

České vysoké učení technické v Praze



Fakulta elektrotechnická  
Katedra měření

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Systém pro plánování a monitorování letu  
padákových kluzáků

Autor práce: Jakub Janata  
Vedoucí práce: Ing. Tomáš Levora

Květen 2014



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Jakub Janata**

Studijní program: **Otevřená informatika**  
Obor: **Počítačové systémy**

Název tématu česky: **Systém pro plánování a monitorování letu padákových kluzáků**

Název tématu anglicky: **Flight Management and Monitoring System for Gliders**

### Pokyny pro vypracování:

1. Zpracujte rešerši dostupných aplikací pro správu a monitorování letu a jejich funkcí. V závěru rešerše zhodnoťte přínos jednotlivých funkcí a jejich relevanci, využijte přitom vlastních zkušeností pilota padákového kluzáku.
2. Navrhněte sadu funkcí a jejich uživatelských rozhraní. Při tomto návrhu vezměte v potaz zpracovanou rešerši a její závěr. Zvolené funkce implementujte do navržené mobilní aplikace.
3. Pro funkce monitorování letu využijte senzorů dostupných v cílových zařízeních.
4. Navrhněte uživatelské rozhraní vhodné pro použití aplikace za letu v padákovém kluzáku.

Hlavními rysy Vašeho řešení má být přenositelnost mezi běžnými platformami mobilních zařízení na úrovni zdrojového kódu.

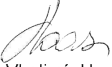
### Seznam odborné literatury:

- [1] Jenifer Tidwell: Designing Interfaces. 2011. ISBN 978-1449379704.
- [2] PhoneGap. An open source framework for mobile application development. <http://phonegap.com/>

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Tomáš Levora

Datum zadání bakalářské práce: 2. ledna 2014

Platnost zadání do<sup>1</sup>: 30. ledna 2015

  
Prof. Ing. Vladimír Haasz, CSc.  
vedoucí katedry



  
Prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.  
děkan

V Praze dne 2. 1. 2014

<sup>1</sup> Platnost zadání je omezena na dobu dvou následujících semestrů.

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 20. 5. 2014

.....

## Poděkování

Chtěl bych poděkovat především rodině za zajištění vhodného zázemí k vytvoření této práce. Dále pak Ing. Levorovi za pozitivní a objektivní přístup k vedení a konzultaci. A nakonec i všem pilotům, kteří byli ochotni věnovat mi svůj čas, názory a vědomosti.

## **Abstrakt**

Cílem práce je navrhnout a naimplementovat mobilní aplikaci pro plánování a monitorování letu padákových kluzáků. Ze zpracované rešerše byl následně vyhodnocen přínos jednotlivých částí a bloků zkoumaných programů a vznikl návrh řešení. Ten byl s ohledem na relevanci jednotlivých funkcí vytvořen a upraven s využitím zkušeností a poznatků pilotů padákových kluzáků. Samotná aplikace využívá senzorů obsažených přímo v mobilním zařízení. Hlavním rysem celého řešení je na jedné straně přenositelnost mezi běžnými platformami mobilních zařízení na úrovni zdrojového kódu a na straně druhé uživatelské rozhraní vhodné pro použití aplikace za letu v padákovém kluzáku.

## **Abstract**

The aim of the thesis is to project and implement a mobile application for the planning and monitoring of the flight of the paraglider. Based upon the literature recherche that was worked out the a contribution of each elements and blocks of the examined programs consequently the project of solution have been evaluated. Taking into consideration of the relevance of each functions such a project has been created as well as edited based upon the experiences and knowledge of the paragliders pilots. The application itself employs the sensors installed into mobile device directly. The main feature of the solutions itself is the transferability among ordinary platforms of the mobile devices.

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Sportovní létání a mobilní framework</b>	<b>3</b>
2.1	Paragliding . . . . .	3
2.1.1	Pilot a padákový kluzák . . . . .	3
2.1.2	Letové prostory . . . . .	4
2.1.3	Závody . . . . .	7
2.1.4	Tratě . . . . .	8
2.2	Rešerše . . . . .	9
2.2.1	Aplikace na trhu . . . . .	9
2.2.2	Požadavky pilotů . . . . .	13
2.2.3	Závěr rešerše . . . . .	13
2.3	PhoneGap . . . . .	13
2.3.1	Framework . . . . .	13
2.3.2	Mobilní zařízení . . . . .	15
2.3.3	Komunita . . . . .	15
<b>3</b>	<b>Návrh</b>	<b>17</b>
3.1	Mobilní aplikace . . . . .	17
3.1.1	Uživatelské rozhraní . . . . .	17
3.1.2	Vykreslování trajektorie . . . . .	18
3.1.3	Zobrazená letová data . . . . .	19
3.1.4	Mapový podklad . . . . .	19
3.1.5	Letový plán a otočné body . . . . .	20
3.1.6	Letové prostory . . . . .	20
3.1.7	Soutěžní mód . . . . .	20
3.1.8	Simulátor letu . . . . .	20
3.2	Web . . . . .	23
3.2.1	Plánování letu . . . . .	23
3.2.2	Prohlížení letu . . . . .	23
3.2.3	Uživatelské účty . . . . .	24
3.2.4	Distribuce aplikace a seznam verzí . . . . .	24
3.2.5	Fórum a hlášení chyb . . . . .	24
3.3	Gateway . . . . .	24

<b>4 Implementace</b>	<b>27</b>
4.1 Mobilní aplikace . . . . .	27
4.1.1 Bootstrap . . . . .	27
4.1.2 Leaflet . . . . .	27
4.1.3 Web SQL databáze . . . . .	27
4.1.4 Detekce chyb a jejich logování . . . . .	28
4.1.5 Počítání směru a rychlosti větru . . . . .	28
4.1.6 Výpočet dokluzu a výška v dalším otočném bodě . . . . .	28
4.1.7 Počítání OLC skóre . . . . .	28
4.2 Web . . . . .	30
4.2.1 Nette . . . . .	30
4.2.2 Dibi . . . . .	30
4.3 Gateway . . . . .	30
<b>5 Závěr</b>	<b>33</b>
<b>6 Přílohy</b>	<b>34</b>
<b>Reference</b>	<b>35</b>

# 1 Úvod

Let na padákovém kluzáku – tzv. paragliding – patří nejenom v České republice, ale na celém světě, k jednomu z nejrozšířenějších leteckých sportů. V naší zemi je registrováno přibližně pět tisíc pilotů a jejich počet každým rokem nadále roste. Pilot může mít ve vzduchu špatný přehled. Pro lepší informovanost pilota padákového kluzáku je vhodné používat navigační systém, který mu zprostředkovává dostatek informací potřebných nejen pro orientaci v prostoru, ale zároveň zvyšuje i jeho bezpečnost. Tyto systémy nejsou vždy finančně dostupné celé letecké komunitě, případně jim chybí uživatelská přívětivost a přehlednost. Hlavním cílem této práce bylo vytvořit komplexního řešení pro piloty všech věkových i výkonnostních kategorií. Byl brán zřetel rovněž na technickou náročnost a finanční dostupnost.

Součástí práce je rešerše nejčastěji využívaných navigačních systémů v Evropě, zejména pak v České republice. Na jejím základě byl vytvořen návrh a požadavků na aplikaci bylo několik. Mezi hlavní patří bezplatná distribuce včetně webových služeb a velikost podporovaného spektra mobilních platforem a k tomu se vztahující dostupnost pro koncového uživatele. Uživatelské rozhraní by mělo být vyvíjeno podle vzoru rozšířených a piloty nejvyužívanějších navigačních systémů, kdy z každého by si mělo vzít to nejlepší a zároveň neztratit jednoduchost a přehlednost. Totéž se týká i sady naimplementovaných funkcí. Celá problematika vyžaduje detailní prodiskutování s komunitou aktivních aviatiků.

Díky všem výše zmíněným aspektům by měl vzniknout nástroj vhodný pro všechny skupiny pilotů, a to jak začínající nezkušené nemovité piloty (např. studenty), sezónní a občasné letce, profesionály, včetně tzv. „leteckých veteránů“. Kterýkoliv uživatel mobilního telefonu s dotykovým displejem a podporujícím GPS příjmem by měl mít možnost program využívat, případně připomínkovat a následně podávat podněty pro jeho další vývoj.

Jelikož se k paraglidingu váže i mnoho soutěží a nejrůznějších závodů, je nutné zajistit podporu několika aplikačních módů, díky nimž se dá zaručit využitelnost jak pro „obyčejné a bezcílné“ létání, tak i pro soutěže Poháru paraglidingu a Mistrovství republiky (případně světa). K plánování a ukládání letů se váže vznik webového portálu, na kterém může každý uživatel vytvářet vlastní letové plány a zároveň procházet záznamy v minulosti. Vše intuitivní a zdarma.



## 2 Sportovní létání a mobilní framework

### 2.1 Paragliding

Paragliding je letecký sport podléhající zákonům o civilním letectví. K plachtění vzduchem se používá paraglidingové křídlo – padákový kluzák, který spadá do kategorie sportovních létajících zařízení pod správou Letecké amatérské asociace České republiky (dále jen LAA ČR). Startuje se z kopce rozběhem nebo z roviny pomocí vlečného zařízení. Zkušený pilot může plachtit díky využití stoupavých vzdušných proudů. Stoupavé proudy mohou být „mechanické“, kdy se proud vzduchu zdvihá o terénní překážku (svahování) nebo termické, kdy vzduch ohřátý od zemského povrchu stoupá vzhůru (termika). [1]

#### 2.1.1 Pilot a padákový kluzák

##### 2.1.1.1 Pilot

Pilot padákového kluzáku je povinen mít během letu u sebe platný pilotní průkaz, doklad o pojištění proti škodám způsobeným třetím osobám a technický průkaz padákového kluzáku. Případně se doporučuje uzavřít zdravotní (cestovní) pojištění (v zahraničí je často nutností). Existuje zde tedy analogie k řídičskému průkazu, povinnému ručení a technickému průkazu vozidla na pozemní komunikaci.

