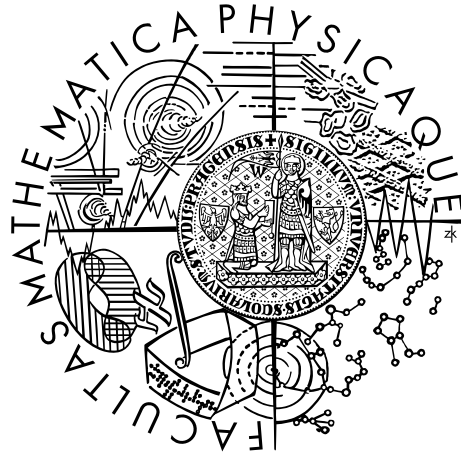


Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



Lukáš Machalík

Aplikace pro on-line sledování závodníků během závodu

Katedra softwaru a výuky informatiky

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Jan Blažek

Studijní program: Informatika

Studijní obor: Programování a softwarové systémy

Praha 2015

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů, literatury a dalších odborných zdrojů.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona v platném znění, zejména skutečnost, že Univerzita Karlova v Praze má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona.

V dne

Podpis autora

Název práce: Aplikace pro on-line sledování závodníků během závodu

Autor: Lukáš Machalík

Katedra: Katedra softwaru a výuky informatiky

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Jan Blažek, Katedra softwaru a výuky informatiky

Abstrakt: Specializovaný hardware pro kontrolu závodníků během vytrvalostních závodů lze nahradit chytrým mobilním telefonem s připojením k internetu a závodním serverem. Práce implementuje finančně méně náročné řešení s rozšířenou funkcionalitou pro závodníky. Vyvinuli jsme mobilní aplikaci pro online trackování závodníků, která neměří výkon pouze jednotlivce, ale shromažďujeme data od všech závodníků na server. Na serveru pak sestavujeme pořadí závodu, které je zpět distribuováno k závodníkům. Výkon jednotlivých závodníků lze živě sledovat během závodu na webu a polohu závodníků zobrazit na mapě. Aplikace řeší problém velké spotřeby baterie snížením frekvence snímání polohy.

Klíčová slova: sledování, mobilní aplikace, závod, android, ios, iphone

Title: Application for on-line tracking of racers during a race

Author: Lukáš Machalík

Department: Department of Software and Computer Science Education

Supervisor: Mgr. Jan Blažek, Department of Software and Computer Science Education

Abstract: Specialized hardware for athletes monitoring during running races can be replaced by a smartphone with an internet connection and race server. Thesis implements less expensive solution with even more functionality for competitors. We have developed a mobile application for online tracking of competitors, which is not only measuring individual performance, but also collects data from all competitors to a server. The server composes overall ranking in particular race which is distributed back to the competitors. Live results can be accessed over a web interface, including athletes positions on map. Application solves the problem of large battery consumption by reducing the frequency of location capturing.

Keywords: tracking, mobile application, race, android, ios, iphone

Děkuji vedoucímu práce Mgr. Janu Blažkovi a všem dobrovolným testerům aplikace za podnětné připomínky a návrhy, které mi během práce poskytli.

Obsah

Úvod	3
Co je to ultra-trail závod	3
Motivace a cíle	3
Proč právě nyní?	4
O akcích Den cesty	4
1 Analýza problému	6
1.1 Měření vzdálenosti	6
1.1.1 Určování polohy	6
1.1.2 Výpočet zdolané vzdálenosti	7
1.2 Jak o své poloze informovat ostatní	7
1.3 Úspora energie baterie	7
2 Výběr technologie a její specifika	9
2.1 Mobilní platforma Android	9
2.2 Mobilní platforma iOS	9
2.3 Webový framework Ruby on Rails	9
2.4 JSON	10
2.5 Mapy API	10
2.6 GPX formát trasy	10
3 Vývojová dokumentace A – mobilní aplikace	11
3.1 Struktura aplikace	11
3.1.1 Obrazovky	13
3.1.2 Modely	13
3.1.3 Služby	13
3.2 Snímání polohy telefonu	14
3.3 Model průběhu závodu	15
3.3.1 Výpočet zdolané vzdálenosti	15
3.3.2 Výpočet celkové průměrné rychlosti	16
3.3.3 Detekce zablouzení mimo trasu	16
3.4 Odesílání dat na server	16
3.4.1 Popis vrstvy pro komunikaci s webem	17
3.5 Informace o ostatních závodnících	18
3.6 Implementační rozdíly mezi platformami	18
3.6.1 Snímání polohy	18
3.6.2 Běh na pozadí (služby)	19
3.6.3 Mapa v aplikaci	19
3.6.4 Správa paměti na Androidu	19
3.6.5 Vzhled	20
4 Vývojová dokumentace B – webový server	21
4.1 Struktura aplikace	21
4.2 Modely	21
4.2.1 Races	21

4.2.2	Checkpoints	22
4.2.3	Scoreboard	22
4.2.4	Events	22
4.3	View Controllery	22
4.3.1	API Controller	22
4.3.2	Races controller	23
4.3.3	Checkpoints controller	23
4.3.4	Scoreboard controller	24
4.3.5	Map controller	24
4.3.6	Events controller	25
5	Uživatelská dokumentace	27
5.1	Uživatel aplikace	27
5.2	Administrátor závodů	31
6	Proběhlé testy aplikace	34
6.1	První verze a první závod	34
6.2	Další verze	35
6.3	Závody a jejich výsledky a specifika	36
6.4	Spotřeba energie na baterii	36
6.5	Uživatelský feedback	38
	Závěr	42
	Naplnění cílů	42
	Budoucí vývoj a uživateli požadovaná funkcionalita	42
	Seznam použité literatury	44
	Přílohy	46
	A Generovaná dokumentace	46
	B Překlad a spuštění	46
	Překlad Android aplikace	46
	Překlad iOS aplikace	46
	Zprovoznění webového serveru	46
	C Recenze od uživatelů (kompletní soupis)	46

Úvod

Co je to ultra-trail závod

Ultra-trail závod, anglicky Trail running, je sport, který obsahuje běh a navigaci po stezkách. Od silničních a oválových závodů se liší tím, že se odehrává na značných i neznačených pěšinách, zejména v náročném kopcovitém terénu, s mnohdy náročným stoupáním i klesáním.

Na rozdíl od přespolních běhů se liší délkou závodu. V České republice mají dlouholetou tradici závody okolo 100 km (např. Krakonošova stovka již 49. ročník). Závod tedy běžně trvá více než 12 hodin. Terénní závody v rozmezí 42-90 km pak spadají do kategorie Sky Running (skyrunning.cz), např. závody Horská Výzva. Závody přes 100 mil se vyskytují spíše výjimečně.

Závody mají také svůj pohár CSUT (dalkovepochody.cz/csut.htm).

Průměrná účast je 150-200 závodníků. Závody přes 300 závodníků mají problém s legislativou (povolení závodu). Raritou je Beskydská sedmička Libora Uhera, která má účast kolem 3000 osob, spoty v televizi, apod.

Motivace a cíle

Ultratrailový závod (UT) je v posledních letech bouřlivě rozvíjející se disciplína, kde se počet účastníků za posledních 10 let v ČR zhruba zdesetinásobil. Na území ČR a SR se jich v posledních letech pořádá každý rok přes 30 a to počítáme pouze závody delší než 90 km. Účast na takovýchto závodech je od 80 do 3000 závodníků. Menší akce zde neuvažujeme, neb je těžké se o nich i jen dozvědět.

Hlavní motivací pro tuto práci je sledování pohybu závodníků na trase. Zcela zásadní je ověření dodržování pravidel (a trasy), sekundárně může být on-line tracking zajímavý z pohledu fanoušků. Na rozdíl od oválových či kratších závodů, kde se s úspěchem používají mýtné brány v podobě čipových kontrol, na závodě dlouhém přes 100km by vybudování takového systému bylo buď moc drahé (tisíce korun za jednu mýtnou bránu), nebo příliš řídké. Čipové kontroly navíc potřebují obsluhu a napájení, což nemusí být v terénu vždy možné. Kontrola se tedy běžně sestává z označení (papír velikosti A4 s popisem o co jde) a markeru, kterým si je závodník povinen do itineráře zaznamenat průchod kontrolou. Klasických kontrol je v závodě cca 10-25 na 100km, což je relativně řídké pro evaluaci průchodu trasou. Tento problém se v praxi řeší tzv. „tajnou kontrolou“, o které závodník neví, kde bude. Tajných kontrol se na UT závodě objevuje cca 1-4, zejména proto, aby se eliminovaly podvody závodníků. Tyto tajné kontroly s sebou nesou ale další problém a to je jejich „doba otevření“. Zatímco na začátku závodu (5. kilometr) všichni závodníci projdou kontrolou během jedné hodiny, na konci závodu (95. kilometr) musí být kontrola otevřena několik hodin (v některých případech i více než jeden den). Navíc musí být tajná kontrola dobře viditelná, aby ji závodník neměl šanci přejít. V praxi se tedy uplatňuje podoba „občerstvovací stanice“, která je obsluhována několika lidmi. Naopak nepoužívá se standardní způsob kontrol, kde je pouze značkovač, kterým si závodník do svého itineráře označí, že kontrolou prošel. Takovouto tajnou kon-

trolu by bylo snadné přejít a proto je pro UT závod nepoužitelná. Ekonomická náročnost tajných kontrol je tedy v porovnání s klasickými kontrolami enormní.

Pořadatelé profesionálních ultra-trial závodů používají pro kontrolu a zaznamenávání polohy závodníků čipová zařízení. Závodník na startu dostane čipové zařízení, se kterým pak musí proběhnout elektronickými branami rozmístěnými po trase. Jinou variantou je zařízení s GPS (Global Positioning System) přijímačem, které ukládá uběhlou trasu do paměti pro následnou kontrolu pořadatelem. Nevýhodou takových řešení je jejich vysoká licenční cena za závod.

Motivací je tedy vyvinout levnější a méně náročné řešení pro menší závody, které na čipová zařízení nemají finanční prostředky.

Jako možná volba se nabízí použití aplikace v chytrém mobilním telefonu, která bude umět zaznamenávat přesnou polohu závodníka. Chytrý telefon obvykle obsahuje i internetové připojení, nabízí se tedy možnost odesílání polohy závodníka v reálném čase na server. Na serveru lze tedy zkonstruovat pořadí závodníků a o tomto pořadí informovat zpět nejen závodníka, ale i diváky.

Závodník je tedy k použití svého chytrého mobilního telefonu motivován — dozví se svůj postup v závodě i pořadí ostatních závodníků. Organizátor nemusí pořizovat licenci, rozdávat čipová zařízení a stavět elektronické brány — pouze potřebuje server spravující odesílané logy závodníků.

Proč právě nyní?

Chytrý mobilní telefon se dnes u sportovců těší velké oblibě. Velmi populární jsou tzv. trackovací aplikace (nebo také fitness aplikace), které zaznamenávají přesnou polohu, měří čas, vzdálenost, tep, spálené kalorie, průměrné tempo apod. Sportovními výkony se uživatel může pochlubit na sociálních sítích a tak se nechat povzbuzovat svými přáteli k lepším výkonům.

Organizátor závodu má dnes vždy k dispozici minimálně webhosting pro prezentaci svého závodu.

Mobilní internet je v dnešní době již také dostatečně rozšířen i mimo městské oblasti. Nejpomalejší 2G technologií EDGE je pokryta naprostá většina České republiky.

Tyto tři prekvizity umožňují nahrazení „drahých“ speciálních krabiček pro trackování závodníků „levným“ softwarem, který poskytuje stejnou funkcionalitu. Na rozdíl od speciálního hardware tak organizátorům stačí, aby si závodník nainstaloval software do mobilního telefonu.

I v případě absence mobilního internetu v telefonu závodníka, lze záznam z GPS použít jako důkaz o absolvování trasy. Stačí, aby v prostoru cíle byla Wi-Fi, kde se celý log závodu odešle na server. Mýtné brány tak lze nahradit Wi-Fi sítí, kterou telefon zná, ke které se připojí a data odešle.

O akcích Den cesty

Den cesty je UT závod, který vznikl v roce 2005 (letos 11. ročník). Každý rok je vybrána trasa, na které se závodí dvakrát (jaro, podzim). Trasa jde napříč územím ČR a její délka se od počátku (120km) do letošního roku (207km) prodlužuje, podle toho, jak roste výkonnost závodníků. Závodníci mají 24 hodin, kdy po této

trase (v daném směru) musí urazit co nejdelší vzdálenost. Závod neobsahuje cíl, závodník tedy končí nejčastěji v nějaké vsi na místním nádraží. Uznán je mu tedy výkon, který nahlásí a doloží itinerářem se všemi potřebnými kontrolami. Pokud nekončí přesně v místě kontroly, hraje se zde na fair-play a organizátoři uznávají i úsek až k další kontrole. Kontrola itinerářů — a tedy zdolané vzdálenosti — probíhá dodatečně až po skončení závodu.

Právě ověřování dosaženého cíle každého závodníka je slabinou tohoto závodu. Běžným zvykem tedy bývá i pořízení tzv. „selfie“ — auto-fotografie závodníka z prostoru zastávky či rozcestníku, kde končí.

Typ kontrol na závodě se historicky měnil. Na počátku nebyly žádné kontroly, až poté se začaly zavádět živé kontroly v hospodě. Živé kontroly pak byly doplněny o papírové kontroly na zřetelných místech.

Ve snaze vylepšit a zjednodušit organizaci závodu je naším cílem vyvinout mobilní aplikaci, která by sloužila závodníkům i pořadatelům a která by umožnila tuto největší slabinu odstranit. Serverová část této práce je tedy realizována na webu závodu Den cesty.

1. Analýza problému

Požadavky na vyvíjenou aplikaci omezíme na nejnútnější minimum tak, aby bylo možné práci realizovat v rozsahu bakalářské práce. Jelikož neexistuje žádná výchozí implementace, ze které by bylo možno vyjít, předpokládáme, že samotné ovládnutí technologií potřebných pro vývoj bude pro implementaci zásadní. Rozšíření aplikace o další nepovinnou funkcionalitu necháváme na budoucí vývoj.

Pro první fázi vývoje tedy chceme zejména tuto uživatelskou funkcionalitu (A administrátorská, U uživatelská):

- získat informaci (a dostat ji na server) o poloze závodníka na trase (A+U)
- vypočítat zdolanou vzdálenost po trase (A+U) 1.1
- vypočítat průměrnou rychlost (U)
- ze serveru získat informace o ostatních závodnících (U)
- šetřit baterii závodníka (A+U) 1.3
- tmavé prostředí aplikace pro použití v noci (U)
- mapu závodu a polohy ostatních závodníků (U)

1.1 Měření vzdálenosti

1.1.1 Určování polohy

Hardware chytrých mobilních telefonů dovoluje následující způsoby určování polohy:

- Podle okolních BTS — každá BTS mobilních operátorů poskytuje informaci o své poloze. Takto získaná poloha je nejméně přesná (stovky metrů až jednotky kilometrů).
- Podle okolních Wi-Fi přístupových bodů — porovnáním dostupných okolních Wi-Fi sítí ze známým seznamem Wi-Fi sítí a jejich poloh lze zjistit přibližnou polohu uživatele (desítky až stovky metrů).
- Globální družicový polohový systém (např. GPS) — nejpřesnější metoda pro snímání polohy uživatele (jednotky metrů), avšak energeticky nejnáročnější a nedostupná uvnitř budov.

