události filtrovat na základě výběru v responzivním kontextovém menu. V tomto menu jsou v základu obsaženy tři položky – probíhající, nadcházející a proběhlé události. Jestliže je uživatel přihlášen, je nabídka rozšířena o možnost zobrazit události, které jej zajímají či události, které uživatel sám vytvořil. Pokud uživatel disponuje administrátorskými právy, je nabídka rozšířena o položku zobrazení událostí, které čekají na potvrzení.
- event-detail – Stránka obsahující konkrétní informace o konkrétní události.
- favourite-centers – Stránka, která je dostupná jen přihlášenému uživateli a která obsahuje výčet trailových center, které má uživatel v oblíbených. Centra jsou na této stránce řazena sestupně dle vzdálenosti od aktuální uživatelské pozice.
- login – Stránka pro přihlášení uživatele. Obsahuje formulář se vstupy pro e-mailovou adresu a heslo.
- main-page – Jedná se o stránku, která se uživatelům zobrazí při spuštění aplikace. Obsahuje úvodní obrázek, nadpis, tlačítko pro přejít na stránku s trailovými centry, tři nejnovější články v komponentách ve posuvné podobě a mapu, s pozicí, kde se aktuálně uživatel nachází.
- map – Stránka, která obsahuje na svém celém rozložení Leaflet mapu se značkami dostupných trailových center. Každá značka má na sobě připevněný otevírací pop-up element, přes který se lze přesunout na detail konkrétního centra.
- modal-directions – Tato stránka je implementována jako modální okno a obsahuje Leaflet mapu spojenou s knihovnou Leaflet Routing Machine. Do tohoto modálního okna se přechází po stlačení konkrétního tlačítka *Ukázat cestu* na stránkách detailů center a událostí. Na této stránce je následně zobrazena cesta z aktuální pozice uživatele ke konkrétnímu bodu centra či události, včetně vzdálenosti centra a času, který zabere samotná cesta k němu.
- not-found – Tato stránka je ve zdrojovém kódu začleněna z důvodu, že ani jedna z cest se neshoduje s cestami definovanými v routovacím modulu aplikace. Uživatel je na této stránce s rozuměním s faktem, že hledaná stránka neexistuje a je mu nabídnuta možnost přejít na hlavní stránku.



- register – Stránka obsahující formulář pro registraci nového uživatele. Stejně jako ostatní formuláře má tento na sebe navázány patřičné validátory.
- sources – Stránka s výčtem všech použitých zdrojů informací o konkrétních centrech, událostech a obrázcích v aplikaci.
- trail-center – Stránka, ve které se načítají trailová centra dle preference uživatele. Při prvotním zobrazení stránky se načítají nejbližší centra v okolí aktuální pozice uživatele v rádiu 25 km. Uživateli je zde poskytnuta možnost vyhledávat na základě rádiu, kraje a zadaného textového řetězce. Centra jsou zde vyobrazena ve formě výčtu komponent Ionic karet se základními informacemi.
- trail-center-detail – Stránka obsahující konkrétní informace o konkrétním centru.

## 2.5.8 Služby

Services, složka, ve které jsou definovány všechny služby obsluhující práci zejména s konkrétními kolekcemi v databázi, ale také pomocné služby pro vytváření oken, formátování časových razítek a mnoho dalších. Celá složka obsahuje celkově pět samostatně definovaných služeb. Jmenovitě se jedná o:

- article.service.ts – V této třídě jsou definovány všechny potřebné metody pro vkládání, editaci či mazání dokumentů článků z databázové kolekce *articles*. Na obrázku uvedeném níže je zobrazena metoda pro vytváření nového dokumentu článku v databázi. Samotná metoda je koncipována tak, aby se nejdříve určilo, zda má nový článek návaznost na existující centrum. Následuje uložení obrázku článku do úložiště a v poslední řadě se provádí samotné vytvoření dokumentu.

```

async createArticle(form: FormGroup, file: File) {
  let tempCenterRef = form.value.cen === 'none' ? 'none' : this.firestore.doc(`/centers/${form.value.cen}`).ref
  const filePath = `article_images/${this.supportService.editFileName(form.value.title)}_image`
  const storageRef = this.storage.ref(filePath)
  this.storage.upload(filePath, file).snapshotChanges().pipe(
    finalize() => {
      storageRef.getDownloadURL().subscribe(async url => {
        await this.firestore.collection('articles').add({
          title: form.value.title,
          subtitle: form.value.subtitle,
          body: form.value.body,
          center: tempCenterRef,
          url: url,
          published: new Date()
        })
      })
    })
  ).subscribe()
}

```

Obrázek 21 – Ukázka metody pro vytvoření nového trailového centra, zdroj: autor

- `event.service.ts` – V této třídě jsou definovány všechny potřebné metody pro vkládání, editaci či mazání dokumentů článků z databázové kolekce `events`. Na obrázku níže je uvedena metoda pro kontrolu, zda je přihlášený uživatel autorem události. Tato metoda byla naimplementována za účelem editace samotného obsahu tvůrcem. Jestliže není uživatel přihlášen, navrácí se logická hodnota `false`. V jiném případě se v ternárním operátoru kontroluje rovnost autorova ID článku s ID aktuálního uživatele.

```
isUserAuthor(eventAuthorID: string): boolean {
  const userID = this.userService.getCurrentUserUID()
  if (userID !== undefined) {
    return userID === eventAuthorID ? true : false
  }

  return false
}
```

