

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Přírodovědecká fakulta

Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie

Studijní program: Geografie (bakalářské studium)

Studijní obor: Fyzická geografie a geoinformatika



Michal JAKL

**TVORBA GEOINFORMAČNÍHO SYSTÉMU PRO
MOBILNÍ ZAŘÍZENÍ**

**CREATION OF GEOINFORMATICAL SYSTEM FOR
MOBILE DEVICES**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Miroslav Čábelka

Praha 2016

Vysoká škola: Univerzita Karlova v Praze
Katedra: Aplikované geoinformatiky a kartografie

Fakulta: Přírodovědecká
Školní rok: 2015/2016

Zadání bakalářské práce

pro Michala Jakla
obor Fyzická geografie a geoinformatika

Název tématu:

Tvorba geoinformačního systému pro mobilní zařízení

Zásady pro vypracování

Bakalářská práce se zabývá problematikou tvorby geoinformačních systémů a aplikací pro mobilní zařízení.

Cílem práce je vytvoření geoinformačního systému, který bude schopen navrhnout vhodnou trasu v cestní síti a komunikovat s aplikací v mobilním zařízení.

Student provede rešerši současných dostupných technologických a vývojových přístupů problematiky a provede jejich zhodnocení. Na základě této analýzy navrhne vlastní řešení pro vytvoření geoinformačního systému. Zvolí vhodné softwarové prostředky, definuje vstupní data a navrhne serverovou část systému. Dále navrhne klientskou část systému, kterou bude představovat aplikace pro platformu Android.

Praktickou částí pak bude vytvoření komunitního systému, který dokáže vyhledat nejbližší lokality zeleně z aktuální polohy ve městě. Konkrétně se bude jednat o vytvoření databáze objektů zeleně, cestní sítě, serveru a klientské aplikace pro platformu Android, která bude schopna se serverem komunikovat.

Rozsah grafických prací: cca 5 - 10 stran

Rozsah průvodní zprávy: cca 30 - 50 stran

Seznam odborné literatury:

RAPANT, P (2002): Úvod do geografických informačních systémů. VŠB-TU, Ostrava, 112s. Dostupné online z <http://gis.vsb.cz/dokumenty/ugis>

KOLÁŘ, J. (1998): Geografické informační systémy 10. Vydavatelství ČVUT, Praha, 161 s.

KALČÍK, V. (2013): Implementace GIS nástroje pro mobilní počítačová zařízení, diplomová práce, VUT Brno

GRANT, A. (2013): Android 4: průvodce programováním mobilních aplikací. Přeložil Jakub Mužík. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-2513-782-6

ANDROID DEVELOPER [online]. Dostupné z:
<http://developer.android.com/tools/studio/index.html>

KONEČNÝ, M.: Vyvíjíme pro Android [online]. Dostupné z:
https://www.zdrojak.cz/clanky/vyvijime-pro-androidzaciname/?utm_source=top&utm_campaign=category

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Miroslav Čábelka

Datum zadání bakalářské práce: 12. 1. 2016

Termín odevzdání bakalářské práce: květen 2016

Platnost tohoto zadání je po dobu jednoho akademického roku.

.....
Vedoucí bakalářské práce

.....
Vedoucí katedry

V Praze dne 12. 1. 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 7. 5. 2016

.....

Michal Jakl

Děkuji svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Miroslavu Čábelkovi za odborné vedení a užitečné připomínky a pomoc během zpracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Jiřímu Štojdlovi a Ing. Janu Zemanovi, svým přátelům a rodině za cenné připomínky, podporu a pomoc během tvorby této bakalářské práce a testování mobilní aplikace.

Abstrakt

Tato práce se zabývá návrhem a tvorbou komplexního komunitního geoinformačního systému pro mobilní zařízení s operačním systémem Android. V první části jsou představeny v současnosti dostupné softwarové nástroje, přičemž důraz je kladen na uživatelskou přívětivost a minimální finanční nákladnost. Následující části práce se zabývají návrhem klient-server systému, výběrem a zpracováním dat do podoby databáze a tvorbou algoritmů, zajišťujících chod celého systému. Důraz je rovněž kladen na optimalizaci pro mobilní zařízení, dvojjazyčnost aplikace a uživatelskou přívětivost.

Praktickým výstupem a aplikací myšlenek v předchozích částech této práce je tvorba mobilní aplikace DoPřírody!, která umožňuje uživateli v terénu vyhledávat v databázi přírodních oblastí (parky, lesy, hřbitovy a další) a v reálném čase jej naviguje nejkratší cestou k vybranému cíli. Taktéž je registrovaným uživatelům umožněno jednotlivé oblasti hodnotit, komentovat, editovat a přidávat nové.

V závěru práce je obsaženo srovnání s velkými mapovými servery, výsledky publikování aplikace na portálu Google Play a závěry testování v komunitě uživatelů.

Klíčová slova:

Android, síťová analýza, server, databáze, příroda, mobilní aplikace

Abstract

The aim of this thesis is to design and create a complex community geoinformatical system for mobile devices with Android OS. The first part presents currently available software tools, with an emphasis on user friendliness and minimal financial costs. The following sections deal with design of client-server system, selection and processing of data into databases and creating algorithms, ensuring the entire system. Emphasis is also placed on optimization for mobile devices, bilingualism and user friendliness.

The practical outcome and application of ideas from previous parts of this work is the creation of a mobile application DoPřírody!, which allows outdoor users to search the database of natural areas (parks, forests, cemeteries and others) and also is able to navigate the shortest route to the selected destination in real time. For registered users it is possible to rate, comment and edit existing areas and add new ones.

The conclusion contains comparison with large map servers, the results of publishing application on the Google Play website and conclusions of testing in the community of users.

Keywords:

Android, network analysis, server, database, nature, mobile applications

Obsah

Přehled použitých zkratk	7
Seznam obrázků a tabulek	8
1. Úvod a cíle	10
1.1. Cíle bakalářské práce	11
2. Odborná rešerše	12
2.1. Síťové analýzy a teorie grafů	12
2.2. Databáze.....	14
2.3. Vývoj aplikací pro Android OS	15
3. Metodická část	17
3.1. Použitý software.....	17
3.1.1. GIS software.....	17
3.1.2. Tabulkový editor	17
3.1.3. Software pro vývoj mobilní aplikace	17
3.1.4. Tvorba grafiky.....	18
3.1.5. FTP klient, textový editor a snímač obrazovky	18
3.2. Data pro cestní síť	19
3.3. Definice atributů přírodních oblastí	19
3.3.1. Definice přírodní oblasti	19
3.3.2. Typy přírodních oblastí	20
3.3.3. Atributy objektů	20
3.4. Návrh propojení systému	21
3.4.1. Klient – server model	22
3.4.2. Návrh databáze.....	23
3.4.3. Aplikační moduly	24
3.4.4. Proč právě Android?	26
3.4.5. Návrh klientské aplikace pro Android OS	27
4. Aplikační část	28
4.1. Tvorba cestní sítě	28
4.2. Tvorba Jádra.....	29
4.2.1. Vyhledání oblastí	29
4.2.2. Nalezení nejkratší cesty.....	31
4.2.3. Přidání a aktualizace oblastí	34
4.2.4. Modul pro zobrazení podrobností	34

4.2.5. Modul pro správu uživatelů	35
4.3. Tvorba mobilní aplikace	35
4.3.1. Komunikace s GPS	36
4.3.2. Propojení se serverem	36
4.3.3. Optimalizace webových prvků pro mobilní telefon	37
4.3.4. Aktivity aplikace	38
4.4. Testování a publikování aplikací	41
5. Diskuze	45
5.1. Názory uživatelů	45
5.2. Testovací úlohy v praxi	46
5.3. Srovnání s konkurencí	46
5.3.1. Mapy.cz, OSM, Google maps	46
5.3.2. Pivní deníček	50
6. Závěr	51
6.1. Zhodnocení splnění cílů	51
6.2. Problémy a podněty k dalšímu zlepšení a rozvoji	52
7. Seznam použité literatury a datových zdrojů	53
7.1. Tištěné zdroje	53
7.2. Elektronické zdroje	53
7.3. Datové zdroje	54
Přílohy	55
Obsah CD	55
Versionlog systému	55

Přehled použitých zkratek

- API - Application Programming Interface (rozhraní pro programování aplikací)
- APK - Application Package File (souborový formát Android aplikací)
- CSS - Cascadin Style Sheets (metody pro grafickou úpravu webových stránek)
- CSV - Comma-separated Values (jednoduchý souborový formát)
- DBF - Výchozí formát pro soubory dBase SŘBD
- FTP - File Transfer Protocol (protokol pro přenos souborů pomocí počítačové sítě)
- GIS - Geoinformační systém
- GPS - Global Positioning Systém (globální polohovací systém)
- GPX - The GPS eXchange Format (formát souborů pro přenos polohových dat)
- GNU GPL - General Public License GPL (licence svobodného softwaru projektu GNU)
- HTML - Hypertext Markup Language (značkovací jazyk pro tvorbu webových stránek)
- HTTP - Hypertext Transfer Protocol (protokol výměny hypertextových dokumentů)
- ID – Identifikace (záznamu) ve výpočetní technice
- JDK - Java Development Kit (soubor základních nástrojů pro vývoj Java aplikací)
- OS - Operační systém
- OSM - OpenStreetMap (projekt tvorby volně dostupných geografických dat)
- PHP - Hypertext Preprocessor (skriptovací programovací jazyk)
- SDK - Software Development Kit (sada vývojářských nástrojů)
- SHP - Esri Shapefile (souborový formát pro ukládání vektorových prostorových dat)
- SQL - Structured Query Language (standardizovaný strukturovaný dotazovací jazyk)
- SŘBD – Systém řízení báze dat
- UI - User Interface (uživatelské rozhraní)
- URL - Uniform Resource Locator (jednotná adresa zdroje)

Seznam obrázků a tabulek

Není-li uveden zdroj, je jím autor této práce.

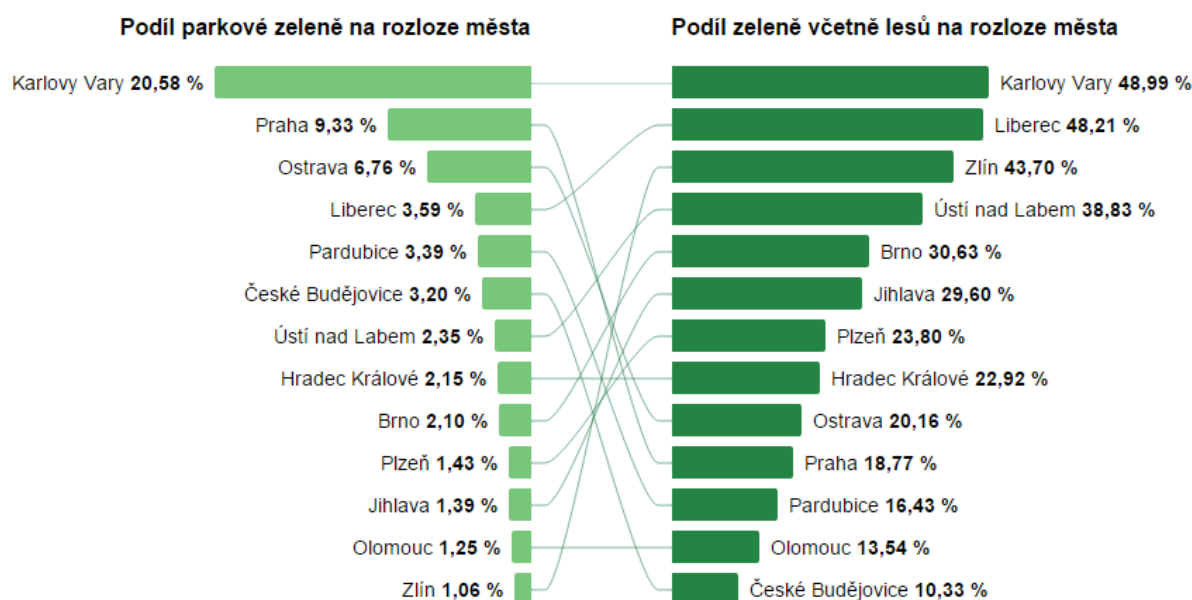
Obrázek 1 - Podíl zeleně na rozloze krajských měst ČR.....	10
Zdroj: http://www.rozhlas.cz/zpravy/data/_zprava/nejzelenejsi-ceska-mesta-pri-pohledu-z-vesmiru-karlovy-vary-praha-ostava--1469125	
Obrázek 2 – Oblasti zeleně na území Hlavního města Prahy.....	11
Zdroj: http://www.rozhlas.cz/zpravy/data/_zprava/nejzelenejsi-ceska-mesta-pri-pohledu-z-vesmiru-karlovy-vary-praha-ostava--1469125	
Obrázek 3 – Königsberské mosty.....	12
Zdroj: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5d/Konigsberg_bridges.png	
Obrázek 4 – Příklad grafu.....	13
Zdroj: RAPANT, P (2002): Úvod do geografických informačních systémů, str. 42	
Obrázek 5 – Relační datové struktury.....	14
Zdroj: RAPANT, P (2002): Úvod do geografických informačních systémů, str. 74	
Obrázek 6 – Aplikace TerrainGIS.....	16
Zdroj: https://play.google.com/store/apps/details?id=cz.kalcik.vojta.terraingis	
Obrázek 7 – Prostředí Android Studio.....	18
Obrázek 8 – Struktura uložení přírodních oblastí v databázi.....	21
Obrázek 9 - Vizualizace propojení základních komponent systému DoPřírody!.....	22
Obrázek 10 – Schéma tabulek databáze systému DoPřírody!.....	24
Obrázek 11 - Vizualizace modulů systému DoPřírody!.....	26
Obrázek 12 – Podíl jednotlivých OS na trhu s mobilními telefony.....	27
Zdroj: Strategy Analytics	
Obrázek 13 – Příklad přizpůsobení designu úvodních stran klientských aplikací.....	27
Obrázek 14 - Zobrazení oblastí, odpovídajících uživatelem zadaným kritériím.....	30
Obrázek 15 - Vizualizace rozhodování algoritmu v případě křižovatky.....	32
Obrázek 16 - Nalezení nejkratší cesty (Náměstí Míru – Pražský hrad).....	33
Obrázek 17 – Vybrané podrobnosti zvolené oblasti.....	34
Obrázek 18 – Životní cyklus aktivity a adresářová struktura aplikace.....	36
Zdroj: http://www.itnetwork.cz/java/android/tutorial-programovani-pro-android-v-jave-zivotni-cyklus-a-novy-projekt	
Obrázek 19 – Optimalizace pro různé klientské aplikace (modul pro přidání oblastí).....	38
Obrázek 20 - Aktivita Welcome a Main.....	38
Obrázek 21 - Aktivita Parky – základní filtr a podrobný filtr.....	39
Obrázek 22 - Aktivita Net – výsledky vyhledávání a navigace ke zvolenému cíli.....	39

Obrázek 23 - Aktivita Pridat – přidání nového vstupu a přidání nové oblasti	40
Obrázek 24 - Aktivita Nastavení a Register	40
Obrázek 25 - Aktivita Oblíbené, Help a Info	41
Obrázek 26 – Příklad výrazných rozdílů mezi prvotními a finálními verzemi aplikace	41
Obrázek 27 - Testovací zařízení – Samsung Galaxy Young (vlevo) a Blackberry Q5	42
Obrázek 28 – QR kód pro stažení aplikace	43
Obrázek 29 - Publikovaná aplikace na portálu Google Play	43
Obrázek 30 – Statistiky získané pomocí Google Play Developer Console	44
Obrázek 31 – Chybová stránka a „dámská“ verze aktivity Oblíbené	45
Obrázek 32 – Trasa vypočtená službou Mapy.cz	47
Zdroj: http://mapy.cz	
Obrázek 33 - Trasa vypočtená službou Google maps	47
Zdroj: http://maps.google.com	
Obrázek 34 – Trasa vypočtená službou Graphhopper.com	48
Zdroj: http://graphhopper.com	
Obrázek 35 – Trasa vypočtená systémem DoPřírody!	48
Obrázek 36 – Aplikace Pivní deníček	50
Zdroj: https://play.google.com/store/apps/details?id=cz.proteus.pivnidenicek&hl=cs	
Tabulka 1 - Start 50.075 N, 14.42 E, cíl 50.08171970 N, 14.42365140 E.....	49
Tabulka 2 - Start 50.069 N, 14.45 E, cíl 50.07772652 N, 14.43131447 E.....	49
Tabulka 3 - Start 50.073 N, 14.41 E, cíl 50.077 N, 14.439 E	49
Tabulka 4 - Start 50.07 N, 14.43 E, cíl 50.09 N, 14.41 E.....	49

1. Úvod a cíle

Výskyt zeleně ve městech je jedním ze zásadních faktorů pozitivně ovlivňujících kvalitu života obyvatel. Nejen estetický, ale hygienický význam městské zeleně si uvědomoval již v období po první světové válce například zakladatel moderního urbanismu Le Corbusier, když ve své knize *Zářící město* představuje vizi města, v němž bude z každého bytu viditelná obloha a stromy.

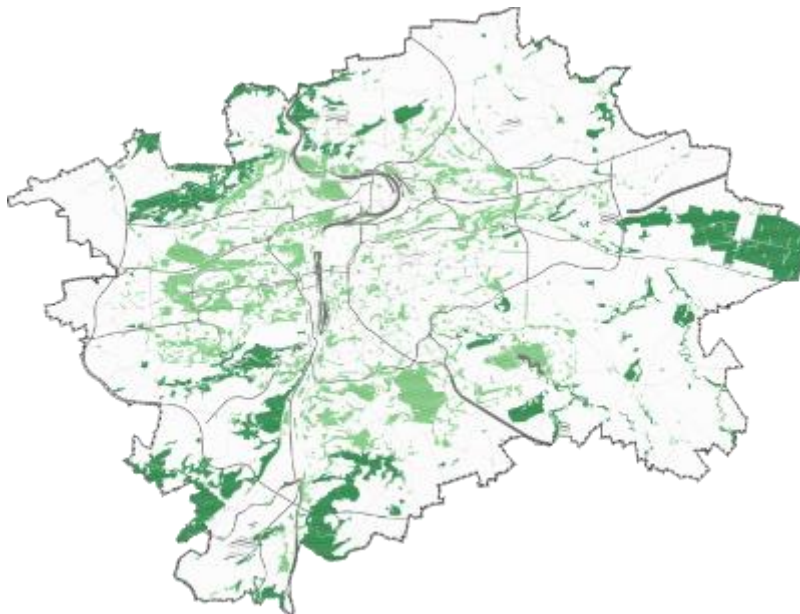
V posledních letech je významu zeleně věnována zvýšená pozornost a proběhlo i nespočet výzkumů, potvrzujících pozitivní působení stromů v hustě obydleném a zastavěném území. Stromům byly prokázány schopnosti zlepšovat tvorbou kyslíku kvalitu ovzduší a filtrovat jej, vyrovnávat teplotní extrém, pohlcovat hluk apod. Městská zeleň je však také významným prvkem zvyšujícím psychickou pohodu obyvatel hlučných a hektických měst (ALCOCK, 2014). Parky a zahrady slouží k odpočinku, sportu, venčení čtyřnohých miláčků, setkávání lidí, kulturním dalším volnočasovým aktivitám (PONDĚLÍČEK, 2010).