Aktuální API mobilních operačních systémů dovoluje použití kombinovaného způsobu určování polohy („fused location provider“), které inteligentně využívá[1] všech výše uvedených způsobů určování polohy a průběžně vybírá nejvhodnější dostupnou technologii dle zadaných kritérií (typ aktivity, prioritu, požadovanou přesnost, četnost, timeout požadavku, počet aktualizací polohy)[2]. Nevýhodou fused location provideru je fakt, že se nedozvíme, zda aktualizace polohy pochází z GPS, Wi-Fi nebo BTS — můžeme pouze vyzorovat absenci např. informace o aktuální rychlosti, kterou technologie Wi-Fi neposkytuje.

1.1.2 Výpočet zdolané vzdálenosti

Při výpočtu zdolané vzdálenosti známe poslední polohu závodníka, čas od poslední aktualizace polohy a trasu závodu. Poloha nemusí být přesná, je vhodné tedy závodníkovu polohu interpolovat na trasu závodu.

Trasu závodů máme zadanou jako množinu bodů v zeměpisných souřadnicích („checkpointy“), nebo jako vytyčenou trasu na mapě (např. na www.mapy.cz, ve formátu GPX).

1.2 Jak o své poloze informovat ostatní

K informování o své poloze a zdolané vzdálenosti můžeme využít internetové připojení chytrého mobilního telefonu.

Informaci o poloze tedy vyčteme z geolokačního modulu telefonu, aplikace ji zpracuje, zabalí do vhodného formátu a odešle přes internetové připojení mobilních operátorů na server, kde se data rozbálí, uloží do databáze a zpracují. Server na dotaz ostatních klientů taková data poskytne.

Informace lze posílat na server vhodnou, objemově málo náročnou, technologií JSON (viz. 2.4).

Kromě informací o poloze a zdolané vzdálenosti je vhodné přidat a odeslat na server i informace:

- o aktuálním stavu baterie pro zpětnou vazbu spotřeby energie
- časová razítka (GPS čas polohy, čas zpracování mobilní aplikací, čas zpracování serverem) pro analýzu zpoždění aktualizací polohy
- verzi aplikace, verzi operačního systému a model telefonu pro pomoc při řešení případných problémů s konkrétní verzí operačního systému apod.
- některá varovná a chybová hlášení pro vzdálenou analýzu toho, co se v aplikaci děje

Serverovou aplikaci je vhodné zabezpečit proti podvrženým informacím například z PC, zajistit soukromí uživatelů (zjišťovat a odesílat polohu uživatele pouze během závodu) a šifrovat přenos citlivých informací.

1.3 Úspora energie baterie

Výdrž na baterii chytrého mobilního telefonu je důležitým aspektem při účasti v závodech. Závodník by měl být schopen si zavolat o pomoc v případě nouze, která je díky náročnosti závodu více pravděpodobná. Ale také pro organizátora je nekompletní záznam trasy nepoužitelným.

Mobilní aplikace běžící na pozadí tedy musí minimalizovat spotřebu energie a vydržet tak zaznamenávat polohu několik hodin, s přídatnou externí baterií („powerbankou“) pak celý závod (24 hodin).

Největšími aspekty spotřeby baterie chytrého mobilního telefonu jsou [3]:

- Vestavěný GPS přijímač — pro menší spotřebu baterie je nutné jej využívat co nejméně.

- Mobilní data — objem přenesených dat přes mobilní síť, aplikace tedy musí minimalizovat komunikaci po síti.
- Přepínání základnových stanic (Base Transceiver Station - BTS) a přepínání technologií mobilního internetu — nelze ovlivnit nastavením v aplikaci, avšak uživatel může v nastavení telefonu vypnout LTE a 3G sítě mobilních operátorů a využívat pouze EDGE (2G), pokud objem přenášených dat je dostatečně malý.

Dobu běhu GPS přijímače lze ovlivnit nastavením v aplikaci. Nepřetržité snímání polohy pomocí GPS přijímače je díky přílišné spotřebě energie nežádoucí. Méně časté snímání polohy je však v rozporu s přesností polohy uživatele (zejména pro informovanost ostatních). Je tedy nutné najít vhodný kompromis (vhodné nastavení snímání polohy).

2. Výběr technologie a její specifika

2.1 Mobilní platforma Android

Android je mobilní operační systém vyvíjený společností Google Inc. Byl představen v září 2008. V současné době je nejpoužívanějším operačním systémem na chytrých mobilních telefonech.

Nevýhodou operačního systému je jeho roztržitost verzí, kdy většina zařízení nemá aktuální verzi operačního systému. Drtivá většina zařízení s Androidem má však verzi 4.1 a vyšší [4], tudíž při vývoji aplikace pro verzi 4.1 zacílíme, díky zpětné kompatibilitě novějších verzí, na téměř všechny uživatele.

Aplikace se distribuují a aktualizují skrz obchod Google Play. Výhodou Google Play oproti jiným platformám je bezproblémové a rychlé publikování aplikací, které nevyžadují review od výrobce OS. Registrační poplatek pro vývojáře publikující aplikace do obchodu je \$25 USD.

Oficiálním vývojovým prostředím (IDE) je zdarma dostupné Android Studio, které usnadňuje instalaci všech potřebných nástrojů pro vývoj, zejména SDK Manager, ADM (Android Device Monitor), emulátory OS a Gradle (nástroj pro automatizaci zejména překladu).

Mobilní aplikace pro Android se programují primárně v jazyce Java, vzhled aplikací je pak definován převážně v XML.

2.2 Mobilní platforma iOS

iOS je mobilní operační systém vyvíjený společností Apple Inc. a používaný exklusivně na hardwaru od této společnosti. Byl představen v červnu 2007. V současné době je druhým nejrozšířenějším operačním systémem na chytrých mobilních telefonech.

Aplikace se distribuují a aktualizují skrz App Store, avšak musí nejdříve projít důkladným schvalovacím procesem („App Review“) [5], obvykle trvajícím okolo 10 dní.

Oficiálním vývojovým prostředím je zdarma dostupný Xcode, avšak pouze pro majitele operačního systému OS X. Aplikace lze vyvíjet zdarma v Xcode, avšak nelze je testovat na fyzickém iOS zařízení nebo publikovat na App Store bez zaplacení ročního poplatku \$99 USD za *iPhone Developer Program*.

Mobilní aplikace pro iOS se programují v jazyce Objective-C, nebo nově v jazyce Swift. Vzhled aplikace se navrhuje v nástroji Interface Builder, který je součástí Xcode.

2.3 Webový framework Ruby on Rails

Ruby on Rails je open-source framework pro webové aplikace napsaný v Ruby. Využívá softwarové architektury Model-view-controller (MVC). Modely v Ruby on Rails jsou abstrakcí nad tabulkami v databázi, View je podoba dat za běhu

převáděná do HTML a Controller je komponentou, která odpovídá na vnější požadavky a rozhoduje, které View a s jakými daty bude zobrazeno.

Ruby on Rails je často instalován pomocí správce balíčků RubyGems, který je součástí novějších verzí Ruby. Balíček se nazývá „gem“ a jsou skrz ně distribuovány i podpůrné knihovny.

Pro volbu tohoto frameworku jsme se rozhodli z důvodů už fungující infrastruktury webu Dne cesty, která je postavena právě na Ruby on Rails.

2.4 JSON

JavaScript Object Notation (JSON) je jednoduchý a stručný zápis dat, určený zejména pro přenos dat. Výhodou je také jeho čitelnost člověkem, platformní nezávislost a jednodušnost.

Využití JSON jsme se rozhodli zejména v komunikaci mobilní aplikace a webového serveru, tedy skrz internet. Mobilní aplikace musí být schopna pracovat na velmi pomalém mobilním internetovém připojení, stručnost zápisu dat je proto prioritou.

JSON má také bohatou podporu na všech použitých platformách (v Android SDK, iOS SDK a Ruby on Rails).

2.5 Mapy API

Mapy API vyvíjené společností Seznam.cz a. s. zpřístupňuje stejné mapové podklady pro webové stránky, jako používají Mapy.cz. Použití je zcela zdarma a je možné i pro komerční účely.

Tyto mapy se díky své turistické mapě České republiky hodí pro naše účely, zejména pro zobrazování trasy a průběhu závodu, který je mnohdy veden mimo silnice po lesních pěšinách, kde běžné mapy od jiných poskytovatelů nestačí.

2.6 GPX formát trasy

GPS Exchange Format (GPX) je XML schéma běžně používané pro zápis GPS dat. Může být použit pro zápis bodů (waypoints), trasy nebo směrů (odboček).

GPX formát zápisu trasy (TRK) byl zvolen v naší webové aplikaci pro import trasy závodu skrz webové rozhraní. Do GPX TRK exportují „naklikanou“ trasu např. organizátory oblíbené Mapy.cz (Plánování → Uložit → GPX) nebo Cykloserver.cz.

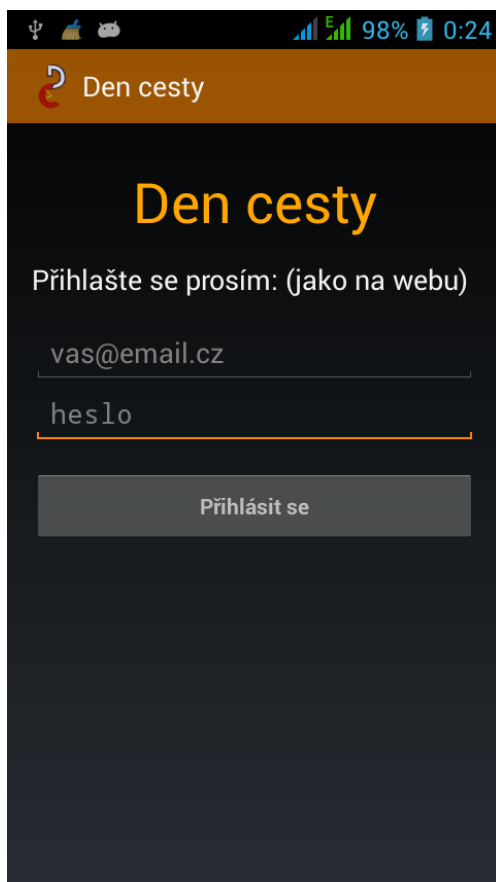
3. Vývojová dokumentace A – mobilní aplikace

K vývoji mobilní aplikace se přistupuje zejména podle průběžných připomínek uživatelů. V úplně první verzi byla aplikace určena pouze pro jeden závod, až poté se koncept aplikace ujal a bylo nutné aplikaci zobecnit na více nezávislých závodů. Nyní je aplikace už téměř rok ve vývoji a v této kapitole je popsán aktuální stav. To, jaké požadavky se průběžně implementovaly a jak probíhalo postupné testování je popsáno v kapitole 6.

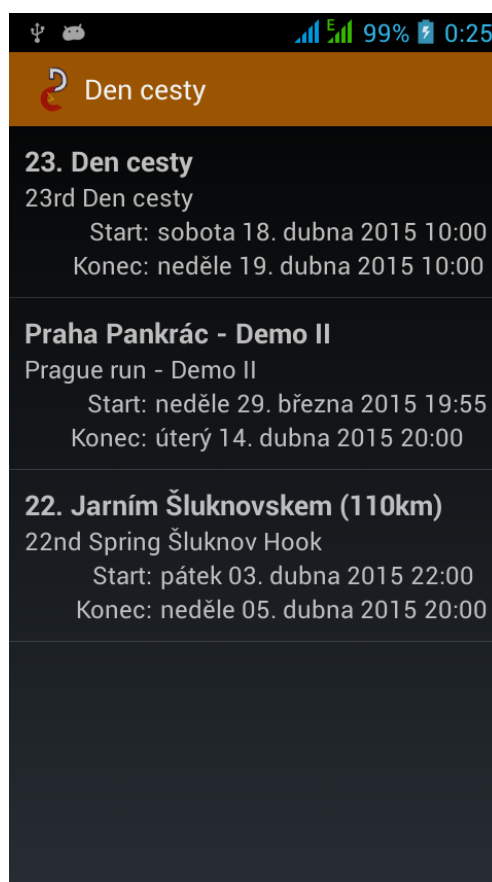
Generovaná dokumentace zdrojových kódů je v příloze A *Generovaná dokumentace* a zdrojové kódy jsou v příloze B *Překlad a spuštění*.

3.1 Struktura aplikace

Aplikace je psána podle návrhového vzoru MVC (Model View Controller [6]) a dle aktuálních doporučení a vývojových standardů pro Android a iOS. Podobnost frameworků dovoluje využití stejného návrhu tříd na obou platformách. Až konkrétní názvy, implementace tříd a metod jsou pak, díky jazyku a systémovým voláním, rozdílná pro každou platformu.



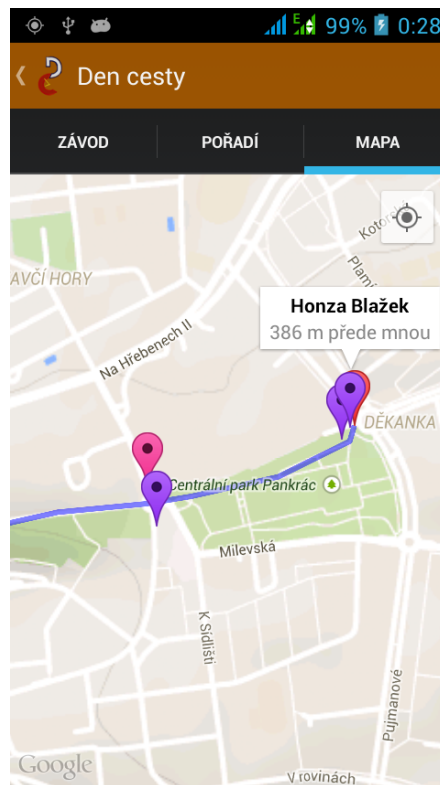
Obrázek 3.1: Login View Controller



Obrázek 3.2: Races View Controller



Obrázek 3.3: Race View Controller Obrázek 3.4: Walkers Table View Cont.



Obrázek 3.5: Map View Controller

3.1.1 Obrazovky

Rozdělení na jednotlivé obrazovky (View Controllery) bylo nutné sladit s požadavky uživatelů tak, aby navigace byla přehledná a jasná. V rámci jednotlivých obrazovek bylo nutné řešit:

- Přihlašovací obrazovku — Login View Controller (obrázek 3.1)
- Seznam závodů — Races View Controller (obrázek 3.2)
- Obrazovka závodu — Race Tabbed View Controller, obsahuje 3 taby:
 - Informace o postupu v závodě — Race View Controller (obrázek 3.3)
 - Pořadí závodníků v závodě — Walkers Table View Controller (obrázek 3.4)
 - Mapa trasy závodu a poloh ostatních závodníků — Map View Controller (obrázek 3.5)

3.1.2 Modely

View Controllery využívají několik modelů. Modely jsou nezávislé na View Controlleru, a tak si právě View Controller žádá data od modelu kdykoliv je potřebuje. Naopak o svých změnách model informuje pomocí broadcastových zpráv, na jejichž odebrání mohou být View Controllery přihlášeny.