Obrázek 22 – Ukázka metody pro kontrolu, zda je uživatel autorem, zdroj: autor

- `trail-center.service.ts` – V této třídě jsou definovány všechny potřebné metody pro vkládání, editaci či mazání dokumentů článků z databázové kolekce `centers`. Na obrázku níže je uvedena metoda pro získávání centra na základě ID. Jestliže je dané centrum nalezeno, je navrženo, v opačném případě je uživatel přesměrován na stránku `not-found`.

```
async getTrailCenterByUID(uid: string): Promise<Center> {
  let center: Center
  const snapshot = await this.firestore.collection<Center>("centers").doc(uid).get().toPromise()
  if (snapshot.exists) {
    center = snapshot.data()
    center.latitude = +snapshot.data().latitude.toFixed(4)
    center.longitude = +snapshot.data().longitude.toFixed(4)
    center.uid = snapshot.id
  } else {
    this.router.navigate(['/not-found']);
  }
  return center
}
```

Obrázek 23 – Ukázka metody pro získání konkrétního centra na základě UID, zdroj: autor

- `user.service.ts` – V této třídě jsou definovány všechny metody pro manipulaci s uživateli. Jedná se o metody přihlášení, odhlášení, získání aktuálního ID uživatele, či metody pro manipulaci s oblíbenými centry daného uživatele. Na obrázku níže je uvedena metoda, která umožňuje zaslat formulář do e-mailové schránky uživatele pro obnovu zapomenutého hesla.

```
async sendForgotPasswordResetLink(email: string) {
  await this.afAuth.sendPasswordResetEmail(email)
}
```

Obrázek 24 – Ukázka metody pro zaslání emailu pro obnovu hesla, zdroj: autor

- `support.service.ts` – Jedná se o třídu, která obsahuje různé pomocné metody. Například je na obrázku níže uvedena metoda pro formátování časových razítek do UTC formátu. V této metodě je použita knihovna *moment.js*, která umožňuje lehčí manipulaci s časovými razítky.

```
convertSimpleDate(seconds: number): string {
  let date = new Date(0);
  date.setUTCSeconds(seconds)
  return moment(date).format('DD. MM. YYYY')
}
```

Obrázek 25 – Ukázka metody pro úpravu časového razítka do UTC formátu, zdroj: autor

## 2.6 Grafické rozhraní

Celý aplikační vzhled byl vystavěn pomocí komponent frameworku Ionic. Tento framework disponuje velkou škálou dostupných grafických částí. Mnohé z nich byly využity právě v této aplikaci. Mnohé prvky bylo možné vzhledově upravovat na základě navázaných a předdefinovaných stylů přímo v HTML kódu. Samotné prvky frameworku bylo potřebné doplnit například o mapy či jiné pomocné knihovny. V následujícím výčtu jsou jednotlivě zobrazeny vzhledové stránky aplikace jednotlivých implementovaných částí.

### 2.6.1 Hlavní stránka

Hlavní stránka je výchozím bodem celé aplikace. Zobrazí se zejména při spuštění aplikace, je na ní k nalezení úvodní slogan a obrázek následován tlačítkem pro přejítí na vyhledávání konkrétních trailových center. Uživatelé zde mohou také nalézt tři nejnovější články v podobě Ionic karet. V poslední řadě je ve spodní části stránky k nalezení mapa znázorňující aktuální polohu uživatele.



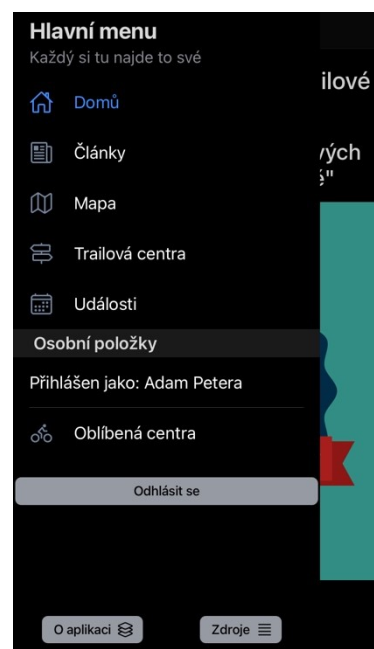
Obrázek 26 – Titulní stránka aplikace, zdroj: autor

## 2.6.2 Hlavní menu

Hlavní menu slouží k celkové navigaci v aplikaci. Obsahuje v základu pět položek, které se nemění v závislosti na přihlášení uživatele. Mezi tyto položky patří:

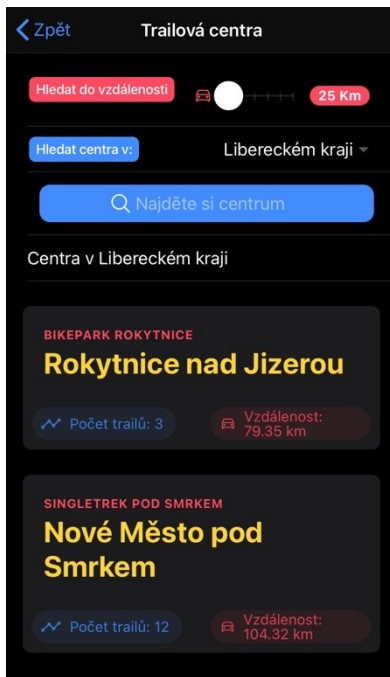
- Domů – navigování na hlavní stránku aplikace,
- Články – navigování na stránku s výčtem článků,
- Mapa – navigování na stránku s mapou a značkami dostupných center,
- Trailová centra – navigování na stránku s výčtem trailových center,
- Události – navigování na stránku s výčtem událostí,
- O aplikaci – tlačítko v dolní části menu, které naviguje na stránku s informacemi o aplikaci,
- Zdroje – druhé tlačítko v dolní části menu, které naviguje na stránku s výčtem všech použitých zdrojů.