Pilotní průkaz je vydáván LAA ČR, což je občanské sdružení zastřešující rekreační a sportovní létání kategorie takzvaných SLZ (sportovní létající zařízení). Rozlišuje se několik druhů průkazů (Pilot, Sportovní Pilot, Soutěžní Pilot, Tandempilot, Instruktor), ke kterým se váže oprávnění na konkrétní výkonnostní třídu kluzáku.

Povinná výbava pilota padákového kluzáku (PK) obsahuje:

- Padákový kluzák
- Postroj
- Přilbu
- Záchranný padák (tzv. záložní padák)
- Případně výškoměr, navigační systém, druhý záchranný padák atd.

### 2.1.1.2 Padákový kluzák

Padákový kluzák nemá tuhou konstrukci. Tvar nosné plochy je udržován rychlostí letu. Jeho posádka může čítat i dva členy. Pilot startuje rozběhem z kopce nebo pomocí navijáku. Padákový kluzák obsahuje tři základní části – vrchlík, šňůry a popruhy, ke kterým se pomocí karabin připojí pilot se sedačkou. Při vhodných meteorologických podmínkách závisí pouze na schopnostech pilota, zda z kopce poletí několik minut a nebo bude brázdit vzdušné moře hodiny a uletí desítky kilometrů.

Pořizovací náklady se pohybují v řádu desítek tisíc Kč. Provozní náklady jsou závislé na vzdálenosti, kterou musíte překonávat k návštěvě vhodných terénů. Výcvik je ze všech druhů sportovních létajících zařízení nejkratší a nejlevnější. Hlavní výhodou padákového kluzáku je cena, nenáročnost na skladovací prostory a jednoduchost přepravy. Na druhou stranu padákový kluzák je ze všech SLZ nejpomalejší a má nejnižší výkon, který se většinou odvíjí od jeho typu. Obecně platí, že výkon padáku závisí na jeho rychlosti a s ní spojeném dokluzu. Nejen rozdíly v typech křídel způsobují, že delší výlety či přelety zvládají jen zkušení piloti za mimořádně příznivých meteorologických podmínek. Možnost létání je vysoce závislá na počasí, zejména na síle a směru větru. [2]

## 2.1.2 Letové prostory

### 2.1.2.1 Třídy vzdušného prostoru – horizontální dělení

Vzdušný prostor ČR je rozdělen do několika tříd. Volné pro létání jsou prostory tříd G a E (Obrázek 1). Jako měrná jednotka pro určení výšky se používají stopy (ft). Z názvu letové hladiny lze snadno vyčíst nadmořskou výšku (FL60 = 6000 ft = 1828,8 m).

**Prostor třídy E** je v ČR od 300 m AGL (Above Ground Level – výška nad povrchem země) do FL95 (2900 m). V této oblasti mohou letecká zařízení dosahovat rychlostí až 460 km/h a spadají sem i letadla letící IFR (Instrument Flight Rules). SLZ letící VFR (Visual Flight Rules) musí tedy létat dále než 1,5 km horizontálně a 300 m vertikálně od mraků aby letadlo po vylétnutí z mraku mělo čas se jiným leteckým zařízením bez problémů vyhnout. Let za VFR musí být prováděn pouze za dobré viditelnosti, kdy je zemský povrch dobře zřetelný a pokrytí oblačností pod SLZ menší než 4/8 (při rozdělení oblohy na osm dílů to odpovídá zaplnění čtyř úseků mraky).

**Prostor třídy G** je v ČR do 300 m AGL, v této oblasti se smí létat pouze VFR a tedy odpadá pravidlo 1,5 km horizontálně a 300 m vertikálně od mraků. Maximální rychlost zde je stále 460 km/h a lety musí být realizované za dobré viditelnosti (přímá viditelnost země a pokrytí oblačností pod SLZ menší než 4/8).

**Prostor třídy C** je v řízených prostorech a pro ČR od FL95 a výše. Pro vlet do této oblasti je nutné povolení ŘLP (Řízení Letového Provozu), letový plán a oboustranné radiové spojení v leteckém pásmu. Od FL100 (3050 m) je navíc povinný kyslík nebo přetlaková kabina.

**Prostor třídy D** je řízen ŘLP, které zajišťuje rozestupy letům IFR navzájem a informace o letech VFR. Letům VFR jsou podávány informace o provozu. Všechny lety jsou předmětem letového povolení, je požadováno oboustranné spojení mezi letadlem a ŘLP a podání letového plánu.

Zde popsané výšky hranic jednotlivých tříd prostorů jsou platné v ČR, v jiných zemích je toto rozdělení jiné – například ve Slovenské republice končí prostor třídy G až na FL80 (2500 m), kde následně začíná prostor třídy C. Pro pilota padákového kluzáku je však důležité znát především pravidla prostorů G a E, neboť je velmi nepravděpodobné, že by se dostal do vyšších tříd.

#### 2.1.2.2 Typologie prostorů – vertikální dělení

**TMA – Koncová řízená oblast** (angl. *Terminal Control Area*). Let je zde možný pouze po obdržení letového povolení při splnění zákonných podmínek. Všechna TMA v ČR jsou vzdušné prostory třídy D (pro Prahu i C) a jsou zřizována kolem řízených letišť nad CTR (bývá jich více kolem jednoho CTR). Spodní hranice jsou různé.

**CTR – Řízený okresek** (angl. *Control Zone*). Let je zde možný pouze po obdržení letového povolení při splnění zákonných podmínek. Všechna CTR v ČR jsou vzdušné prostory třídy D a jsou zřizována kolem řízených letišť, vertikální hranice jsou GND až 5000 ft AMSL (Praha-Ruzyně pouze do 3500 ft AMSL) a zodpovídá za něj stanoviště TWR (*Tower*).

**ATZ – Letištní provozní zóna** (angl. *Aerodrome traffic zone*). Typ prostoru zde není definován. Jsou zřizována kolem neřízených letišť. Vertikální hranice jsou

GND (*Ground*) až 4000 ft AMSL(*height Above Mean Sea Level*), přičemž letovou informační službu poskytuje stanoviště AFIS (*A Flight Information Service*).

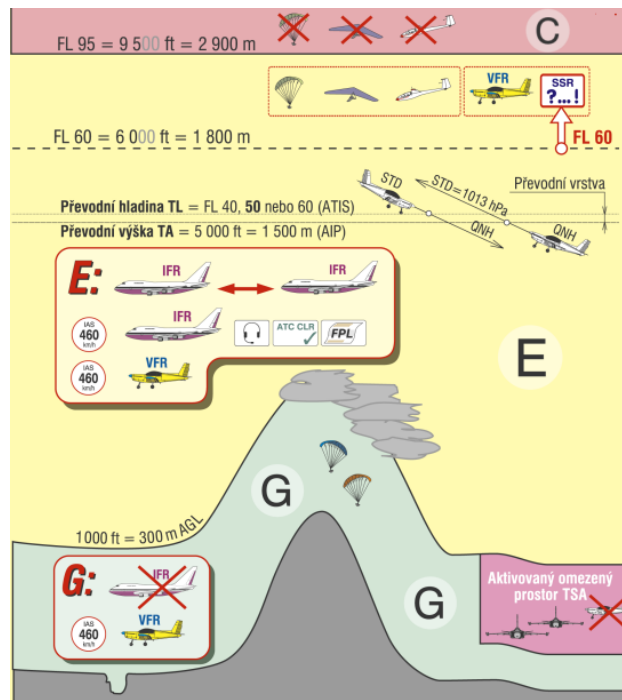
**TRA – Dočasně rezervovaný vzdušný prostor** (angl. *Temporary Reserved Area*). Prostory s různými hranicemi, které se aktivují podle potřeby (např. plachtařské soutěže, pohyb vojenských letadel apod.). Při aktivaci je stanoveno zodpovědné stanoviště, kdy těmito prostory je možné prolétnout s patričním povolením.

**TSA – Dočasně vyhrazený prostor** (angl. *Temporary Segregated Area*). U nás se jedná o letové cesty pro vojenská letadla. Prostory slouží pro poskytnutí ochrany rychle a nízko letícím vojenským strojům. Vedou od vojenských letišť do míst, kde mají vojenské složky další prostory, ve kterých mohou provádět zadané úkoly (např. nácvik bojových akcí, atd.). Tento prostor nelze proletět, pokud je aktivován.

**LKD – Nebezpečný prostor** (angl. *Dangerous Area*). Prostory pro vypouštění plynu nebo likvidaci výbušnin. Tímto prostorem je možné prolétnout bez jakéhokoliv povolení, ale důrazně se doporučuje těmito oblastem vyhýbat.

**LKP – Zakázaný prostor** (angl. *Prohibited Area*). Lety v zakázaném prostoru nejsou možné v žádném případě. Zřizuje se na místech, kde není žádoucí, aby se vyskytoval jakýkoliv letecký provoz - zpravidla strategicky důležitá místa (např. Pražský hrad, jaderné elektrárny apod.).

**LKR – Omezený prostor** (angl. *Restricted Area*). Lety v omezených prostorech lze provádět pouze v době, kdy nejsou aktivovány. V době aktivace je možné lety provádět pouze po získání letového povolení od příslušného stanoviště ATC. [3]



Obrázek 1: Letecké prostory a třídy ovlivňující piloty PK [3]

### 2.1.3 Závody

Jako většina sportů na světě, i létání na padákových kluzácích má své soutěže. V paraglidingu patří mezi vrcholné akce PWC (Paragliding World Cup), pod nímž se řadí závody lokálního charakteru jako např. Mistrovství republiky nebo Česká liga paraglidingu. Jednotlivá klání mají délku cca 5 až 7 dní a nejčastěji se lze setkat se dvěma druhy letových disciplín, a to *Speed Run* a *Race to Goal*.