Vlastní modely:

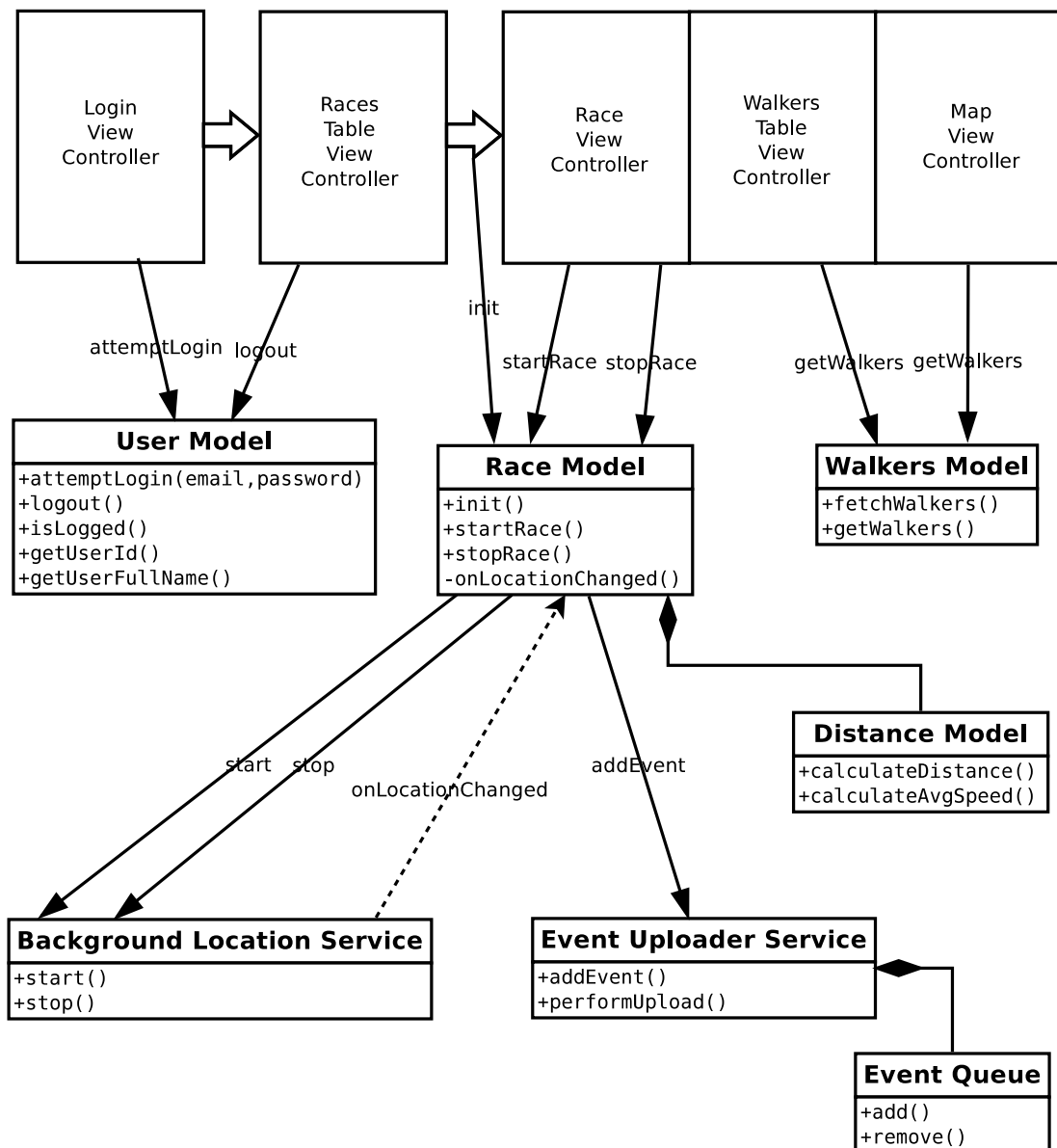
- Model přihlášeného uživatele — User Model
- Model průběhu závodu — Race Model
- Model výpočtu vzdálenosti a rychlosti — Distance Model
- Model pořadí závodníků a jejich polohy — Walkers Model

Pokud View Controller zobrazuje data, které jsou pouze jeho a nejsou jinde v aplikaci potřeba, nevytvářeli jsme pro taková data oddělený model (např. pro seznam závodů).

3.1.3 Služby

Služba je také modelem, avšak je možné ji provozovat jako proces na pozadí, tj. i když aplikace není v popředí nebo telefon má zhasnutou obrazovku.

- Background Location Service — Služba poskytující informace o poloze.
- Event Uploader Service — Služba odesílající události (zejména aktualizace polohy) na server



Obrázek 3.6: Zjednodušená struktura aplikace — sled obrazovek a shrnutí nejčastější komunikace s modely a službami

3.2 Snímání polohy telefonu

Snímání polohy telefonu je pro naše potřeby nutné provádět na pozadí a pro účely Dne cesty nalézt kompromis mezi spotřebou na baterii a přesností polohy uživatele (viz. 1.3).

Stanovili jsme tedy minimální frekvenci aktualizací polohy na cca 1 km při rychlosti běhu, což odpovídá cca 5 minutovým intervalům aktualizací poloh. Pro účely jiných závodů lze předpokládat, že frekvenci bude nutné změnit (kratší závody = kratší perioda, delší závody = potřeba delší výdrže baterie).

Služba poskytující informace o poloze (Background Location Service) využívá „fused location provider“ (viz. 1.1.1), který kombinuje metody snímání polohy podle nastavení několika málo parametrů (každé API dovoluje nastavení různých parametrů, viz. 3.6.1):

- *Android* — Polohu zjišťuje přibližně každých 5 minut s prioritou na vysokou přesnost (v praxi používá primárně GPS) [2]. Jiné nastavení priority při testech nespustilo GPS, tudíž bychom nedostávali informaci o poloze v méně osídlených oblastech nebo dostávali aktualizace polohy s příliš malou horizontální přesností.
- *iOS* — Informaci o poloze poskytuje každých 400 metrů od poslední známé polohy (400 m odpovídá zhruba vzdálenosti ujité za 5 minut rychlostí 5 km/h, tedy rychlosti chůze). Nastavením horizontální přesnosti na přibližně 10 m a typu aktivity na fitness systému napovídáme o jaký druh aktivity se jedná (v našem případě běh) a systém podle možností vybere vhodné technologie pro snímání polohy — při menší přesnosti než 10 m systém při testování preferoval použití Wi-Fi, což je pro nás z důvodů uvedených výše nevhodné. Dále je deaktivováno automatické vypínání snímání polohy v nečinnosti, které se pro náš typ aktivity nehodí. [7]

Spolu s informací o poloze získáváme i informace o výšce, směru, rychlosti, horizontální přesnosti a gps čas. Takové informace jsou pak předány modelu průběhu závodu.

3.3 Model průběhu závodu

Model průběhu závodu (Race Model) reprezentuje aktuální stav závodníka v závodě. Dovoluje odstartovat nebo naopak ukončit závod. Informace o vzdálenosti, průměrné rychlosti, stavu závodníka a trase závodu si při inicializaci stahuje z webu.

Data Race Modelu zobrazuje obrazovka Race View Controller, která taktéž obsahuje tlačítka pro start nebo ukončení závodu.

Při odstartování závodu model požádá Background Location Service o zahájení snímání polohy a přihlásí se k odběru aktualizací o poloze. Příchozí aktualizaci polohy nejdříve přepošle do modelu pro výpočet vzdálenosti a rychlosti (Distance Model), a poté z informací o poloze vytvoří novou událost (Event), kterou dále doplní o aktuální zdolanou vzdálenost a průměrnou rychlosti (výsledky výpočtu Distance Modelu). Event poté předá službě Event Uploader Service k odeslání na server.

Při ukončení závodu se snímání polohy vypne, tedy i služba Background Location Service se ukončí.

3.3.1 Výpočet zdolané vzdálenosti

Trasu závodu reprezentujeme jako množinu n bodů C_1, \dots, C_n v zeměpisných souřadnicích („checkpointy“), kde C_1 je pozice startu závodu a C_n je pozice cíle závodu. Dále máme množinu vzdáleností D_1, \dots, D_n v metrech, kde $D_1 = 0$ a zbylé D_x pro $x > 1$ je rovno reálné vzdálenosti po trase od startu závodu.

Označme $\rho(A, B)$ jako vzdálenost bodů A a B na takové křivce, která kopíruje zaoblení Země a je přitom nejkratší možná. Zjištěná poloha P uživatele leží mezi dvěma sousedními body C_x a C_{x+1} na trase, pokud platí:

$$\rho(C_x, P) < \rho(C_x, C_{x+1}) \wedge \rho(P, C_{x+1}) < \rho(C_x, C_{x+1})$$

Pokud trasa závodu není „lineární“, tedy obsahuje smyčky či jiná protnutí sama sebe, existuje více dvojic bodů, mezi kterými leží zjištěná poloha. Hledáme proto první takovou dvojici bodů po trase od startu závodu, která vyhoví výše uvedené podmínce. Při nové zjištěné poloze začínáme od poslední dvojice bodů, která vyhověla podmínce, a navíc hledání dvojice bodů ukončíme s neúspěchem už po ověření maximálně polovičního počtu dvojic na trase závodu (resp. algoritmus vidí vždy jen polovinu trasy dopředu).

Přibližná zdolaná vzdálenost závodníka s polohou P , který se nachází mezi body C_x a C_y na trase, se spočítá jako:

$$s = \frac{\rho(C_x, P)}{\rho(C_x, P) + \rho(P, C_{x+1})} (D_{x+1} - D_x) + D_x$$

Pro výpočet zdolané vzdálenosti se však používají pouze aktualizace polohy, které mají horizontální přesnost lepší než 200 metrů, aby se předešlo nepřesným aktualizacím polohy velmi vzdálených od trasy závodu.

3.3.2 Výpočet celkové průměrné rychlosti

Výpočet průměrné rychlosti závodníka je triviální:

$$v = \frac{s}{\text{čas od startu závodu}}$$

3.3.3 Detekce zablouzení mimo trasu

Jelikož známe trasu závodu i aktuální polohu závodníka, můžeme detekovat i pravděpodobné zablouzení mimo trasu závodu.

Pokud se tedy závodník postupně 3 krát vzdalí od následujícího checkpointu vždy minimálně o 300 metrů, dostane notifikaci od aplikace s informací, že nejspíše bloudí.

3.4 Odesílání dat na server

Aby bylo možné záznam průběhu závodu dohledat na serveru a ověřit tak dodržení všech pravidel, je nutné odesílat aktualizace polohy na server spolehlivě, resp. mít jistotu, že každá aktualizace polohy dorazí na server. Proto se nejen aktualizace polohy, ale každá událost v aplikaci, která se doručuje na server, vloží do objektu „Event“.

Event si můžeme představit jako obálku zprávy, která obsahuje:

- Event ID — jedinečné v rámci instance aplikace
- Walker ID — id uživatele
- Race ID — id závodu, pokud Event souvisí s konkrétním závodem
- Timestamp — čas vytvoření Event v aplikaci
- Battery level — úroveň baterie mobilního telefonu v procentech v okamžiku vytvoření Event

- Battery state — informace o tom, zda se baterie nabíjí (nabíječkou, powerbankou)
- Event Type — typ eventy, resp. informace o tom, jaká nese data
 - *LoginSuccess* — Vytvořena v okamžiku úspěšného přihlášení uživatele. Nese s sebou data užitečná pro řešení případných problémů — verze nainstalované aplikace, verze operačního systému a verze SDK, název modelu mobilního telefonu. V okamžiku přihlášení ještě uživatel nezvolil konkrétní závod, kterého se bude účastnit, a tak Eventy tohoto typu mají Race ID = 0.
 - *StartRace* — Informuje server, že závodník v aplikaci odstartoval závod stisknutím tlačítka „Start závodu“, a server tak závodníka zařadí do pořadí závodu.
 - *StopRace* — Informuje server, že závodník v aplikaci ukončil závod stisknutím tlačítka „Ukončit závod“.
 - *LocationUpdate* — Obsahuje informace týkající se polohy závodníka, jeho spočtené zdolané vzdálenosti a průměrné rychlosti. Tento Event vytváří Race Model v okamžiku, kdy mu od Background Location Service dojde nová aktualizace polohy. Na server se odesílají všechny aktualizace polohy, takže i ty, které jsou považovány za nepřesné a nepoužívají se tak pro výpočet zdolané vzdálenosti.
 - *Error / Warning / Log* — Chyby a ostatní události, které je vhodné hlásit na server.
- Event Data — data podle Event Type

O odesílání Eventů na server se stará služba Event Uploader Service, která si drží frontu (FIFO) všech nedoručených Eventů (Event Queue). Na pokyn PerformUpload dojde k odeslání celého zásobníku Eventů na server. Služba poté čeká na odpověď serveru, ve které server uvede Event ID všech úspěšně přijatých Eventů, a až poté je služba vyřadí ze své fronty. Díky tomu je při neúspěšném spojení se serverem zajištěno, že Event se příště opět pokusí doručit.

Pokud se tedy, např. díky špatnému mobilnímu signálu, nepodaří doručit aktualizaci polohy, bude později odeslána spolu s další aktualizací polohy — nabere tedy zpoždění závislé na frekvenci aktualizací poloh, v našem případě u Androidu přibližně 5 minut.

3.4.1 Popis vrstvy pro komunikaci s webem

Díky již existující infrastruktuře webu Dne cesty je využíván jako komunikační kanál mezi mobilní aplikací a serverem webový protokol HTTP (resp. HTTPS).

Obsah Event Queue se směrem z mobilní aplikace na server posílá v zápisu JavaScript Object Notation (JSON) pomocí dotazovací metody POST protokolu HTTP. Jedná se tedy o stejný princip, který se uplatňuje při odeslání formuláře na webu, v našem případě jsou však formulářovými daty právě JSON data.

Server rovněž odpovídá daty v zápisu JSON.

3.5 Informace o ostatních závodnících

O zpracování dat od jednotlivých závodníků do formy tabulky s pořadím závodníků se stará webový server. Obrazovka Walkers Table View Controller, která právě zobrazuje pořadí závodníků v závodě, si aktuální data z webu stahuje (prostřednictvím modelu Walkers Model) při každém zobrazení této obrazovky, nebo na vyžádání standardním gestem „pull to refresh“ pro aktualizaci tabulky.

Server odpovídá na dotaz na pořadí závodníků následujícími daty:

- Informace o postupu závodníka (uživatele aplikace) tak, jak je zná server, tedy zdolaná vzdálenost, průměrná rychlost, stav v závodě, poslední známá poloha a čas aktualizace.
- Počet soupeřů před závodníkem, počet soupeřů za závodníkem a počet soupeřů s ukončeným závodem.
- Data o soupeřích před závodníkem (celé jméno, zdolaná vzdálenost, průměrná rychlost, stav, souřadnice polohy, čas aktualizace).
- Data o soupeřích za závodníkem.

Díky tomu jsou data připravena na třídění a omezení zobrazení soupeřů v případě, kdy počet závodníků (uživatelů aplikace) v závodě bude velký a nebude vhodné zobrazovat celý seznam v mobilní aplikaci, ale např. pouze soupeře v blízkosti nebo jen několik soupeřů před a za.