Další položky jsou zobrazeny v závislosti, zda je uživatel přihlášen. Pakliže je uživatel přihlášen, je zobrazeno jméno aktuálně přihlášeného uživatele a další menu položka s názvem *Oblíbená centra*, které přesměruje uživatele na stránku s výčtem jeho oblíbených trailových center. Pod touto položkou je obsaženo šedé tlačítko s názvem *Odhlásit se*, které plní účel odhlášení aktuálního uživatele. V opačném případě, tedy pokud není uživatel přihlášen, je menu doplněno vcelku o dvě položky. Mezi tyto položky patří nabídka *Přihlásit se*, které přesměruje uživatele na přihlašovací stránku s formulářem, které obsahuje políčka pro e-mail a heslo, a nabídka *Registrovat se*, které uživatele přesměruje na výše zmíněnou stránku registrace.



Obrázek 27 – Hlavní menu,  
zdroj: autor

### 2.6.3 Vyhledávání trailových center

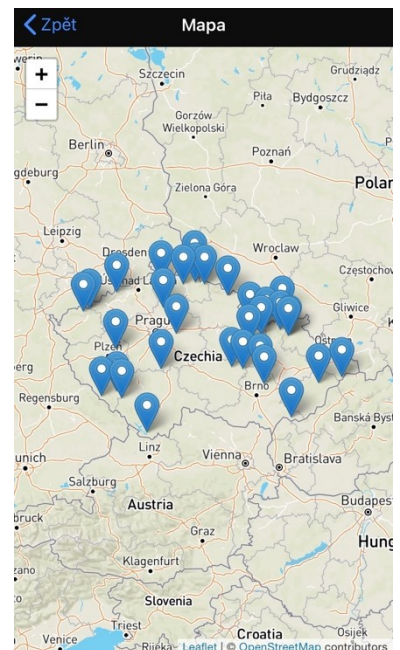


Obrázek 28 – Vyhledávání center,  
zdroj: autor

Na stránce trailových center je uživateli umožněno vyhledávat trailová centra na základě uživatelských preferencí. Všechna funkcionalita je popsána v samostatném bloku výše s názvem *Funkcionalita*. Stránka obsahuje dvě tlačítka, prvním z nich je *Hledat do vzdálenosti*, které vyhledává centra v definovaném rádiu za pomoci zadané hodnoty posuvníku. Druhým z nich je *Hledat centra v*, které vyhledává centra v kraji vybraném z dostupného výběru. Poslední možností, jak vyhledat trailová centra je pomocí vyhledávacího pole na základě zadané textové hodnoty. Pod těmito třemi možnostmi se nachází informační text, který uživateli ukazuje, na základě, jaké hodnoty jsou vyhledána aktuálně vyhledaná centra. V poslední řadě následuje výčet všech nalezených center v podobě komponenty Ionic karty s nejdůležitějšími informacemi.

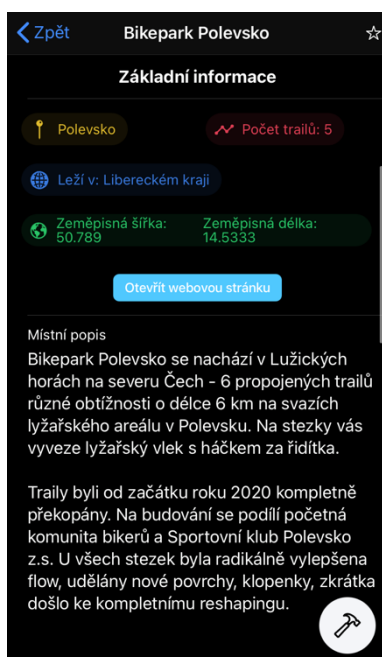
### 2.6.4 Mapa

Stránka Mapy obsahuje jen grafické znázornění České republiky se značkami dostupných trailových center. Při kliknutí na konkrétní značku je uživatel v mapě přiblížen na konkrétní místo. Na všechny mapové značky je navázáno otevírací okénko s názvem daného trailového centra a možností přejít na detail. V celé mapě je k nalezení přes třicet trailových center na území České republiky.