Obrázek 1 - Podíl zeleně na rozloze krajských měst ČR

Velká města ČR se mohou chlubit značným zastoupením zeleně na své rozloze. I území hlavního města Prahy, které bylo vybráno jako modelové území pro tuto bakalářskou práci, je do značné míry výjimečné početným zastoupením přírodě blízkých biotopů (tzn. míst, kde se lidské působení doposud neprojevovalo příliš negativně). Tyto oblasti na území Prahy poskytují nezbytný životní prostor mnoha druhům živočichů a rostlin, včetně několika chráněných druhů. Městská zeleň nejsou jen parky, ale i historicky cenné lesy, stromořadí, zvláště chráněná území, přírodní parky a oblasti kolem vodních toků. Všechny tyto plochy vytvářejí ojedinělý ráz města a přispívají k jeho atraktivitě a výjimečné atmosféře.

Jak se však v nabídce zelených ploch velkých měst vyznat? Jak nalézt a vybrat nejvhodnější oblast pro své aktuální potřeby? A jak nejrychleji uprchnout z ruchu ulic? Tyto a podobné otázky mne přivedly k potřebě nalézt nástroj, s jehož pomocí bude nejen obyvatel města, ale i například turista z jiné země, schopen snadno se zorientovat v možnostech odpočinku ve skrytu městské zeleně. Ač lze na webu nalézt několik více či méně funkčních a aktuálních portálů mapujících a popisujících městskou zeleň (Prahy), aplikace použitelná přímo v terénu dosud neexistuje.



Obrázek 2 – Oblasti zeleně na území Hlavního města Prahy

1.1. Cíle bakalářské práce

Hlavním cílem této práce je navržení a následná tvorba geoinformačního systému (nazvaného pro své zaměření DoPřírody!), sestávajícího ze serverové databáze oblastí zeleně, aplikačního prostředí a klientských aplikací pro webové prohlížeče a mobilní telefony s operačním systémem Android. Systém bude na základě uživatelem specifikovaných požadavků schopen vybrat vhodné oblasti a v cestní síti uživatele nejkratší cestou dovést k požadovanému cíli. Zájmovou oblastí pro účely této práce je převážně oblast MČ Praha 1 a Praha 2. Systém však bude vytvářen pro globální využitelnost.

Dalším z cílů je vybudovat systém tak, aby byl umožněn jeho následný samostatný růst prostřednictvím komunity uživatelů. Kdokoliv tak bude v budoucnu moci přidávat nové přírodní oblasti a postupem času může vzniknout bohatá databáze přírodních oblastí.

V závěru této práce bude provedeno zhodnocení praktické použitelnosti a stability celého systému jak pomocí statistických dat a testovacích úloh, tak zohledněním názorů uživatelů aplikace.

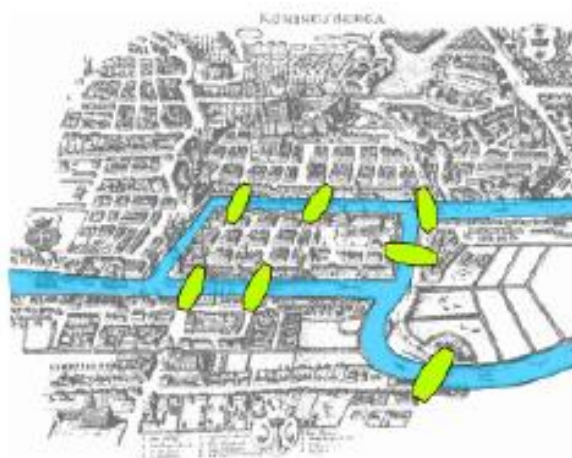
2. Odborná rešerše

Zásadními nosnými kameny celého systému jsou zejména cestní síť, v níž může být prováděno vyhledání nejkratší cesty, databáze s informacemi o poloze a vlastnostech jednotlivých oblastí zeleně a propojení serverové části systému s klientskými aplikacemi. Jelikož všechny tyto nosné pilíře spadají do dynamicky se rozvíjející oblasti informatiky, velká část nové literatury a zdrojů je vydávána a dostupná online. Základy teorie grafů, síťové analýzy a databázových systémů však stojí na matematických a logických základech, které byly položeny již před mnoha desítkami a někdy i stovkami let.

2.1. Síťové analýzy a teorie grafů

Nejstarší aplikací teorie grafů je patrně Eulerovo řešení problému Königsberských mostů, pocházející z 18. století. Euler se snažil odpovědět na otázku, zda je možné přejít všech sedm mostů suchou nohou právě jednou.

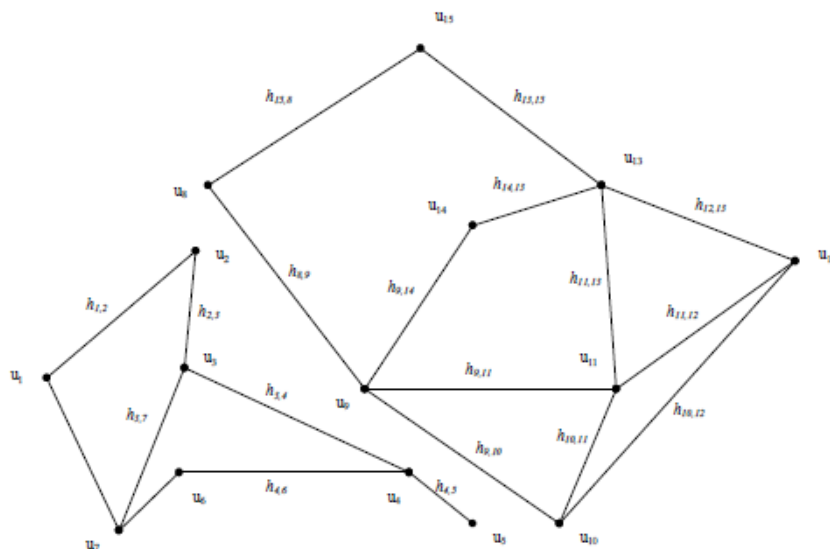
O několik desítek a stovek let později se staly síťové analýzy probíhající v soustavách grafů jedním z významných prvků geoinformatické (GIS) problematiky. Zmínky o teorii grafů a síťových analýzách tak dnes nalézáme v každé učebnici geoinformatiky a ve vysokoškolských skriptech téměř všech autorů.



Obrázek 3 – Königsberské mosty

Síťová analýza „využívá graficko-analytické metody pro plánování, řízení a kontrolu složitých návazných procesů. Tyto procesy se dají rozložit na dílčí a organizačně spolu související činnosti. Tyto procesy se nazývají v síťové analýze projekty (výstavba budov, silnic; výzkumné úkoly; plánování zavádění informačního systému do podniku). Matematický základ síťové analýzy je teorie grafů“ (RAPANT 2002).

Grafem lze nazvat uspořádanou soustavu uzlů (bodové prvky rozmístěné v prostoru) a hran (liniové prvky, spojnice některých z těchto uzlů). Dva uzly lze považovat za sousedící, pakliže mezi nimi existuje hrana. Pro aplikaci teorie grafů je podstatná pouze (ne)existence uzlů a hran, nikoliv jejich rozložení v prostoru (RAPANT 2002).



Obrázek 4 – Příklad grafu

Dle RAPANTA (2002) lze grafy dělit do několika kategorií. Pakliže je počet uzlů konečný, lze hovořit o grafu konečném. V opačném případě se jedná o graf nekonečný. Poté, co hranám přisoudíme jednoznačný směr, lze tyto hrany nazývat orientované a graf poté značit za orientovaný graf. Hranám lze kromě orientace přisoudit i určité hodnoty. Tyto hodnoty mohou značit délku úseky symbolizované hranou, čas potřebný k překonání tohoto úseku, cenu dopravy za překonání tohoto úseku nebo obecně jakoukoliv hodnotu. V případě, že hranám byla přiřazena tato hodnota, hovoříme o hranově ohodnoceném grafu. Skutečnost, že lze hranám přiřadit hodnotu, je zásadní pro určení nejkratší cesty z bodu A do bodu B. Cesta je chápána jako „posloupnost orientovaných hran, která splňuje podmínku, že následující hrana začíná v uzlu, ve kterém skončila hrana předcházející“ (RAPANT 2002).

Hodnoty lze přiřazovat nejen hranám, ale i uzlům grafu. Takováto hodnota může představovat například dobu nutnou pro uskutečnění přestupu, dobu zdržení na křižovatce apod. Hovoříme poté o uzlově ohodnoceném grafu.

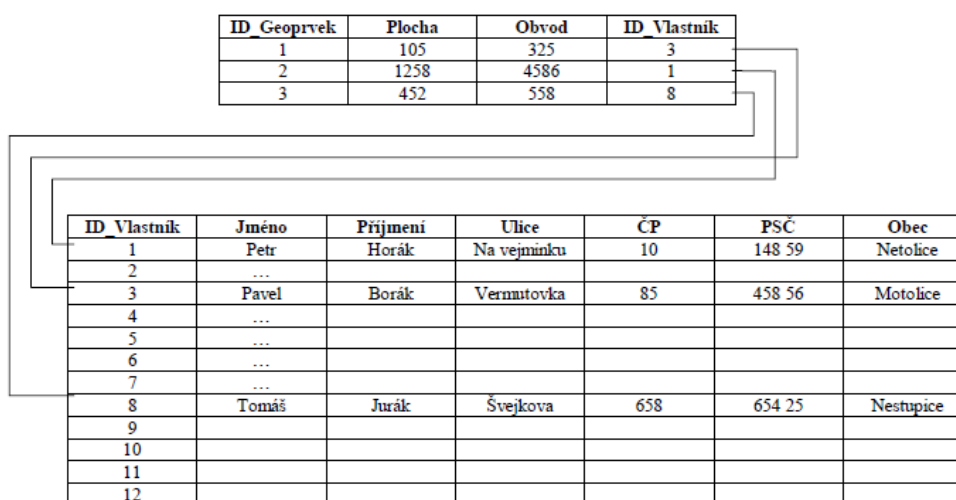
Po splnění určitých podmínek a předpokladů lze graf označit jako síť. Mezi tyto podmínky patří požadavek na orientovanost grafu, nezáporné ohodnocení hran, případně uzlů, existence vstupu (uzel, do něhož nevstupuje žádná hrana) a výstupu (uzel, z něhož žádná hrana nevystupuje) ze sítě a souvislost tohoto grafu. Souvislostí rozumíme existenci alespoň jednoho řetězu mezi všemi dvojicemi uzlů. Řetězem nazýváme cestu, u níž nebereme ohled na orientaci hran (RAPANT 2002). HLINĚNÝ (2008) zavádí namísto pojmu řetěz pojem sled a přichází s tvrzením, že „Pokud mezi dvěma vrcholy grafu G existuje sled, pak mezi nimi existuje cesta.“ Ve své práci popisuje jednu ze sítových analýz, sloužící k vyhledání nejkratší cesty pomocí Dijkstrova algoritmu. Tento algoritmus byl vytvořen nizozemským informatikem Edsgerem Dijkstrou v roce 1959.

Dijkstrův algoritmus je „způsobem procházení grafu, kdy pro každý nalezený vrchol ještě známe proměnnou udávající vzdálenost – délku nejkratšího sledu o počátku, kterým jsme se do tohoto vrcholu zatím dostali. Z nalezených vrcholů vždy vybíráme vrchol s nejmenší vzdáleností. Na konci zpracování tak získáme nejkratší vzdálenost z počátečního

vrcholu do ostatních,“ (HLINĚNÝ, 2008). Jedná se o relativně (v závislosti na objemu dat) rychlý a efektivní způsob procházení grafu, který však pro účely této práce není příliš vhodný (z důvodu nutnosti procházení enormně velkého objemu dat). Slouží tak pouze jako odrazový můstek pro tvorbu vlastního algoritmu použitého v této bakalářské práci.

2.2. Databáze

Data potřebná pro funkčnost celého systému jsou uložena na serveru v podobě databáze. Databáze slouží pro strukturované uložení dat. Historicky byly prvotními modely model hierarchický a síťový, které však pro složitou datovou strukturu, objemnost a neintuitivní práci s daty byly nahrazeny modely modernějšími. Od roku 1970 (kdy byl popsán Dr. Coddem) je rozvíjen relační model, který si díky svým praktickým vlastnostem získal značné obliby a masového rozšíření v mnoha databázových řešeních a je využíván i v této bakalářské práci.



Obrázek 5 – Relační datové struktury

Pojem „relační databáze“ souvisí s teorií množin. Každá z tabulek realizuje podmnožinu kartézského součinu množin přípustných hodnot všech sloupců – relací. Relační datové modely tak pracují s tabulkami s přesně definovanou strukturou sestávající z řádků (záznamů) a sloupců (položek). Na rozdíl od tabulky musí však relace splňovat tzv. pravidla relačnosti. Jednotlivé položky mají v rámci tabulky unikátní jméno (atribut) a jednoznačný datový typ (doména). Každý záznam poté nabývá určitých hodnot jednotlivých atributů (RAPANT, 2002).

Dalším z významných pojmů spojených s relačním modelem je pojem klíč. Rozlišujeme tzv. kandidátní klíč, který reprezentuje atribut či skupinu atributů, které mohou jednoznačně identifikovat konkrétní záznam a primární klíč, který je skutečně zvolen jakožto jednoznačný identifikátor záznamu. Třetím typem klíče je tzv. cizí (také nevlastní) klíč, který slouží v propojení záznamů napříč různými tabulkami. Pomocí cizích klíčů lze „snadno vyjadřovat vztahy a propojení jednotlivých záznamů v různých tabulkách a často tak ušetřit velké množství dat a velmi usnadnit práci s databází“ (KOLÁŘ, 1998).

Jednotlivé datové modely jsou implementovány do rozličných databázových systémů (systémů řízení báze dat – SŘBD), vyvíjených mnoha firmami jak komerčně, tak i pod licenci GPL. Příkladem systému dostupného jak komerčně, tak i zdarma, je MySQL. MariaDB, komunitně vyvíjená nástupnická větev tohoto systému, vytvořeného švédskou firmou MySQL AB, nyní vlastněného společností Sun Microsystems, dceřinou společností Oracle Corporation, byla použita pro tvorbu systému v této práci. MySQL je příkladem tzv. multiplatformní databáze (je tedy možné jej instalovat jak na Linux, Microsoft Windows, ale i další operační systémy), což spolu s rychlostí, dostupností zdarma a snadným nasazením v mnoha aplikacích vedlo ke značnému rozšíření tohoto systému. Komunikace se systémem MySQL probíhá pomocí jazyka SQL, resp. jeho dialektu s některými rozšířeními. Systém je stále rozvíjen a doplňován o nové funkce.

2.3. Vývoj aplikací pro Android OS

Android OS je mobilním operačním systémem založeným na Linuxovém jádře a je dostupný jako open source. Tato skutečnost je jedním z důvodů, proč Android dlouhodobě zaujímá přes 80% trhu s chytrými telefony. Vyvíjí jej konsorcium Open Handset Alliance, založené roku 2007 společnostmi zabývající výrobou mobilních zařízení, čipů či mobilních aplikací (např. Google, HTC, Intel, LG, Motorola, NVIDIA, Qualcomm, Samsung a mnoho dalších). Systém je vyvíjen s ohledem na omezení, kterými disponují mobilní zařízení (v posledních letech se však díky technickému pokroku význam omezení snižuje). Optimalizovaná je tak výdrž baterie, a jsou kladeny nižší požadavky na výkonost hardwaru. Jádro Androidu je navrženo pro běh na různém hardwaru a systém tak lze použít bez ohledu na chipset (zajišťuje komunikaci mezi procesorem, sběrnici, sloty, radiči a dalšími součástmi základní desky) nebo velikost rozlišení obrazovky zařízení.

Vývoj aplikací pro mobilní platformu Android v jazyce Java je mladým a dynamickým oborem, v němž nové trendy a postupy přicházejí velmi živelně a v rychlém sledu. Zároveň se však jedná o atraktivní a perspektivní oblast se širokou základnou tvůrců. Velkým kladem platformy Android je dostupnost kompletního řešení pro výrobce zařízení a vývojáře aplikací. Zdarma jsou tak dostupné návody, vývojářská komunitní fóra a efektivní nástroje pro vývoj nových aplikací – Software Development Kit (SDK). Tištěné publikace na toto téma mají zásadní nedostatek ve své náročné aktualizaci, proto byly informace pro tuto část bakalářské práce získávány téměř výhradně z elektronických zdrojů a manuálů.

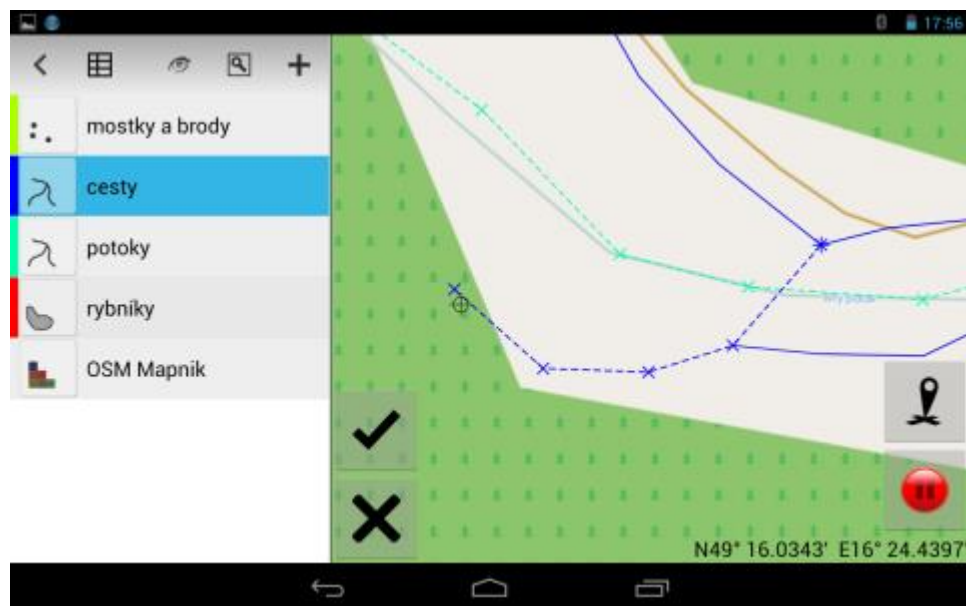
Jako užitečný zdroj inspirace a informací posloužily akademické práce vytvářené na vysokých školách převážně technického zaměření, jako jsou Vysoké učení v Brně (VUT), České vysoké učení technické v Praze (ČVUT) či Vysoká škola Ekonomická v Praze (VŠE).

Petr Krejčí je autorem bakalářské práce „Vývoj aplikace pro OS Android“ (KREJČÍ, 2015), která byla zpracována pro Katedru informačních technologií Fakulty informatiky a statistiky VŠE. Autor se v této práci zabývá tvorbou aplikace zaměřené na prokrastinaci. Prochází všemi fázemi vývoje aplikace od analýzy konkurenčních aplikací,

přes návrh uživatelského prostředí, tvorbu skriptů a závěrečného uživatelského testování. Odkazuje také na mnoho podobných prací staršího data vzniku.