V podstatě jde o získání nejvyššího počtu bodů, které jsou počítány z času, dosažené vzdálenosti a aspektů samotného průběhu závodu. Algoritmus, který vytváří toto hodnocení je uzavřeným programem a jeho chování specifikuje FAI (Fédération Aéronautique Internationale - Mezinárodní letecká federace) [4]. Před startem jsou piloti seznámeni na briefingu s „tiskem“ (soutěžní kolo) a jeho detaily (čas startu a cíle, jednotlivé otočné body atd.).

Typ *Race to Goal* se létá převážně v dobrých termických podmínkách, pro které jsou ideální především alpské země. Čas se začíná počítat všem pilotům v jeden okamžik a během letu musí v určeném pořadí protnout všechny kružnice na trase. Začíná se startovním cylindrem a končí cílovou páskou, případně kružnicí. Typ *Speen Run* se liší pouze v principu počítání času. Start se zde kalkuluje každému soutěžícímu individuálně od momentu protnutí startovní kružnice.

Celá specifikace paraglidingového závodu je příliš dlouhá, a proto bude dále

popsán pouze typ *Race to Goal*. Každé závodní kolo začíná otevřením „pozemního startu“ (piloti mohou začít startovat ze země). Samotný závod začíná většinou přibližně hodinu až dvě po otevření startu. Nejčastěji se lze v praxi setkat se startovní kružnicí, která se otevírá vletem. To znamená, že pilot musí být před začátkem jejího otevření mimo určený cylindr. Existuje i varianta opačná, to jest startování opuštěním startovní kružnice. Následně je úkolem závodníka protnout určené oblasti „ve tvaru kruh“, v předem daném pořadí. Pro záznam pohybu kluzáku a potvrzení protnutí všech bodů na trase, slouží v dnešní době zařízení podporující GPS záznam. V historii bylo možné se setkat s různými druhy řešení kontroly pilotů. Například házení sáčků s pískem do určené oblasti nebo fotografování daných objektů v průběhu letu. Technický pokrok však nahrává ku prospěchu závodníků a ti se díky němu mohou soustředit především a pouze na let. Zastavení závodního času nastane až po vletu do cílové kružnice, avšak v některých případech pořadatelé volí druhou variantu, to jest protnutí cílové pásy směrem od posledního otočného bodu. [5]

#### 2.1.4 Tratě

Kromě výše zmíněných závodů se v praxi lze rovněž setkat s tzv. pohárovými soutěžemi. Zde již nejde o organizované akce, ale pilot po provedení svého letu pouze na určené webové stránce nahraje svůj validní letový záznam (IGC soubor) [6]. Z trasy je následně stanoven počet bodů odpovídající vzdálenosti a charakteristice trajektorie. Rozlišují se 3 druhy tratí [7]:

- **Volný přelet (VP)** - Volná trasa nesplňující podmínku trojúhelníkové trati (5 otočných bodů). Bodování 1 km = 1 bod pro ČR.
- **Ploché trojúhelník (PT)** - Trojúhelník nesplňující podmínku FAI trojúhelníku (3 otoč. body). Bodování 1 km = 1,7 bodu pro ČR.
- **Trojúhelník FAI (FT)** - Každá strana trojúhelníku měří alespoň 28 % celkové vzdálenosti (3 otoč. body). Bodování 1 km = 2,2 bodu pro ČR.

## 2.2 Rešerše

Tato rešerše má za úkol analyzovat navigační systémy specializované pro piloty padákových kluzáků. Podmínkami jsou bezplatnost programu a expanze mezi aviatiky. Výsledky pak poslouží k návrhu nové aplikace.

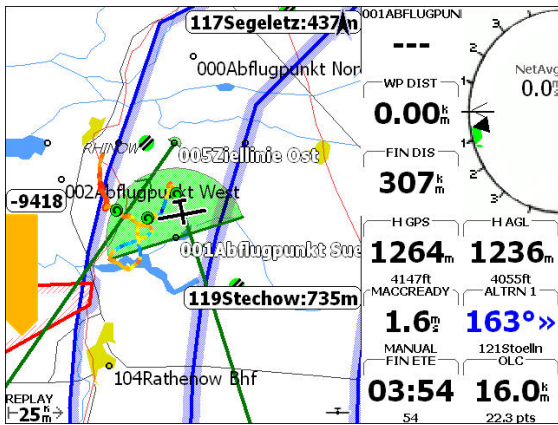
### 2.2.1 Aplikace na trhu

Mezi piloty v České Republice jsou momentálně nejrozšířenější následující čtyři free-wareové aplikace: XCTrack, XCSoar, FlyMe a LK8000. Každá má své klady i zápory, ale několik společných rysů mají společných. Jedná se o podporu generování IGC souborů, které jsou podepsané validačním klíčem. Ten zajišťuje integritu dat a vyhodnocení záznamu pro oficiální letecké soutěže. Dále obsahují vykreslování uletěné trajektorie, možnost zadávání "letového plánu", poskytování informací o aktuální rychlosti, výšce a dalších důležitých údajích. Standardem se stala i podpora letových prostorů a závodních módů.

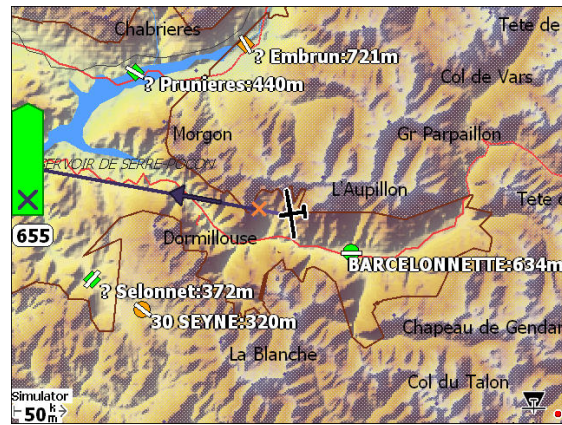
#### 2.2.1.1 XCSoar

XCSoar je program vyvíjený prioritně pro piloty větroňů, ale postupem času získal pevné místo i mezi paraglidisty. Podporuje několik operačních systémů (konkrétně mobilní: Windows Mobile, Pocket PC, Google Android a desktopové: Windows, OS X, Linux) a celkem 29 jazyků. Mezi největší klady patří mapové podklady (Obrázek 3) a spolehlivost programu. Program umožňuje i livetracking, bohužel při zapnutí více funkcí dochází k velmi rychlému vybíjení baterie. Dále disponuje širokou škálou funkcí jako například nastavení rychlostní poláry padáku, dopočítávání dokluzu do cíle či otočného bodu, upozornění na letecké prostory, MacCready, termální asistent, FAI asistent, síla a směr větru. Mezi jeho klady patří i relativní volnost úpravy vzhledu a uživatelského rozhraní (Obrázek 2) .

K nevýhodám patří zejména nezobrazování uletěné vzdálenosti, ale pouze trajektorie letu. Celkově lze tvrdit, že XCSoar má mnoho funkcionalit, avšak ve výsledku se kvůli nim stává nepřehledným. [11]



Obrázek 2: Informační údaje [8]



Obrázek 3: Terénní mapový podklad [8]

### 2.2.1.2 LK8000

LK8000 je odnož XCSOARu z dílny italských vývojářů. Cílí hlavně na piloty větroňů, ale svou cestu si našel i k paraglidistům. V současné době podporuje 16 jazyků a lze jej spustit na operačním systému Windows CE (nejčastěji v autonavigacích) a Windows 32 (např. Win XP, Vista atd.). Lze jej považovat za kopii XCSOARu s několika menšími úpravami. Mezi největší přednosti patří velmi propracované počítání dokluzu a optimální rychlosti, k čemuž využívá rychlostní poláru, MacCreadyho teorém a další data. Samozřejmostí je podpora mapového podkladu (Obrázek 4), termální asistent (Obrázek 5), letové prostory, otočné body a další. Svoji popularitu si získal možností instalace do autonavigace.

Stejně jako XCSOAR jej ale někteří uživatelé považují za předimenzovaný a nepřehledný.[12]



Obrázek 4: Mapa s informacemi [9]



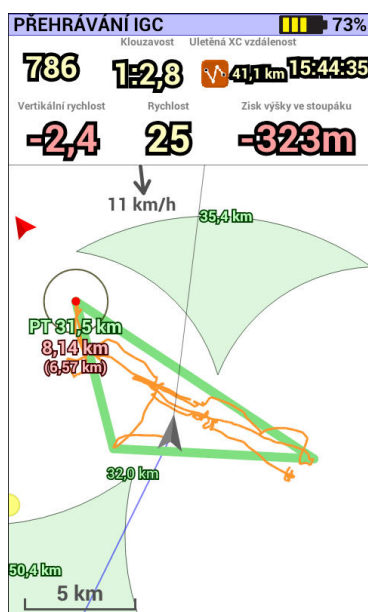
Obrázek 5: Termální asistent [9]



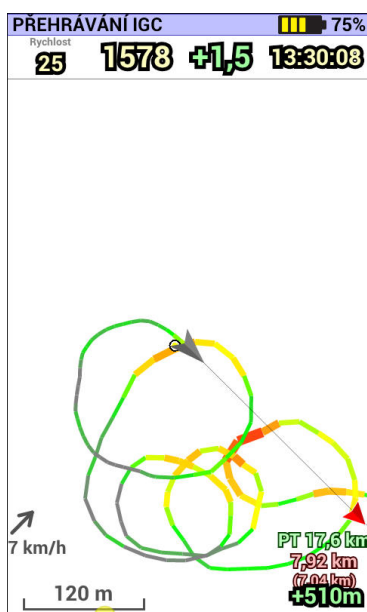
### 2.2.1.3 XCTrack

XCTrack je česká aplikace vyvíjená týmem XContest v čele s Petrem Chromcem. Dostupnost programu se vztahuje pouze na Android a od roku 2012, kdy projekt odstartoval, momentálně zahrnuje překlady do 17 světových jazyků. Mezi největší klady patří silná provázanost s portálem XContest, který si vydobyl první pozici mezi paraglidingovými žebříčky pro Českou Republiku a jeho obliba ve světě stále stoupá. Program disponuje širokou škálou funkcí specializovaných pro padákové kluzáky, konkrétně to je navigační mód pro XC lety a paraglidingové soutěže, OLC asistent (např. dopočet vzdálenosti a lokace pro FAI trojúhelník) (Obrázek 6) , asistent termických proudů (Obrázek 7) , počítání síly a směru větru a rovněž mnoho možností úprav uživatelského rozhraní (Obrázek 8) a zobrazovaných údajů.