Obrázek 29 – Mapa s centry,  
zdroj: autor

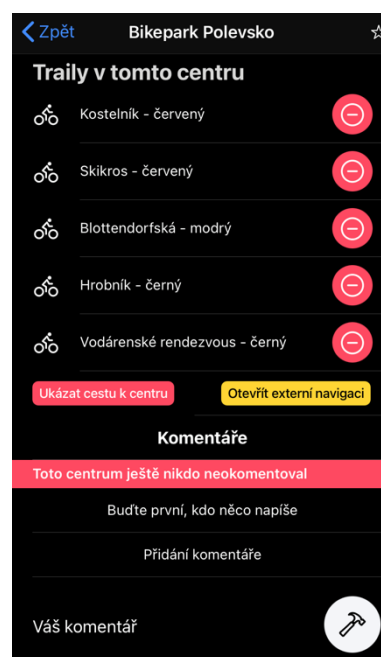
## 2.6.5 Detail trailového centra



Obrázek 30 – Detail centra 1,  
zdroj: autor

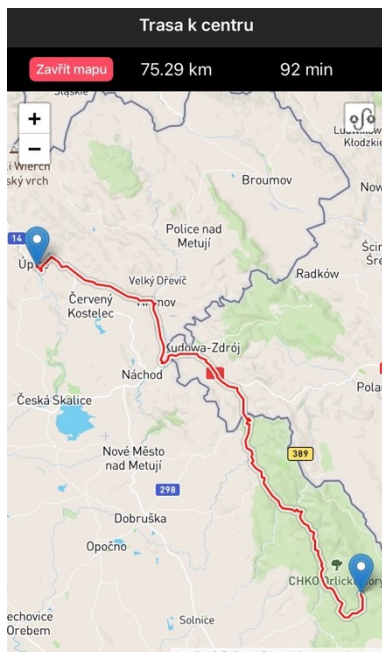
Samotný detail konkrétního trailového centra obsahuje obrázek, který následuje Výčet stěžejních informací o daném místě. Jestliže je uživatel administrátorem, je na stránce zobrazeno plovoucí tlačítko s ikonou kladívka, které umožňuje administrátorovi upravovat trailové centrum, či je přímo smazat. Trailové stezky lze odstraňovat přímo z náhledu místa pomocí tlačítka s ikonou mínus. Stejně tak tomu je u komentářů. Tlačítka pod sekcí výčtu stezek jsou zde implementována za účelem navigace k danému místu. Červené z nich s názvem *Ukázat cestu k centru* otevře modální okno s mapou, kde je vyobrazena samotná cesta s informacemi o vzdálenosti do centra a čase, který cesta zabere. Druhým z nich je žluté tlačítko s názvem *Otevřít externí navigace*, které otevře externí navigaci telefonu. Přes ikonu hvězdy v horní liště stránky je umožněno přihlášenému uživateli umožněno přidat dané centrum k oblíbeným. Jestliže je již centrum v uživatelově seznamu oblíbených centrech, ikona hvězdy je nahrazena za ikonu mínus, která po kliknutí odstraní centrum ze seznamu oblíbených.

Samotný detail konkrétního trailového centra obsahuje obrázek, který následuje Výčet stěžejních informací o daném místě. Jestliže je uživatel administrátorem, je na stránce zobrazeno plovoucí tlačítko s ikonou kladívka, které umožňuje administrátorovi upravovat trailové centrum, či je přímo smazat. Trailové stezky lze odstraňovat přímo z náhledu místa pomocí tlačítka s ikonou mínus. Stejně tak tomu je u komentářů. Tlačítka pod sekcí výčtu stezek jsou zde implementována za účelem navigace k danému místu. Červené z nich s názvem *Ukázat cestu k centru* otevře modální okno s mapou, kde je vyobrazena samotná cesta s informacemi o vzdálenosti do centra a čase,



Obrázek 31 – Detail centra 2,  
zdroj: autor

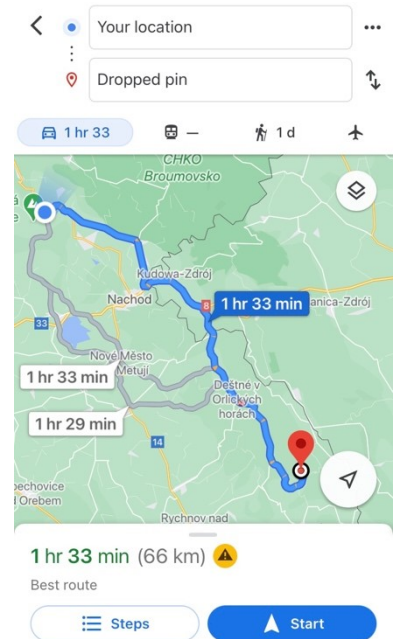
## 2.6.6 Navigace



Obrázek 32 – Modální okno s mapou,  
zdroj: autor

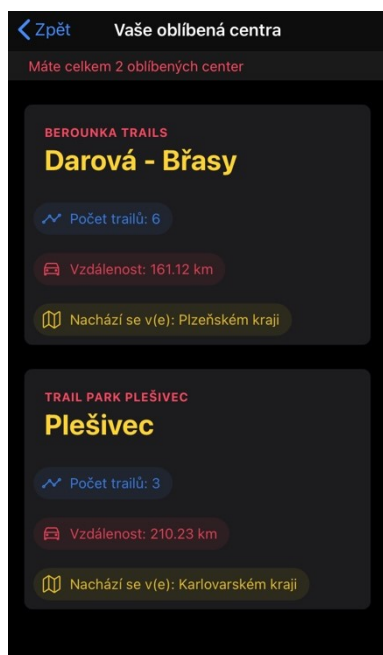
čne navigovat uživatele z aktuální polohy do místa zvoleného zájmu. V externí navigaci lze zvolit způsob dopravy i alternativní cesty dle preference.