Velice přínosnou prací se stala diplomová práce Jana Šaraty „Pokročilé prostorové vyhledávání v mobilních GIS aplikacích“ (ŠARATA, 2015) zpracovaná na Katedře Geoinformatiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci (UPOL). Autor se v této práci zabývá problematikou vývoje mapových aplikací pro platformu Android a podrobně rozebírá možnosti implementace knihovny ArcGIS Runtime SDK for Android. Cílem této práce je vytvoření aplikace usnadňující návštěvníkům botanické zahrady UPOL orientaci pomocí nejen aktivní navigace s využitím GPS přijímače zařízení, ale i pasivně, pomocí QR kódů umístěných v botanické zahradě.

Třetí prací spojující téma geoinformatiky s programováním pro Android je diplomová práce Vojtěcha Kalčíka „Implementace GIS nástroje pro mobilní počítačová zařízení“ (KALČÍK, 2013), zpracovaná pro Ústav inteligentních systémů Fakulty informačních technologií VUT. Aplikace do hloubky představuje problematiku tvorby mobilní GIS aplikace, včetně představení možných alternativních technologií, návrhu uživatelského prostředí (včetně např. vlastních ikon) a následného testování vytvořené mapovací aplikace TerrainGIS v terénu. Tato aplikace byla výrazným zdrojem inspirace pro tvorbu této bakalářské práce.



Obrázek 6 – Aplikace TerrainGIS

3. Metodická část

3.1. Použitý software

Tvorba systému DoPřírody! probíhala ve více vývojových prostředích za přispění mnoha podpůrných aplikací. V současné době existuje téměř ke každé z používaných aplikací několik alternativ, proto je v této kapitole kromě informace o použitém softwaru vždy uveden i důvod výběru té které konkrétní aplikace.

3.1.1. GIS software

Pro předzpracování a přípravu prostorových dat (viz 4.1.) pro cestní síť bylo nezbytné využít desktopovou GIS aplikaci. Zde se nabízely dvě možné alternativy. ArcGIS - komerční software vyvíjený firmou ESRI, a pokročilý opensource nástroj QGIS. Zpracování dat do potřebné výsledné podoby je bez obtíží možné v obou těchto programech, z důvodu rozsáhlejších zkušeností byl však zvolen software ArcGIS ve verzi 10.2.

3.1.2. Tabulkový editor

Po předzpracování dat cestní sítě v GIS softwaru bylo nutné tato data v tabulkovém editoru připravit na export do databáze na serveru (viz 4.1.). Možnými alternativami byly Microsoft Office Excel 2013 a Libre Office Calc. Pro účely potřebné pro tvorbu systému DoPřírody! byl funkčně přívětivější software od firmy Microsoft, který umožňuje bezproblémovou plynulou práci s velkými objemy dat, včetně např. velmi podstatné a využívané funkce snadného odstranění duplicitních záznamů.

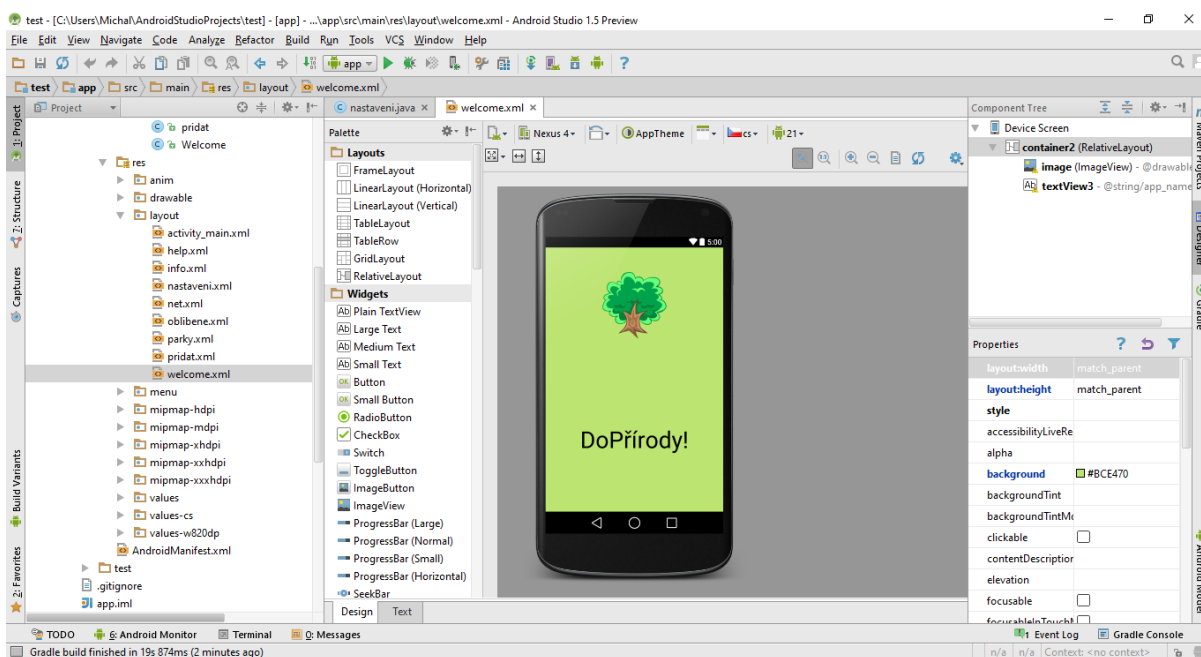
3.1.3. Software pro vývoj mobilní aplikace

Vývoj aplikací pro mobilní platformu Android je v současnosti rychle se rozrůstajícím odvětvím. Z tohoto důvodu lze nalézt mnoho často podobných vývojářských nástrojů a služeb, z nichž byly testovány tři – Xamarin, Eclipse a Android Studio.

První z uvedené trojice – software Xamarin, vyvíjený společností Xamarin Inc., nabízí širokou škálu možností a nástrojů výrazně usnadňujících testování aplikace a následné analyzování jejích úspěchů u uživatelů. Velkou slabinou tohoto řešení je však nutnost platit za využívání všech užitečných funkcí. Z tohoto důvodu nebyl tento software vybrán pro tvorbu klientské aplikace.

Druhé možné vývojové prostředí byl software Eclipse. Jedná se o opensource vývojový software, umožňující tvorbu aplikací pro širokou škálu platform. Velkou výhodou je široká komunita vývojářů a programátorů. Toto řešení lze jistě doporučit, pro tvorbu klientské aplikace však nakonec nebylo zvoleno, převážně pro svou častou nestabilitu, náročnost na hardware a znatelnější těžkopádnost oproti třetímu z uvedených programů.

Tím je software Android Studio, vývojové prostředí vytvářené přímo firmou Google. Jedná se o moderní a uživatelsky přívětivé prostředí uzpůsobené na míru tvorbě aplikací pro platformu Android. Kladem tohoto softwaru je jistota aktuálnosti s nejnovějšími funkcionalitami nových verzí Androidu a profesionálně zpracované návody na portálu Android Developers. Právě toto řešení bylo pro svou přívětivost, stabilitu a bezproblémovost využito pro tvorbu klientské aplikace systému DoPřírody!



Obrázek 7 – Prostředí Android Studio

3.1.4. Tvorba grafiky

Grafy a schémata sloužící pro popis a představení systému, ikony klientské aplikace a webového rozhraní byly vytvářeny či upravovány v opensource softwaru Inkscape, sloužícímu pro tvorbu (převážně) vektorové grafiky. Pro nepůvodní části grafiky ikon byly využity vektorové komponenty z volně dostupných webových repozitářů.

3.1.5. FTP klient, textový editor a snímač obrazovky

Pro tvorbu serverové části bylo nezbytné využít kvalitního FTP správce souborů. Velice se osvědčila dvojice programů WinSCP a Filezilla. Oba tyto programy jsou dostupné zdarma a umožňují stabilní a bezpečný přístup k souborům na vzdáleném serveru. Snadno spolupracují i s externím textovým editorem (zde lze jmenovat zdarma dostupné programy PSPad či Notepad++). Systém DoPřírody! byl vytvářen na několika strojích, z nichž na každém byla jiná kombinace uvedených čtyř programů, přesto však nenastaly v průběhu tvorby žádné komplikace a všechny zmíněné programy lze vřele doporučit.

Převážně pro prezentaci odvedené práce a tvorbu doprovodné dokumentace bylo nutné vytvářet snímky obrazovky. K tomuto účelu byl využit program Greenshot, umožňující snadné ukládání snímků vybrané části obrazovky.

3.2. Data pro cestní síť

Nejrozsáhlejší snadno a zdarma dostupnou databází cest disponuje projekt OpenStreetMaps (OSM), proto bylo na počátku tvorby rozhodnuto využít pro tvorbu systému DoPřírody! právě tato data.

Pro zájmovou oblast Prahy 1 a 2 byla po podrobném průzkumu získána výrazně vhodnější data z portálu otevřených dat Hlavního města Prahy (www.geoportalpraha.cz). Pomocí této služby se podařilo získat vektorovou vrstvu pěších tras pro území požadovaných oblastí. Tato vrstva je oproti datům získaným z OSM lépe a jednodušeji strukturovaná a po potřebných úpravách (popsáno podrobněji v kapitole 4.1.) a doplnění slouží potřebám navigačního modulu systému DoPřírody! výrazně lépe než OSM data (byť stále obsahuje jistá omezení, viz 6.2.). Z důvodu chybějících úseků, vytvořených v nedávné minulosti, bylo však potřeba síť na několika místech ruční vektorizací doplnit či její geometrii opravit.

Otevřená data lze bohužel získat pouze pro velmi omezenou oblast, proto jsou pro zbytek republiky (externími navigačními službami systému Graphhopper) využívána data OSM.

3.3. Definice atributů přírodních oblastí

Klíčovým prvkem systému jsou přírodní oblasti. Pro vytváření databáze těchto oblastí bylo nutným předpokladem jasně definovat jednak samotnou přírodu a také jednotlivé typy oblastí a jejich zaznamenávané vlastnosti. Přesné znění vzniklých definic typů a sledovaných vlastností přírodních oblastí je podrobněji rozepsáno dále.

3.3.1. Definice přírodní oblasti

V odborné literatuře je možné nalézt několik definic přírody a přírodních oblastí, pro účely tohoto systému však bylo nutné vytvořit definici novou. Vzhledem k tomu, že je předpokládána komunitní tvorba systému, je třeba, aby definice byla snadno představitelná průměrnému uživateli. Z tohoto důvodu bylo zvoleno následující vymezení přírodní oblasti:

Přírodní oblastí pro účely systému DoPřírody! je myšlena taková veřejně (zdarma či za vstupní poplatek) přístupná oblast, která umožňuje (či by byla schopná umožnit) růst 10 – 15 vzrostlých stromů na nepřerušeně zelené ploše. Zároveň je v takovéto oblasti možné zaslechnout zpěv ptáků a ucítit (alespoň v určité fázi roku) vůni rostlin.

Ověřením v terénu bylo zjištěno, že takováto definice zároveň vyřazuje některé rozsáhlé plochy s velmi roztroušenou zelení umístěnou mezi asfaltem a dlažebními kostkami, zároveň připouští zařazení některých menších, avšak cenných parčíků a vegetace podél vodních toků.

3.3.2. Typy přírodních oblastí

Přírodní oblasti splňující kritéria uvedená v předchozí podkapitole, jsou pro vyšší přehlednost databáze dále dělena na pěti podtypů, které mohou uživatelé při volbě oblastí aktivovat či deaktivovat:

- Park/zahrada – Oblasti výrazně pozměněné/upravené a pravidelně udržované člověkem. Jedná se převážně o městské parky a zahrady. Dále do této kategorie spadají větší zelené plochy náměstí.
- Les – Oblasti hustě porostlé vzrostlými stromy, které slouží buď k hospodářským či rekreačním účelům, případně hrají významnou roli v udržení biodiverzity krajiny. Jedná se převážně o mimoměstské oblasti či oblasti přiléhající k okrajům měst.
- Hřbitov – Specifická kategorie na pomezí parku a lesa, která je však typická výskytem hrobů a pietních míst, často také zákazem vstupu psů a zákazem provozování sportovních aktivit. Ne každý uživatel touží po návštěvě hřbitova, proto je umožněno tuto kategorii odfiltrovat.
- Botanická zahrada – Další specifická oblast na pomezí parku a zahrady, která je však výjimečná výskytem široké škály často exotických druhů rostlin a skleníků, avšak často i nutnosti zaplatit vstupní poplatek. Někteří uživatelé ji mohou cíleně preferovat, jiní ji mohou snadno odfiltrovat.
- Ostatní (louky, křoviska atd.) – Do této široké kategorie spadají všechny ostatní oblasti rozsáhlejší zeleně. Ať už se jedná o nelesní společenstva (louky, pastviny), vegetaci podél vodních toků, silnic a železnic nebo o jakékoliv jiné rozsáhlejší porosty rostlin.

3.3.3. Atributy objektů

Každá z oblastí je specifická mnoha vlastnostmi. Aby mohl uživatel co nejpřesněji specifikovat svůj požadavek na hledanou oblast, bylo vybráno několik zřetelně a objektivně hodnotitelných vlastností, dle kterých je možno filtrovat vyhledávání. Každý záznam databáze přírodních oblastí tak obsahuje následující prvky (v závorce uveden datový typ, 0/1 značí integer s přípustnými hodnotami 0 a 1 – NE a ANO):

- ID objektu (integer) – Jednoznačný identifikátor každé z oblastí. Dle tohoto identifikátoru jsou mimo jiné jednotlivým oblastem přiřazovány vstupy z tabulky vstupů.
- Typ objektu (text) – Jednotlivé typy objektů jsou podrobněji definovány v předchozí podkapitole.
- Název objektu (text) – Úplný název dané oblasti. Tento atribut je nevhodným identifikátorem kvůli své délce, komplikovanosti znaků a také možné duplicitě názvů.
- Hřiště (0/1) – Existence dětského hřiště je často podstatná pro matky a rodiny s dětmi.
- Zákaz psů (0/1) - Mnoho uživatelů preferuje oblasti bez psů a pozůstatků jejich výskytu, jiní uživatelé naopak ocení oblasti, které jim umožní vstup s čtvernohými miláčky.
- WC (0/1) - Drobný, avšak užitečný prvek.

- Hodnocení – Tento atribut byl přesunut do externí tabulky názorů a hodnocení a je dopočítáván dle potřeby přímo při výpisu/výpočtu.
- Vstup zdarma (0/1) - Podstatný údaj, často výrazně ovlivňující výběr cílové oblasti.
- Lavičky (0/1) – Nejen starší osoby jistě ocení přítomnost laviček k posezení v přírodě.
- Osvětlení (0/1) – Při večerní procházce parkem jistě každý ocení osvětlení cesty.
- Občerstvení (0/1) – Mnoho uživatelů ocení přítomnost byť drobného občerstvení v blízkém okolí zvolené přírodní oblasti.
- Bezbariérová přístupnost (0/1) – Handicapovaní uživatelé taktéž rádi putují za přírodou, proto byl přidán tento atribut sledující bezbariérovost přístupu do jednotlivých oblastí.
- Vhodné pro běžce/cyklisty (0/1) – Uživatelé toužící po aktivním odpočinku v přírodě jistě využijí možnost filtrovat svůj výběr dle vhodnosti pro běh či jízdu na kole.
- Naučná stezka (0/1) – Přítomnost naučné stezky se může stát další z předností některých oblastí.
- Památné stromy (0/1) – Výskyt památných stromů je vhodnou motivací k návštěvě některých oblastí.
- Chráněná oblast (0/1) – Skutečnost, že je oblast pod určitým stupněm státní ochrany (PP, NPR, CHKO, NP atd.) na jednu stranu svědčí o její výjimečnosti, na druhou stranu limituje některé aktivity, proto byl přidán i tento podstatný prvek.

ID	nazev	typ	hriste	wc	psi	Vlozil	vstup	lav	jidlo	sport	osvetleni	pamstrom	bezbar	cyklo	beh	ns	popis	oblast	ochrana
1	Folimanka	park	1	1	1	mjakl	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0		Praha 2	0
2	Na Karlově	park	0	0	0	mjakl	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0		Praha 2	0
3	Ztracenka	park	0	0	0	mjakl	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0		Praha 2	0
4	Havlíčkovy sady	park	1	1	1	mjakl	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0		Praha 2	0
7	Albertovske strane	park	0	0	1	mjakl	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		Praha 2	0
8	Náměstí Míru	park	0	1	1	mjakl	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0		Praha 2	0
10	Karlovo náměstí	park	1	0	1	mjakl	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0		Praha 2	0
11	Botanická zahrada PflUK	botz	0	1	0	mjakl	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0		Praha 2	0

Obrázek 8 – Struktura uložení přírodních oblastí v databázi

3.4. Návrh propojení systému

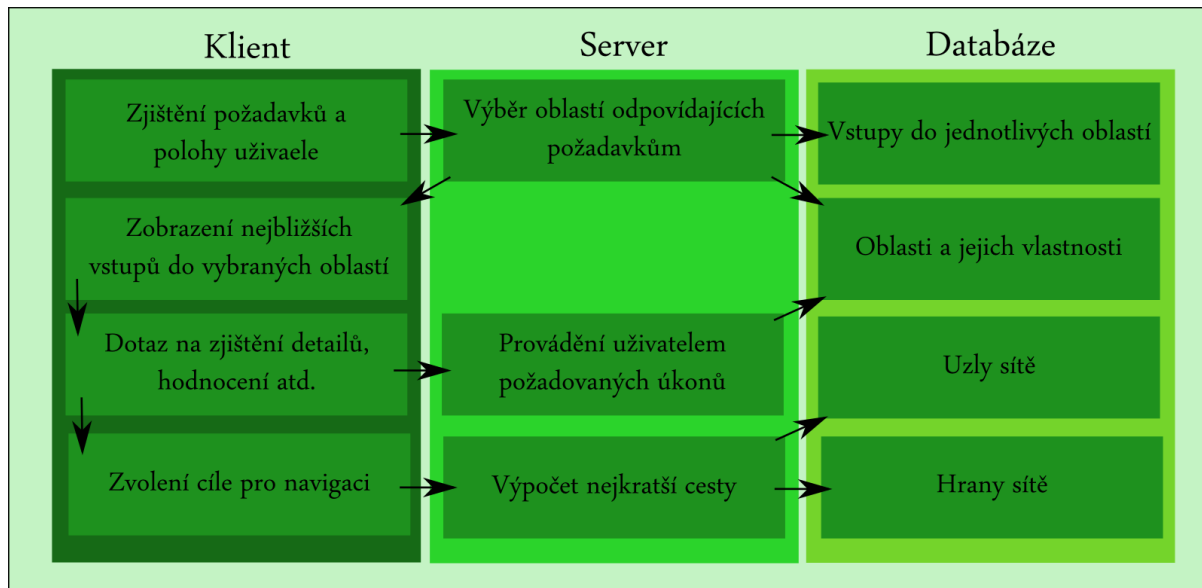
Pro bezchybné fungování systému DoPřírody! a jeho snadnou správu bylo nutností kvalitně navrhnout strukturu databáze, jednotlivých komponent serverové části systému a celkové propojení s klientskými aplikacemi. Jednotlivé součásti celého systému jsou podrobněji rozepsány v následujících podkapitolách.