Jelikož obrazovka Race View Controller zobrazuje aktuální data o závodníkovi z Race Modelu a naopak obrazovka Walkers Table Controller zobrazuje data o závodníkovi ze serveru, mohou se hodnoty zdolané vzdálenosti (a průměrné rychlosti) lišit, a znamená to, že mobilní aplikace ještě nedoručila data na server nebo je server ještě nezpracoval.

3.6 Implementační rozdíly mezi platformami

3.6.1 Snímání polohy

Obě platformy mají implementaci fused location provideru, každá však dovoluje nastavení jiných parametrů:

- *Android* — priorita (spotřeba vs. přesnost), četnost v čase, celkový počet aktualizací polohy, minimální vzdálenost, timeout požadavku. [2]
- *iOS* — přesnost (best, 10 m, 100 m, 1 km, 3 km), minimální vzdálenost, možnost automatického vypínání aktualizací polohy (pokud se delší dobu nemění), typ aktivity. [7]

Četnost v čase je pro nás výhodnější — téměř jistě víme, kdy přijde další aktualizace polohy, a dovoluje nám to odhadovat i aktuální rychlost závodníka (ne pouze průměrnou za celý závod). Absenci četnosti v čase na iOS simulujeme minimální vzdáleností mezi aktualizacemi polohy (400 m), což přibližně odpovídá nastavení na Androidu (5 minut). Použité nastavení bylo zmíněno v 3.2.

Nevýhodou nastavení minimální vzdálenosti mezi aktualizacemi polohy závodníka je situace, kdy si „dá pauzu“ a poslední aktualizace byla např. před 300 metry a další aktualizace polohy bude až vyrazí, tedy za dalších 100 metrů běhu, tedy během pauzy od závodníka nedostaneme žádné zprávy i desítky minut.

3.6.2 Běh na pozadí (služby)

Běh i na pozadí je pro naši mobilní aplikaci stěžejní vlastnost — závodník může u mobilního telefonu zhasnout display a odložit telefon do batohu, avšak my potřebujeme stále dostávat informace o jeho poloze.

Možnosti multitaskingu jsou na iOS velmi omezeny [8], resp. iOS téměř neumožňuje probuzení procesu, když je aplikace na pozadí, tedy žádná alternativa služby na pozadí jako na Androidu. API dovoluje dokončit rozdělanou operaci na pozadí, pokud uživatel právě opouští aplikaci, a to pouze v krátkém čase — příliš dlouhá operace na pozadí způsobí, že operační systém aplikaci zabije.

Jedinou pro nás vhodnou možností práce aplikace na pozadí je právě geolokační služba. Systém aplikaci na pozadí probudí ve chvíli, kdy pro ni má aktualizaci polohy. Avšak na zpracování aktualizace polohy dává také pouze omezený čas (jednotky sekund, Apple přesný čas neuvádí), a pokud zpracování nestihne, aplikace bude nemilosrdně zabita. V našem případě chceme aktualizaci polohy odeslat na server, což je časově náročná operace (nejhorší možností je timeout síťového požadavku), a proto v čase pro zpracování aktualizace polohy lze systém požádat o delší čas na dokončení síťového požadavku a timeout síťového požadavku přizpůsobit.

Dalšími možnostmi, jak aplikace může vykonávat kód na pozadí, jsou případy, kdy nahrává zvuk, komunikuje po Bluetooth, přijímá Push Notifikaci, apod. Zneužít však tyto možnosti pro běh jiného kódu na pozadí nelze — Apple si to velmi hlídá a taková aplikace by neprošla přes App Review.

3.6.3 Mapa v aplikaci

Oba operační systémy mají ve svém API své vlastní mapy — Android standardně využívá Google Maps a iOS standardně využívá své Apple Maps — a také tyto mapy byly použity v aplikaci.

Ani jedna platforma bohužel neposkytuje vhodné turistické mapy pokrývající Českou republiku, které by se pro náš účel hodily. Naopak hezké turistické Mapy.cz zatím nemají API pro mobilní aplikace.

3.6.4 Správa paměti na Androidu

Zvláštností Androidu je jeho přístup k paměti. Pokud systém nemá dost volné paměti, může samovolně dealokovat jakoukoliv aktivitu, službu, model a dokonce i celou aplikaci. S touto možností je nutné počítat a při potřebě dealokovaného objektu jej umět obnovit do původního stavu.

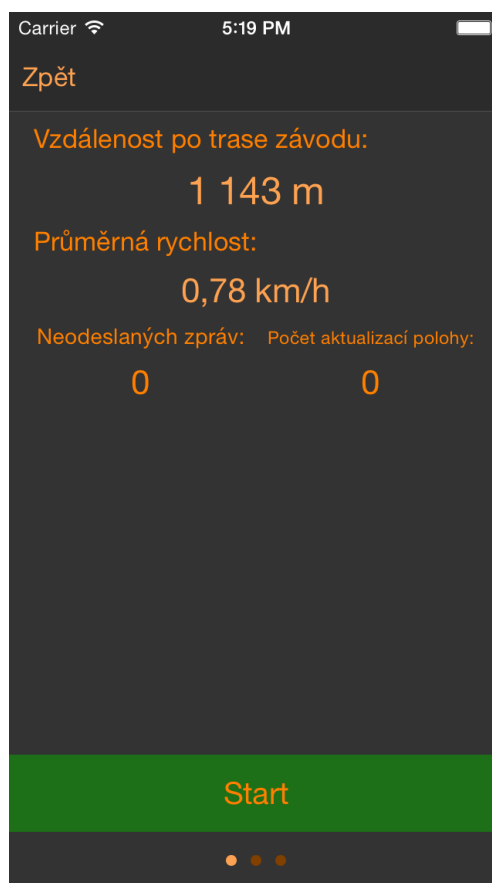
Aktivity se dealokují běžně a jejich obnovení není problém, pokud nedrží žádná data. Dealokaci modelů lze odložit tím, že modely drží objekt Application, který se dealokuje až jako poslední v rámci aplikace.

3.6.5 Vzhled

Obě verze aplikace obsahují drobné rozdíly v rozmístění prvků a barvách. Největším rozdílem je jiný způsob navigace v Race Tabbed View Controlleru, kde u Androidu jsou podobrazovky uspořádány do „tabů“, a u iOS se mezi podobrazovkami přechází zejména swipe gestem a jejich rozmístění je signalizováno tečkami v dolní části. Rozdíl vyplývá ze zvyklostí platformem.



Obrázek 3.7: Taby na Androidu



Obrázek 3.8: Taby na iOS

4. Vývojová dokumentace B – webový server

Pro webový server je využito stávajícího webu www.dencesty.cz, do kterého je obsluha mobilní aplikace vsazena.

Webový server má zejména na starosti příjem a potvrzení událostí aplikace, vyhodnocování pořadí v závodě a jejich zobrazování pro návštěvníky webu, a také vytváření nových závodů pro mobilní aplikaci administrátorem. Pro tyto požadavky jsme navrhli strukturu rozebíranou dále v této kapitole.

4.1 Struktura aplikace

Webová aplikace má dvě hlavní části:

1. API pro mobilní aplikaci 4.3.1
 - Přihlášení uživatele (uživatelské účty jsou totožné s účty na webu DC)
 - Přístup k seznamu dostupných závodů
 - Stažení informací o závodě a trasy závodu
 - Přístup k pořadí ve zvoleném závodě
 - Zpracování příchozích eventů z aplikace
2. Webová konfigurace pro organizátora závodu
 - Vytváření a konfigurace nového závodu 4.3.2
 - Vložení a úprava trasy závodu 4.3.3
 - Zobrazení pořadí závodu 4.3.4
 - Zobrazení polohy závodníků na mapě 4.3.5
 - Log eventů z aplikace 4.3.6

4.2 Modely

Model je objektovou vrstvou nad tabulkou v databázi. Instance modelu tedy odpovídá řádku v tabulce a atributy odpovídají sloupcům tabulky. Výhodou jsou zejména snadno použitelné relace mezi modely, které abstrahují spojování tabulek na databázové vrstvě.

4.2.1 Races

Obsahuje všechny závody pro mobilní aplikaci. Každý závod má svůj název v češtině a angličtině, čas startu a konce závodu. Dokud závod není označen jako veřejný (viditelný), nezobrazuje se běžným uživatelům.

Na každý závod je napojen model s trasou závodu (Checkpoints), pořadím závodu (Scoreboard) a log eventů (Events).

4.2.2 Checkpoints

Obsahuje trasu závodů jako množinu bodů („checkpointů“) na trase. Každý bod na trase obsahuje informaci o souřadnicích a vzdálenosti od startu závodu.

Unikátním klíčem Checkpointu je dvojice id závodu a pořadí checkpointu v závodě (resp. id checkpointu vzhledem k závodu).

4.2.3 Scoreboard

Obsahuje pořadí závodníků v daném závodě. Jedna položka obsahuje id závodu, id závodníka, jeho stav (odstartoval nebo ukončil závod), zdolanou vzdálenost, průměrnou rychlost, id posledního checkpointu a souřadnice poslední polohy závodníka.

Položka se závodníkem je přidána do pořadí ve chvíli, kdy závodník odstartuje závod v mobilní aplikaci.

4.2.4 Events

Model obsahuje všechny doručené eventy od mobilní aplikace. Každý event obsahuje id závodu, id závodníka, id eventu přidělené mobilní aplikací, typ eventu, timestamp od mobilní aplikace, informace o stavu baterie a specifická data pro daný typ eventu.

Eventy s id závodu 0 nyní slouží pro ukládání eventů typu *LoginSuccess* pro záznam přihlášení uživatele v mobilní aplikaci, tedy ještě před zvolením konkrétního závodu. Dříve také nulové id závodu sloužilo pro ukládání eventů, které přišly mimo čas závodu (před startem nebo po ukončení závodu).

4.3 View Controllery

4.3.1 API Controller

API Controller obsluhuje všechny požadavky mobilní aplikace, nevyžaduje tedy žádné view. Veškerá data se mu předávají ve formátu JSON a odpovídá také ve formátu JSON pro minimalizaci přenášených dat mezi mobilní aplikací a webovým serverem.

Obsluhuje tyto akce:

- Přihlášení uživatele v aplikaci
 - Využívá již stávajících účtů na webu Dne cesty.
 - Při úspěšném ověření emailu a hesla vrací informaci o úspěchu spolu s údaji o uživateli (id uživatele, jméno a příjmení).
- Přístup k seznamu závodů
- Stažení informací o konkrétním závodě, postupu závodníka a trasy závodu
- Přístup k pořadí v závodě
- Zpracování příchozích eventů z aplikace

- Dovoluje zpracování množiny eventů v jediném požadavku. Každý event je uložen do databáze, pokud tam již není. Zpět do aplikace se vrací seznam id eventů, které byly v pořádku zpracovány. Viz. 3.4.
- Pokud je příchozí event nový (nebyl už dříve zpracován), provádí se další akce podle typu eventu:
 - * *StartRace* — Do modelu Scoreboard příslušného závodu se přidá položka se závodníkem s nulovou zdolanou vzdáleností, nulovou průměrnou rychlostí a polohou na startu závodu.
 - * *LocationUpdate* — V modelu Scoreboard příslušného závodu u příslušného závodníka se aktualizuje zdolaná vzdálenost, průměrná rychlost, id posledního checkpointu a souřadnice polohy závodníka.
 - * *StopRace* — V modelu Scoreboard příslušného závodu u příslušného závodníka se poznačí stav na „ukončil závod“.

Veškerá data přenášená přes API Controller jsou na produkčním serveru zabezpečena protokolem HTTPS, nedochází tedy k úniku informací a ohrožení soukromí uživatele.

4.3.2 Races controller

Základní stránka pro administrátora závodů dostupná pod položkou „Mobilní aplikace“ v menu. Administrátorovi zobrazuje seznam závodů, umožňuje vytvořit nový, upravit nebo smazat stávající závod.

#	Name cs	Name en	Start time	Finish time	Visible	
15	Praha - Prčice	72km trasa Karla Kulleho	2015-05-16 05:00:00 +0200	2015-05-16 23:59:00 +0200	true	Checkpoints Scoreboard Edit Destroy
14	CUTT Jeseníky 2015	CUTT Jeseníky 2015	2015-05-16 10:00:00 +0200	2015-05-17 10:00:00 +0200	true	Checkpoints Scoreboard Edit Destroy
13	Volkswagen Maraton Praha	Volkswagen Maraton Praha	2015-05-03 09:00:00 +0200	2015-05-03 16:00:00 +0200	true	Checkpoints Scoreboard Edit Destroy
12	Jesenická stovka	Jesenická stovka	2015-05-01 23:00:00 +0200	2015-05-03 11:00:00 +0200	true	Checkpoints Scoreboard Edit Destroy
10	Lazová stovka	Lazová stovka	2015-04-25 04:30:00 +0200	2015-04-27 07:00:00 +0200	true	Checkpoints Scoreboard Edit Destroy
8	23. Den cesty	23rd Den cesty	2015-04-18 10:00:00 +0200	2015-04-19 10:00:00 +0200	true	Checkpoints Scoreboard Edit Destroy
6	22. Jarním Šluknovskem (110km)	22nd Spring Šluknov Hook	2015-04-03 22:00:00 +0200	2015-04-05 20:00:00 +0200	true	Checkpoints Scoreboard Edit Destroy
5	Praha Pankrác - Demo II	Prague run - Demo II	2015-03-29 19:55:00 +0200	2015-04-24 09:00:00 +0200	true	Checkpoints Scoreboard Edit Destroy
2	Kdo dobehne nejdal?	Who runs hard?	2015-01-17 06:00:00 +0100	2015-01-17 18:00:00 +0100	false	Checkpoints Scoreboard Edit Destroy
1	Cesta piva II	A route of the beer II	2014-10-17 18:00:00 +0200	2014-10-18 18:00:00 +0200	false	Checkpoints Scoreboard Edit Destroy

Obrázek 4.1: Races controller — seznam závodů pro mobilní aplikaci

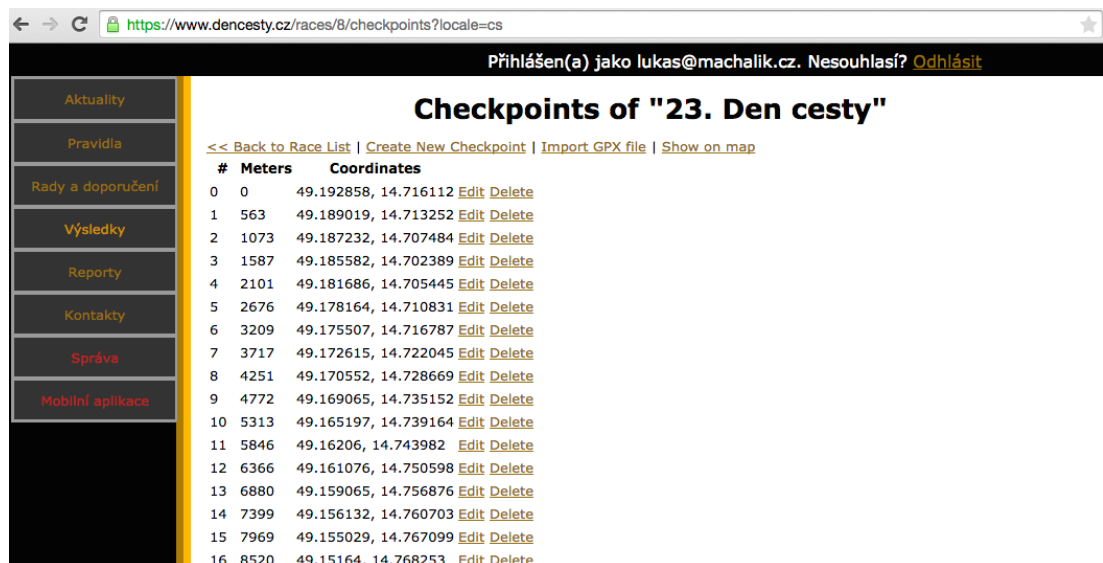
4.3.3 Checkpoints controller

Umožňuje editaci checkpointů (trasy závodu), jejich hromadný import z GPX souboru nebo jednoduchou kontrolu trasy na mapě.