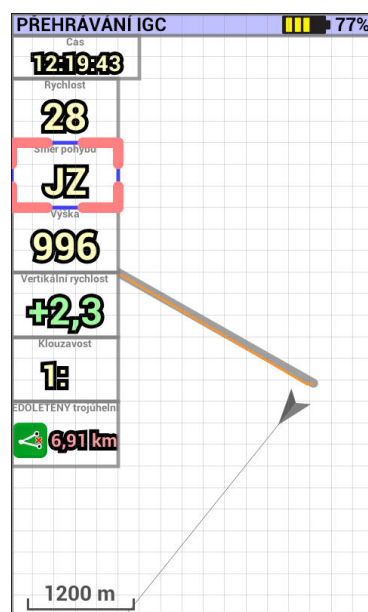
K nejpodstatnějším nevýhodám patří absence mapového podkladu a podpora pouze pro platformu Android. Někteří piloti si taktéž stěžují na chybějící možnost získání vypočítané výšky v dalším otočném bodě. [10]



Obrázek 6: OLC asistent plochý trojúhelník



Obrázek 7: Termální asistent s indikací stoupání

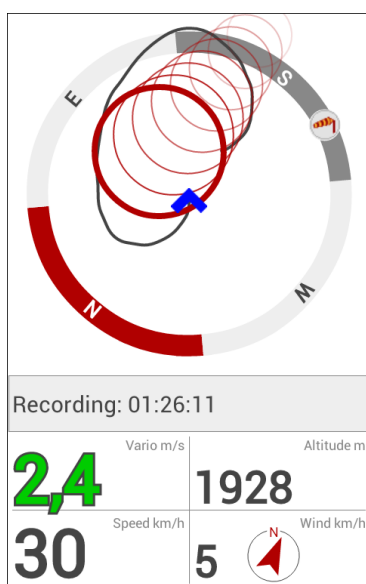


Obrázek 8: Možnost konfigurace widgetů

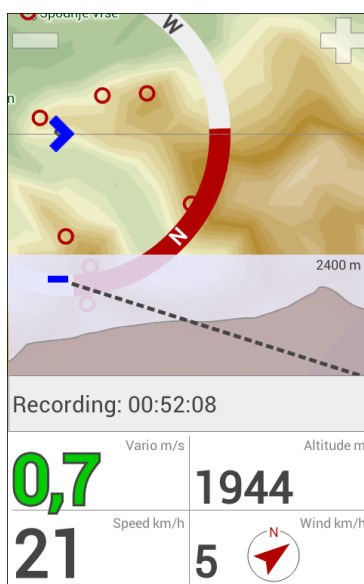
### 2.2.1.4 FlyMe

FlyMe je slovinský projekt vývojáře Aljose Coha, který získal podporu od Slovenian company Inetis ltd. Návrh a implementace začaly v roce 2012. Mezi jeho hlavní výhody patří mapový podklad propojený s datovou vrstvou sítě nadmořských výšek (Obrázek 10), které uživateli dodávají dostatek informací pro posouzení situace při plánovaném přeletu. Součástí podkladu je databáze bodů s častým výskytem termických proudů (Obrázek 11). Podporuje též metodu Live tracking, která v pravidelných intervalech odesílá přes mobilní datovou síť údaje o poloze padákového kluzáku. Tato metoda tvoří základ pro použití při závodech a zároveň zvyšuje bezpečnost pilota. Při letecké nehodě lze relativně snadno dopátrat poslední zachycenou lokaci a čas potřebný k nalezení člověka v nouzi se tedy rapidně snižuje. Přímo za letu lze rovněž sledovat okolní piloty s totožnou aplikací (pokud mají Live tracking zapnutý). Ze zmíněných navigačních systémů disponuje FlyMe nejlepším termickým asistentem (Obrázek 9) a velkou množinou podporovaných externích baročidel. Samozřejmostí je podpora FAI triangle asistenta, kalkulace OLC vzdálenosti během letu, výpočet směru a síly větru, odeslání IGC záznamu jedním kliknutím a taktéž Power saver mód pro větší výdrž baterie (např. pro použití jako sekundární záznamové zařízení).

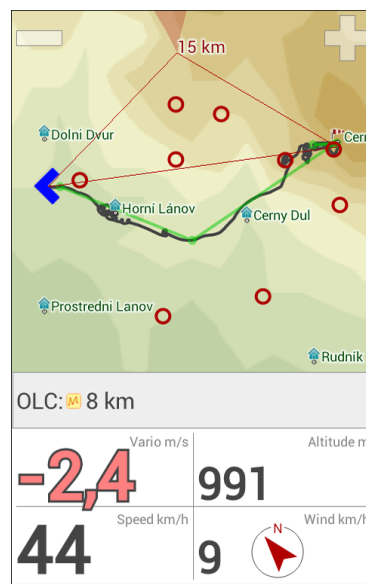
K nevýhodám patří podpora pouze pro Android. [13]



Obrázek 9: Termální asistent pro kroužení v termice



Obrázek 10: Datový podklad nadmořských výšek



Obrázek 11: Databáze míst s častým výskytem termických proudů

### 2.2.2 Požadavky pilotů

Hlavní cílem rešerše bylo doplnit získané informace o zkušenosti a názory samotných uživatelů – pilotů. Do zjištěných informací bylo potřeba zahrnout rovněž osobní zkušenosti a technickou zdatnost jednotlivých aviatiků. Je evidentní, že požadavky mladého pilota absolventa technické školy a staršího člověka, který se již nerad učí novým věcem, budou diametrálně odlišné.

### 2.2.3 Závěr rešerše

Výsledky této rešerše daly základní podklady pro následný vývoj vlastní aplikace. Bylo zjištěno, že mezi nejdůležitější součásti programu se řadí především kvalitní počítání dokluzu spojené s navigací. Samozřejmostí je brán mapový podklad a v neposlední řadě dostatečná volnost v konfiguraci závodního módu, což se však týká spíše soutěžních pilotů.

Osobně považuji v současnosti za nejlepší navigační systém pro padákové kluzáky aplikaci FlyMe. Netrpí složitostí jako LK8000 a XCSoar. Zabudovaná síť nadmořských výšek a propracovaný termální asistent ve spojení se šetrností k baterii společně tvoří ideální kombinaci. Na druhou stranu možnost konfigurace widgetů v XCTracku se stala velmi populární a uživateli hojně využívanou.

## 2.3 PhoneGap

PhoneGap je moderní framework, který umožňuje vytvářet mobilní aplikace za použití HTML5, CSS3, a JavaScriptu. Od roku 2011 jej vlastní Adobe Systems Inc., které zároveň zajišťuje jeho vývojářskou podporu. Základem úspěchu tohoto projektu je však aktivní komunita uživatelů a vývojářů, díky nimž neustále probíhá agilní vývoj. PhoneGap je nejrozšířenější distribucí frameworku Apache Cordova, který je šířen pod open source licencí. Analogicky lze mluvit jako o vztahu mezi Ubuntu a Linuxem. [14]

### 2.3.1 Framework

PhoneGap (Apache Cordova) zaštiťuje celou řadu funkcí. Přes příkazovou řádku lze vytvářet a spravovat projekty. K tomu se váže přidávání a administrace pluginů, kompilace zdrojového kódu a automatické nahrávání do emulátoru nebo fyzického zařízení. Základem jsou programy NodeJS a phonegap, které lze snadno udržovat aktualizované a značně urychlují vývoj i následnou distribuci. Ke každé platformě je zároveň nutné mít nainstalované SDK a kompilátor. Pro iOS je to například Xcode a Xcode Command Line Tools, pro Android zase Android SDK a Javu.

Aplikace napsané ve frameworku jsou zobrazeny na mobilním zařízení jako Web-View s plnou velikostí displeje. Současně lze využívat prvky operačního systému a hardware. I když je celá aplikace naprogramována jako webová stránka, výsledkem může být téměř nativní aplikace, u které uživatel často ani nepozná, že se ve skutečnosti jedná o webový prohlížeč s přidavnými funkcemi.

Grafickou část reprezentuje HTML a CSS, naopak logický blok je obsluhován JavaScriptem. Lze zaimplementovat knihovny jako jQuery nebo Twitter Bootstrap, nebo speciální UI frameworky jako jQuery Mobile a Sencha Touch.

### 2.3.1.1 Pluginy

Pro vývojáře je k dispozici řada pluginů, z kterých přibližně desítku zaštiťuje přímo Cordova a zbytek jsou vytvořeny komunitou. Ty se nazývají tzv. "pluginy třetích stran". Jejich společným rysem by měla být podpora pro všechny platformy, v praxi to ale není pravidlem a nejčastěji se lze setkat s podporou Apple iOS a Google Android. Plugin se skládá ze souborů napsaných v nativním jazyce pro konkrétní platformu a připojovacím JavaScript skriptem. Velkou výhodou je možnost tvorby pluginu vlastního. Zde je nutné dodržet interface k tomu určený.

### 2.3.1.2 PhoneGap API

K využívání výše zmíněných pluginů slouží jednotné API. Obsahuje přesně definované metody, které mohou přistupovat přímo k částem ve webovém prohlížeči a nebo spouštějí skripty napsané v nativním jazyce (např. Objective-C).