3.4.1. Klient – server model

Zásadním rozhodnutím bylo tvořit aplikaci v modelu klient-server. Jedná se o model, kdy veškerá data a výpočty provádí (oproti klientským zařízením velice výkonný) vzdálený server, který dle dotazů klientské aplikace vrací uživateli odpovědi. Velkou výhodou tohoto systému je jeho centralizovanost a tudíž snadná správa a aktualizovatelnost. Tato vlastnost byla v průběhu tvorby a testování mnohokrát velmi oceněna autorem i uživateli aplikace. Jako příklad lze uvést nahlášení libovolného problému na serveru/v databázi, který bylo možno centrálně opravit bez nutnosti vydávat nové verze aplikace.

Na klientskou aplikaci jsou kladeny pouze nízké nároky a tak lze zaručit její bezproblémový chod i na výkonnostně slabších zařízeních. Lze také vytvářet klientské aplikace pro rozličné platformy a umožnit tak využívání systému co největšímu spektru uživatelů. Webová aplikace i aplikace pro platformu Android tak využívají shodné serverové jádro systému, pouze výstupy se graficky liší dle zobrazovacích možností a způsobu ovládání konkrétních zařízení.

Nevýhodou tohoto modelu je naopak nutnost kvalitního zabezpečení serverové části systému a databáze s uloženými daty. Pro funkčnost celého systému je po celou dobu užívání nezbytná dostupnost stabilního internetového spojení mezi klientskou aplikací a serverem a stabilita serveru (velkým problémem se ukázaly relativně časté výpadky databázového severu, zapříčiněné poskytovatelem webhostingu) – v případě výpadku spojení je klientská aplikace (a tedy celý systém) nepoužitelná.



Obrázek 9 - Vizualizace propojení základních komponent systému DoPřírody!

V konkrétním případě systému DoPřírody! bylo plánováno vytvořením klientské aplikace pro mobilní platformu Android a webové prohlížeče zajistit přístup k co největšímu počtu potenciálních uživatelů systému. Díky webové klientské aplikaci je systém využitelný i na počítačích, tabletech, mobilech s jiným OS než Android a dokonce i na „hloupých“ zařízeních bez OS (testováno na starém mobilu s J2ME Javou).

Na serveru poskytovatele webzdarma.cz (doména mjakl.cz) jsou v databázi uložena veškerá data oblastí, vstupů do nich, cestní sítě a dalších součástí systému. Pomocí jazyků PHP a Javascript vzniklo serverové aplikační prostředí, které je schopno přijímat a zpracovávat požadavky přicházející z klientských aplikací, komunikovat pomocí dotazovacího jazyka SQL s databází a vracet uživateli odpovědi relevantními výsledky.

3.4.2. Návrh databáze

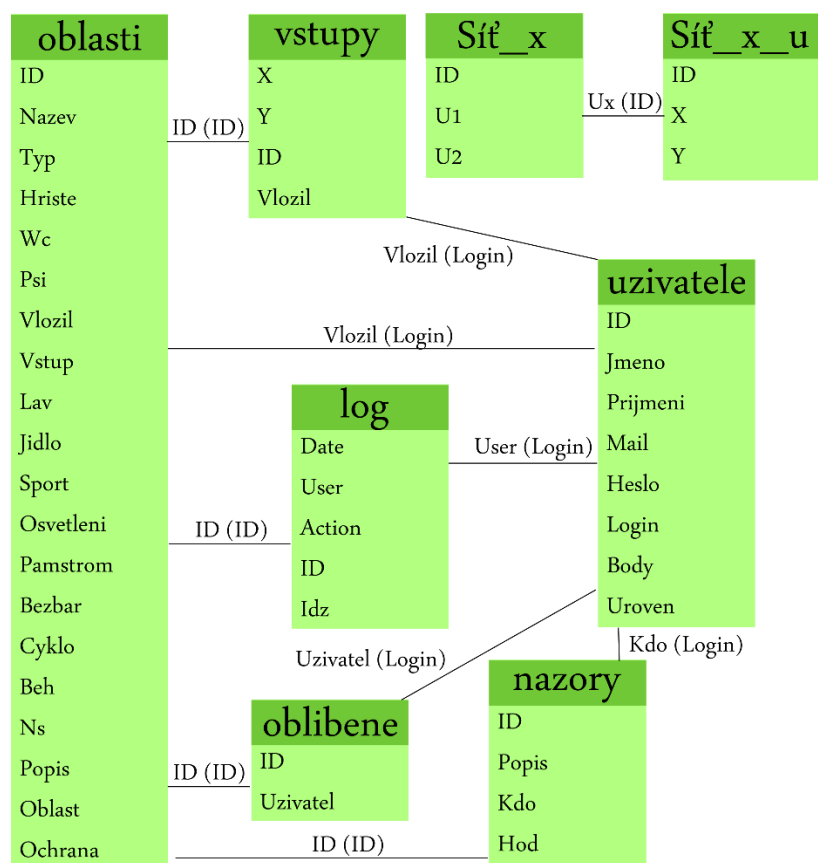
Úložištěm dat systému DoPřírody! se stala relační databáze MariaDB. Jedná se o komunitně vyvíjenou nástupnickou větev MySQL, která si klade za cíl udržení licence svobodného softwaru GNU GPL. Tato databáze byla zvolena především pro svou kompatibilitu s MySQL jazykem a implementaci v serverech webzdarma.cz.

Struktura uložení dat v databázi zahrnuje mnoho tabulek pro jednotlivé moduly (moduly detailně popsány v následující podkapitole). Základní obsah systému tvoří tabulky pro uložení dat přírodních oblastí a vstupů. První z této dvojice tabulek obsahuje data přírodních oblastí se všemi informacemi o nich, avšak bez polohového určení jednotlivých oblastí. Druhá tabulka, databáze vstupů do jednotlivých oblastí, naopak obsahuje pouze polohové souřadnice konkrétních vstupů. Vstupy a oblasti jsou napříč oběma tabulkami provázány pomocí ID oblastí.

Data cestních sítí jsou pro každou oblast uložena zvlášť ve dvojici tabulek pro každou podsít' – tabulce uzlů a tabulce hran. Tyto tabulky jsou provázány pomocí ID jednotlivých uzlů, u nichž jsou uloženy polohové souřadnice. U každé hrany je poté obsažena pouze informace o počátečním a koncové uzlu (pro potřeby algoritmu je možné počáteční a koncový uzel libovolně zaměnit). Dělení do podsítí bylo zvoleno z důvodu snížení objemu dat, se kterými při výpočtu nejkratší trasy ke zvolenému cíli pracuje výpočetní algoritmus. Cestní síť Prahy 1 a Prahy 2 obsahuje přibližně 11 tisíc hran. Při rozdělení na dvě podsít' – Prahu 1 a Prahu 2, výpočetní algoritmus pracuje vždy maximálně s polovinu tohoto počtu (podrobný popis algoritmu vysvětlen v kapitole 4.2.2.). Stejně tak byla z důvodu urychlení výpočtu nejkratší trasy a celkového objemu dat vypuštěna z tabulek hran informace o jejich délce. Původně byla délka načítána z atributu „VZD“ při průběhu výpočtu trasy, avšak výrazně efektivnější metodou se ukázalo spočtení délky nalezené trasy až při jejím vykreslení do mapy pomocí skriptu provádějícího toto vykreslení.

K dalším nepostradatelným tabulkám využívaným jednotlivými moduly systému patří tabulky uživatelů, názorů (a hodnocení) jednotlivých oblastí a tabulka oblíbených oblastí. Neveřejnou tabulkou sloužící pro monitoring aktivity uživatelů je tabulka log, která s časovými značkami zaznamenává všechna vložení a editace přírodních oblastí a vstupů a registrace nových uživatelů.

Atributy všech tabulek sloužících k chodu systému DoPřírody! a klíče, jimiž jsou vzájemně propojeny s ostatními tabulkami, přehledně zobrazuje následující schéma.



Obrázek 10 – Schéma tabulek databáze systému DoPřírody!

3.4.3. Aplikační moduly

Pro snazší tvorbu a správu serverové aplikační části systému byly jeho funkční komponenty rozděleny do několika modulů, které jsou však navzájem silně provázány. Každý modul sestává z jedné či více vstupních, zpracovatelských a výstupních stránek s algoritmy, zapsanými v jazyce PHP, a dle potřeby obsahuje i tabulky uložené v databázi.

Výstupem či vstupem některých modulů je mapa. Vyřešit vykreslení do mapy bylo nesnadným úkolem, pro jehož řešení se nabízelo vícero možných řešení. Snahou bylo využívat stejné vykreslovací služby jak pro webového klienta, tak i pro mobilní aplikaci pro platformu Android. Z tohoto důvodu byla vybrána zdarma dostupná a upravitelná Javascript knihovna Leafletjs, obohacená o plugin od Pavla Shramova pro práci s GPX soubory, která nalézá skvělé uplatnění v obou klientských aplikacích.

- Modul pro správu uživatelů – Tento modul zajišťuje možnost registrace nového uživatele a dále přehled již registrovaných uživatelů a úpravu jejich údajů. Z důvodu bezpečnosti a kontroly je pro některé ze služeb systému (např. přidávání a aktualizace oblastí a vstupů) nutná registrace. Tento modul je silně integrován a provázán s ostatními a kromě autorizace uživatelů zajišťuje i zápis získaných bodů za aktivity provedené na serveru (motivace uživatelů k rozvoji systému).
- Modul pro vyhledání oblastí – Jeden z klíčových modulů, jehož hlavním úkolem je od uživatele získat požadavky na hledané oblasti, sestavit SQL dotaz a dle tohoto dotazu

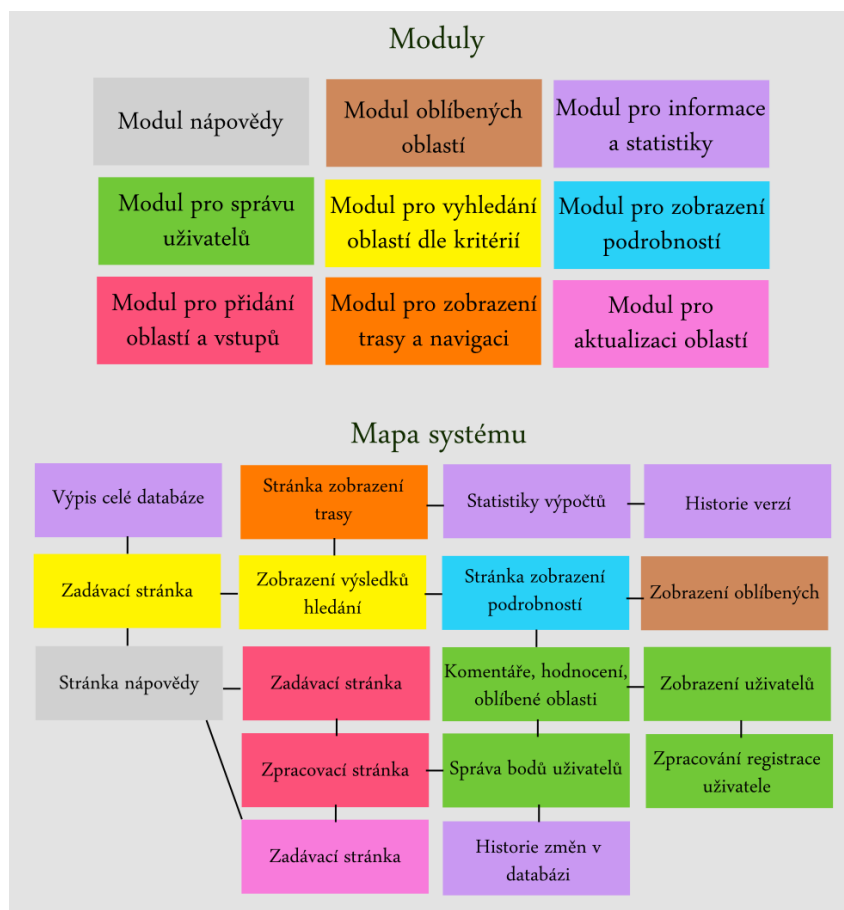
vybrat z databáze oblastí ty odpovídající (viz 4.2.1.). Ze vstupů vedoucích do nalezených oblastí následně vykreslí pro každou oblast do mapy pouze jeden, který je uživateli vzdušnou čarou nejbližší.

- Modul pro zobrazení trasy a navigaci – Po zvolení cílového vstupu do oblasti je spuštěn algoritmus pro hledání nejkratší trasy (viz 4.2.2.). Pokud je možno vést trasu v cestní síti uložené v databázi, proběhne výpočet pomocí vlastního algoritmu (nazván Alík). Po nalezení trasy Alíkem je vytvořený GPX soubor vizualizován na mapě.

Pokud je nutno vést cestu mimo síť uloženou v databázi, je uživateli zobrazena vzdušná navigace, doplněná o trasu vypočtenou nad sítí OSM trasovacím algoritmem Graphhopper pomocí Leafletjs pluginu Leaflet-routing-machine.

V mobilní aplikaci tento modul dále umožní v reálném čase sledovat pohyb uživatele k cíli a v případě potřeby i přepočítat novou trasu.

- Modul pro zobrazení podrobností – Tento modul zajišťuje především podrobný a srozumitelný výpis všech vlastností zvolené oblasti, včetně přiřazení obrázku k dané oblasti (dle ID oblasti z obrázků uložených na serveru). Registrovaným uživatelům umožní hodnotit a komentovat jednotlivé oblasti.
- Modul pro aktualizaci záznamů – Tento modul, úzce propojený s předchozím modulem, oprávněným registrovaným uživatelům umožňuje upravovat jak své komentáře k jednotlivým oblastem, tak i samotné vlastnosti oblastí.
- Modul pro přidání oblastí a vstupů – Jelikož je cílem vytvoření komunitního systému, bylo třeba poskytnout možnost rozšiřování databáze oblastí a vstupů. Právě k tomuto účelu je vytvořen tento modul. Ten po získání nových dat od uživatele provede jejich zápis do databáze oblastí či vstupů.
- Modul oblíbených oblastí – Registrovaným uživatelům umožňuje tento modul přidávat oblasti mezi oblíbené. Z klientské aplikace pro Android poté uživatel může snadno procházet své oblíbené oblasti, oblasti, které komentoval a hodnotil a oblasti, které vložil/aktualizoval.
- Modul nápovědy – Nenápadný, avšak silně integrovaný a nepostradatelný modul, zajišťující srozumitelnost celého systému a poskytující návody k využívání všech ostatních modulů.
- Modul pro informace a statistiky – Vnitřně velmi různorodý a silně integrovaný modul, který sbírá a uchovává informace o kvalitě a rychlosti výpočtů trasy, počtu a rozmístění oblastí a vstupů v databázi a v neposlední řadě informuje uživatele o aktuální verzi systémových komponent a změnách provedených v jádru systému i klientské aplikace. Navíc umožňuje získávat od uživatelů zpětnou vazbu.
- Modul pro administraci a správu – neveřejný modul, sloužící pouze autorovi systému k jeho snazší správě. Zahrnuje různorodé nástroje pro správu systému a zajišťuje například záznam všech aktivit prováděných v systému jeho uživateli.



Obrázek 11 - Vizualizace modulů systému DoPřírody!

3.4.4. Proč právě Android?

Vytvoření klientské aplikace pro mobilní zařízení, které bude možno využívat přímo v terénu, bylo jedním z hlavních cílů a nedílnou součástí systému od samého počátku. V současné době však trh s mobilními přístroji (tzn. nejen mobilní telefony, ale i tablety), nabízí několik možných alternativ v podobě různých operačních systémů. K nejrozšířenějším patří iOS od americké firmy Apple, Windows Mobile od firmy Microsoft a Android OS, vytvářený Open Handset Alliance pod výrazným vedením firmy Google.

Právě Android ovládl v posledních letech trh s mobilními zařízeními tak, jako žádný z konkurenčních systémů a drží stabilně přes 80% trhu. Díky této skutečnosti se na Android zaměřila i vývojářská komunita a vzniklo velké množství nástrojů, umožňujících snadný a intuitivní vývoj nových aplikací za podpory nespočtu rad a návodů na vývojářských fórech. Právě počet uživatelů a dostupnost podpory pro programátory byly hlavními důvody, proč bylo rozhodnuto vytvořit mobilní klientskou aplikaci právě pro platformu Android.

System / tržní podíl	4Q 2013	2013	4Q 2014	2014
Android	78,3 %	78,9 %	76,7 %	81,2 %
iOS	17,6 %	15,5 %	19,6 %	15 %
Windows Phone	3,3 %	3,6 %	3,0 %	3,0 %
Ostatní	0,8 %	2,0 %	0,7 %	0,7 %
Celkem	100 %	100 %	100 %	100 %

Obrázek 12 – Podíl jednotlivých OS na trhu s mobilními telefony

3.4.5. Návrh klientské aplikace pro Android OS

Cílem při tvorbě klientské aplikace pro platformu Android bylo vytvoření nenáročné aplikace s velikostí do 2 MB, umožňující spuštění i na starších verzích tohoto operačního systému. Jako základní funkční prvky aplikace byly zvoleny nástroje pro zpracování informací zadaných uživatelem, zprostředkování internetového spojení mezi uživatelem a serverem (podpora všech aplikačních modulů běžících na serveru) a příjem informací o poloze uživatele pomocí systému GPS.

Pro zajištění jednotné funkčnosti všech serverových aplikačních modulů jak ve webové klientské aplikaci, tak i na mobilních zařízeních s Android OS bylo nutné komunikovat především pomocí webových stránek. Tyto stránky (ač se jedná o shodné stránky pro obě platformy) tedy rozpoznávají, která z klientských aplikací je právě využívá a v případě aplikace pro Android jsou speciálně pro tento účel zformátovány tak, aby zapadly mezi ostatní „offline“ prvky aplikace a uživatel tak mohl pohodlně využívat všech služeb systému (viz 4.3.2.).



Obrázek 13 – Příklad přizpůsobení designu úvodních stran klientských aplikací

4. Aplikační část

Systém DoPřírody! sestává z mnoha provázaných komponent – dat přírodních oblastí a cestní sítě v databázi, výpočetních algoritmů na serveru a klientských aplikací pro webový prohlížeč a mobilní platformu Android. Jednotlivé části nevznikaly postupně, ale naopak často velmi komplexně zároveň. Historie změn a pokroků (versionlog) v tvorbě jádra (server + databáze) a aplikace (pro platformu Android) je přiložena v přílohové části této práce a poskytuje nejlepší představu o provázanosti komplexní tvorby celého systému.

4.1. Tvorba cestní sítě

Jak bylo v metodické části této práce předestřeno, cestní síť je dělena na několik podsítí. Bylo tak učiněno z důvodu výrazného zvýšení rychlosti výpočtu nejkratší trasy. Při každé iteraci tohoto algoritmu (viz 4.2.2.) jsou procházeny všechny záznamy tabulek uzlů a hran konkrétní podsítě. Jelikož počty těchto záznamů dosahují několika tisíc, je rozdělení na podsítě výrazným ulehčením, majícím za následek výrazné zrychlení výpočtu - algoritmus počítá jen s nejmenším potřebným objemem dat.

Každá podsít' obsahuje tabulku hran a uzlů. Aby mohla být data v těchto strukturách uložena, bylo je nutné ze získaných SHP souborů upravit pomocí programů ArcGIS a Microsoft Excel do požadované podoby.