Zpracování GPX souboru s trasou ve formátu TRK je realizováno pomocí knihovny Nokogiri[9] pro čtení XML souborů.

TRK zápis trasy je většinou zbytečně podrobný (u tras přes 100 km obsahuje tisíce bodů) a tak by bylo jejich uložení do databáze i stahování do aplikace zbytečně náročné. Je tedy vhodné body na trase filtrovat podle vzdálenosti mezi nimi, resp. podle minimální vzdálenosti mezi dvěma body na trase.

Pro vkládání velkého množství položek do databáze není vhodné vytvářet položky jednotlivě skrz ActiveRecord v Ruby on Rails, ale manuálně sestojit jeden velký SQL insert do databáze (benchmark viz. [10]).



#	Meters	Coordinates	
0	0	49.192858, 14.716112	Edit Delete
1	563	49.189019, 14.713252	Edit Delete
2	1073	49.187232, 14.707484	Edit Delete
3	1587	49.185582, 14.702389	Edit Delete
4	2101	49.181686, 14.705445	Edit Delete
5	2676	49.178164, 14.710831	Edit Delete
6	3209	49.175507, 14.716787	Edit Delete
7	3717	49.172615, 14.722045	Edit Delete
8	4251	49.170552, 14.728669	Edit Delete
9	4772	49.169065, 14.735152	Edit Delete
10	5313	49.165197, 14.739164	Edit Delete
11	5846	49.16206, 14.743982	Edit Delete
12	6366	49.161076, 14.750598	Edit Delete
13	6880	49.159065, 14.756876	Edit Delete
14	7399	49.156132, 14.760703	Edit Delete
15	7969	49.155029, 14.767099	Edit Delete
16	8520	49.15164, 14.768253	Edit Delete

Obrázek 4.2: Checkpoints controller — trasa závodu

4.3.4 Scoreboard controller

Zobrazuje průběžné pořadí závodu i během závodu tak, jak postupně o svém postupu informují mobilní aplikace. Do tabulky Scoreboard příslušného závodu je závodník přidán stisknutím tlačítka „Start závodu“ v mobilní aplikaci a je mu nastaven Race State na „Started“. Po následném stisknutí tlačítka „Ukončit závod“ v mobilní aplikaci je závodníkovi nastaven Race State na „Ended“.

4.3.5 Map controller

Díky tomu, že nás mobilní aplikace informují i o své poslední poloze, máme mezi informacemi ve Scoreboardu i zeměpisné souřadnice. Nabízí se tedy polohy závodníků zobrazovat na turistické mapě pro návštěvníky webu (fanoušky závodníků).

Pro turistickou mapu jsme využili API Mapy.cz [11]. Služba je zdarma dostupná i pro komerční účely.

Pro modrou čáru trasy závodu jsou využita data z modelu Checkpoints. Modrý pin pro start závodu je prvním Checkpointem.

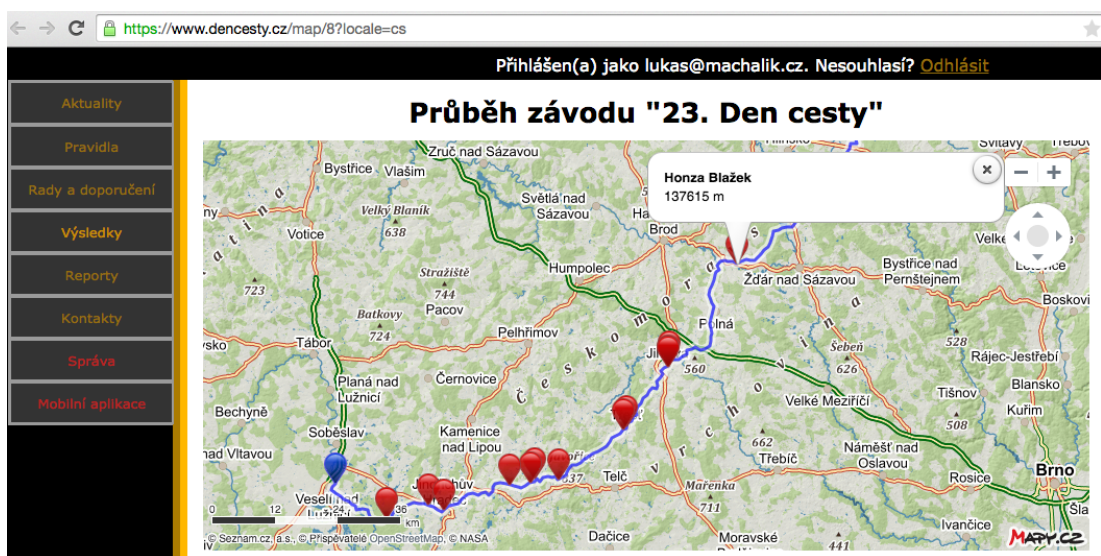
← → ↻ <https://www.dencesty.cz/races/8/scoreboard?locale=cs> Přihlášen(a) jako lukas@machalik.cz. Nesouhlasí? [Odhlásit](#)

Scoreboard of "23. Den cesty"

[<< Back to Race List](#) | [Public map](#)

Walker	Race State	Distance	Avg Speed	Updated at	Started at	Coordinates	Ch.
Honza Blažek (1)	Ended	137615	6.0070569405374	2015-04-19 08:54:38 +0200	2015-04-18 09:59:26 +0200	49.56918, 15.77486	255 Delete
Martin Dungal (22)	Started	102437	5.8329885166556	2015-04-19 03:33:49 +0200	2015-04-19 03:19:16 +0200	49.40224, 15.59543	188 Delete
Olaf Čihák (290)	Ended	101505	4.24455517998397	2015-04-19 10:00:09 +0200	2015-04-18 09:59:36 +0200	49.39529, 15.59168	187 Delete
Martin Kratochvíl (675)	Started	101140	4.43985952589991	2015-04-19 08:47:40 +0200	2015-04-18 09:59:43 +0200	49.39234, 15.59129	186 Delete
Martin Müller (362)	Ended	82402	6.34661646092296	2015-04-18 22:59:05 +0200	2015-04-18 09:53:50 +0200	49.29146, 15.48212	151 Delete
Vladimír Jelen (570)	Ended	81435	3.69198801098154	2015-04-19 08:16:08 +0200	2015-04-18 09:59:03 +0200	49.28507, 15.47487	150 Delete

Obrázek 4.3: Scoreboard controller — průběžné pořadí závodu



Obrázek 4.4: Map controller — veřejná mapa průběhu závodu

4.3.6 Events controller

Events controller slouží pouze pro zobrazování logu došlých eventů z mobilní aplikace, tedy dat z modelu Events (viz. 4.2.4). Z takového logu lze vyčíst záznam závodu pro každého závodníka, kdy závodník odstartoval a ukončil, spotřebu baterie a zda má připojen externí zdroj energie (powerbanku), časová razítka, verzi aplikace a verzi operačního systému.

Events#dump

Race	Time	Walker	EventId	EventType	Timestamp	BatteryLevel	BatteryState	EventData
0	2015-04-16 08:32:14 +0200	570	0	LoginSuccess	2015-04-16 08:32:13 +0200	97	Unplugged	{"appVersion"=>"3.1", "model"=>"LG-D802", "sdk"=>19, "systemName"=>"4.4.2 REL"}
0	2015-04-17 12:21:30 +0200	570	1	LoginSuccess	2015-04-17 12:21:28 +0200	94	Unplugged	{"appVersion"=>"3.2", "model"=>"LG-D802", "sdk"=>19, "systemName"=>"4.4.2 REL"}
0	2015-04-18 09:56:26 +0200	570	2	LoginSuccess	2015-04-18 09:56:25 +0200	95	Unplugged	{"appVersion"=>"3.2", "model"=>"LG-D802", "sdk"=>19, "systemName"=>"4.4.2 REL"}
0	2015-04-18 21:16:22 +0200	570	198	LoginSuccess	2015-04-18 21:16:21 +0200	97	Unplugged	{"appVersion"=>"3.2", "model"=>"LG-D802", "sdk"=>19, "systemName"=>"4.4.2 REL"}

Obrázek 4.5: Events controller — log přihlašování v mobilní aplikaci pro uživatele s id 22

Events#dump

Race	Time	Walker	EventId	EventType	Timestamp	BatteryLevel	BatteryState	EventData
8	2015-04-18 09:59:26 +0200	1	9	StartRace	2015-04-18 09:59:25 +0200	94	Unplugged	{"updateInterval"=>300000}
8	2015-04-18 09:59:32 +0200	1	10	LocationUpdate	2015-04-18 09:59:32 +0200	94	Unplugged	{"lastCheckpoint"=>0, "horAcc"=>18, "verAcc"=>-1, "speed"=>0.25, "altitude"=>459, "counter"=>0, "provider"=>"fused", "timestamp"=>"2015-04-18 09:59:32 +0200", "course"=>307, "distance"=>0, "avgSpeed"=>0, "offRouteCounter"=>0, "longitude"=>14.7166969, "latitude"=>49.1938163}
8	2015-04-18 10:02:14 +0200	1	11	LocationUpdate	2015-04-18 10:02:13 +0200	93	Unplugged	{"lastCheckpoint"=>0, "horAcc"=>20, "verAcc"=>-1, "speed"=>2.5, "altitude"=>429, "counter"=>1, "provider"=>"fused", "timestamp"=>"2015-04-18 10:02:13 +0200", "course"=>207, "distance"=>251, "avgSpeed"=>6.793984962406015, "offRouteCounter"=>0, "longitude"=>14.714659, "latitude"=>49.1912023}
8	2015-04-18 10:07:22 +0200	1	12	LocationUpdate	2015-04-18 10:07:20 +0200	92	Unplugged	{"lastCheckpoint"=>2, "horAcc"=>11, "verAcc"=>-1, "speed"=>3.75, "altitude"=>430, "counter"=>2, "provider"=>"fused", "timestamp"=>"2015-04-18 10:07:20 +0200", "course"=>247, "distance"=>1193, "avgSpeed"=>9.760909090909092, "offRouteCounter"=>0, "longitude"=>14.7062062, "latitude"=>49.1869738}
8	2015-04-18 10:10:02 +0200	1	13	LocationUpdate	2015-04-18 10:10:01 +0200	92	Unplugged	{"lastCheckpoint"=>2, "horAcc"=>39, "verAcc"=>-1, "speed"=>-1, "altitude"=>-1, "counter"=>3, "provider"=>"fused", "timestamp"=>"2015-04-18 10:10:01 +0200", "course"=>-1, "distance"=>-1349, "avgSpeed"=>8.08053244592346, "offRouteCounter"=>0, "longitude"=>14.7041214, "latitude"=>49.1870997}
8	2015-04-18 10:15:08 +0200	1	14	LocationUpdate	2015-04-18 10:15:06 +0200	92	Unplugged	{"lastCheckpoint"=>3, "horAcc"=>5, "verAcc"=>-1, "speed"=>2, "altitude"=>456, "counter"=>4, "provider"=>"fused", "timestamp"=>"2015-04-18 10:15:06 +0200", "course"=>168, "distance"=>2082, "avgSpeed"=>8.272847682119206, "offRouteCounter"=>0, "longitude"=>14.705404, "latitude"=>49.1818431}
8	2015-04-18 10:17:38 +0200	1	15	LocationUpdate	2015-04-18 10:17:36 +0200	92	Unplugged	{"lastCheckpoint"=>5, "horAcc"=>4, "verAcc"=>-1, "speed"=>3, "altitude"=>443, "counter"=>5, "provider"=>"fused", "timestamp"=>"2015-04-18 10:17:36 +0200", "course"=>120, "distance"=>2850, "avgSpeed"=>9.71590909090909, "offRouteCounter"=>0, "longitude"=>14.712807, "latitude"=>49.1773189}

Obrázek 4.6: Events controller — log závodu s id 8 pro závodníka s id 1

5. Uživatelská dokumentace

Dokumentace vychází z informací uvedených na webu Dne cesty: http://www.dencesty.cz/tracker_info

5.1 Uživatel aplikace

Minimální požadavky:

- Smartphone — iOS 7 nebo vyšší, Android 4.1 nebo vyšší
- Internet v mobilu — na rychlosti nezáleží, stačí Vám 2G (u některých závodů je roaming výhodou)
- Záložní zdroj (powerbanku) pro telefon — běžná baterie při trackování vydrží cca 16h
- Založit si účet na stránkách www.dencesty.cz, pokud ho již nemáte.

Mobilní aplikace jsou ke stažení na oficiálních obchodech pro dané mobilní platformy:

- Android — <https://play.google.com/store/apps/details?id=cz.machalik.bcthesis.dencesty>
- iOS — <https://itunes.apple.com/cz/app/den-cesty/id929762511?mt=8>

Přihlašovací obrazovka

Po nainstalování mobilní aplikace a spuštění se jako první zobrazí výzva k přihlášení. Přihlaste se prosím stejným účtem, jako na webu Dne cesty.

Pokud se Vám zobrazí informační dialog „Zkontrolujte připojení k internetu, prosím.“, zkontrolujte své mobilní internetové připojení.

Pokud se Vám zobrazí informační dialog „Heslo nebo email nejsou správné.“, zkontrolujte si prosím správnost e-mailové adresy a hesla.