V samotné aplikaci jsou dostupné dva prvky, jak lze vizualizovat cestu k danému trailovému centru či události. U každé detailu události i trailového centra jsou zobrazena dvě tlačítka zaručující následující funkčnost. První z nich je ukázání cesty k danému bodu zájmu na Leaflet mapách v novém modálním okně včetně navigačních pokynů, vzdálenosti od místa a času, který zabere samotný transport na místo z aktuální polohy. Druhé z nich otevře externí navigaci aktuálně používaného mobilního zařízení. Tato externí aplikace tedy ihned za-



Obrázek 33 – Externí navigace,  
zdroj: autor

## 2.6.7 Oblíbená centra



Obrázek 34 – Oblíbená centra,  
zdroj: autor

Tato stránka je dostupná jen v případě, pakliže je daný uživatel přihlášen. Obsahuje výčet všech jeho oblíbených center v podobě komponenty Ionic karty. Jestliže uživatel nemá žádné centrum v oblíbených, jsou na stránce zobrazena dvě tlačítka, přes které může přejít na mapu center či přímo do vyhledávací stránky.

## 2.6.8 Úprava trailového centra

Obrázek 35 – Úprava trailového  
centra 1, zdroj: autor

Samotná úprava trailového centra je dostupná v modálním okně se všemi potřebnými poli. Tento formulář je totožný s formulářem, který se používá na vkládání nových trailových center. Jak již bylo zmíněno v sekci *Funkcionalita*, samotný formulář má na sebe navázány patřičné validátory, které zajišťují vkládání validních hodnot. Samotná úprava trailového centra je dostupná jen uživatelům s administrátorskými právy. Celý formulář se skládá celkově z osmi vstupních polí, která je

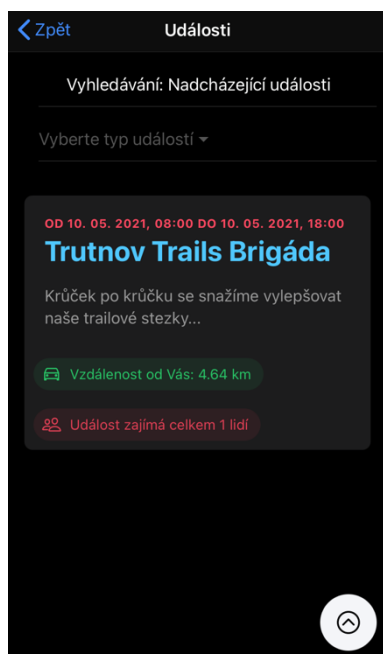
Obrázek 36 – Úprava trailového  
centra 2, zdroj: autor

potřeba vyplnit. Mezi daná formulářová pole patří název centra, obec, ve kterém se nachází dané centrum, popis centra, webové



stránky, kraj, výčet dostupných trailových stezek, obrázků a v poslední době mapu se značkou, kterou je potřebné náležitě přesunout na konkrétní místo trailového centra. Značku lze přesouvat dvěma způsoby, buď tažením anebo kliknutím.

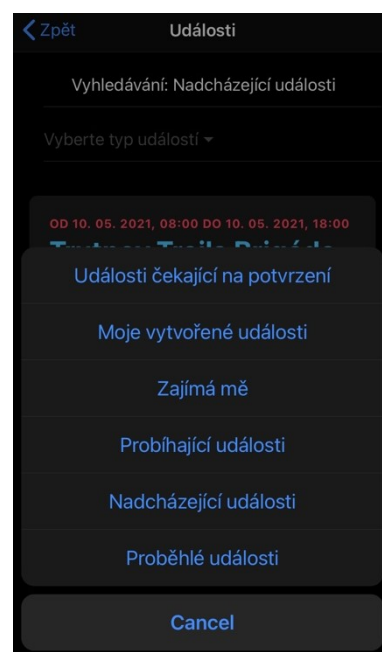
## 2.6.9 Vyhledávání událostí



Obrázek 37 – Události 1,  
zdroj: autor

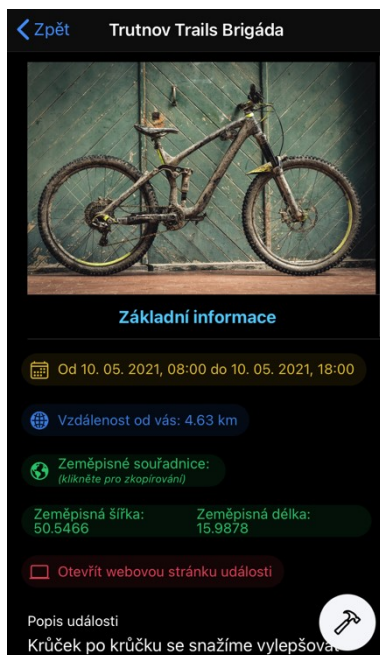
Administrátor disponuje na této stránce ještě jednou možností a tou je vytvářet samotné nové události pomocí tlačítka ve spodní pravé straně stránky. Po kliknutí na tuto ikonu se uživateli otevře modální okno s příslušným formulářem.