1. Pomocí funkce Split at verticles byly všechny hrany rozděleny ve zlomových bodech na samostatné linie.
2. SHP soubor hran pro celé území Prahy byl rozřezán dle polygonů městských částí. Bylo požadováno, aby hrany protínající okraj polygonu nebyly na jeho hranici uříznuty, ale zahrnuty i s přesahem. Za tímto účelem byl sepsán krátký Python skript pro program ArcGIS, který výrazně urychlil dávkové zpracování dat.
3. Do atributových tabulek jednotlivých podsítí byly dopočteny souřadnice počátků a konců každé hrany. Takto doplněné atributové tabulky byly exportovány do formátu DBF a následně dále upraveny v prostředí programu MS Excel.
4. V MS Excel byla tabulka každé podsítě doplněna o atributy potřebné pro další činnosti (ID) a uložena ve formátu CSV jako tabulka hran. Následně byly souřadnice počátků a konců jednotlivých hran sloučeny a odebrány duplicitní body. Unikátní souřadnice uzlů použitých v podsíti byly uloženy ve formátu CSV jako tabulka uzlů. CSV soubory hran a uzlů každé podsítě byly následně pomocí phpMyAdmin importovány do databáze na serveru. Následující úpravy tak byly prováděny již přímo v tabulkách databáze.
5. Pomocí PHP skriptu byly do tabulky dle souřadnic počátku a konce každé hrany doplněny ID odpovídajících uzlů z tabulky uzlů. V tabulce hran byly následně souřadnice odmazány a zůstaly tak pouze ID počátečního a koncového uzlu, jejichž souřadnice jsou při všech výpočtech systému dohledávány v příslušné tabulce uzlů.
6. Posledním krokem bylo propojení jednotlivých podsítí. Pomocí nástroje Intersect byly v prostředí programu ArcGIS nalezeny pro každou dvojici podsítí dvojice identických

uzlů. Po spojení atributů obou uzlů tak bylo získáno ID uzlu v každé z dvojic podsítí. Každý z uzlů byl poté v příslušné databázi pomocí PHP skriptu přejmenován, tak, aby odkazoval do navazující podsítě. Pokud byl tedy např. v podsíti Prahy 2 uzel ležící na území Prahy 1 pojmenován c251 identický s uzlem z podsítě Prahy 1 nazvaným a8965, získal nový název a8965. Princip „výhybky“ mezi jednotlivými podsítěmi je podrobně rozepsán dále.

4.2. Tvorba Jádra

Jádrem systému je myšleno propojení databáze, výpočetních algoritmů a webových stránek zprostředkovávajících komunikaci s uživatelem. Základní model byl pomocí modulů popsán v předchozí částech této práce. Pro jeho uvedení do provozu bylo využito programovacího jazyka PHP s podporou Javascriptu pro mapové výstupy. Jednotlivé součásti modulů v podobě konkrétních webových stránek spolu komunikují pomocí POST či GET metod pro přeposílání parametrů. Celistvý pohled do výsledného sestavení systému nabízí pohled do útrob zdrojových kódů jednotlivých stránek a skriptů, které jsou elektronicky přiloženy k této bakalářské práci.

Hlavními algoritmy, které si pro svou významnost zaslouží podrobné rozepsání doplněné o vysvětlení funkčnosti v následujících podkapitolách, jsou algoritmy pro vyhledání oblastí dle zadaných kritérií, algoritmus pro vyhledání nejkratší cesty (Alík) a algoritmus pro přidání a aktualizaci přírodních oblastí.

Algoritmy ukládají výstupy do tabulek databáze či do serverového uložení v podobě textových souborů GPX. Z důvodu zamezení propletení vícero současně vytvářených souborů získává každý generovaný soubor jednoznačný identifikátor. Již po prvním měsíci testovacího provozu systému bylo do výstupní složky na serveru vygenerováno mnoho stovek souborů o celkové velikosti několika MB. Z tohoto důvodu bylo nutné zavést samopročišťovací schopnost systému. Nabízelo se smazání souboru poté, co uživatel přestane systém DoPřírody! využívat. To však není možné bezpečně zjistit (i kdyby bylo zobrazeno tlačítko „Ukončit“, většina uživatelů jej nestiskne) a tak bylo hledáno jiné řešení. V současnosti jsou tak při každém spuštění algoritmu pro vyhledání oblasti smazány všechny soubory GPX starší více než 24 hodin.

4.2.1. Vyhledání oblastí

- Vstupy: Poloha uživatele, okruh hledání a požadované vlastnosti hledaných oblastí.
- Výstupy: Vizualizovaný GPX soubor s nejbližšími vstupy do vybraných oblastí.

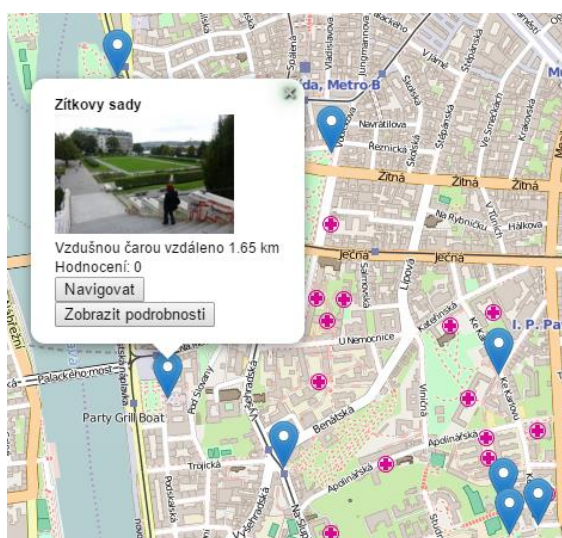
Algoritmus pro vyhledání nejbližších vstupů do přírodních oblastí, které splňují vlastnosti požadované uživatelem, má za hlavní cíl sestavení odpovídajícího SQL dotazu do databáze. Šablonou tohoto dotazu je formule `SELECT * FROM `oblasti` WHERE($podminka) $podminka2`, do níž jsou dle požadavků uživatele doplněny konkrétní filtrující podmínky. Pokud tedy uživatel požaduje například park, v němž nalezne WC, sportoviště a památné stromy, bude na základě jeho požadavků sestaven a do databáze odeslán následující dotaz: `SELECT * FROM `oblasti` WHERE(`typ` LIKE 'park') AND`

`wc` = 'I' AND `sport` = 'I' AND `pamstrom` = 'I'. Vybrané oblasti následně procházejí filtrem kritéria nejvyššího přípustného hodnocení. Pokud tedy uživatel zvolí, že hledá například pouze oblasti s hodnocením do 2, oblasti s vyšším (tedy horším) hodnocením, budou vypuštěny. Dále je tedy počítáno pouze s oblastmi, které jsou hodnoceny lépe, než uživatel uvedl.

Pro každou z těchto oblastí jsou dle ID vyhledány všechny příslušné vstupy. Vykreslen do mapy však bude pouze ten vstup, který splňuje kritérium maximální přípustné vzdušné vzdálenosti (v jednotkách km; volí opět uživatel) a zároveň je uživateli vzdušnou čarou nejbližší. Původním cílem bylo již v této fázi ohodnotit všechny vstupy dle reálné vzdálenosti k uživateli a vybrat ten nejbližší. S průměrnou dobou výpočtu trasy pohybující se mezi třemi a čtyřmi vteřinami by však takovéto vyhledání nejbližších vstupů do několika vybraných oblastí trvalo neúměrně dlouhou dobu. Vzdušná vzdálenost je počítána pomocí Pythagorovy věty doplněné o koeficienty pro vzdálenost na zemském povrchu (délky jednoho stupně zeměpisné délky a šířky pro oblast Prahy).

Vybrané nejbližší vstupy do odpovídajících oblastí jsou spolu s informacemi, potřebnými pro následné vykreslení v mapě, uloženy do GPX souboru označeného jednoznačným náhodně vygenerovaným identifikátorem (pro zamezení propletení dat při generování více souborů zároveň). Na základě tohoto GPX souboru jsou uživateli v mapě přehledně vizualizovány nejbližší vstupy do vyhledaných oblastí.

Po kliknutí na zvolený vstup uživatel obdrží pomocí vyskakovací bubliny informaci o názvu oblasti, vzdušné vzdálenosti zvoleného vstupu a hodnocení dané oblasti. Tyto pop-up bubliny jsou dynamicky generovány na základě šablony, uložené ve skriptu pro vykreslení mapy a umožňují tak zobrazovat relevantní informace pro konkrétní oblasti, včetně např. fotografie oblasti, připojené dle ID oblasti. Uživatel nyní může přejít na stránku se zobrazením podrobností o dané oblasti, či se nechat navigovat nejkratší cestou k určenému vstupu do oblasti.



Obrázek 14 - Zobrazení oblastí, odpovídajících uživatelem zadaným kritériím

4.2.2. Nalezení nejkratší cesty

- Vstupy: Polohové souřadnice uživatele a cíle hledané cesty.
- Výstupy: Vizualizovaný GPX soubor s nalezenou nejkratší cestou a informace o její délce a času, potřebném k jejímu absolvování.

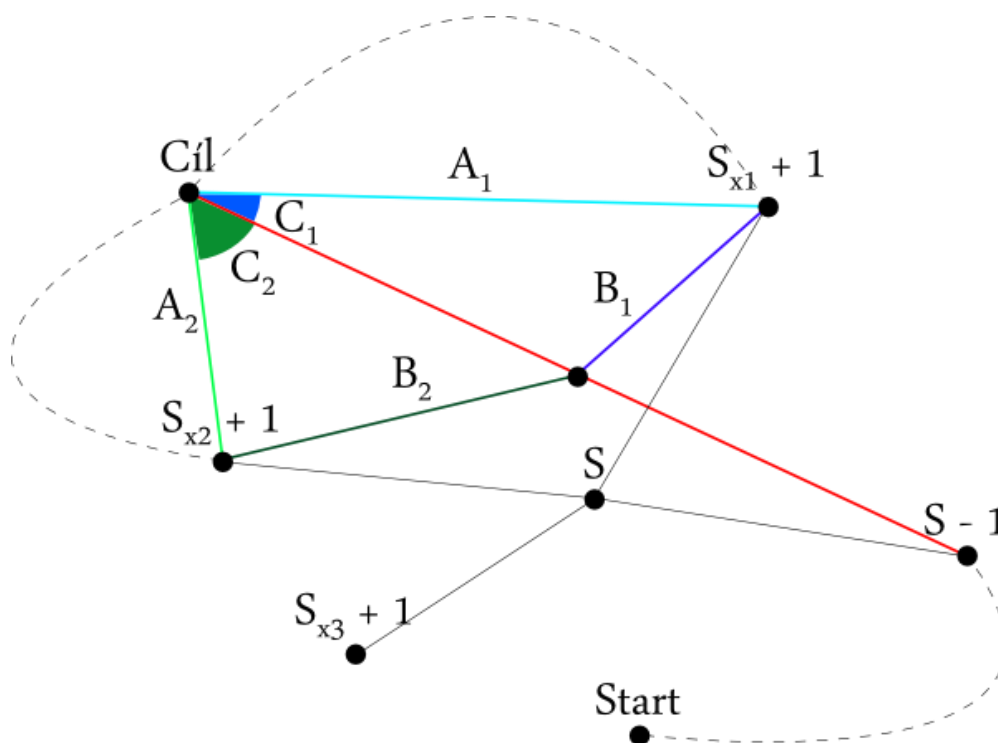
Zásadním a nejkomplikovanějším algoritmem celého systému je algoritmus pro vyhledání nejkratší cesty v soustavě cestních podsítí uložených v databázi. Systém byl v průběhu tvorby nazván pro své „psi“ vlastnosti Alík, proto tak bude nazýván i v ostatních částech této bakalářské práce.

Algoritmus je spouštěn z mapy vytvořené algoritmem pro vyhledání oblastí poté, co uživatel zvolí cíl, k němuž si přeje být navigován. V případě přílišné vzdálenosti od cestní sítě (více než 500 m) bude výpočet trasy proveden vzdušnou čarou, doplněnou o vizualizaci trasy získané nad daty OSM trasovacím algoritmem Graphhopper pomocí pluginu Leaflet-routing-machine. Pakliže se uživatel nachází v dostatečné blízkosti cestní sítě uložené v databázi systému, algoritmus začne pracovat v následujících krocích:

1. Volba města – Jelikož síť v databázi je nespojitá, je možno ihned v počátku výpočtu odfiltrout nepotřebné části a urychlit tak následné výpočty. Pokud se tedy uživatel i cíl nacházejí např. severněji než 50.7254561° s. š., nebude počítáno se sítí pro Prahu, ale jen pro Děčín. Podobně je dle konkrétních mezních souřadnic možno hrubě odfiltrout další města.
2. Přichycení k síti – Po zvolení podsítí zahrnutých do výpočtu jsou v této soustavě podsítí nalezeny uzly nejbližší startu a cíli. Tím se algoritmus „přichytí“ na konkrétní uzly podsítí a může pokračovat ve vyhledávání cesty.
3. Volba podsítě – Aby při následných iteracích mohl algoritmus volně procházet mezi jednotlivými podsítěmi, bylo nutné zahrnout do výpočetního procesu výhybku. Jedná se o soubor, který dle názvu uzlu či hrany přepíná pohledy do jednotlivých podsítí. Pokud tedy algoritmus pracuje s bodem či hranou, jehož ID obsahuje např. písmeno ‚a‘, bude pracováno s hranami a uzly podsítě pro Prahu 1. Jakmile však algoritmus narazí na bod či hranu s písmenem ‚b‘ ve svém označení, přepne pohledy do podsítě pro Prahu 2.
4. Pohyb v soustavě podsítí (zjištění možností dalšího pohybu z uzlu) – Tato část algoritmu je hlavní iterující částí. Následující podúkony se opakují do doby, kdy algoritmus dosáhne uzlu, který byl v počátku výpočtu označen jako cílový. Na počátku této smyčky se algoritmus nachází na stanovišti S. V databázi hran jsou nalezeny všechny hrany, které bod S obsahují (buď jako počáteční či konečný bod).
 - a. Pohyb po přímce – Pokud je bod S zahrnut v méně než třech hranách, bude následující pohyb po přímce. Pakliže je bod S nejbližším bodem k pozici uživatele, vydá se algoritmus směrem do bodu, který jej více přiblíží k cíli. Ve všech následujících případech již algoritmus z jednoho směru (od bodu S-1) přichází a bude logicky pokračovat dále v udaném směru (do bodu S+1), nikoliv se vrátet. Bod S+1 se tak stane novým výchozím bodem S, jeho souřadnice jsou zaznamenány do GPX souboru, a pokud uzel S+1 není hledaným cílovým uzlem, nastává další iterace.

b. Křižovatka – Pokud je uzel S zahrnut ve třech a více hranách, nalézá se algoritmus na křižovatce a rozhodování bude poněkud komplikovanější. Pokud je uzel S zahrnut např. ve čtveřici hran, jsou možné tři další směry pohybu (uzel $S-1$, z něhož algoritmus přichází, je z následujících výpočtů vynechán). Algoritmus v počátku zjišťuje, v kolika hranách je zahrnut každý z trojice uzlů S_{x+1} . Pokud je však některý z bodů S_{x+1} zároveň cílem, přistupuje algoritmus ihned k bodu 5.

- i. Slepá hrana – V případě, že je uzel S_{x+1} zahrnut pouze v jedné hraně, jedná se o slepou hranu, takovýto uzel je vypuštěn z dalších výpočtů a je prověřován další z možných uzlů (v uvedeném příkladu zbývá dvojice kandidátů na nový bod S).
- ii. Známý uzel – Může se stát, že uzlem S_{x+1} algoritmus již někdy dříve procházel. V takovém případě je i tento uzel vyloučen z dalšího výpočtu (zamezí se tak zacyklení algoritmu).
- iii. Preference směru – Pokud uzel S_{x+1} projde předchozími kritérii, je spočítána jeho vzdálenost k cíli, vzdálenost ke středu spojnice cíle a bodu $S-1$ a úhel sevřený touto spojnicí a spojnicí bodu S_{x+1} s cílem, upravený dle preference přímého směru. Součtem těchto tří hodnot je získáno výsledné „skóre“ uzlu S_{x+1} , které je porovnáváno s ostatními možnými cíli. Uzel s nejnižším výsledným „skóre“ (tedy ten, který je nejbližší v nejpřímějším směru) bude zvolen jako nové stanoviště S a jeho souřadnice jsou zaznamenány do GPX souboru.

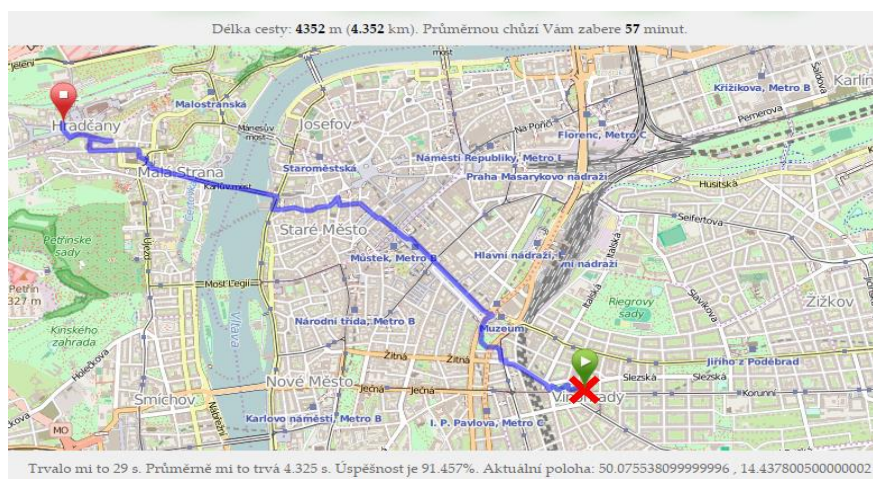


Obrázek 15 - Vizualizace rozhodování algoritmu v případě křižovatky

- iv. Návrat do bezpečí – Může se stát, že algoritmus vstoupí do přímé cesty, která však po průchodu několika hranami slepě končí. Taktéž může nastat případ, že již není možno dále pokračovat z křižovatky žádným směrem (nejčastěji kvůli pravidlům i. a ii.). Jelikož není povolen průchod dvakrát stejným uzlem, algoritmus musí učinit krok zpět. Vráťí na poslední známou křižovatku (prošlé křižovatky jsou zaznamenávány, toto je jediná výjimka, kdy je algoritmu umožněn opakovaný vstup do některého uzlu) a z ní se vydá jiným směrem. Pokud by ani z této „záložní“ křižovatky nemohl pokračovat, jelikož všechny směry již vyzkoušel, vrátí se na další ze seznamu prošlých křižovatek. Takto může algoritmus couvat i přes několik křižovatek, než nalezne možnou volnou cestu dále.

Jelikož algoritmus při couvání zanechával v generovaném GPX souboru zapsané chybné body, vznikala dosti zmatená a nepřehledná síť. Proto je nutné nevyužité body z generovaného souboru odmazávat. Algoritmus tedy poté, co znovu vstoupí např. na křižovatku – uzel 2751 – odmaže všechny body zaznamenané od poslední návštěvy tohoto uzlu 2751. Výsledná trasa je po ukončení výpočtu plynulým výsledkem úspěšných kroků algoritmu.