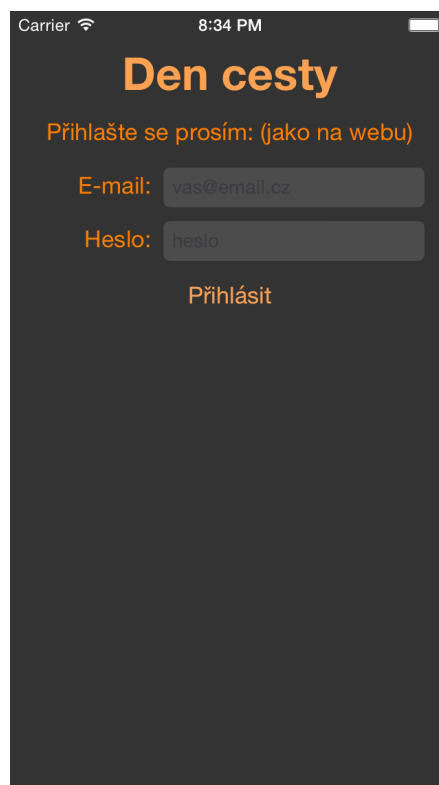
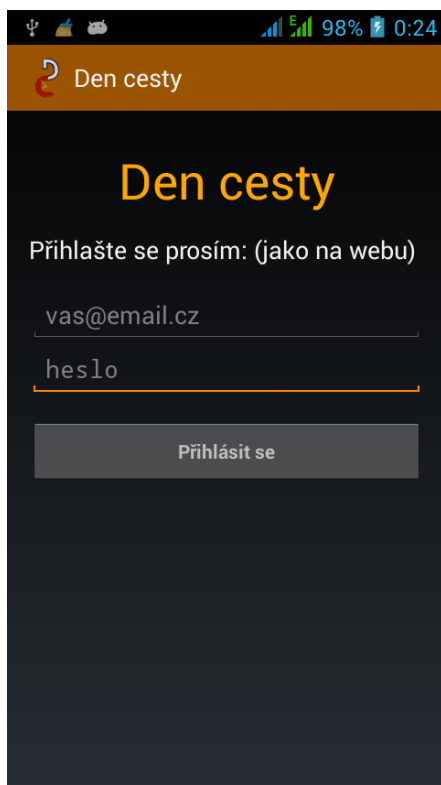
Obrazovka se seznamem závodů

Po úspěšném přihlášení se Vám zobrazí obrazovka se seznamem dostupných závodů. Pokud žádné závody nevidíte, gestem „pull to refresh“, tedy tažením prstem dolů po displeji, aktualizujte seznam závodů z internetu.

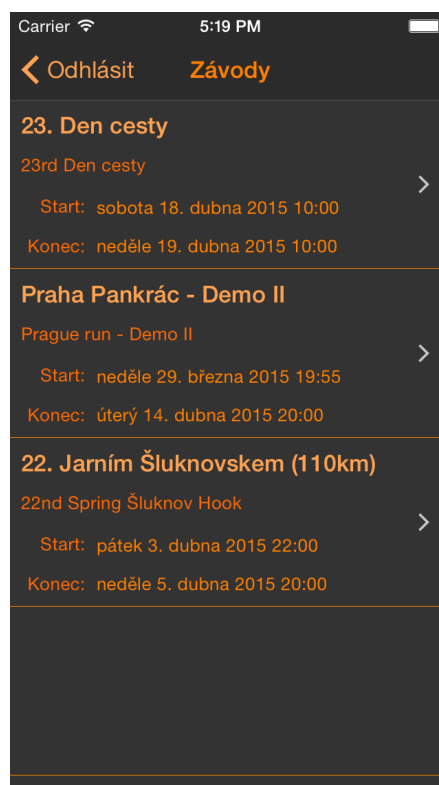
Každá položka seznamu zobrazuje postupně název závodu česky, název závodu anglicky, datum a čas startu a konce závodu.

Klepnutím na položku v seznamu vyberete závod začnou se stahovat informace o závodu, avšak nejdříve 10 minut před startem (z důvodu utajování trasy při závodech Dne cesty), jinak se zobrazí upozornění „Informace o závodě budou dostupné nejdříve 10 minut před startem“.

Tlačítkem (volbou) „Odhlásit“ se dostanete zpět na předchozí obrazovku.



Obrázek 5.1: Přihlašovací obrazovka na Androidu (vlevo) a iOS (vpravo)

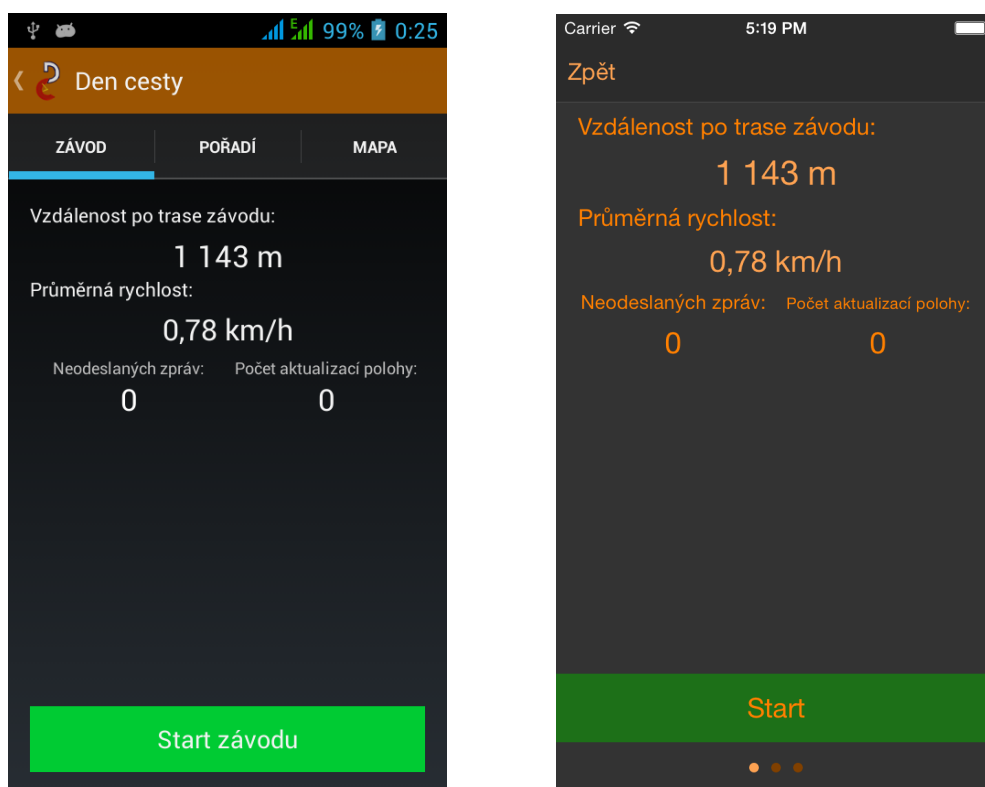


Obrázek 5.2: Seznam závodů na Androidu (vlevo) a iOS (vpravo)

Informace o postupu v závodě

První obrazovkou detailu závodu obsahuje informace o postupu v závodě. Na obrazovku se také dostanete klepnutím na záložku s názvem „Pořadí“. Zde můžete vidět následující informace:

- zdolanou vzdálenost v závodě — po trase dle pravidel závodu Den cesty
- průměrnou rychlost — počítanou od času startu závodu
- počet neodeslaných zpráv — číslice neustále větší než 0 (zvýrazněno červeně) po odstartování závodu v aplikaci signalizuje problémy s internetovým připojením
- počet aktualizací polohy — číslice 0 (po odstartování závodu v aplikaci) signalizuje nefunkční geolokační služby, zkuste zakázat a povolit GPS v nastavení a poté restartovat aplikaci



Obrázek 5.3: Postup v závodě na Androidu (vlevo) a iOS (vpravo)

Zeleným tlačítkem „Start závodu“ odstartujete závod v aplikaci (na serveru oficiálně odstartujete závod a mobilní aplikace začne snímat Vaši polohu). Není dovoleno odstartovat závod dříve než 10 minut před časem startu nebo po skončení závodu. Pokud odstartujete před časem startu závodu, do času začátku závodu se nebude počítat zdolaná vzdálenost a průměrná rychlost.

Při stisku tlačítka pro start závodu můžete být dotázáni na povolení přístupu ke geolokační službě (snímání polohy), případně můžete být vyzváni k povolení polohových služeb (nebo přímo služby GPS) v nastavení telefonu. Pokud tuto službu nepovolíte či nezapnete, nelze odstartovat závod.

Po úspěšném odstartování závodu se na místě zeleného tlačítka zobrazí červené tlačítko „Ukončit závod“, kterým oznámíte ukončení závodu. Opětovným stiskem zeleného tlačítka pro start závodu lze pokračovat v závodě.

Pokud vyprší čas vyhrazený pro závod, v aplikaci dojde k automatickému ukončení závodu.

Pořadí závodníků v závodě

Gestem „swipnutí“ doleva nebo kliknutím na záložku s názvem „Pořadí“ se dostanete na seznam závodníků, resp. jejich pořadí v závodě.

Aktualizaci seznamu na aktuální data ze serveru provedete gestem „pull to refresh“.

Každá položka seznamu zobrazuje plné jméno závodníka, jeho zdolanou vzdálenost, průměrnou rychlost, informaci o čase poslední aktualizace a může obsahovat i informaci o ukončení závodu.

Položka s Vaším jménem je v pořadí zvýrazněna.

ZÁVOD	POŘADÍ	MAPA
Honza Blažek Ukončil závod	1 529 m, 0,99 km/h před 408 hodinami	
Martin Černohorský Ukončil závod	1 495 m, 0,97 km/h před 410 hodinami	
manve manve Ukončil závod	1 152 m, 0,79 km/h před 410 hodinami	
Lukáš Machalík Ukončil závod	1 143 m, 0,78 km/h před 158 hodinami	
Eva Blažková Ukončil závod	0 m, 0,00 km/h před 411 hodinami	

Honza Blažek Ukončil závod	1 529 m, 0,99 km/h před 425 hodinami
Martin Černohorský Ukončil závod	1 495 m, 0,97 km/h před 427 hodinami
manve manve Ukončil závod	1 152 m, 0,79 km/h před 427 hodinami
Lukáš Machalík Ukončil závod	1 143 m, 0,78 km/h před 175 hodinami
Eva Blažková Ukončil závod	0 m, 0 km/h před 427 hodinami

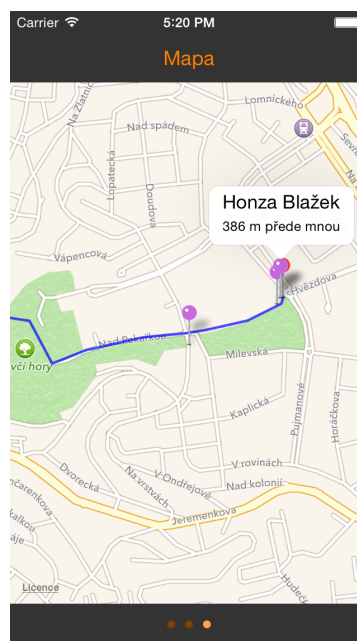
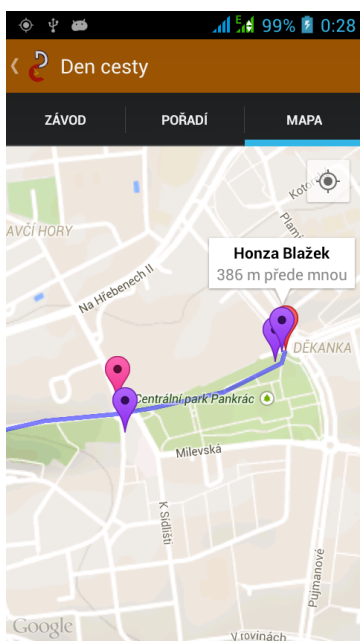
Obrázek 5.4: Pořadí závodníků v závodě na Androidu (vlevo) a iOS (vpravo)

Mapa trasy závodu a poloh ostatních závodníků

Dalším „swipnutím“ doleva nebo kliknutím na záložku s názvem „Mapa“ se dostanete na integrovanou mapu s trasou závodu, pozicemi ostatních závodníků a případnou poslední zaznamenanou polohou uživatele. Na jednotlivé piny na mapě lze kliknout a zobrazí se informace o významu pinu.

Na pomalém internetovém připojení může načtení mapy a trasy závodu chvíli trvat, vyčkejte prosím.

Pro návrat na předchozí obrazovku klepněte na jinou záložku (Android) nebo do spodního pruhu s tečkami (iOS).



Obrázek 5.5: Mapa závodu na Androidu (vlevo) a iOS (vpravo)

5.2 Administrátor závodů

Administrace závodu se provádí na webu Dne cesty, avšak musíte být administrátorem webu.

Seznam závodů

Klikněte na položku v menu s názvem „Mobilní aplikace“. Zobrazí se Vám seznam závodů pro mobilní aplikaci.

Položka v seznamu závodů obsahuje jméno závodu česky, jméno závodu anglicky, čas startu závodu, čas konce závodu a viditelnost (zda je závod zobrazován v mobilní aplikaci). Odkazem Edit se dostanete na editaci uvedených položek závodu a odkazem Edit smažete závod.

Kliknutím na odkaz „Create New Race“ na stránce se seznamem závodů zobrazí formulář pro vytvoření nového závodu.

Trasa závodu

Kliknutím na odkaz „Checkpoints“ u položky v seznamu závodů se Vám zobrazí seznam checkpointů, resp. trasy závodu.

Vytvořit trasu závodu můžete dvěma způsoby — postupně každý bod na trase zvlášť kliknutím na „Create New Checkpoint“, nebo hromadně importem GPX souboru.

Importovat lze trasu ze souboru pouze ve formátu GPX v TRK zápisu trasy. TRK zápis trasy je většinou zbytečně podrobný (u tras přes 100 km obsahuje tisíce bodů) a je tedy vhodné body na trase filtrovat podle vzdálenosti mezi nimi, resp. podle minimální vzdálenosti mezi dvěma body na trase. Doporučený filtr je minimálně 500 m.

← → ↻ <https://www.dencesty.cz/races?locale=cs> ★

Přihlášen(a) jako lukas@machalik.cz. Nesouhlasí? [Odhlásit](#)

Listing races

[Create New Race](#)

#	Name cs	Name en	Start time	Finish time	Visible	
15	Praha - Prčice	72km trasa Karla Kulleho	2015-05-16 05:00:00 +0200	2015-05-16 23:59:00 +0200	true	Checkpoints Scoreboard Edit Destroy
14	CUTT Jeseníky 2015	CUTT Jeseníky 2015	2015-05-16 10:00:00 +0200	2015-05-17 10:00:00 +0200	true	Checkpoints Scoreboard Edit Destroy
13	Volkswagen Maraton Praha	Volkswagen Maraton Praha	2015-05-03 09:00:00 +0200	2015-05-03 16:00:00 +0200	true	Checkpoints Scoreboard Edit Destroy
12	Jesenická stovka	Jesenická stovka	2015-05-01 23:00:00 +0200	2015-05-03 11:00:00 +0200	true	Checkpoints Scoreboard Edit Destroy
10	Lazová stovka	Lazová stovka	2015-04-25 04:30:00 +0200	2015-04-27 07:00:00 +0200	true	Checkpoints Scoreboard Edit Destroy
8	23. Den cesty	23rd Den cesty	2015-04-18 10:00:00 +0200	2015-04-19 10:00:00 +0200	true	Checkpoints Scoreboard Edit Destroy
6	22. Jarním Šluknovskem (110km)	22nd Spring Šluknov Hook	2015-04-03 22:00:00 +0200	2015-04-05 20:00:00 +0200	true	Checkpoints Scoreboard Edit Destroy
5	Praha Pankrác - Demo II	Prague run - Demo II	2015-03-29 19:55:00 +0200	2015-04-24 09:00:00 +0200	true	Checkpoints Scoreboard Edit Destroy
2	Kdo dobehne nejdal?	Who runs hard?	2015-01-17 06:00:00 +0100	2015-01-17 18:00:00 +0100	false	Checkpoints Scoreboard Edit Destroy
1	Cesta piva II	A route of the beer II	2014-10-17 18:00:00 +0200	2014-10-18 18:00:00 +0200	false	Checkpoints Scoreboard Edit Destroy

Obrázek 5.6: Seznam závodů pro mobilní aplikaci

Vloženou trasu závodu lze také zkontrolovat na turistické mapě po kliknutí na odkaz „Show on map“. Pod mapou je také pole pro přidání obsahu GPX souboru pro zobrazení původní trasy na mapě.