Pro vývojáře je dostupná tvorba vlastních pluginů přes cordova rozhraní. Struktura funkce je pevně definována (Zdrojový kód 1).

```
cordova.exec(  
    function(parameter) {},  
    function(error) {},  
    "service",  
    "action",  
    ["firstArgument", "secondArgument", 42, false]  
);
```

Zdrojový kód 1: Struktura funkce pro přístup k nativnímu kódu

### 2.3.1.3 Vytváření aplikačních balíčků a jejich distribuce

Distribuce výsledné aplikace probíhá zejména přes specializované programové řešení, které poskytuje provozovatel každé platformy. Pro Android je to Google Play, iTunes pro iOS, Windows Store v případě Windows Mobile atd. Před vystavením aplikace na tyto „obchody“ musí proběhnout jejich schválení, což bývá v praxi občas problém. Největší překážkou se stává fakt, že se nejedná o nativní aplikaci. K zamítnutí pak dochází především pro nevhodný design či chybovost aplikace.

### 2.3.2 Mobilní zařízení

Momentálně projekt podporuje většinu mobilních platforem. Patří sem Apple iOS, BlackBerry, Google Android, LG webOS, Microsoft Windows Phone (7 a 8), Nokia Symbian OS, Tizen, Bada, Firefox OS a Ubuntu Touch. Díky základním pluginům má vývojář přístup k následujícím částem operačního systému a hardwaru [15]:

- Akcelerometr = souřadnice zařízení v prostoru (x, y, z)
- Kamera (fotoaparát) = nahrávání a následné zpracování snímku/ů
- Kompas = určování magnetického severu
- Adresář kontaktů = telefonní seznam uživatele
- Souborový systém = přístup do paměti telefonu (SD karta, lokální médium)
- Polohové služby = GPS souřadnice
- Media (video, foto, zvuk) = galerie a hudební přehrávač
- Síť = přístup k bezdrátové síti a mobilnímu připojení
- Centrum upozornění (notifikace, tón, vibrace) = systémové nástroje pro poskytování informací uživateli
- Úložiště = lokální databáze aplikace

### 2.3.3 Komunita

Jednou z největších předností PhoneGapu je komunita uživatelů. Na webovém portálu github je veřejně dostupný repositář se zdrojovými kódy, které lze nejen číst, ale zároveň po schválení provedených změn i zapisovat. Není výjimkou, že vývojáři své dílo zcela bezplatně poskytnou dalším programátorům, i když v komerční scéně by mohlo mít relativně zajímavou finanční hodnotu.

## 3 Návrh

Provedená rešerše byla předlohou návrhu celé aplikace, kdy prvním krokem je vybrání jednotlivých funkcí, pro tento účel vhodných a uživateli preferovaných. Od prvního okamžiku bylo stěžejní vytvořit projekt, který by spojoval více funkcionalit. Tzn. aby jednotlivec mohl využívat nejen mobilní aplikaci, ale snadno spravovat i lety v minulosti, nahrávat otočné body, letové prostory, mapové podklady a další. Pro lepší srozumitelnost je celý projekt rozdělen do tří částí. První a nejdůležitější je samotná mobilní aplikace s navigačním systémem. Pro snazší vytváření letových plánů, prohlížení letů a dalších činností vznikla část druhá – webový portál. Tyto dvě části jsou propojeny přes Bránu (angl. *Gateway*), která je třetím a posledním prvkem celého projektu s názvem **pgNav**.

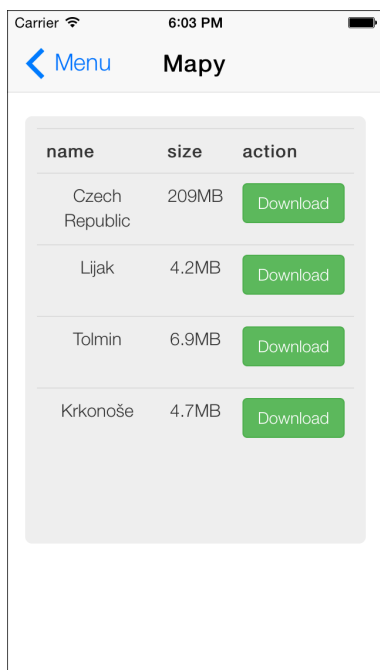
### 3.1 Mobilní aplikace

Hlavním cílem této práce je vytvoření systému pro plánování a monitorování letu padákových kluzáků s přenositelností na běžné platformy mobilních zařízení. Navržená mobilní aplikace využívá mobilního frameworku PhoneGap a je tudíž snadno přenositelná na většinu platforem. V následujících podkapitolách bude vysvětlen návrh grafického rozhraní, použitých funkcí a vysvětlení jejich principů.

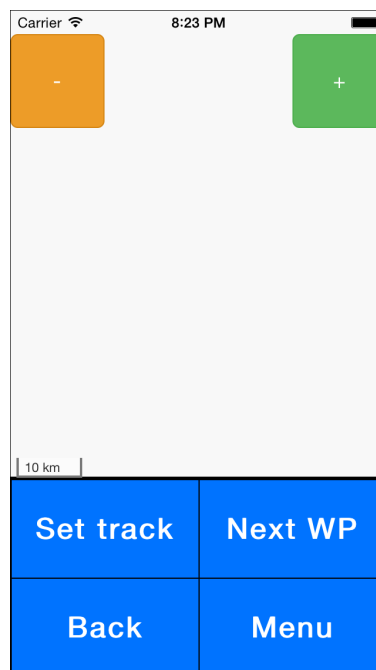
#### 3.1.1 Uživatelské rozhraní

Při návrhu mobilní aplikace je nutné brát zřetel na její zobrazovací část – GUI (*Graphical User Interface*). V důsledku velkého množství rozlišení displejů se může snadno stát, že pro některé typy zařízení bude celé uživatelské rozhraní nepřívětivé, v horším případě zcela nepoužitelné. Vytyčeným cílem byla podpora většiny mobilních zařízení dostupných na trhu včetně tabletů.

Ovládání mobilního telefonu či tabletu s dotykovým displejem ve výšce několika kilometrů nad zemí v tlustých rukavicích je relativně náročné. Při započtení vlivu turbulentního proudění a dalších faktorů vyplývá, že je tato činnost pro uživatele velmi komplikovaná. Z tohoto důvodu je potřebné návrh uživatelského rozhraní rozdělit na dva odlišné způsoby. Prvním je tzv. *Letová část* (Obrázek 13) s velkými tlačítky a usnadněnými funkcemi uzpůsobená pro ovládání za letu. Oproti tomu druhá *Administrativní část* (Obrázek 12) disponuje uhlazeným vzhledem a je určena k používání na zemi.



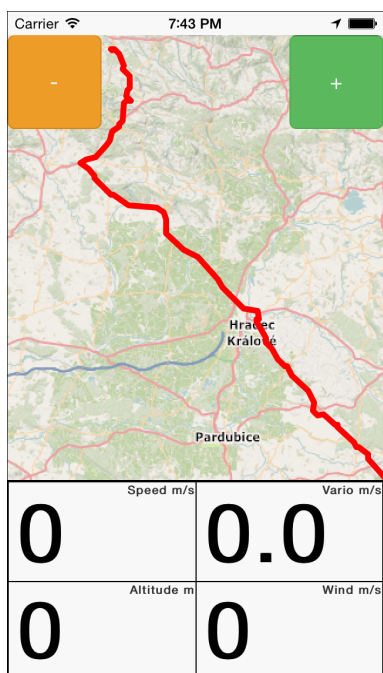
Obrázek 12: Administrativní část s uhlazeným uživatelským rozhraním



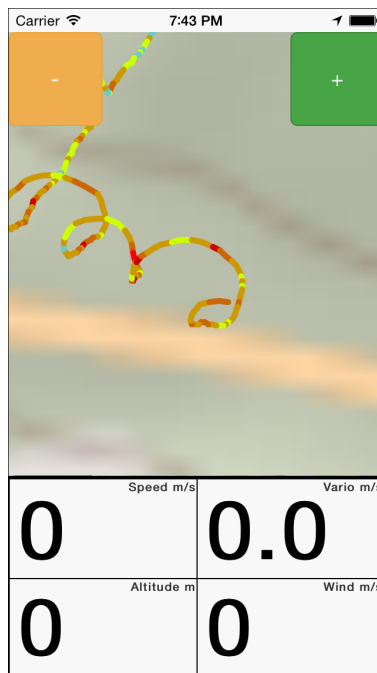
Obrázek 13: Letová část s velkými tlačítky pro lepší ovládání

### 3.1.2 Vykreslování trajektorie

Základem každého navigačního systému by mělo být zobrazování aktuální polohy ve spojení s vykreslováním uletěné trajektorie. Zde použité řešení kombinuje dvěma způsoby trajektorii s vyznačením vertikálního pohybu. Ve výsledku pak uživatel na jedné obrazovce může sledovat projekci jeho dosavadního letu na mapový podklad (Obrázek 14) a po kliknutí do prostoru mapy dojde k přepnutí na přiblížený výřez (Obrázek 15). V něm se zobrazuje uletěná dráha pouze posledních dvou minut a barevné spektrum oznamuje, jestli docházelo ke stoupání, či naopak ke klesání. Nejde o plnohodnotný termický asistent, ale většina uživatelů dokáže ze síly a směru větru snadno odhadnout snos a centrum nejsilnějšího termického proudu. Záznam GPS polohy je od vykreslování trajektorie programově nezávisle oddělen (Flow diagram 1). Stejně tak další funkcionality jako např. výpočet větru, navigace atd.



Obrázek 14: Vykreslení uletěné trajektorie červenou barvou



Obrázek 15: Přiblížený výřez s indikací vertikální rychlosti

### 3.1.3 Zobrazená letová data

S vykreslováním trajektorie je úzce spjato zobrazování aktuálních letových dat. Konkrétně se jedná o aktuální nadmořskou výšku, vertikální a horizontální rychlost, horizontální směr pohybu (kurz) a v neposlední řadě aktuální klouzavost padákového kluzáku. Většinu hodnot lze snadno získat z GPS záznamu. Klouzavost je pak výpočtem momentálního klesání a rychlostní poláry. Všechny údaje musí mít dostatečnou viditelnost i na prudkém slunci. Zde však záleží spíše na kvalitě displeje. Přesto je vhodné dodržet co největší kontrast písma proti pozadí.