Pro vyhledávání událostí je v aplikaci vytvořena samostatná stránka. Tato stránka obsahuje výčet událostí ve formě Ionic karet, které splnily vyhledávací požadavky. Mezi možnostmi vyhledávání v základu patří probíhající, proběhlá a nadcházející události. Pro přihlášené uživatele je nabídka rozšířena o dvě možnosti, mezi něž patří události, které uživatele zajímají a události a které sám uživatel vytvořil. Jestliže je uživatel administrátorem, je tato nabídka rozšířena ještě o jednu, poslední položku událostí, které potřebují být schváleny před uvedením do dostupných výčtů. Ad-



Obrázek 38 – Události 2,  
zdroj: autor

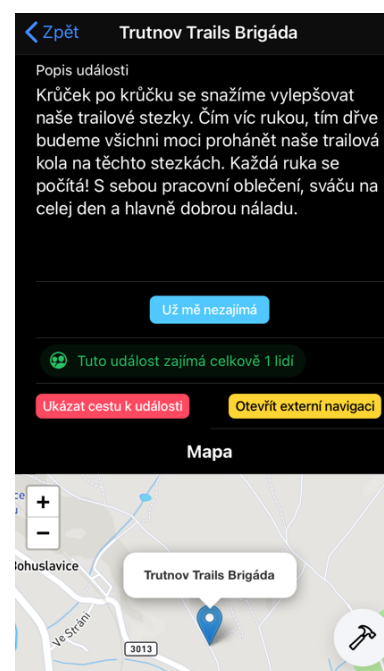
## 2.6.10 Detail události



Obrázek 39 – Detail události 1,  
zdroj: autor

projevit zájem o událost stisknutím příslušného tlačítka na detailu události. Na samotné stránce detailu centra je zobrazen i celkový počet lidí, které událost zajímá. Stejně tak, jak tomu je u detailu trailových center, tak i na detailu události lze otevřít modální okno s mapou a ukázáním trasy k danému bodu, či otevření příslušné externí navigace mobilního zařízení. Na konci stránky se nachází mapa se značkou, kde se událost bude odehrávat.

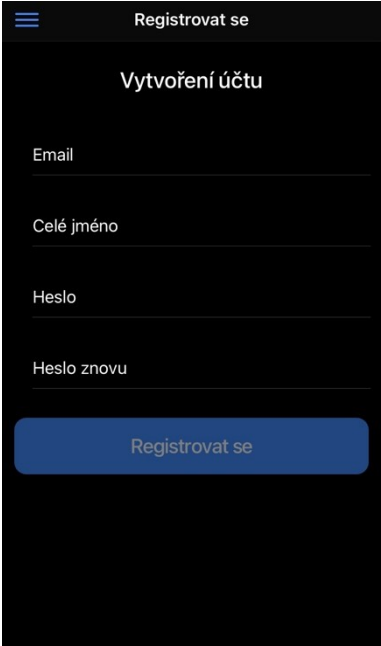
Samotný vzhled stránky je velmi podobný stránce detailu trailového centra, je to z důvodu zachování jednotného designu napříč celou aplikací. V horní části stránky nalezne uživatelé úvodní obrázek události, který je následován výčtem hlavních informací. Mezi tyto informace patří zejména datum konání a čas trvání, aktuální vzdálenost uživatele od místa události, zeměpisné souřadnice události, které lze zkopírovat kliknutím v číselné či GPS formě do schránky, v předposlední řadě je v hlavních informacích uvedeno tlačítko pro přechod na webovou stránku události, tedy jen v případě, že jimi disponuje a v poslední řadě je zde uveden popis dané události. Uživatelé mohou



Obrázek 40 – Detail události 2,  
zdroj: autor

## 2.6.11 Registrace

Stránka registrace je dostupná všem nepřihlášeným uživatelům. Jestliže není uživatel aktuálně přihlášen, má v menu nabídce na výběr z možností přihlášení či právě registrace. Samotná registrační stránka obsahuje čtyři formulářová vstupní pole, na které jsou navázány patřičné validátory. Uživatel musí při vytváření nového účtu zadat celé vlastní jméno, e-mailovou adresu a heslo. Heslo je nutné zadat dvakrát, předchází se tak zadání špatného hesla. Tato dvě hesla se následně validátorem porovnají. Tento validátor následně vrátí úspěch při zadání stejných hesel v obou polích, či neúspěch při nedodržení délky hesla či pokud nejsou hesla stejná.

The image shows a mobile application registration screen. At the top, there is a hamburger menu icon and the text 'Registrovat se'. Below this, the title 'Vytvoření účtu' is centered. The form consists of four vertically stacked input fields with labels: 'Email', 'Celé jméno', 'Heslo', and 'Heslo znovu'. At the bottom of the form is a prominent blue button with the text 'Registrovat se'.