5. Dosažení cílového bodu podsítě – Po dosažení uzlu, který byl v počátku výpočtu zvolen jako nejbližší cíli, je uživatel přeměřován na stránku s mapou, na níž je vizualizována vypočtená trasa. Pomocí funkcí systému Leaflet, pluginu GPX, je uživateli zobrazena informace o délce trasy a času, potřebném průměrnou chůzí k jejímu uražení. Pro přepočítání délky na čas je vyházeno z předpokladu, že průměrný chodec se pohybuje rychlostí 4,5 km/h, tedy 75 m/min. Doba potřebná u překonání jednoho metru délky tak byla stanovena na 0,8 vteřiny, tj. 0,013 minuty.
6. Pád. Na několika místech této práce se lze setkat s pojmy „pád algoritmus“, „nedokončení výpočtu“ apod. Tento jev je za určitých podmínek vyvoláván záměrně a slouží jako bezpečnostní pojistka. Pokud algoritmus výrazně „bloudí“ v cestní síti, tzn. mnohonásobně v řadě se vrací, či výpočet trvá neúměrně dlouho, je výpočet ukončen chybovou hláškou a do interních záznamů úspěšnosti je zaznamenán pád.



Obrázek 16 - Nalezení nejkratší cesty (Náměstí Míru – Pražský hrad)

4.2.3. Přidání a aktualizace oblastí

- Vstupy: Údaje o oblasti/vstupu zadané/upravené uživatelem.
- Výstupy: Nový/aktualizovaný záznam v databázi objektů/vstupů.

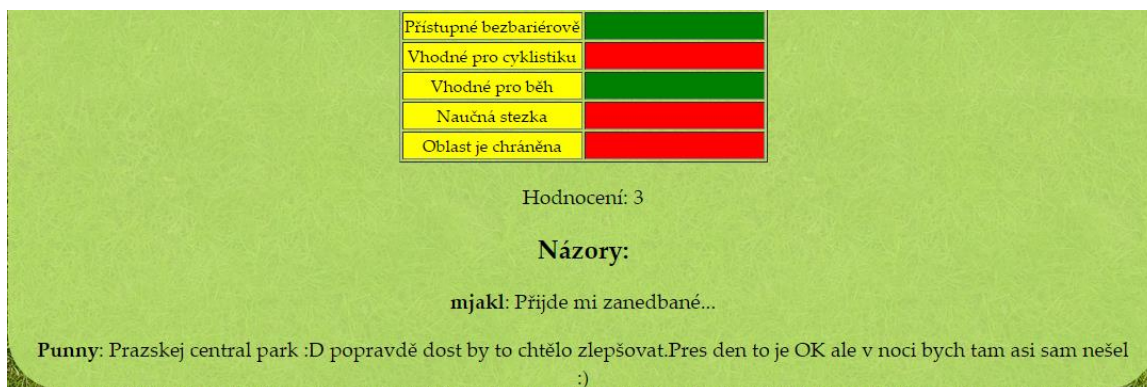
Tento algoritmus je oproti dvěma výše uvedeným výrazně méně komplikovaný. Svým významem však patří k nejpodstatnějším částem celého systému, který pouze díky tomuto algoritmu může neustále růst a zůstat aktuálním.

Přidání oblastí a vstupů provádí registrovaný uživatel přes vstupní stránku, kde zadá všechny potřebné údaje a formulář odešle. Algoritmus následně vyhodnotí, zda uživatel vkládá novou oblast (uživatel vyplnil pole název) a zda již oblast s tímto názvem v dané mapové oblasti v databázi existuje. Pokud zadávaná oblast v databázi dosud není, je do ní algoritmem zapsána. Pokud uživatel vkládá vstup do již existující oblasti (uživatel vyplnil pole ID), je ověřena přesnost určení polohy vstupu (max. 10 metrů), existence dané oblasti a vstup je zapsán do tabulky vstupů. Pokud uživatel omylem vyplní jak název, tak i ID, či pokud nastane jakákoliv jiná komplikace, bude o této chybě informován chybovou hláškou.

Aktualizaci údajů již existujících oblastí provádí stejný algoritmus (hodnota přepínače určená vstupní stránkou určí, že se nejedná o vkládání, ale editaci), pouze vstupní stránka je odlišná. Uživateli s patřičnou úrovní oprávnění se v ní do formuláře načtou hodnoty atributů zvolené oblasti, které je možno libovolně upravovat, doplňovat či aktualizovat.

4.2.4. Modul pro zobrazení podrobností

Podstatným a multifunkčním prvkem systému je modul pro zobrazení podrobností. Jeho hlavní součástí je dynamicky generovaná stránka zobrazující podrobnosti o zvolené přírodní oblasti. Dle ID zvolené oblasti se zde uživateli zobrazí nejen fotografie odpovídající oblasti (je-li uložena na serveru), ale i popis a výpis jednotlivých vlastností oblasti, přeložený pro snazší srozumitelnost z 0/1 uložení v databázi do zeleno-červené kombinace barev (pokud jsou např. v oblasti lavičky, nebude v generované tabulce u položky „lavičky“ uvedeno matoucí číslo 1 – „pouze jedna lavička?“ - ale pole bude zeleně vyplněno). Uživatelé zde taktéž uvidí číselné hodnocení dané oblasti (počítané jako průměr získaných hodnocení) a komentáře ostatních uživatelů systému.



Obrázek 17 – Vybrané podrobnosti zvolené oblasti

V závislosti na přihlášení uživatele a jeho uživatelské úrovni je uživateli zobrazena i možnost oblast hodnotit a později i upravit své již udělené hodnocení a komentář, přidat si oblast mezi oblíbené oblasti a aktualizovat vlastnosti dané oblasti.

4.2.5. Modul pro správu uživatelů

System DoPřírody využívá integrovaného uživatelského systému webu mjakl.cz. Uživatelské údaje jsou uloženy v centrální databázi systému, přičemž hesla nejsou z důvodu bezpečnosti ukládána přímo, ale pomocí otisků (hash metoda sha512 + salt). Při registraci nového uživatele je tak pomocí tohoto algoritmu vytvořen a uložen otisk hesla, který je při následném přihlašování uživatele porovnán s otiskem zadávaného hesla.

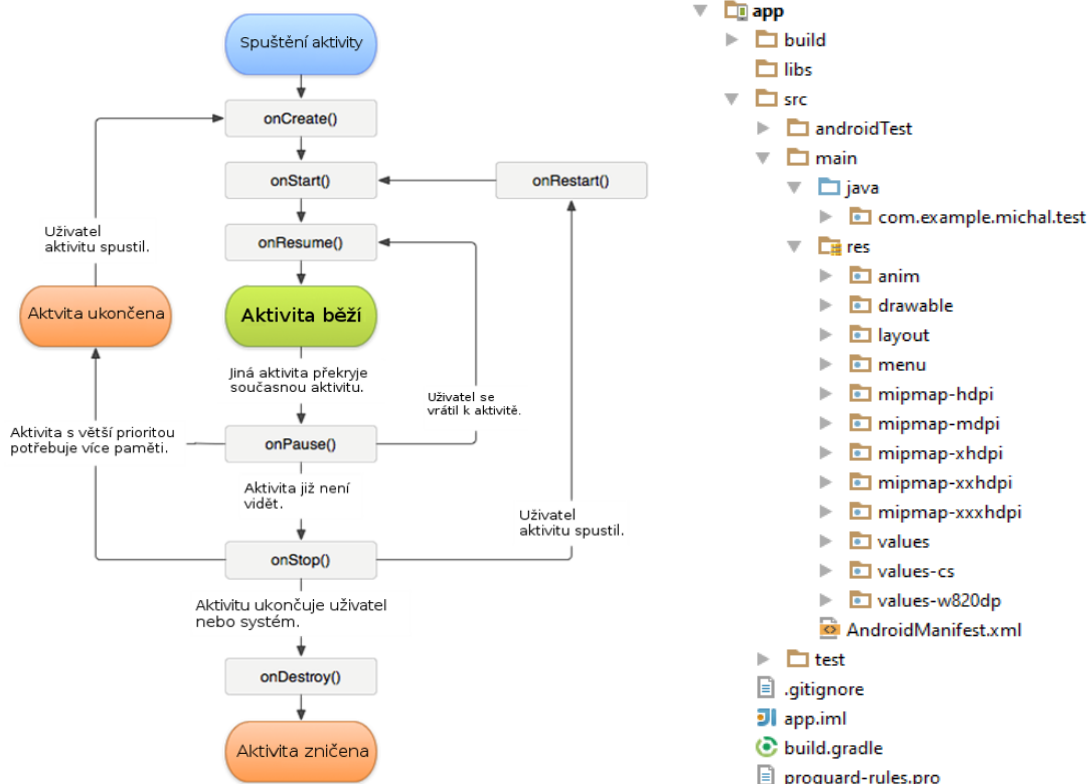
Z důvodů zabezpečení a zajištění kompatibility na všech klientských aplikacích nejsou pro přihlašování uživatelů využívány soubory cookies. Po přihlášení uživatele ve webové klientské aplikaci je informace o úspěšném přihlášení předávána napříč stránkami pomocí prvků POST formulářů. Každá stránka tak dle potřeby kdykoliv může ověřit přihlášení uživatele a dle této skutečnosti filtrovat generovaný obsah a provádět/zamítat příslušné úkony.

Popis předání informace o přihlášení uživatele pomocí aplikace pro platformu Android je popsán v kapitole 4.3.2..

4.3. Tvorba mobilní aplikace

Zcela zásadním prvkem systému DoPřírody! je existence funkční a v terénu snadno použitelné aplikace pro mobilní telefony s operačním systémem Android. Zařízení s tímto operačním systémem v drtivé většině splňují základní hardwarové požadavky a předpoklady pro úspěšné využívání vytvořené aplikace (dotykový display, GPS modul, příjem mobilního internetu), na druhou stranu však kladou specifické nároky na vzhled a návrh aplikace (rozložení ovládacích prvků, náročnost na přenos dat a spotřebu baterie, malé rozměry zobrazovací plochy v porovnání s monitorem stolního počítače apod.). Jak již bylo uvedeno, tvorba mobilní aplikace probíhala v prostředí softwaru Android Studio.

Aplikace pro Android jsou tvořeny jednotlivými aktivitami. Aktivita je základní komponentou, kterou si lze zjednodušeně představit jako stránku obsahující ostatní prvky (tlačítka, textová a formulářová pole atd.). Každá aktivita se může nacházet v několika „životních“ fázích, jak je přehledně popsáno na následujícím schématu. V každé „životní“ fázi lze volat rozličné metody, a jelikož je tvorba aplikace v jazyce Java objektově orientována, může i každý z prvků umístěných v aktivitě spouštět (automaticky či opakovaně) vlastní metody. Aktivitě si mohou předávat hodnoty proměnných pomocí Intentu a tak vzájemně komunikovat. Zásadní metody pro spuštění konkrétní aktivity jsou volány ve fázi onCreate(). Zde si, mimo jiné, aktivita připojuje layout se vzhledem a rozložením prvků.



Obrázek 18 – Životní cyklus aktivity a adresářová struktura aplikace

Projekt aplikace má na první pohled složitou adresářovou strukturu, která je však členěna logicky a velmi usnadňuje a zpřehledňuje proces tvorby aplikace. Základními soubory potřebnými pro chod aplikace jsou XML soubory layoutů (vzhledů) jednotlivých aktivit, samotné skripty jednotlivých aktivit psané v jazyce Java a dále XML layouty menu, string prvků (texty a popisky) a složka Drawable, obsahující grafiku (ikony). Velmi důležitým souborem je AndroidManifest.xml, který obsahuje základní identifikační údaje o aplikaci, veškerá oprávnění (pro tuto aplikaci jsou podstatná oprávnění pro přístup k internetu a službám určení polohy) a nastavení hierarchie aktivit.

4.3.1. Komunikace s GPS

Významným prvkem vytvářené mobilní aplikace a jedním z hlavních důvodů pro její tvorbu je možnost snadné komunikace s interním GPS modulem zařízení. Pomocí prvku LocationListener získává aktivita přístup k polohovým datům a může dynamicky reagovat na jejich změnu pomocí automaticky generovaných procesů. Tyto možnosti jsou využívány hned několika aktivitami, kde jsou níže podrobněji popsány.

4.3.2. Propojení se serverem

Komunikace se serverem se zajišťuje pomocí prvků WebView, které umožňují zobrazovat webové stránky. Pomocí doplnění GET řetězců za url stránek či odesláním dat POST metodou je tak možno vytvářet uživatelem definované dotazy. Prvky WebView jsou využívány v mnoha aktivitách a často jsou natolik integrovány do těla aktivity, že uživatel

nepostřehne, která část je generovanou webovou stránkou a která pevnou součástí těla aplikace.

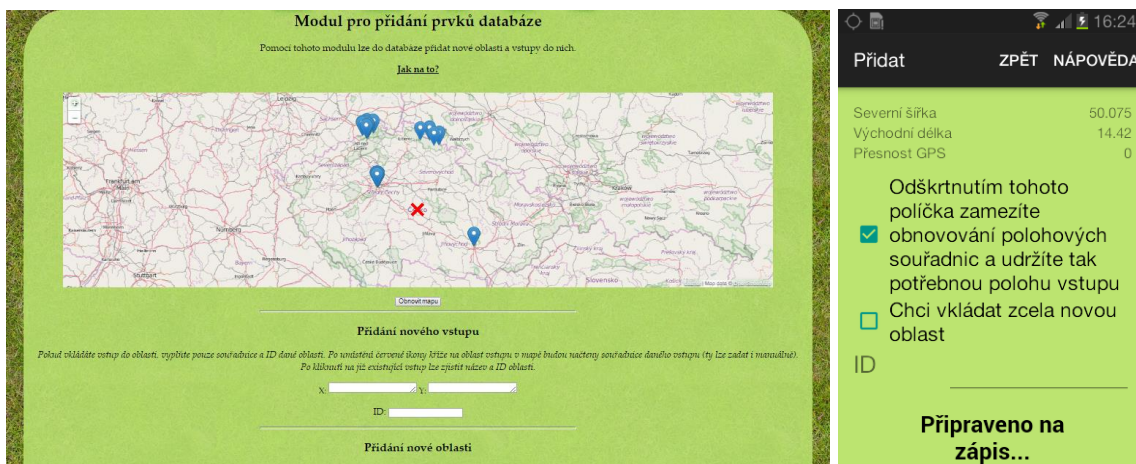
Dalším významnou výhodou mobilní aplikace je usnadnění přihlášení uživatele. Pokud uživatel registrovaný na webu mjakl.cz vyplní v nastavení aplikace své přihlašovací údaje, ty budou uloženy a od této doby zasílány s každým url na server. Uživatel tak bude moci využívat všechny výhody registrovaných členů, aniž by kdy v budoucnosti musel znovu vyplňovat své přihlašovací údaje. Zároveň při případném přihlášení v aplikaci na jiném přístroji získá ihned přístup ke svým datům tak, jak je zvyklý.

4.3.3. Optimalizace webových prvků pro mobilní telefon

Jak bylo zmíněno v předchozích kapitolách, mobilní aplikace využívá shodné webové stránky a skripty jako klientská aplikace pro web na stolních počítačích. Z důvodů diametrálně rozdílných velikostí zobrazovacích ploch (20“ oproti 5“) a rozličných rychlostí datového připojení (často jen několik desítek kb/s při GPRS/EDGE připojení oproti stovkám MB/s) bylo nezbytné zajistit odpovídající přeformátování stránek v případě, že jsou zobrazovány pomocí mobilní aplikace. Systém DoPřírody! proto obsahuje dvojici CSS stylů, z nichž jeden zajišťuje vzhled webové aplikace a druhý mobilního zobrazení webu tak, aby vhodně zapadl do tel jednotlivých aktivit. Mobilní aplikace za každý url dotaz připojuje informaci o tom, že požaduje výsledek optimalizovaný pro mobilní telefon.

Kladem mobilní klientské aplikace pro Android je snadná implementace vícejazyčnosti. Dle jazyku systému Android jsou uživateli zobrazeny veškeré popisky buď v češtině (pro systémově nastavenou češtinu) či angličtině (pro všechny nečeské jazyky). Stejně tak je informace o aktuálně používaném jazyku aplikace odesílána s každou url na server, který dle této informace generuje texty ve shodném jazyce.

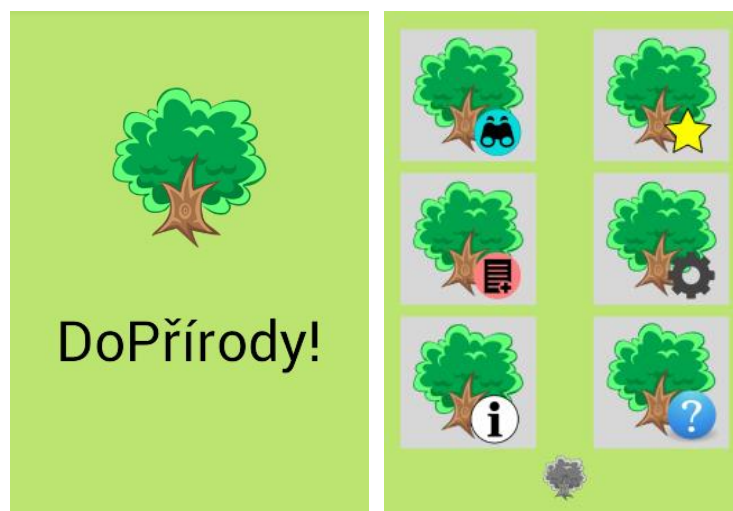
S formou zobrazení velké většiny obsahu pomocí integrovaného webového prohlížeče se objevil zajímavý problém v podobě obtížné využitelnosti tlačítka „zpět“. Například při zobrazení podrobností o některé z oblastí a následném stisknutí tohoto tlačítka je uživatel ve výchozím nastavení vrácen do předchozí aktivity, nikoliv stránky. Z výpisu nalezených oblastí tak není navrácen k tomuto výpisu, avšak na aktivitu pro zadání kritérií hledaných oblastí. Bylo proto nutno zadat aktivitám, na nichž se vyskytuje tento problém, podmínku – pokud může webový prohlížeč jít na přechodí stránku, učiní tak. Pokud nemůže, pak teprve učiní krok zpět na přechodí aktivitu. Objevil se však rázem nový problém při navigaci – při každé změně uživatelovy polohy je vykreslena nová mapa (mapové dlaždice se ukládají do cache (dočasná paměť) aplikace, takže datová zátěž je minimální). Po stisknutí tlačítka „zpět“ tak byl uživatel nucen projít nespočtem stránek se svou předchozí polohou. Proto byla metoda spouštěná při stisknutí tohoto tlačítka obohacena o schopnost kontroly url aktuálně zobrazené stránky. Pokud je v prohlížeči aktuálně zobrazena stránka, v jejímž url se nachází výraz „map“ – tedy jedná se o navigaci – uživatel je vrácen přímo na předchozí aktivitu, nikoliv na předchozí webovou stránku.