### 3.1.4 Mapový podklad

Pro lepší orientaci v prostoru je vhodné použití mapového podkladu. Ten dodá pilotovi dostatek informací o jeho lokaci a je vždy přívětivější než prázdná bílá plocha na displeji. Je několik způsobů jak tyto informace uživateli zprostředkovat. Jedním z řešení je použití dat z projektu OpenStreetMap [16]. Na rozdíl od Google Maps [17] licenční podmínky dovolují cachování mapové vrstvy. Mapa s vrstevnicovou sítí a základními druhy porostů poskytuje dobrou nápovědu pro hledání termických proudů nebo usnadní najít místo ideální pro přistání. V kombinaci s hlavními dopravními tahy a vyznačenými městy a obcemi má pilot lepší přehled o své poloze. Například při letu v neznámém prostředí dodává větší jistotu a informovanost.



### 3.1.5 Letový plán a otočné body

Každý pilot, který chce dosáhnout kvalitního výsledku přeletu, musí mít předem naplánovaný letový plán. Aplikace mu umožňuje s provázáním na webovou službu snadno vytvořit trať letu a jedním kliknutím si ji stáhnout do zařízení. Samotná trať je pak během letu zobrazována do mapového podkladu (Obrázek 16) a uživatel je informován o průběhu letu. Konkrétně se jedná o směrovou navigaci k dalšímu otočnému bodu a zároveň výpočet přibližné výšky dosažené při vletu do kružnice kolem bodu. Výpočet závisí na klouzavosti padáku, aktuální nadmořské výšce a výšce otočného bodu (ta je zadána při vytváření trati spolu s geografickými souřadnicemi). Při dosažení otočného bodu se v navigaci zvolí další v pořadí. V případě potřeby má pilot možnost nejbližší bod manuálně přeskočit a navigace se pak zaměří na navádění k následující kružnici.

### 3.1.6 Letové prostory

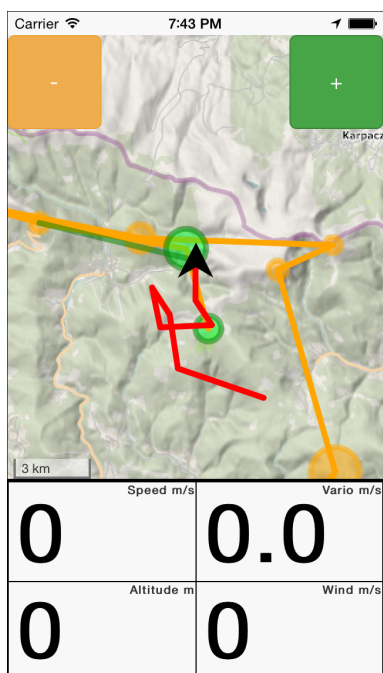
Nedílnou součástí každého státu jsou i jeho letové prostory. Jedná se hlavně o polygony kolem velkých letišť, strategických objektů a vojenských perimetrů. Pro pilota padákového kluzáku platí v tomto případě stejná pravidla jako pro všechny ostatní SLZ a tudíž musí být dobře informován, zda-li jeho dráha nebude křížovat výše zmíněné oblasti. Nejlepším řešením je zobrazení těchto prostorů přímo na mapový podklad (Obrázek 17) společně s upozorněním uživatele, že plánovaná trajektorie koliduje se zakázaným (případně omezeným) územím.

### 3.1.7 Soutěžní mód

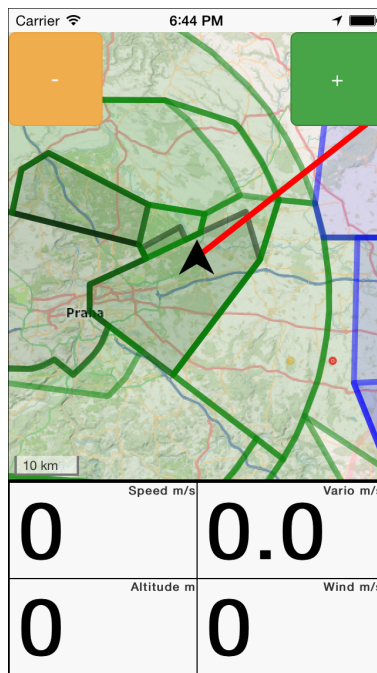
Soutěžní mód vychází z požadavků na soutěže pro padákové kluzáky. Uživatel nejprve musí nahrát do aplikace soubor s otočnými body ve standardizovaném formátu. Následně pomocí seznamu vybere hodnoty pro start. Konkrétně uživatel musí zadat čas startu a způsob začátku závodu (start vletem z/do kružnice). Pro cíl platí obdobná pravidla s tím rozdílem, že na místo vletu nebo výletu do cylindru je zde volba mezi cílovou páskou a cílovou kružnicí. Po nastavení časových značek následuje ruční vybrání otočných bodů na trati (Obrázek 18). Ty jsou při každém kole závodu zadány s pevným pořadím pořadatelem a skládají se z množiny otočných bodů zveřejněných několik dní před samotným závodem.

### 3.1.8 Simulátor letu

Hlavním účelem simulátoru letu je možnost prohlédnout si dosaženou trajektorii ihned po přistání. K dispozici jsou dva módy, kdy první pouze zobrazí celou uletěnou

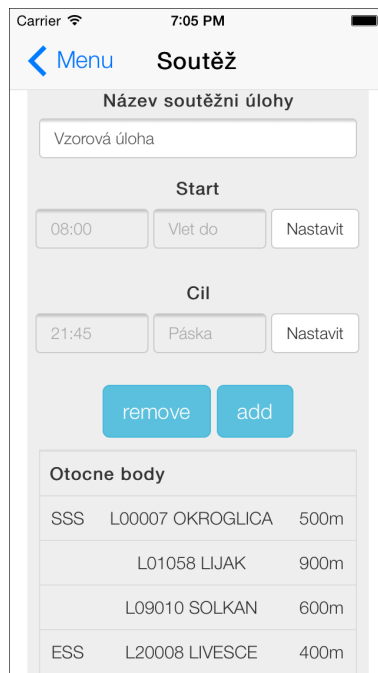


Obrázek 16: Letový plán s navigací k nejbližšímu otočnému bodu

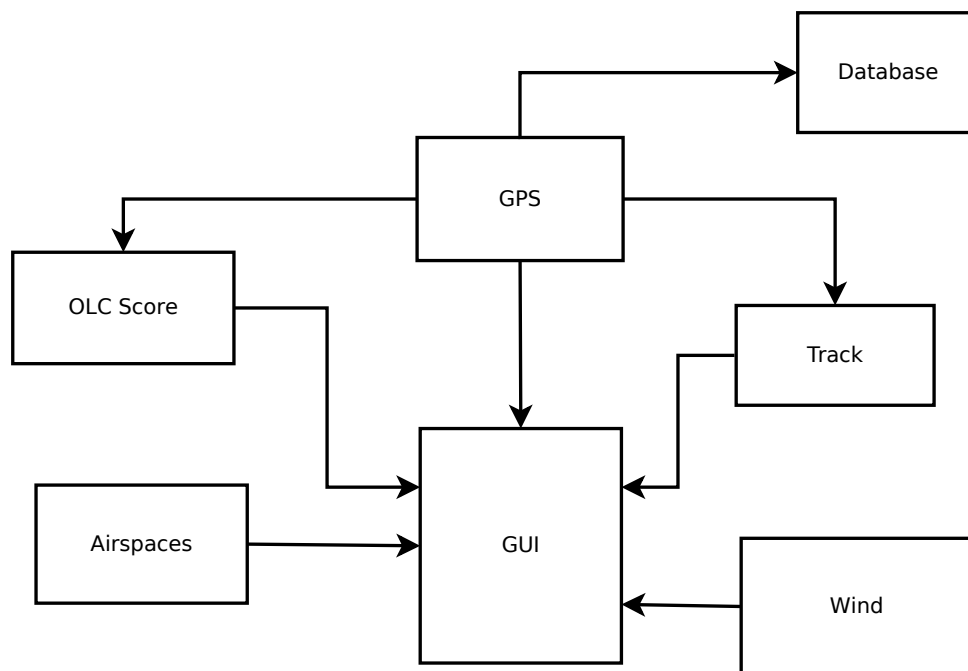


Obrázek 17: Zobrazení letových prostorů do mapového podkladu

stopu na mapový podklad. Oproti tomu druhý mód podporuje časové přehrání, ve kterém uživatel vidí téměř všechny letové údaje jako při provádění letu. Rovněž má možnost nastavit rychlost přehrávání. Tato funkce je velmi vhodná i pro samotný vývoj, neboť při ostrém letu je téměř nemožné aplikaci vyvíjet.



Obrázek 18: Obrazovka soutěžní úlohy



Flow diagram 1: Komunikace funkčních bloků záznamu letu s map. podkladem

## 3.2 Web

Webová aplikace vznikla především pro potřeby uživatelů. Jejím hlavním úkolem je informovat leteckou komunitu o existenci celého projektu. Web rovněž poskytuje informace o mobilní aplikaci a odkazy na její stažení. Součástí je několik uživatelských funkcí. Kromě plánování budoucího letu a prohlížení záznamů z minulosti je k dispozici i spravování uživatelského profilu. Pro pilota to znamená nastavit si většinu údajů pohodlným přístupem na počítači a uložené nastavení pak pouze synchronizovat na mobilní zařízení.

### 3.2.1 Plánování letu

Skvělou funkcí pro piloty, kteří se věnují přeletům, je možnost vytvořit si vlastní letový plán a jednoduše ho přehrát do mobilního zařízení. Na webu je k dispozici funkce, která nejenom umožňuje tvorbu tratě a zobrazení na mapový podklad, ale zároveň pro jednotlivé vámi zadané otočné body zjišťuje nadmořskou výšku. Uživatel si vytvoří trať pomocí klikání na mapu a vyplněním požadovaného poloměru kružnice. Po uložení návrhu letu se mu trať nabídne v mobilní aplikaci a jediným zmáčknutím tlačítka provede její stažení. Vytvořený letový plán může uživatel zveřejnit i pro ostatní potřeby pilotů.