← → ↻ <https://www.dencesty.cz/races/8/checkpoints?locale=cs> ★

Přihlášen(a) jako lukas@machalik.cz. Nesouhlasí? [Odhlásit](#)

Checkpoints of "23. Den cesty"

[<< Back to Race List](#) | [Create New Checkpoint](#) | [Import GPX file](#) | [Show on map](#)

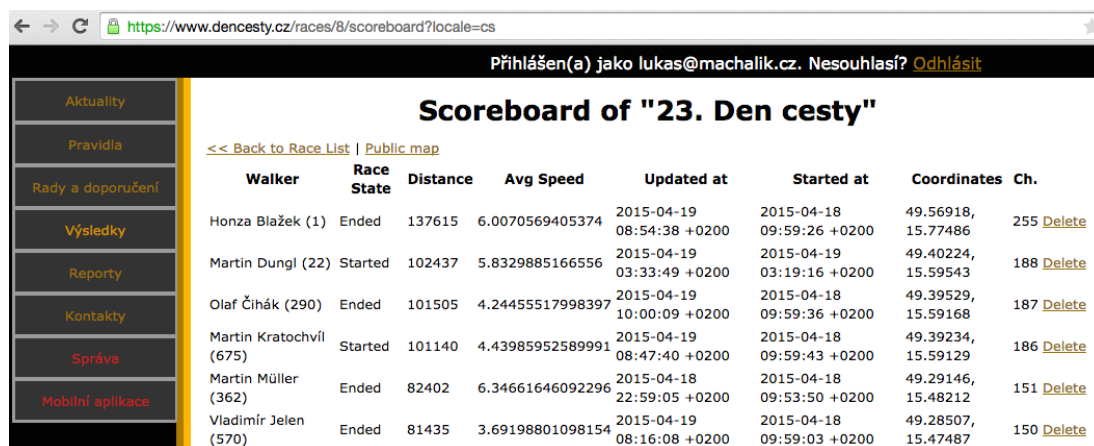
#	Meters	Coordinates	
0	0	49.192858, 14.716112	Edit Delete
1	563	49.189019, 14.713252	Edit Delete
2	1073	49.187232, 14.707484	Edit Delete
3	1587	49.185582, 14.702389	Edit Delete
4	2101	49.181686, 14.705445	Edit Delete
5	2676	49.178164, 14.710831	Edit Delete
6	3209	49.175507, 14.716787	Edit Delete
7	3717	49.172615, 14.722045	Edit Delete
8	4251	49.170552, 14.728669	Edit Delete
9	4772	49.169065, 14.735152	Edit Delete
10	5313	49.165197, 14.739164	Edit Delete
11	5846	49.16206, 14.743982	Edit Delete
12	6366	49.161076, 14.750598	Edit Delete
13	6880	49.159065, 14.756876	Edit Delete
14	7399	49.156132, 14.760703	Edit Delete
15	7969	49.155029, 14.767099	Edit Delete
16	8520	49.15164, 14.768253	Edit Delete

Obrázek 5.7: Vytvoření trasy závodu

Průběh závodu

Kliknutím na odkaz „Scoreboard“ u položky v seznamu závodů se Vám zobrazí průběžné pořadí v závodě, a to zejména během závodu. Závodník se v seznamu objeví po stisknutí tlačítka „Start závodu“ ve své mobilní aplikaci. Stav závodu „Ended“ značí, že závodník ve své aplikaci ukončil závod.

Aktuální polohu závodníků během závodu lze také sledovat na turistické mapě s trasou po kliknutí na odkaz „Public map“, která je veřejně přístupná, můžete ji tedy poslat svým známým.



Walker	Race State	Distance	Avg Speed	Updated at	Started at	Coordinates	Ch.
Honza Blažek (1)	Ended	137615	6.0070569405374	2015-04-19 08:54:38 +0200	2015-04-18 09:59:26 +0200	49.56918, 15.77486	255 Delete
Martin Dungal (22)	Started	102437	5.8329885166556	2015-04-19 03:33:49 +0200	2015-04-19 03:19:16 +0200	49.40224, 15.59543	188 Delete
Olaf Čihák (290)	Ended	101505	4.24455517998397	2015-04-19 10:00:09 +0200	2015-04-18 09:59:36 +0200	49.39529, 15.59168	187 Delete
Martin Kratochvíl (675)	Started	101140	4.43985952589991	2015-04-19 08:47:40 +0200	2015-04-18 09:59:43 +0200	49.39234, 15.59129	186 Delete
Martin Müller (362)	Ended	82402	6.34661646092296	2015-04-18 22:59:05 +0200	2015-04-18 09:53:50 +0200	49.29146, 15.48212	151 Delete
Vladimír Jelen (570)	Ended	81435	3.69198801098154	2015-04-19 08:16:08 +0200	2015-04-18 09:59:03 +0200	49.28507, 15.47487	150 Delete

Obrázek 5.8: Průběžné pořadí závodu

6. Proběhlé testy aplikace

Mobilní aplikace je od počátku vyvíjena pro okamžité nasazení „v terénu“ a vývoj je založen zejména na zpětné vazbě uživatelů. Díky ochotě účastníků Dne cesty nainstalovat si, v počátcích nedokonalou mobilní aplikaci, bylo možné zpětně analyzovat její chování a rychle ladit nedostatky.

6.1 První verze a první závod

První verze mobilní aplikace byla pouze pro platformu iOS a cílem bylo zejména ověřit, zda taková aplikace má smysl a využití, tedy tzv. „proof of concept“.

První verze byla jednoduchá a uměla pouze:

- přihlášení uživatele (ale neuměla si zapamatovat uživatele)
- podporovala pouze jeden závod
- závodník musel stisknout tlačítko pro start závodu nejdříve v okamžiku startu
- aktualizace polohy se zpracovávaly až na serveru, tedy výpočet zdolané vzdálenosti a průměrné rychlosti probíhal také na serveru
- obrazovka závodu zobrazovala pouze data ze serveru (tedy zdolanou vzdálenost tak, jak ji spočítal server) a pro jejich aktualizaci bylo nutné dělat „pull to refresh“ gesto
- seznam závodníků byl na stejné obrazovce jako informace o závodníkovi (byla to jedna data ze serveru), a závodníci byli v seznamu barevně rozlišeni
- zabudovaná čtečka QR kódů pro skenování kontrol

Prvním ostrým závodem byl podzimní (rok 2014) Den cesty s názvem „Cesta piva II“. Trasa závodu pro mobilní aplikaci byla na webu definována jako polohy papírových kontrol závodu, bylo jich tedy pouze 20 na délku závodu cca 173 km. Vzdálenosti mezi checkpointy byly tedy příliš velké a algoritmus pro výpočet zdolané vzdálenosti mohl být místy velmi nepřesný.

Pro myšlenku většího ověření dodržování pravidel závodu byl na každou papírovou kontrolu vytisknut unikátní QR kód, který závodník s mobilní aplikací musel naskenovat kamerou mobilního telefonu přes mobilní aplikaci, a tím si „odemkl“ další úsek, resp. pouze tehdy server závodníkovi počítal novou zdolanou vzdálenost v dalším úseku. Skenování QR kódu v terénu se však ukázalo jako slabina aplikace, a to zejména díky špatným světelným podmínkám v noci, které proměnily skenování QR kódu v několikaminutovou záležitost.

Během noci v první polovině závodu a během odpoledne v druhé polovině nám z důvodu nedostatku volné paměti „spadl“ server. Z této skutečnosti jsme se poučili, web se snažíme psát co nejefektivněji a aby prováděl co nejméně operací. Pády serveru byly také důvodem, proč se výpočet zdolané vzdálenosti a průměrné rychlosti přesunul do mobilní aplikace, a server tak nechat pouze zpracovávat spočítaná data. Nečekaný pád serveru také způsobil mnohým uživatelům pád aplikace, jejich log trasy tedy není kompletní.

End race	
Elapsed distance:	55,000 m
Average speed:	4.2 km/h
Unsent messages:	0
Num of location updates:	0
Other competitors:	distance, speed
Honza Blažek	52,323 m, 5.61 km/h
Tomáš Štec	18,008 m, 3.8 km/h
Petr Chvojka	8,500 m, 3.28 km/h
Me (mchl)	
Miroslav ZUGLER	50,727 m, 6.00 km/h

Obrázek 6.1: Obrazovka závodu v první verzi iOS mobilní aplikace

6.2 Další verze

Další verze mobilní aplikace na obou platformách už byla od počátku lépe navržena a více robustnější.

Postupně se zavedly následující změny:

- Od konceptu skenování QR kódů přes mobilní aplikaci se upustilo.
- Přidáno ukládání přihlašovacích údajů pro automatická přihlášení při restartu aplikace.
- Počítání zdolané vzdálenosti a průměrné rychlosti se přesunulo ze serveru do mobilní aplikace.
- Mobilní aplikace se zobecnila na více závodů (obsahuje seznam dostupných závodů).
- Rozdělení obrazovky závodu na více obrazovek (tabů) — detail závodu, pořadí závodníků a mapa.
- Intuitivnější rozmístění ovládacích prvků.
- Pořadí závodníků zobrazuje i dobu od poslední aktualizace u každého závodníka.
- Možnost odstartovat závod i několik minut před startem závodu (aby se závodník mohl více soustředit na start).
- Automatické ukončení závodu po vypršení času pro závod.
- Detekce a upozornění při zabloudění mimo trasu.

6.3 Závody a jejich výsledky a specifika

V období od října 2014 do počátku května 2015 byla aplikace nasazena na devíti závodech:

1. *Cesta piva II (podzimní Den cesty)* — popsán v 6.1
2. *Kdo doběhne nejdál?* (zimní Den cesty)
3. *22. Jarním Šluknovskem* — První test na „cizím“ závodě. Specifikem tohoto závodu byl téměř 30 km dlouhý úsek na německém území, kde se ukázalo, že několik závodníků nemělo datový roaming, a tak se nedařilo doručovat zprávy z mobilní aplikace na server a tak se jejich zdolaná vzdálenost na serveru „zadrhla“ na hranicích.
4. *23. Den cesty* (jarní Den cesty)
5. *Lazová stovka* — První závod na Slovensku. Specifikem tohoto závodu byl jeho okruhový charakter, resp. start a konec závodu byl v jediném místě. Musel se tedy upravit algoritmus pro výpočet zdolané vzdálenosti, aby mu částečně překrývající se trasa nečinila problém. Díky zpětné vazbě se podařilo najít chybu v aplikaci, která způsobovala některým uživatelům Androidu pády aplikace, a tak jejich zdolaná vzdálenost neodpovídá skutečnosti — chyba byla opravena po závodě.
6. *Jesenická stovka*
7. *Volkswagen Maraton Praha* — Neobvyklé městské prostředí pro mobilní aplikaci ukázalo, že občas i aktualizace polohy z GPS mohou být nepřesné až o desítky metrů.
8. *CUTT Jeseníky 2015*
9. *Praha – Prčice*

6.4 Spotřeba energie na baterii

Z proběhlých závodů odhadujeme průměrnou výdrž baterie na 16h. Různé modely telefonů se ale mohou výrazně lišit, navíc používání jiných mobilních aplikací v telefonu také výrazně ovlivňuje výdrž na baterii. Výdrž baterie lze prodloužit použitím externí baterie (powerbanky), což také závodníkům doporučujeme.

Dále v této podkapitole uvedeme některé příklady výdrže na baterii z proběhlých testování:

1. Volkswagen Maraton Praha (13), závodník Honza Blažek (1)
 - OS: Android
 - Doba trackování: 5 hodin a 16 minut
 - Počet aktualizací polohy: 62
 - Externí baterie: ne

- Počáteční úroveň baterie: 100%
- Konečná úroveň baterie: 93%
- Rychlost úbytku: 1.3% za hodinu
- Log: https://www.dencesty.cz/events/dump/13?walker_id=1

2. Praha - Prčice (15), závodník Martin Müller (362)

- OS: Android
- Doba trackování: prvních 8 hodin a 14 minut (dále již uživatel dobíjel baterii)
- Počet aktualizací polohy: prvních 195
- Externí baterie: ne
- Počáteční úroveň baterie: 90%
- Konečná úroveň baterie: 21%
- Rychlost úbytku: 8.3% za hodinu
- Log: https://www.dencesty.cz/events/dump/15?walker_id=362

3. Jesenická stovka (12), závodník Dušan Horbaj (774)

- OS: Android
- Doba trackování: 20 hodin 43 minut
- Počet aktualizací polohy: 258
- Externí baterie: ne
- Počáteční úroveň baterie: 99%
- Konečná úroveň baterie: 27%
- Rychlost úbytku: 3.5% za hodinu
- Log: https://www.dencesty.cz/events/dump/12?walker_id=774

4. Jesenická stovka (12), závodník Martin Minář (779)

- OS: Android
- Doba trackování: 15 hodin 21 minut
- Počet aktualizací polohy: 185
- Externí baterie: ne
- Počáteční úroveň baterie: 95%
- Konečná úroveň baterie: 71%
- Rychlost úbytku: 1.6% za hodinu
- Log: https://www.dencesty.cz/events/dump/12?walker_id=779

5. Lazová stovka (10), závodník Marian Kamendy (762)

- OS: iOS
- Doba trackování: 11 hodin 58 minut

- Počet aktualizací polohy: 227
- Externí baterie: ne
- Počáteční úroveň baterie: 100%
- Konečná úroveň baterie: 26%
- Rychlost úbytku: 6.2% za hodinu
- Log: https://www.dencesty.cz/events/dump/10?walker_id=762

6. 22. Jarním Šluknovskem 110km (6), Martin Haňavec (741)

- OS: iOS
- Doba trackování: 20 hodin 13 minut
- Počet aktualizací polohy: 194
- Externí baterie: ne
- Počáteční úroveň baterie: 92%
- Konečná úroveň baterie: 21%
- Rychlost úbytku: 3.5% za hodinu
- Log: https://www.dencesty.cz/events/dump/6?walker_id=741

6.5 Uživatelský feedback

Kompletní soupis je k dispozici v příloze *C Recenze od uživatelů (kompletní soupis)*. V této kapitole uvedu reakce na nejčastější a nejzajímavější připomínky.

Honza Blažek a Tomáš Štec po závodě Cesta piva II

- *Problémy se skenováním QR kódu za horší viditelnosti.* — Již zmíněno v 6.1.
- *Požadavek na „noční mód“, tedy tmavou grafiku pro menší námahu očí v noci.* — Vzhled aplikace byl upraven do tmavých barev.

Honza Blažek po závodě Kdo doběhne nejdál?

- *Vzdálenost u ostatních závodníků s pozicí za závodníkem je v mobilních aplikacích u všech je stejná, tedy chybná.* — Chyba byla na serveru a byla opravena.
- *Požadavek na novou funkci: zobrazit, že se nějaký závodník zastavil a jak dlouho už se nepohybuje* — Je v plánu k implementaci.

Jiří Setnička po závodě Kdo doběhne nejdál?