Obrázek 41 – Registrační formulář,  
zdroj: autor

## 2.7 Používání aplikace

Aby bylo možné aplikaci nainstalovat na fyzické zařízení, bylo nutné učinit několik kroků. Zprvu bylo nutné určit pro jaký mobilní operační systém se daná aplikace bude stavět. Jelikož autor práce disponoval zařízením iPhone 8, byla zvolena platforma iOS. Konkrétně byla aplikace testována na verzi 14.4, která byla uvedena v lednu roku 2021. Celá aplikace byla zprvu testována ve webovém prohlížeči na localhostu. V následujícím výčtu jsou uvedeny jednotlivé kroky, které bylo nutné učinit, aby bylo možné spustit aplikaci na reálném fyzickém zařízení:

1. Nainstalovat balíčky pro iOS přes NPM – `npm install @capacitor/ios@next`.
2. Přidat iOS platformu do kódu projektu – `npx cap add ios`.
3. Vystavět samotnou aplikaci pomocí příkazu – `npx ionic build`.
4. Synchronizovat vystavěný projekt se složkou iOS – `npx sync cap ios`.
5. Otevřít složku iOS v program XCode – `npx cap open ios`.
6. Apple ve svých zařízeních vyžaduje popisy pro získávání informací o poloze. Bylo tedy nutné modifikovat soubor s názvem *Info.plist* a přidat čtyři nutné řádky s popisy, proč daná aplikace chce získat údaje o konkrétní poloze uživatele.
7. Připojit samotné zařízení přes USB rozhraní k počítači.
8. Zvolit připojené zařízení z nabídky, jinak by se spustila aplikace v emulátoru.
9. Vystavět samotnou aplikaci pro konkrétní zařízení.

Aplikaci bylo po učinění těchto velmi důležitých kroků možno testovat na fyzickém zařízení iPhone 8. V základu se používá výchozí ikona aplikace Capacitoru, byly tedy učiněny změny a ikona aplikace byla změněna na obrázek s cyklistou. Tento obrázek byl získán z oficiálních emotikonů dostupných v zařízeních iOS. I název aplikace byl patřičně upraven na *Trail Guide*.

## ZÁVĚR

V první části bakalářské byla snaha co nejlépe přiblížit zejména globální družicové polohové systémy s primárním zaměřením na americké GPS a evropské Galileo a jejich porovnání. Tak, aby byla doplněna informační hladina této podkapitoly, byly zde i blíže popsány ostatní GNSS. V této sekci nebyly popsány jen globální družicové polohové systémy, ale také samotné lokální polohové systémy, které slouží k určování polohy v určených ohraničujících oblastech. V navazující podkapitole byly blíže představeny vybrané geosociální sítě, které se staly nemalým fenoménem dnešní doby. Sportovní aktivity jsou nedílnou součástí životů velké skupiny lidí, a právě na této realitě jsou v samostatné podkapitole představeny jedny z nejznámějších mobilních aplikací, které monitorují sportovní aktivitu uživatelů. V poslední podkapitole teoretické části této bakalářské práce jsou představeny nejpoužívanější mobilní navigační aplikace využívající mapová rozhraní a jejich porovnání.

V druhé části bakalářské práce byla popsána samotná realizace mobilní aplikace pro trailové cyklisty. Jsou zde představeny jednotlivé aspekty, které aplikace využívá při jejím spuštění. Jedná se zejména o popis využití NoSQL databáze dostupné z cloudové platformy Firebase v přímé návaznosti na další dostupnou službu této platformy Cloud Storage pro ukládání různých objektů, které nelze ukládat přímo v databázi Cloud Firestore. V navazující podkapitole jsou konkrétně popsány základní stavební prvky aplikace, které byly využity při vývoji. Jedná se o využitý programovací jazyk TypeScript a frameworky Angular a Ionic. V kódu aplikace bylo využito nemalé množství stažených knihoven, které doplňují funkcionalitu samotné aplikace a které jsou podrobně popsány v samotné podkapitole navazující na podkapitolu ohledně základních prvků aplikace. Tak aby byla doplněna celková informační hladina aplikace, je v samostatné podkapitole přidán Use case diagram, který blíže specifikuje uživatelské role a jejich možnosti v rámci aplikace. Ve dvou předposledních podkapitolách je přímo popsána funkcionalita vyvinutého softwaru, zahrnující například popisy rozhraní, komponent, stránek a dalších, a grafického rozhraní, ve které je v obrázkové formě představeno uživatelské prostředí aplikace. Poslední kapitola praktické části bakalářské práce se zabývá samotným nainstalováním aplikace na mobilní zařízení s operačním systémem iOS. Aplikaci však lze exportovat s dodatečnou prací navíc i pro operační systém Android či web.

V budoucnu by aplikace mohla být rozšířena o další funkcionality. Mezi jednu z funkcionalit patří například notifikace, které nemohly být zahrnuty z důvodu absence developerského Apple účtu.

## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Positioning system: Local systems. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2021 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Positioning\\_system#Local](https://en.wikipedia.org/wiki/Positioning_system#Local)
- [2] CIBULKA, Miloš. *Globální navigační satelitní systémy (GNSS)* [online]. In: Lesnická a dřevařská fakulta Mendelovy univerzity v Brně, s. 33 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: [http://uhulag.mendelu.cz/files/pagesdata/cz/geodezie/geodezie\\_2018/gnss.pdf](http://uhulag.mendelu.cz/files/pagesdata/cz/geodezie/geodezie_2018/gnss.pdf)
- [3] *Satellite Navigation - Global Positioning System (GPS)* [online]. Washington, D. C., USA: Federal Aviation Administration, 2020 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: [https://www.faa.gov/about/office\\_org/headquarters\\_offices/ato/service\\_units/techops/navservices/gnss/gps/](https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/gnss/gps/)
- [4] *How Does GPS Work?* [online]. Washington, D.C., USA: NASA, 2019 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://spaceplace.nasa.gov/gps/en/>
- [5] DOLEJŠ, Jan. Jak funguje zaměření polohy pomocí GPS? *Svět Androida* [online]. 2015, 1 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://www.svetandroida.cz/gps-princip/>
- [6] Navigační systém Galileo a kde zjistit, která zařízení s ním umějí pracovat. *GeoBusiness* [online]. 2018, 16. 1. 2018, 1 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://www.geobusiness.cz/navigacni-system-galileo/>
- [7] TIMBROOK, Roger. GPS Vs. GLONASS Vs. Galileo: What's The Best GNSS? *Expert World Travel* [online]. 2021, 20. 1. 2021 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://expertworldtravel.com/gps-vs-glonass-vs-galileo/>
- [8] BEZPALEC, Pavel. Systém GLONASS. *Nové trendy v elektronických komunikacích: Lokalizace a navigace* [online]. 1. České vysoké učení technické v Praze, s. 1 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/231/04.html>
- [9] GOVERNMENT OF INDIA. Indian Regional Navigation Satellite System (IRNSS): NavIC [online]. Indie [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://www.isro.gov.in/irnss-programme>