Budoucím cílem je analyzování GFS předpovědního modelu v porovnání s provedenými lety. Toto srovnání umožní pilotovi získat informace o nejčastěji létaných trasách za konkrétního počasí. Za stávající situace jsou totiž ve velké výhodě domácí piloti, kteří dobře znají lokální termické podmínky během dne. Do budoucna je cílem vyhodnotit množinu dat skládající se z aktuální předpovědi a minulých předpovědních modelů a z výsledku následně vytvořit mapu nejčastěji používaných leteckých taktik pro konkrétní místo, čas a aktuální termické podmínky.

### 3.2.2 Prohlížení letu

Prohlížení letu není nikterak originální funkcí, neboť tuto možnost podporuje většina leteckých portálů. V tomto provedení však obsahuje podporu srovnání jakýchkoliv dvou a více letů. Konkrétně jde o situaci, kdy po vybrání více letových záznamů dojde k jejich vykreslení na mapový podklad ve spojení s průběhem nadmořské výšky v čase. To ve výsledku umožní při přejíždění po grafu nadmořské výšky promítnutí ikon aktuální lokace v odpovídající čas na trajektorii letu.

### 3.2.3 Uživatelské účty

Pro synchronizaci a přístup k osobním letovým plánům a nahrávání letových záznamů je od uživatele vyžadována registrace. Po přihlášení získá pilot přístup ke svým uloženým letovým plánům, seznamu padákových kluzáků, složce s nastavením atd. Registrace je samozřejmě bezplatná.

### 3.2.4 Distribuce aplikace a seznam verzí

Další z funkcí webu je samotná distribuce aplikace. Uživatelé jsou informováni o momentálním portfoliu podporovaných platforem. K tomu se váže i seznam změn konkrétních verzí programu, a to jak minulých, tak připravovaných. V plánu je podpora pro Google Android, Apple iOS, Windows Mobile 7 a 8, Firefox OS a v případě většího zájmu i další.

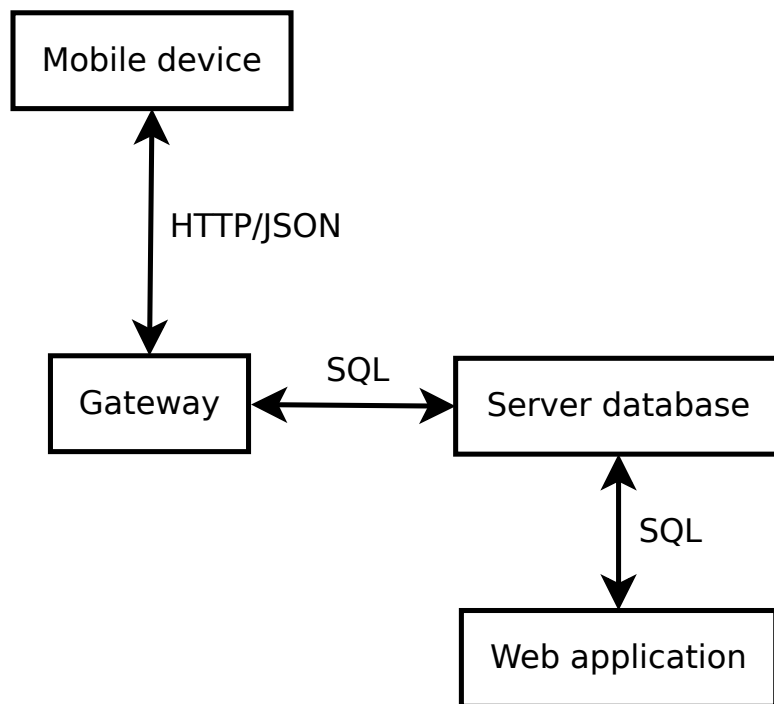
### 3.2.5 Fórum a hlášení chyb

K lepšímu porozumění potřebám letecké komunity slouží fórum, kde může každý pilot bez nutnosti registrace vyjádřit svůj vlastní názor, případně vznést požadavek na novou funkcionalitu. Zároveň je to místo pro nahlášení všech chyb a nedostatků aplikace, které uživatelé naleznou a budou považovat za podstatné.

## 3.3 Gateway

Brána (angl. *Gateway*) slouží jako spojovací bod mezi mobilním zařízením a centrálním serverem. Datové přenosy jsou minimalizovány volbou protokolu, aby uživatel v případě připojení přes mobilní síť příliš neplýtl svým datovým tarifem. Stejně jako webová aplikace i brána úzce spolupracuje se serverovou databází (Flow diagram 2). Gateway disponuje několika službami, které slouží například pro synchronizaci, stahování map apod. Konkrétně se jedná o funkce:

- Seznam mapových podkladů
- Seznam uložených naplánovaných letů
- Nahrávání letového záznamu na server
- Nahrávání aplikačního logu pro potřeby vývoje a odhalování chyb
- Synchronizace uživatelského nastavení



Flow diagram 2: Komunikace mobilního zařízení, webové aplikace a brány ve spojení se serverovou databází

## 4 Implementace

Tato kapitola popisuje a shrnuje použité metody a jejich implementaci. Zároveň zde jsou popsány nejzajímavější problémy a způsoby řešení jednotlivých částí aplikace.

### 4.1 Mobilní aplikace

Celá mobilní aplikace je napsána v HTML5, CSS3 a JavaScriptu. O nativní chování a přístup k systémovým periferiím se stará framework PhoneGap. HTML5 s kaskádovými styly zajišťují zobrazování jednotlivých komponent a JavaScript se naopak stará o aplikační logiku.

#### 4.1.1 Bootstrap

Pro dosažení plnohodnotného zobrazení na všech rozlišeních je použit framework Twitter Bootstrap, který vyniká svou snadnou konfigurovatelností pro responzivní design. Díky tomu se většina zobrazených prvků přizpůsobuje velikosti displeje. Kromě toho obsahuje i tvorbu dialogových oken, validaci prvků formuláře atd. [18]

#### 4.1.2 Leaflet

Leaflet je moderní JavaScriptový framework zaměřený na zobrazení mapového podkladu ve formátu OSMDroid. Jednotlivé aktuální úrovně přiblížení a lokace jsou uloženy ve složkové struktuře za použití obrázků. Cesta k bitmapovému souboru se skládá z třech hodnot souřadnicového systému OpenStreetMap ve formátu *z/y/x.přípona*. Například obrázek budovy FEL v Dejvicích a okolí v přiblížení 15 bude umístěn v *pathToDir/15/17694/11098.png*. Tento framework podporuje i vykreslování čar, polygonů, kružnic a dalších útvarů, čehož se využívá pro zobrazování trajektorie, letových prostorů, letového plánu atd. Další z důležitých funkcí je výpočet vzdálenosti mezi dvěma body zadanými GPS souřadnicemi. [19]

#### 4.1.3 Web SQL databáze

Web SQL databázové API není součástí standardu HTML5. Jedná se o databázovou strukturu na straně klienta obsluhovanou pomocí JavaScriptového kódu. Na rozdíl od lokálního datového úložiště (angl. *Web Storage*) obsahuje přívětivější práci s daty pomocí jazyka SQL. Všechna volání jsou asynchronní a je nutné používat zpětné volání (angl. *callback*). Tímto je zaručena platnost dat. V aplikaci je vytvořena JavaScriptová třída, která implementuje všechny transakce a provolávání databáze. [20]

#### 4.1.4 Detekce chyb a jejich logování

Pro potřeby vývoje a následného sledování chování aplikace je vytvořena metoda pro logování všech neočekávaných stavů a výjimek. Ta ukládá chybové kódy a hlášení do databáze a uživatel má možnost tyto informace odeslat na server pro vyhodnocení a následné zkvalitnění programu.

#### 4.1.5 Počítání směru a rychlosti větru

Indikace směru větru a jeho rychlost je mezi piloty velmi populární. Nicméně z programátorského hlediska jde o složitou úlohu na implementaci. Navržený algoritmus vyhodnocuje směr a rychlost jednotlivých záznamů s jednosekundovým intervalem a z výsledných hodnot vytváří vektor. Ten je upraven o průměrnou rychlost křídla zadanou uživatelem. Algoritmus nepočítá se zásahy pilota.

#### 4.1.6 Výpočet dokluzu a výška v dalším otočném bodě

V závislosti na průměrném klesání za stanovený interval a optimálnímu dokluzu stanoveným výrobcem lze vypočítat přibližnou nadmořskou výšku v dalším otočném bodě. Jelikož známe zadanou výšku otočného bodu a aktuální polohu kluzáku, spočteme přibližnou rezervu nad terénem podle rovnice

$$h_{res} = h_{act} - \frac{d_p}{k - s} - h_p,$$

kde  $h_{res}$  je rezerva výšky,  $h_{act}$  aktuální výška,  $d_p$  vzdálenost k bodu,  $k$  klouzavost,  $s$  průměr klesání a  $h_p$  výška bodu.

#### 4.1.7 Počítání OLC skóre

V rámci pohárových soutěží v paraglidingu je vhodné podporovat výpočet OLC skóre (*Online Contest*). Jeho hodnota je dána tvarem trajektorie (viz. 2.1.4 *Tratě*). Při počítání uletěné vzdálenosti přes 5 bodů je asymptotická složitost metody hrubou silou rovna  $\Theta(n^5)$ . Při použití skriptovacího jazyka jako je JavaScript se pro letový záznam obsahující 5000 položek stává úloha z časových důvodů neřešitelná. Proto je celý výpočet zoptimalizován za pomoci několika usnadnění. Za prvé se do množiny bodů ukládá jen každý pátý záznam, čímž se  $n$  snižuje na pětinu. Za druhé je použit efektivní algoritmus se složitostí pouze  $\Theta(n^2)$  a za třetí jsou pak hodnoty vzdálenosti předpočítány předem (Pseudokód 1).