Obrázek 19 – Optimalizace pro různé klientské aplikace (modul pro přidání oblastí)

4.3.4. Aktivity aplikace

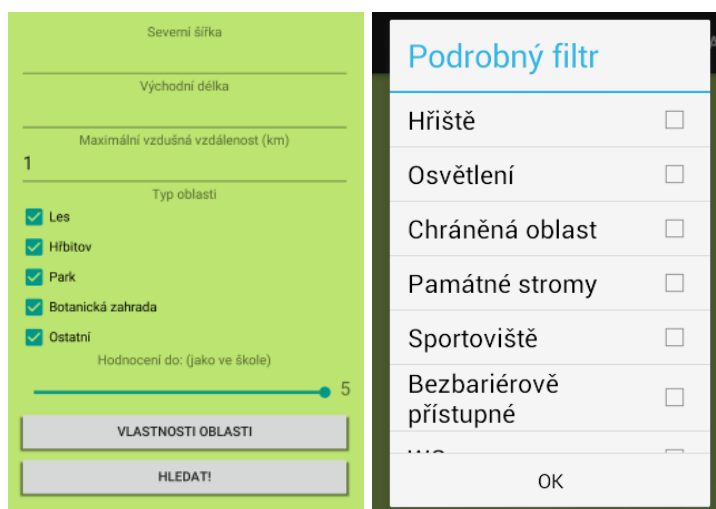
1. Aktivita Welcome – Jedná se o úvodní aktivitu aplikace, která slouží pouze pro zobrazení uvítací animace, po jejímž skončení je spuštěna aktivita Main.
2. Aktivita Main – Aktivita sloužící jako rozcestník. Pomocí tlačítek s ikonami uživatel může přejít ke všem dalším aktivitám. Ikony byly vytvářeny (pomocí programu Inkscape) tak, aby byl zřejmý význam tlačítek a nebylo potřeba umisťovat další popisky. Velikostně byla tlačítka navržena s ohledem na případné malé rozměry displaye. Pod šesticí ikon se nachází nenápadná ikonka stromu, která je propojena s prvkem LocationListener a při úspěšném nalezení GPS pozice signalizuje tuto skutečnost uživateli změnou barvy ze šedé na plnobarevnou.



Obrázek 20 - Aktivity Welcome a Main

3. Aktivita Parky – Tato aktivita slouží k zadání a filtraci vlastností oblasti, kterou si uživatel aplikace přeje vyhledat. Při každé aktualizaci polohových souřadnic prvkem LocationListener jsou přepsány hodnoty prvků TextView (needitovatelné textové pole). Uživatel dále může do prvku EditText (editovatelné textové pole) zadat požadovaný okruh vyhledávání a pomocí CheckBoxů (zaškrťávací pole) zvolit hledané typy oblastí. Pomocí SeekBaru (táhlo) uživatel zvolí nejvyšší povolené hodnocení hledaných oblastí

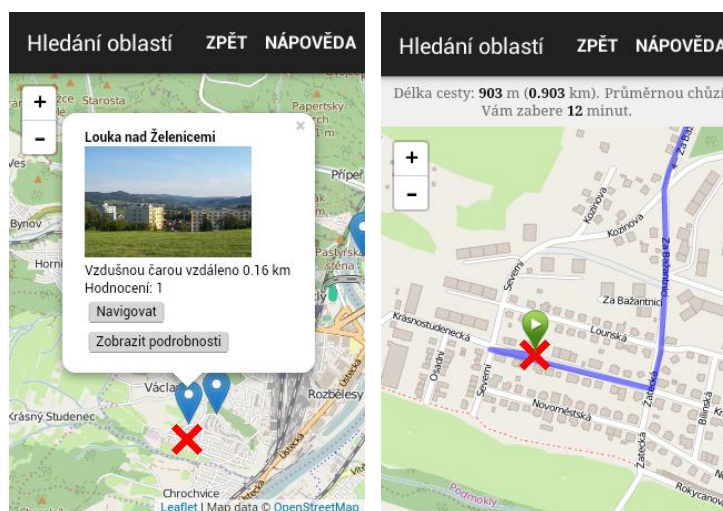
a odfiltruje tak negativně hodnocené oblasti. Po kliknutí na tlačítko „Vlastnosti oblasti“ se uživateli zobrazí Dialogové okno s MultiChoice výběrem, pomocí něhož může zvolit podrobné vlastnosti hledané oblasti. Vybrané vlastnosti jsou po stisknutí tlačítka „Hledat“ pomocí Intentu předány aktivitě Net.



Obrázek 21 - Aktivita Parky – základní filtr a podrobný filtr

4. Aktivita Net – Aktivita obsahující převážně prvek WebView (zobrazení webu), pro nějž sestavuje na základě hodnot předaných Intentem z aktivity Parky načítané url. WebView následně zobrazuje mapu s nalezenými oblastmi a dle volby uživatele i podrobnosti konkrétních oblastí či nalezenou trasu mezi zvoleným cílem. Pokud je zobrazena stránka s vypočtenou trasou, dochází při každé aktualizaci polohových dat k jejímu znovunačtení a uživatel tak může v reálném čase sledovat svůj pohyb na mapě. Taktéž je mu v tomto případě serverem nabízena možnost přepočtu trasy dle aktuální polohy v terénu.

Specifikem této aktivity je využití prvku WakeLock, který zamezuje zhasnutí displeje a umožňuje tak uživateli po potřebně dlouhou dobu sledovat svůj pohyb k vybranému cíli.



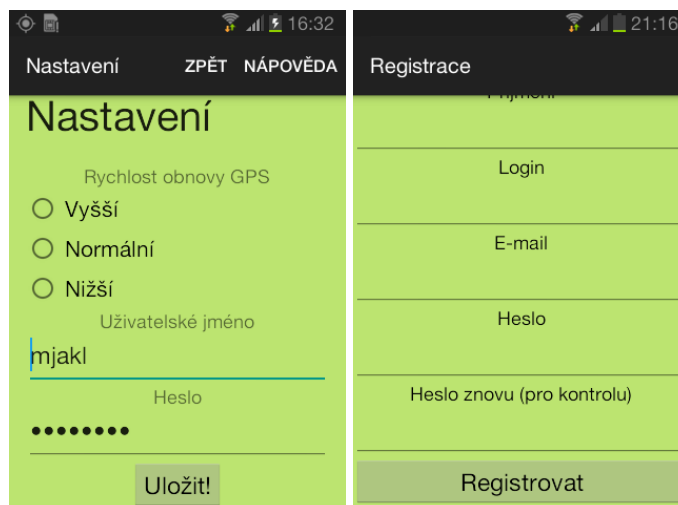
Obrázek 22 - Aktivita Net – výsledky vyhledávání a navigace ke zvolenému cíli

5. Aktivita Pridat – Aktivita obsahující největší množství prvků slouží k rozšiřování databáze o nové oblasti a vstupy přímo z terénu. Pomocí LocationListeneru snímá uživatelovu polohu a jako jediná zaznamenává i přesnost určení této polohy. Uživatel může v případě získání potřebně přesné polohy odškrtnutím CheckBoxu vypnout přepisování souřadnic a zachovat tak tuto polohu pro zápis do databáze. Pomocí dalšího CheckBoxu uživatel rozhoduje o zobrazení prvků potřebných pro přidání oblasti či jen prvků pro vložení nového vstupu. Po zadání všech potřebných údajů a splnění kritéria pro maximální povolenou přesnost určení polohy jsou zadané údaje zapsány do databáze a uživatel je o této skutečnosti informován pomocí plně integrovaného prvku WebView.



Obrázek 23 - Aktivita Pridat – přidání nového vstupu a přidání nové oblasti

6. Aktivita Nastavení – Tato aktivita umožňuje uživateli zapisovat změny do nastavení aplikace. Je tak možné zvýšit či snížit interval rychlosti aktualizace polohových dat z GPS přijímače a ovlivnit tak citlivost a spotřebu baterie i přenášených dat. Velmi důležitým prvkem této aktivity je možnost zadání uživatelských údajů. Uživatel po jejich zadání bude aplikací automaticky přihlašován ve všech případech, kdy to bude server vyžadovat.



Obrázek 24 - Aktivity Nastavení a Register

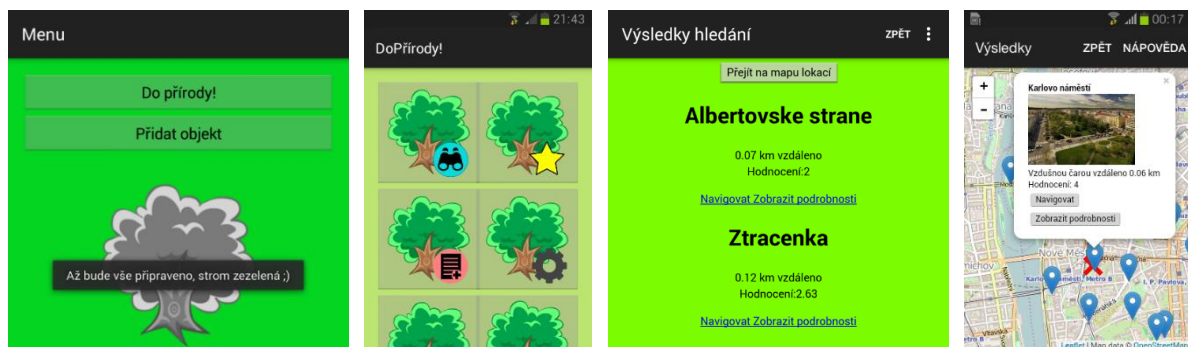
7. Aktivita Register – Pomocí této aktivity je umožněna uživateli přímá registrace na server mjakl.cz pomocí této aplikace. Odpadá tak nutnost vytvářet uživatelský účet přes webové rozhraní
8. Aktivity Oblibene, Help a Info – Tato trojice aktivit si je velice podobná. Obsahují pouze prvek WebView, jemuž po svém vytvoření zadají url směřující na konkrétní stránku a dále již pouze překreslují zobrazované webové stránky dle voleb uživatele.



Obrázek 25 - Aktivity Oblibene, Help a Info

4.4. Testování a publikování aplikací

V celém procesu tvorby obou klientských aplikací i jádra bylo vydáno několik desítek testovacích verzí, na nichž proběhlo nespočet testů.



Obrázek 26 – Příklad výrazných rozdílů mezi prvotními a finálními verzemi aplikace

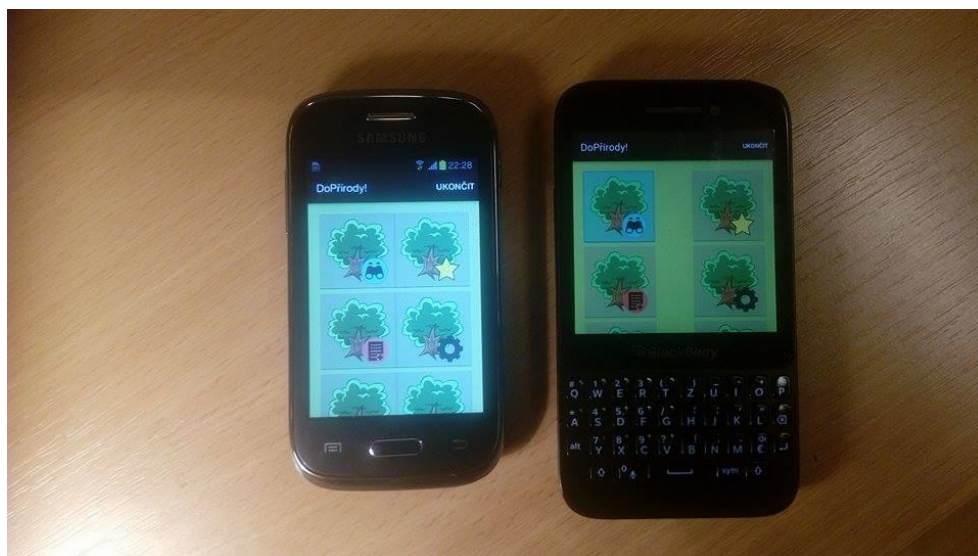
Testy webové aplikace probíhaly na standardně výkonném notebooku Acer Aspire V3-551G, tabletu Acer Iconia W4-821 i stolním počítači značky HP s operačními systémy Windows 10 a Lubuntu. Testovanými prohlížeči byly Google Chrome, Microsoft Edge a Opera v nejnovějších dostupných verzích. Bohužel po zavedení vylepšeného vykreslování mapových výstupů přestaly mapové služby v prohlížeči Microsoft Edge fungovat.

Pro testování aplikace pro platformu Android nebyl využíván emulátor poskytovaný vývojovým prostředím Android Studio, ale pouze reálná zařízení. Bylo tak činěno z důvodu

nutnosti otestovat chování aplikace a přístroje při reálném pohybu v terénu, ať už za účelem zjištění funkčnosti funkcí spojených s GPS, praktičnosti rozložení uživatelských prvků při držení přístroje v ruce, či z důvodu zajištění reálně nízké rychlosti připojení přes mobilní internet. Celý proces se tak stal mírně zdlouhavějším, avšak zvolený způsob testování se ve výsledku ukázal jako nejefektivnější možný.

V beta-fázi vývoje (do 15. 3. 2016) sloužily jako testovací stroje převážně zařízení Samsung Galaxy Young S6310 s Androidem ve verzi 4.1.2 a Blackberry Q5 s operačním systémem Blackberry OS 10.3.2, umožňujícím spouštění aplikací, určených pro platformu Android.

Jako příklad problému, zjištěného testováním (v reálném prostředí, pomocí emulátoru by k jeho objevení patrně nikdy nedošlo), může být uvedena nutnost zavedení podmínky přesnosti určení polohy uživatele při zadávání nových vstupů do oblastí v databázi. Během jednoho z testování v ulicích Prahy byly zadávány vstupy do několika parků. Po následném pokusu o navigaci systém velmi často kolaboval a poskytoval značně zavádějící a již na první pohled ne nejkratší trasy. Po analýze tohoto problému bylo zjištěno, že jej způsobila právě vysoká nepřesnost určení polohy přístroje mezi vysokými domy Vinohradských ulic. Vstupy do oblastí se tak často nacházely o mnoho metrů jinde, občas i v jiné ulici. Po zavedení omezení minimální potřebné přesnosti a vizualizace aktuální přesnosti určení polohy problém úspěšně vymizel.



Obrázek 27 - Testovací zařízení – Samsung Galaxy Young (vlevo) a Blackberry Q5

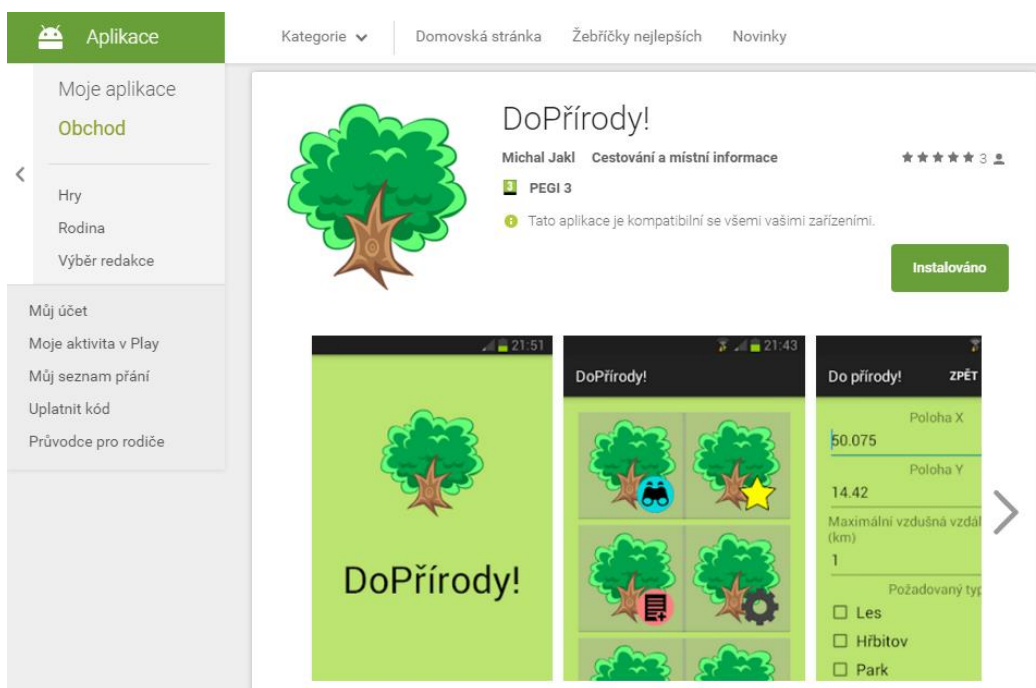
Po ustálení stability celé aplikace a ověření bezproblémové funkčnosti všech požadovaných modulů systému bylo rozhodnuto o vydání první „ostré“ verze aplikace (dne 15. 3. 2016 – viz příloha Versionlog). Byla zajištěna její publikace na portálu Google Play, který slouží jako hlavní repozitář všech aplikací pro platformu Android. Aplikace byla umístěna do kategorie Cestování a místní informace a je tak nyní zdarma veřejně k dispozici pro kteréhokoliv uživatele s verzí OS Android vyšší než 4.0. Výhodou, kterou portál Google Play, resp. vývojářská odnož Google Play Developer Console poskytuje, jsou přehledné statistiky o počtu stažení, aktualizací či odinstalací konkrétní aplikace. Z těchto statistik lze

získat např. i informace o typech zařízení a verzích Android OS, na něž byla aplikace stažena a nainstalována.



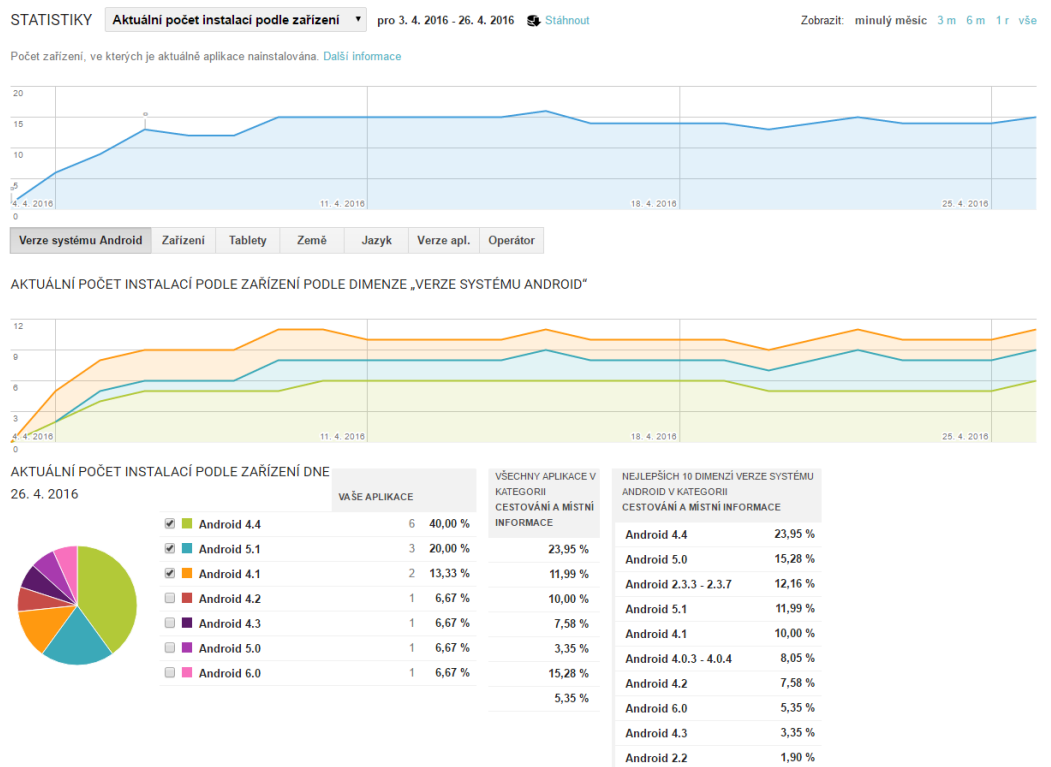
Obrázek 28 – QR kód pro stažení aplikace

Spolu s publikováním první veřejné verze klientské aplikace pro platformu Android byla vytvořena stránka na sociální síti Facebook, která má za cíl sdružovat komunitu uživatelů ochotných podílet se na testování a dalším rozvoji této aplikace. O názorech a postřezích získaných od uživatelů bude podrobněji psáno v následující kapitole.