- *S pár dalšími jsme chvíli po startu vydedukovali to, že pokud byl závod odstartován v aplikaci před 7:00 tak se neodesílala a nepočítala pozice. Pomohlo až vypnutí a znovuzapnutí (a přihlášení) aplikace, pak se vše logovalo, jak mělo.* — Možnost startu závodu nebyla v aplikaci vhodně zvolena a tak

byla přidána možnost odstartování závodu několik minut před startem závodu. Dále časový interval 5 minut na aktualizace polohy mohl uživatele zmást a proto se domníval, že chvíli po startu nic neděje.

- *Když jsme s Evou občas porovnávali své aplikace, skoro pokaždé jsme v nich měli jiná čísla. Dokonce se nám někde v okolí Rataj (cca 13:00h) stalo, že já jsem měl jednu stejnou ujitou vzdálenost u sebe a Evy (což asi souvisí s bugem výše) a Eva měla u sebe asi o 200m méně a u mě údaj asi o +/-50m jiný, než ten zobrazený v mé aplikaci. A to jsme šli dobrých deset minut skoro pořád vedle sebe. Nevím jestli to označit za bug, ale minimálně je to podivné chování a možná dobrá věc k tomu prohlédnout logy z tohohle času a místa. — Zmíněné chování zřejmě souvisí se skutečností, že aktualizace polohy se zjišťují v intervalu 5 minut. Pokud tedy jdou dva uživatelé aplikace spolu a zároveň nemají podobné okamžiky snímání polohy, může se stát, že rozdíl ve spočtené vzdálenosti může být i stovky metrů a jejich pořadí se neustále prohazuje. Rozdílnost údajů u stejného závodníka ve dvou instancích aplikace může být způsobena tím, že jedna z aplikací si ještě neaktualizovala data o ostatních závodnících ze serveru.*
- *Aplikace se nechala velmi snadno "zabít". Třeba můj GPS tracker (Locus maps) to dělá tak, že zobrazuje permanentní notifikaci a je odolný proti tomu, aby uživatel nebo systém aplikaci ukončil jinak, než volbou ukončení v aplikaci. — Zatím se nepodařilo implementovat.*
- *Zapamatování přihlášení – další šikovná drobnost by bylo, kdyby měla aplikace volbu "zapamatovat přihlášení" (při znovuspouštění aplikace cestou bylo vždycky hrozně otravné zadávat login a heslo znovu. — Bylo následně ihned implementováno.*
- *Možnost aktualizovat svoji pozici a pozice ostatních na vyžádání. — Aktualizovat pozice ostatních lze gestem „pull to refresh“, ale pouze z dat dostupných na serveru. Vylepšení je v plánu.*
- *Zobrazování lidí jdoucích v mé skupince jinou barvou - Teď aplikace používala barvu pro lidi, kteří jsou přede mnou, jinou pro mě a jinou pro lidi za mnou. Ale když jsme šli dva nebo tři ve stejné skupince s aktivní aplikací, tak se špatně poznávalo, kdo jde se mnou a kdo ne (tedy teď to bylo dané i tou chybou se vzdálenostmi výše ale i bez ní by mi lepší barvení přišlo lepší). Co to udělat tak, že třeba lidi v dosahu +/-200m ode mě budou zobrazeni stejnou barvou, jako já, a teprve lidi dál za mnou budou červeně? — Vzhledem k povaze aktualizací polohy, které dostáváme každých 5 minut nebo každých 400m, není implementace „skupinek“ snadná. Při budoucím zdokonalování snímání polohy se bude na tento požadavek brát ohled.*
- *Zobrazení na integrované mapě. — Integrovaná mapa byla přidána do aplikace.*
- *Nějaké výrazné upozornění na sejití z trasy (vzdálení se od ní více jak 200m) — Upozornění na zabloudění bylo následně přidáno do mobilní aplikace.*

- *Připomínky k online mapě: Nebylo by API Mapy.cz vzhledem k přítomnosti turistických tras lepší volbou? — Mapa průběhu závodu na webu byla změněna v Google Maps na právě turistické Mapy.cz.*
- *Co vím, tak se zobrazovaly jen body checkpointů a body představující závodníky. Nešla by tam (ať v kterémkoliv API) natáhnou čára reprezentující trasu závodu? — S použitím nových map na webu byla přidána i čára reprezentující trasu závodu.*

Jan Konopásek po závodě Kdo doběhne nejdál?

- *View aplikace je rozdělen vertikálně na dvě části. Horní, statická část zobrazuje údaje o uživateli aplikace, zatímco dolní zobrazuje data dalších uživatelů. Pokud prstem táhnu dolu v dolní oblasti, celý její obsah se posouvá, aby se nad ní zobrazilo loading kolečko a provedl se refresh. Velikost dolní části je bohužel příliš malá, takže na mém iPhone 4 jde tuto akci dokončit pouze za pomoci postupného souvislého tahu více prsty. Asi by bylo vhodné funkcionality buď zrušit nebo dolní část o něco zvětšit. — Zobrazování všech informací na jedné obrazovce bylo nešťastné zejména pro malý display. Obrazovka závodu byla rozdělena na více obrazovek (tabů).*

Viřas Strádal po závodě Kdo doběhne nejdál?

- *Když náhodou skončím dřív, chtěl bych asi mít možnost kontrolovat stav ostatních. Což sice mám když musím se znovu připojit do závodu, ale obávám se, že pokud bych třeba jel vlakem po směru trasy, aplikace by mě asi posunula. ale to nevím to je můj odhad. — Přidáno. Uživatel aplikace už může sledovat průběh závodu v mobilní aplikaci i když nezávodí nebo již ukončil závod.*
- *Rychlost uvádět alespoň na jednu desetinou cifru, rozdíl mezi 5km/h a 4/km je velký. — Rychlost se díky chybě v aplikaci ukazovala bez desetinných míst. Bylo opraveno.*
- *Rychlost nejen průměrnou za celý závod, ale nějakým způsobem aktuální (za poslední km, nebo za posledních 30min), aby bylo vidět jak mi (nebo kolegům) to aktuálně šlape, a když jsme strávili půl hodiny v hospodě je jasné, že celková průměrná rychlost klesla na 4km/h, ale nebylo jasné jestli polévka měla nakopávající efekt, nebo byla chyba nechat nohy vytuhnout. Popř, vidím, že jdou pomalu a že když přidám, že doženu. — Není triviální implementovat se současným nastavením snímání polohy na iOS, a tak to zatím nebylo implementováno.*
- *Hlášení jak dlouho je starý záznam u ostatních. Pokud někde kempí nebo jim přestal fungovat mobil. Nemusel by se mobil budit nějak častěji než se budí teď, dopočítal by to server a řekl by tom těm co se aktualizují. — U každého závodníka v seznamu závodníků byl přidán čas poslední aktualizace. Dopočítávání však zatím implementováno není.*

- *Předchozí by se dalo ještě úplně vylepšit statusem. hospoda – ikonka piva, je mi veselo – smajlík, jsem na pokraji zhroutení – lebka, bloudím – kufr, apod, nebo rovnou slovní status. Ale abych pravdu řekl tohle mi tam nechybí, je to jen takový nápad, kdyby se autor nudil. — Bude implementováno brzy.*
- *Po skončení závodu rozhodně udělat světločáry: graf, kde na ose x je čas, na ose y vzdálenost (jako bonus s vyznačením význačných míst), a každý člověk aplikaci s nějakou jinou barvou. — Je naplánováno k implementaci.*

Závěr

Naplnění cílů

Podarilo se vyvinout mobilní aplikaci pro platformu Android a iOS, která sleduje závodníky na trase běžeckých závodů.

Účastník závodu si stáhne mobilní aplikaci z obchodů daných platform a přihlásí se svým účtem v aplikaci. Na startu závodů vybere závod ze seznamu dostupných závodů a stiskne tlačítko pro start závodu. Mobilní telefon poté může odložit do batohu a informace o aktuální poloze závodníka jsou průběžně odesílány na server. Závodník může kdykoliv během závodu nahlédnout do aplikace pro informace o zdolané vzdálenosti, průměrné rychlosti a trase závodu, nebo pro informace o svém pořadí, stavu ostatních závodníků a zobrazení jejich polohy na integrované mapě. Jakmile se rozhodne ukončit závod, závodník stiskne tlačítko v mobilní aplikaci a tím ukončení závodu oznámí pořadateli.

Pořadatel závodu vidí průběh závodu v reálném čase na webových stránkách, a to zejména zdolanou vzdálenost všech závodníků, jejich poslední polohu a případně záznam všech zpráv z mobilní aplikace od jednotlivých závodníků. Pořadatel může nabídnout běžným návštěvníkům webových stránek mapu závodu, kde mohou také přátelé závodníků živě sledovat průběh závodu.

Evaluace kontrol v podobě QR kódů byla implementována. Test při reálném závodě ale poukázal na problematické snímání (mlha, tma, déšť) a tato funkcionality byla nahrazena spolehlivějším snímáním pozice závodníka. Evaluace průchodu kontrolou pomocí QR kódu již není potřeba.

Aplikace byla úspěšně otestována na devíti závodech (k 20.5.2015), testování se účastnilo 58 závodníků. Ukázala se nízká energetická náročnost mobilní aplikace a tedy použitelnost na dlouhých závodech.

Použití mobilní aplikace při závodě do budoucna zjednodušuje organizaci závodu i ekonomickou náročnost. Pořadatelé Dne cesty zvažují úpravu pravidel pro trackované závodníky, a to zejména nepovinné kontroly.

Budoucí vývoj a uživateli požadovaná funkcionality

Aplikaci je v budoucnu možné rozšířit o celou řadu nových funkcí, z dlouhého seznamu přání závodníku vybíráme zejména:

- přihlašování skrz sociální sítě
- nastavení parametrů snímání polohy na serveru při vytváření závodu a dovolit tak použití v různých typech závodů
- po skončení závodu zpracovávat a lépe vizualizovat data ze závodu
- možnost vložení obrázku pro každý závod
- offline mapy

- zobrazovat aktuální rychlost závodníka
- lepší interpolační algoritmus pro interpolaci polohy na trase
- ověřovat rychlost s maximální povolenou rychlostí závodníka, která ještě není podvod
- lépe zabezpečit server proti podvrženým informacím
- podpora chytrých hodinek a jiných osobních zařízení pro sportovce
- nahrazení mobilního internetu od operátorů jinou komunikační technologií, např. zařízením goTenna [12]

Ve vývoji se bude pokračovat zejména díky rostoucímu zájmu organizátorů jiných závodů. Obsluha mobilní aplikace bude oddělena od webu Dne cesty a organizátorům jiných závodů bude zpřístupněno rozhraní pro vytváření závodů.

Seznam použité literatury

- [1] GOOGLE INC. 2015. *Location APIs: Fused location provider* [online]. [cit. 2015-05-12]. Dostupné z: <https://developer.android.com/google/play-services/location.html>
- [2] GOOGLE INC. 2015. *Android Documentation: LocationRequest* [online]. [cit. 2015-05-12]. Dostupné z: <https://developer.android.com/reference/com/google/android/gms/location/LocationRequest.html>
- [3] POP, Tomáš. HTC Dream power model. *Doctoral Thesis: Component and Services in Resource-Constrained Environments*, 2013, figure 6.13: strana 111. Dostupné z: <http://d3s.mff.cuni.cz/~pop/DoctoralThesis/thesis.pdf>
- [4] GOOGLE INC. 2015. *Android Developers Dashboards: Platform Versions* [online]. [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <https://developer.android.com/about/dashboards/index.html#Platform>
- [5] APPLE INC. 2015. *Apple Developer: App Store Review Guidelines* [online]. [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <https://developer.apple.com/app-store/review/guidelines/>
- [6] APPLE INC. 2013. *iOS Developer Library: Model-View-Controller* [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <https://developer.apple.com/library/ios/documentation/General/Conceptual/DevPedia-CocoaCore/MVC.html>
- [7] APPLE INC. 2014. *iOS Developer Library: CLLocationManager Class Reference* [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: https://developer.apple.com/library/ios/documentation/CoreLocation/Reference/CLLocationManager_Class/index.html
- [8] APPLE INC. 2014. *iOS Developer Library: Background Execution* [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <https://developer.apple.com/library/ios/documentation/iPhone/Conceptual/iPhoneOSProgrammingGuide/BackgroundExecution/BackgroundExecution.html>
- [9] *Nokogiri* [online]. [cit. 2015-05-12]. Dostupné z: <http://www.nokogiri.org/>
- [10] HEALD, Chris. 2009. Mass inserting data in Rails without killing your performance. *Coffeepowered.net* [online]. [cit. 2015-05-12]. Dostupné z: <https://www.coffeepowered.net/2009/01/23/mass-inserting-data-in-rails-without-killing-your-performance/>
- [11] SEZNAM.CZ, a.s. 2015. *Mapy API* [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <https://api.mapy.cz/>
- [12] GOTENNA, INC. 2015. *goTenna's SDK* [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <http://www.gotenna.com/>

Seznam obrázků

3.1	Login View Controller	11
3.2	Races View Controller	11
3.3	Race View Controller	12
3.4	Walkers Table View Cont.	12
3.5	Map View Controller	12
3.6	Zjednodušená struktura aplikace — sled obrazovek a shrnutí nej- běžnější komunikace s modely a službami	14
3.7	Taby na Androidu	20
3.8	Taby na iOS	20
4.1	Races controller — seznam závodů pro mobilní aplikaci	23
4.2	Checkpoints controller — trasa závodu	24
4.3	Scoreboard controller — průběžné pořadí závodu	25
4.4	Map controller — veřejná mapa průběhu závodu	25
4.5	Events controller — log přihlašování v mobilní aplikaci pro uživa- tele s id 22	26
4.6	Events controller — log závodu s id 8 pro závodníka s id 1	26
5.1	Přihlašovací obrazovka na Androidu (vlevo) a iOS (vpravo)	28
5.2	Seznam závodů na Androidu (vlevo) a iOS (vpravo)	28
5.3	Postup v závodě na Androidu (vlevo) a iOS (vpravo)	29
5.4	Pořadí závodníků v závodě na Androidu (vlevo) a iOS (vpravo)	30
5.5	Mapa závodu na Androidu (vlevo) a iOS (vpravo)	31
5.6	Seznam závodů pro mobilní aplikaci	32
5.7	Vytvoření trasy závodu	32
5.8	Průběžné pořadí závodu	33
6.1	Obrazovka závodu v první verzi iOS mobilní aplikace	35

Přílohy

A Generovaná dokumentace

Generovaná dokumentace je k dispozici v příloze ve složce *dokumentace*.

B Překlad a spuštění

Překlad Android aplikace

Návod k překladu a zprovoznění mobilní aplikace pro Android se nachází v příloze v souboru *zdrojove_kody/android/README.md*.

Překlad iOS aplikace

Návod k překladu a zprovoznění mobilní aplikace pro iOS se nachází v příloze v souboru *zdrojove_kody/ios/README.md*.

Zprovoznění webového serveru

Návod k překladu a zprovoznění mobilní aplikace pro web se nachází v příloze v souboru *zdrojove_kody/web/README.md*.

C Recenze od uživatelů (kompletní soupis)

Kompletní soupis recenzí („feedbacku“) od uživatelů je k nalezení v příloze ve složce *recenze*.