Funkce spočívá v předpočítání vzdáleností mezi všemi body a následným cyklem, který zjišťuje jejich součty. Algoritmus obsahuje průchod cyklu podle rovnice

$$E_s[i] = \max_{0 \leq j < i} [E_{s-1}[j] + \text{distance}(p_i, p_j)].$$

Při inicializaci se začíná vyplněním tabulky  $E_0$  nulami. Funkce  $\text{distance}(p_i, p_j)$  je předvypočítaná hodnota, která odpovídá vzdálenosti mezi body  $p_i$  a  $p_j$ . Výsledná hodnota nejdelší vzdálenosti přes 5 bodů je rovna

$$\max_{0 \leq i < n} E_4[i].$$

Výpočet plochého a FAI trojúhelníku je bohužel příliš časově náročný a prozatím se mi nepodařilo navrhnout dostatečně rychlý algoritmus. Do budoucna je v plánu přepsat všechny výpočetně náročnější úlohy do nativního kódu, což by je mělo ještě více urychlit. [21]

```

for (s = 1 to s <= 4, s++) {
  for (i = 0 to i < length, i++) {
    for (j = 0 to j <= i, j++) {
      if (max < act = E[s-1][j]+calculateArray[i][j]) {
        max = act;
      };
    };
    E[s][i] = max;
  };
};
return max(E[4]);

```

Pseudokód 1: Funkce pro výpočet OLC skóre

## 4.2 Web

Celá webová aplikace je spuštěna na virtuálním serveru. Konkrétně se jedná o distribuci Debian 7.5 (wheezy) a místo tradičního Apache a MySQL jsou použity moderní nginx a MariaDB. Všechny skripty jsou psány v jazyku PHP za pomoci Nette Framework, HTML a JavaScriptu.

### 4.2.1 Nette

Nette je populární nástroj pro vytváření webových aplikací. Jednou z jeho velkých předností je podpora softwarové architektury MVC (*Model-View-Controller*), která je vhodná pro oddělení grafického rozhraní kódu obsluhy (*Controller*) od kódu aplikační logiky (*Model*) a od kódu zobrazujícího data (*View*). Aplikace tím získá přehlednost a snadnější rozšiřitelnost. [22]

### 4.2.2 Dibi

Dibi je PHP databázová vrstva, která značně zjednodušuje přístup do databáze samotné. Mezi hlavní přednosti patří kontrola datových typů a s tím spojená ochrana před SQL injection. Objektový přístup zajišťuje možnost snadnější práce s vytvořenými dotazy. [23]

## 4.3 Gateway

Brána pro komunikaci mezi mobilními aplikacemi a serverem se nachází na stejném virtuálním zařízení jako web. Sdílí i stejnou databázi a zároveň se jedná o kód psaný v PHP. Samotná komunikace probíhá pomocí protokolu HTTP na portu 80. Dotazy jsou posílány metodou POST ve formátu JSON (*JavaScript Object Notation*). Při příjmu dat probíhá na straně brány validace vstupu v závislosti na druhu požadavku. Gateway je ošetřena proti chybovým voláním, například se jedná o detekci špatného formátu dat, neexistující metody nebo neúplným popřípadě špatným parametrům pro jednotlivé funkce. Na jednotlivé požadavky (Formát dat 1) je vždy vygenerována odpověď opět v JSON formátu (Formát dat 2). Proměnná status určuje druh response. Pokud není rovna nule, obsahuje odpověď zároveň položku error, v které je textový popis chyby. [24]

```
POST /gateway HTTP/1.1
Host: www.pgnav.ifire.cz
Cache-Control: no-cache
```

```
request=getMapList
```

Formát dat 1: Požadavek na gateway – seznam mapových podkladů

```
{
  "status": 0,
  "data": [
    {
      "id": 1,
      "dirname": "czech",
      "name": "Czech Republic",
      "note": "cela CR",
      "size": "209MB"
    }, {
      "id": 2,
      "dirname": "lijak",
      "name": "Lijak",
      "note": "Slovenia place",
      "size": "4.2MB"
    }
  ]
}
```

Formát dat 2: Odpověď serveru – seznam map s informacemi

## 5 Závěr

Motivací této práce bylo prozkoumat nabízené mobilní aplikace, které splňují kritérium použití jako navigační systém pro padákové kluzáky a zároveň jsou bezplatně přístupné veřejnosti. Součástí průzkumu bylo i prověření jejich kladů a záporů a za pomoci komunity uživatelů zjistit využití a prospěšnost jednotlivých funkcí. Z vypracované rešerše pak vytvořit dostatek podkladů pro zcela novou aplikaci založenou na jednoduchosti a uživatelské přívětivosti.

Výsledkem je projekt, který obsahuje komplexní řešení pro všechny piloty, rozdělený do tří částí. Mobilní aplikace tvořící samotný navigační systém, webový portál pro správu letů a tvorbu letových plánů a webová brána pro komunikaci mobilu se serverem. Vše je k dispozici zcela bezplatně včetně webových služeb. Mezi hlavní výhody patří budoucí velikost podporovaného spektra mobilních platforem a k tomu se vázající dostupnost pro koncového uživatele. Uživatelské rozhraní bylo vyvíjeno podle vzoru nejoblíbenějších a piloty nejvyužívanějších navigačních systémů, kdy z každého se snažilo inspirovat a zároveň neztratit jednoduchost a přehlednost. Totéž se týká i sady naimplementovaných funkcí.

Proti konkurenčním aplikacím je celé řešení založeno na co největší jednoduchosti pro koncového uživatele. Projekt spoléhá na zpětnou vazbu uživatelů, která nasměruje budoucí vývoj požadovaným směrem.

V momentální době se zatím nepodařilo dojednat možnost podepisování letových záznamů validačním klíčem a do té doby se tedy program nedá plnohodnotně použít pro závody a pohárové soutěže, jelikož data z něj nemají požadovanou integritu a tudíž jsou neplatná. Během zpracovávání práce bylo rešerší dokázáno, že aplikace FlyMe se dá považovat za nejlepší bezplatný navigační systém na trhu.

Směr budoucího vývoje by se měl odvíjet od případných připomínek komunity. Prioritou však bude podpora generování IGC souborů s klíčem, který zajistí platnost záznamu pro většinu soutěží. Dále pak začlenění podpory sítě nadmořských výšek pro lepší informovanost pilota. Pro zlepšení bezpečnosti je zde možnost implementace LiveTrackingu.

## 6 Přílohy

Příložené CD obsahuje:

- Elektronickou verzi této práce (PDF)
- Zdrojové kódy
  1. mobilní aplikace
  2. webové aplikace
  3. webové brány
- Snímky obrazovek
  1. mobilní aplikace
  2. webové aplikace
- Odkaz na webovou aplikaci

## Reference

- [1] Wikipedie. *Paragliding*, 2014.  
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Paragliding/>
- [2] LAA ČR. *Padákové kluzáky*, 2014.  
<http://http://www.laacr.cz/Stranky/Odbornosti/Padakove-kluzaky/>
- [3] Svaz Paraglidingu. *Rozdělení vzdušného prostoru v ČR*, 2014.  
<http://www.svazpg.cz/rozdeleni-vzdusneho-prostoru-cr>
- [4] FAI. *FAI: Gliding*, 2014.  
<http://www.fai.org/gliding>
- [5] Robert Kulhánek. *Pilot 3/2014 : Česká liga paraglidingu 2014*, 2014.
- [6] Groupe Genevois de Vol á Voile. *IGC Flight Verification Unit: Data File Standard*, 2014.  
[http://www.gliding.ch/images/news/lx20/fichiers\\_igc.htm](http://www.gliding.ch/images/news/lx20/fichiers_igc.htm)
- [7] XContest. *Pravidla ČPP*, 2014.  
<http://www.xcontest.org/cesko/pravidla/>
- [8] XCSoar. *Screenshots*, 2014.  
<http://www.xcsoar.org/discover/screenshots/>
- [9] LK8000. *Gallery - Screenshots*, 2014.  
<http://www.lk8000.it/gallery/category/1-screenshots.html>
- [10] XContest. *XCTrack for Android*, 2014.  
<http://xctrack.org/>
- [11] XCSoar. *...the open-source glide computer*, 2014.  
<http://www.xcsoar.org/>
- [12] LK8000. *The Personal Flight Assistant for every pilot*, 2014.  
<http://www.lk8000.it/about.html>
- [13] FlyMe. *FlyMe quick guide*, 2014.  
<http://xcglobe.com/olc/index.php/flyme/guide>
- [14] PhoneGap. *About the Project*, 2014.  
<http://phonegap.com/about/>

- [15] PhoneGap. *PhoneGap Documentation*, 2014.  
<http://docs.phonegap.com/en/3.4.0/>
- [16] OpenStreetMap. *Copyright and License*, 2014.  
<http://www.openstreetmap.org/copyright>
- [17] Google. *Google Maps API licensing*, 2014.  
<https://developers.google.com/maps/licensing>
- [18] Bootstrap. *Getting started*, 2014.  
<http://getbootstrap.com/getting-started/>
- [19] Leaflet. *API*, 2014.  
<http://leafletjs.com/reference.html>
- [20] W3C. *Web SQL Database*, 2014.  
<http://www.w3.org/TR/webdatabase/>
- [21] Ondřej Palkovský. *Paragliding Competition Tracklog Optimization*, 2014.  
<http://www.penguin.cz/ondrap/algorithm.pdf>
- [22] Nette. *Seznámení s Nette Frameworkem*, 2014.  
<http://doc.nette.org/cs/2.1/getting-started>
- [23] Dibi. *Quick Start*, 2014.  
<http://dibiphp.com/cs/quick-start>
- [24] W3C. *JSON Tutorial*, 2014.  
<http://www.w3schools.com/json/>