- [10] *IRNSS: Indian Regional Navigational Satellite System* [online]. eoPortal Directory [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/i/irnss>
- [11] *System* [online]. Čína: BeiDou Navigation Satellite System [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <http://en.beidou.gov.cn/SYSTEMS/System/>
- [12] *Overview of the Quasi-Zenith Satellite System (QZSS)* [online]. Cabinet Office, Government Of Japan, 2021 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: [https://qzss.go.jp/en/overview/services/sv01\\_what.html](https://qzss.go.jp/en/overview/services/sv01_what.html)
- [13] *What is the Quasi-Zenith Satellite System (QZSS)?* [online]. Cabinet Office, Government Of Japan, 2021 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: [https://qzss.go.jp/en/overview/services/sv02\\_why.html](https://qzss.go.jp/en/overview/services/sv02_why.html)
- [14] *Co je to Geocaching?* [online]. Geocaching – kesky.cz, 2021 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://kesky.cz/zaciname-s-geocachingem/co-je-to-geocaching/>
- [15] *TOP 15 FREE GPS NAVIGATION APPS IN 2021 | ANDROID & IOS* [online]. Německo: Sixt, 2021 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://www.sixt.com/magazine/tips/top-free-navigation-apps/>

## POUŽITÉ OBRÁZKY

- [16] N, Behnam. GPS constellation visible from Golden CO. In: *Wikipedia* [online]. Wikimedia Commons, 2020 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:GPS24goldenSML.gif>
- [17] Control Segment. In: *GPS: The Global Positioning System* [online]. Pentagon, Arlington County, Virginie, USA, 2020 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://www.gps.gov/multi-media/images/GPS-control-segment-map.pdf>
- [18] PIERRE, Carril. Galileo FOC. In: *European Space Agency* [online]. Paříž, Francie, 2014 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: [https://www.esa.int/var/esa/storage/images/esa\\_multimedia/images/2013/12/galileo\\_foc/13432726-1-eng-GB/Galileo\\_FOC\\_pillars.jpg](https://www.esa.int/var/esa/storage/images/esa_multimedia/images/2013/12/galileo_foc/13432726-1-eng-GB/Galileo_FOC_pillars.jpg)
- [19] Vertical accuracy. In: *European GNSS Service Centre* [online]. Praha, Česká republika, 2021 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://www.gsc-europa.eu/sites/default/files/sites/all/files/GSA-Vertical.png>
- [20] BABU, Srujan. IRNSS COVERAGE. In: *Quora* [online]. Mountain View, Kalifornie, USA, 2017 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://qph.fs.quoracdn.net/main-qimg-5ef8b009dd412d8922f55ba6928b6590.webp>
- [21] JAKHAR, Pratik. Beidou satellite navigation system: Expansion of coverage. In: *BBC* [online]. Londýn, Velká Británie, 2018 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: [https://ichef.bbci.co.uk/news/976/cpsprodpb/115E0/production/103363117\\_china\\_satellite\\_map640-nc.png](https://ichef.bbci.co.uk/news/976/cpsprodpb/115E0/production/103363117_china_satellite_map640-nc.png)
- [22] Main area where QZSS is available. In: *Quashi-Zenith Satellite System (QZSS)* [online]. Japonsko: Cabinet Office, Government Of Japan, 2021 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://qzss.go.jp/en/overview/services/isos7j00000000qk-img/isos7j00000000rm.jpg>
- [23] BELL, Killian. Pokémon Go Now Available to Download From the App Store. In: *iPhone Hacks | #1 iPhone, iPad, iOS Blog* [online]. 2016 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://www.iphonhacks.com/wp-content/uploads/2016/05/Pokemon-Go-1100x550-1024x512.jpg>



- [24] CHROBOK, Micheal. S našimi tipy a triky se v Harry Potter Wizards Unite neztratíte. In: *SMARTmania.cz* [online]. 2019 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://smartmania.cz/5-tipu-a-triku-pro-harry-potter-wizards-unite/galerie/?pid=0>
- [25] Geohashes far apart. In: *Firebase* [online]. Mountain View, USA, 2021 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://firebase.google.com/docs/firestore/images/firestore-geohash-far.png>

# PŘÍLOHY

Příloha A – CD.....	67
---------------------	----

## **PŘÍLOHA A – CD**

Příložené CD obsahuje:

- tento soubor v PDF formátu,
- veškeré zdrojové kódy aplikace.