Obrázek 29 - Publikovaná aplikace na portálu Google Play

- Statistiky
- Akvizice uživatelů
- Hodnocení a recenze
- Selhání a chyby ANR
- Tipy k optimalizaci
- Cloud Test Lab
- Promo akce
- APK
- Záznam v obchodu
- Hodnocení obsahu
- Cena a distribuce
- Produkty v aplikacích
- Služby a rozhraní API



Obrázek 30 – Statistiky získané pomocí Google Play Developer Console

5. Diskuze

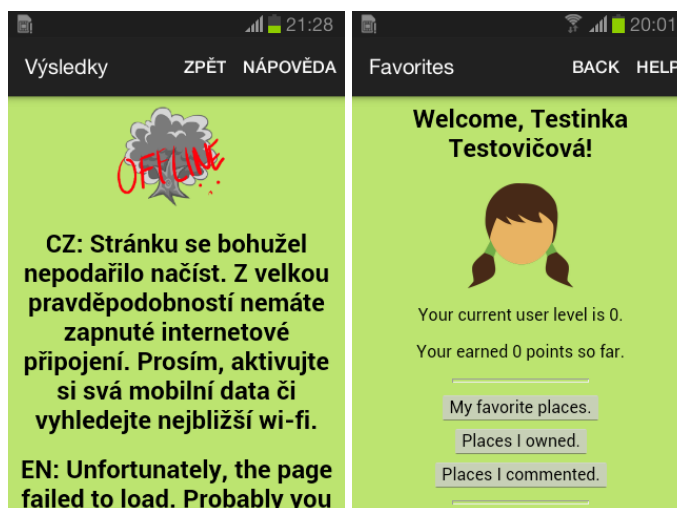
5.1. Názory uživatelů

Za účelem snazší komunikace s komunitou uživatelů byla 1. 4. 2016 na sociální síti Facebook založena skupina DoPřírody, která k 1. 5. 2016 sdružuje přibližně čtyřicítku osob, které se aktivně podílejí na testování a hodnocení aplikace.

Druhým kanálem, jehož cílem je sběr názorů uživatelů, je formulář zpětné vazby, zabudovaný v obou klientských aplikacích. Pomocí tohoto formuláře mohou uživatelé hodnotit aplikaci číselně i slovně.

V předchozí kapitole bylo popsáno publikování aplikace na portálu Google Play. I touto cestou jsou získávány názory uživatelů. Ti mají možnost aplikaci hodnotit a slovně komentovat.

Díky podpoře uživatelské komunity byl systém obohacen o několik užitečných vylepšení a oprav. Jako příklad lze uvést podnět k tvorbě vlastní stránky pro chybu 404 v případě, že dojde k výpadku internetového připojení. Na původní stránce totiž byla vždy zobrazena adresa, kterou se nepodařilo načíst. Ta v případě GET metody předávání dat webu zobrazovala některé citlivé údaje. Nově vytvořená chybová stránka zobrazuje pouze hlášku o výpadku signálu a zároveň nabízí možná řešení problému. Dalšími cennými podněty bylo zpřehlednění několika informačních hlášek, rozložení tlačítek na některých stránkách či uživatelsky přívětivé drobnosti jako například rozlišení uvítání uživatelů dle jejich pohlaví.



Obrázek 31 – Chybová stránka a „dámská“ verze aktivity Oblíbené

5.2. Testovací úlohy v praxi

Pro uživatele ochotné podílet se na testování aplikace bylo připraveno několik jednoduchých úloh, majících za cíl ověřit funkčnost a intuitivnost klíčových prvků klientských aplikací pro platformu Android a webové prohlížeče. Uživatelé měli možnost aktivně vyhledávat a nahlašovat případné chyby či nejasnosti. Níže je uvedeno několik příkladů testovacích úloh:

1. Přidání nové oblasti
 - Zadání úlohy: Pomocí mobilní aplikace vložte z terénu do databáze novou přírodní oblast a k ní minimálně dva vstupy.
2. Vyhledání nejbližší oblasti
 - Zadání úlohy: Pomocí mobilní aplikace nalezněte oblast typu park/zahrada, která je zdarma přístupná, nesmí do ní psi, je vhodná pro běžce a nacházejí s v ní památné stromy. V podrobnostech této oblasti pak vyhledejte její ID a to napište do komentářem k tomuto příspěvku.
3. Hodnocení oblíbeného parku
 - Zadání úlohy: Po vložení libovolné oblasti mezi své oblíbené tuto oblast prostřednictvím mobilní aplikace ohodnoťte a okomentujte.

5.3. Srovnání s konkurencí

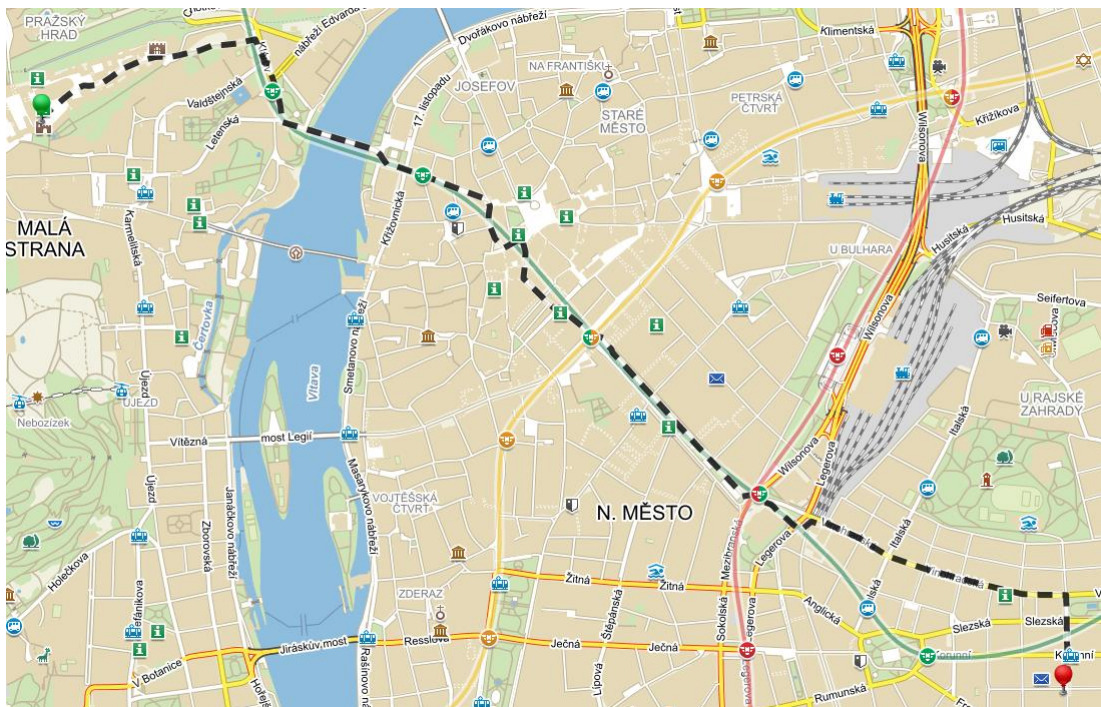
Pokus srovnat systém DoPřírody! s produkty Google maps či Mapy.cz se může na první pohled jevit jako souboj s větrnými mlýny. Jelikož se však jedná o nejbližší konkurenční projekty, bylo rozhodnuto srovnání v první z následujících podkapitol provést. Ve druhé podkapitole bude stručně představena aplikace Pivní deníček, která, ač zaměřením odlišná, má se systémem DoPřírody! mnoho podobných prvků.

5.3.1. Mapy.cz, OSM, Google maps

Zásadní vlastností systému DoPřírody! je schopnost nalézt v cestní síti nejkratší cestu ke zvolenému cíli. Zde se nabízí srovnání schopností výpočetního algoritmu se známými mapovými portály. Jelikož interní údaje o algoritmech a výpočetních procesech služeb jako Mapy.cz či Google maps nejsou volně k dispozici, nebylo možno provést podrobnější porovnání. Bylo proto provedeno pouze porovnání vypočtené trasy mezi několika dvojicemi shodných výchozích a cílových bodů pro každou ze služeb.

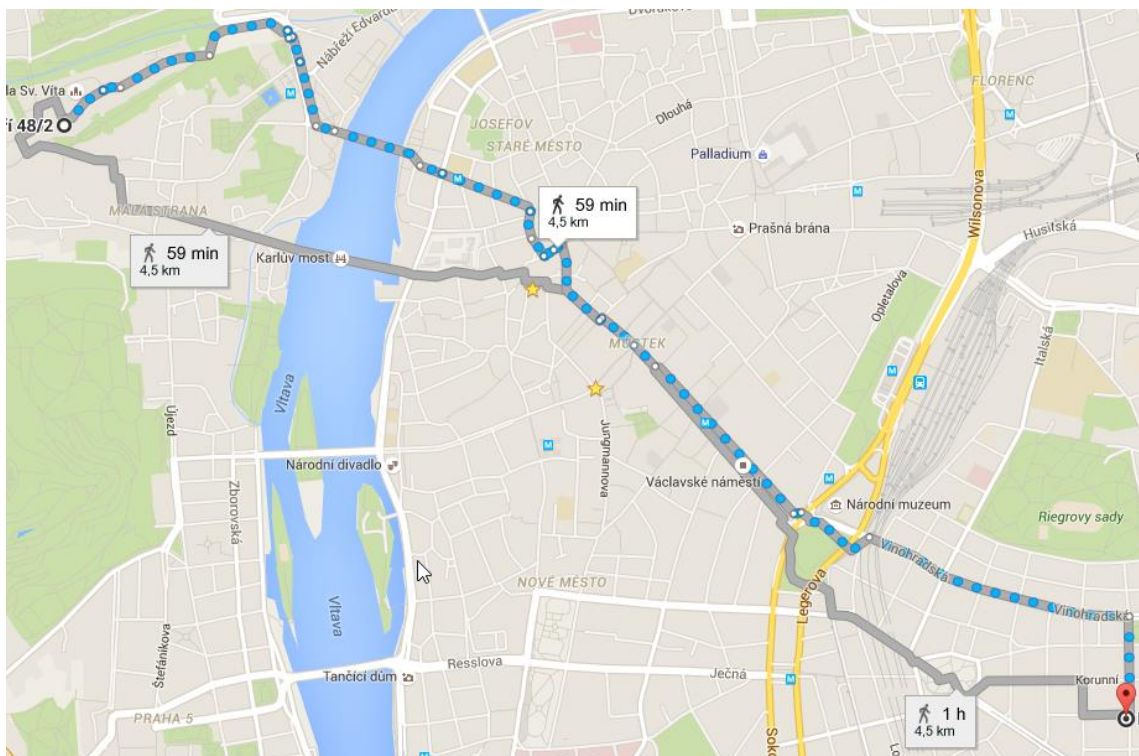
V případě zobrazeném na následujících obrázcích (Test 0) byly startovní (50.09 N, 14.40 E) a cílový (50.074306 N, 14.443784 E) bod zvoleny náhodně tak, aby přibližně odpovídali trase z Pražského hradu na Vinohrady a vzniklá trasa tak procházela přes celé zájmové území Prahy 1 a Prahy 2. Následně byl proveden výpočet trasy všemi čtyřmi porovnávanými službami. Trvání výpočtu bylo ve všech uvedených testech měřeno pomocí stopek a výsledný čas je průměrem ze tří provedených pokusů.

Mapy.cz – délka vypočtené nejkratší trasy 4,4 km, odhadovaná doba pěší chůze 1:15 h, doba trvání výpočtu cca 2 vteřiny.



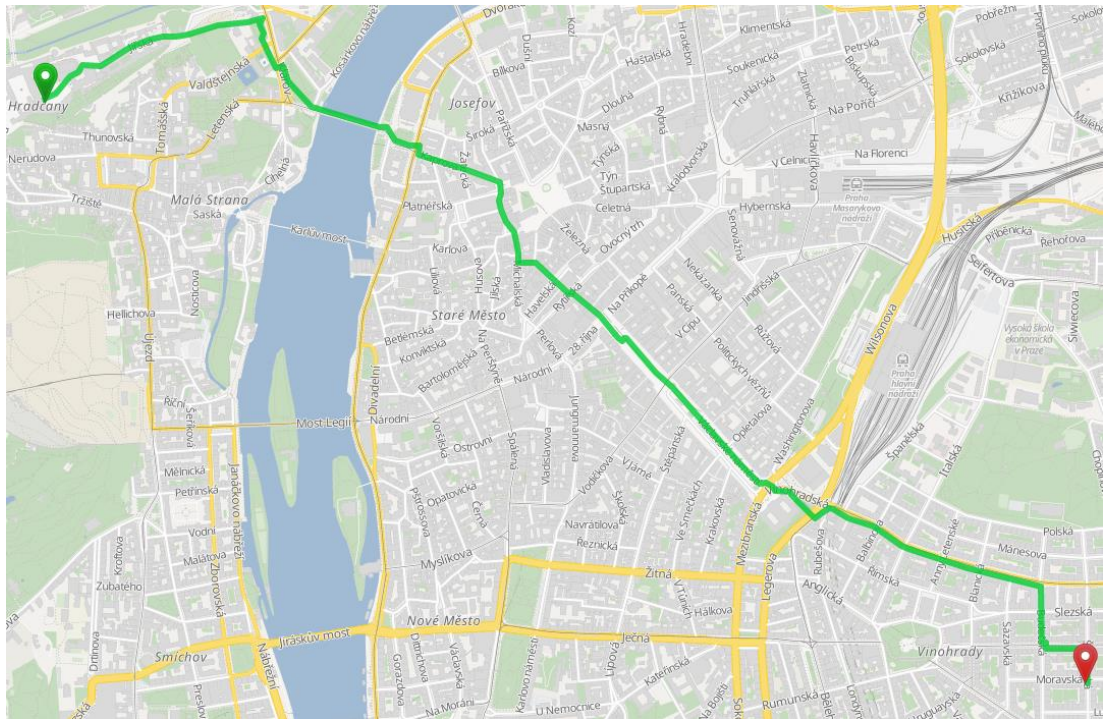
Obrázek 32 – Trasa vypočtená službou Mapy.cz

Google maps - délka vypočtené nejkratší trasy 4,5 km, odhadovaná doba pěší chůze 0:59 h, doba trvání výpočtu cca 3 vteřiny.



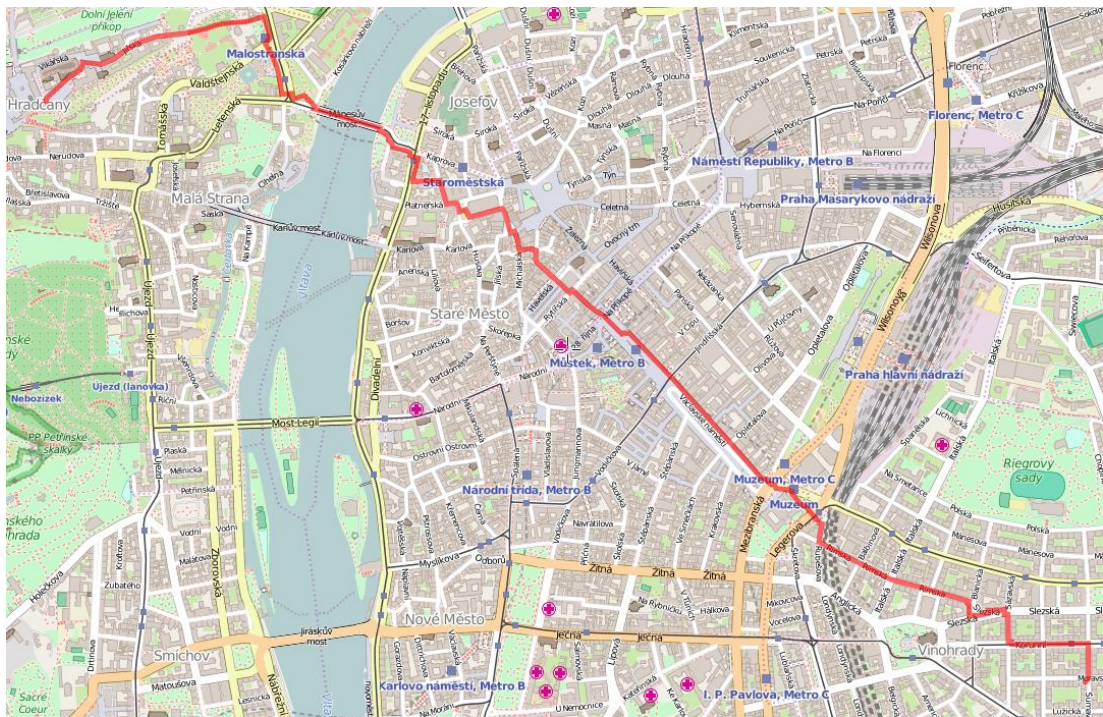
Obrázek 33 - Trasa vypočtená službou Google maps

Graphhopper.com (data OSM) - délka vypočtené nejkratší trasy 4,4 km, odhadovaná doba pěší chůze 0:53 h, doba trvání výpočtu cca 3 vteřiny.



Obrázek 34 – Trasa vypočtená službou Graphhopper.com

DoPřírody! - délka vypočtené nejkratší trasy 4,5 km, odhadovaná doba pěší chůze 0:59 h, doba trvání výpočtu 6,5 vteřin.



Obrázek 35 – Trasa vypočtená systémem DoPřírody!

Tabulka 1 - Start 50.075 N, 14.42 E, cíl 50.08171970 N, 14.42365140 E

Služba	Délka trasy (km)	Čas trasy (h)	Trvání výpočtu (s)
Mapy.cz	0,876	0:13	1
Google maps	0,9	0:11	2
Graphhopper.com	0,895	0:11	1
DoPřírody!	1,063	0:14	2

Tabulka 2 - Start 50.069 N, 14.45 E, cíl 50.07772652 N, 14.43131447 E

Služba	Délka trasy (km)	Čas trasy (h)	Trvání výpočtu (s)
Mapy.cz	1,8	0:34	2
Google maps	1,8	0:25	2
Graphhopper.com	1,86	0:22	1
DoPřírody!	2,102	0:27	3

Tabulka 3 - Start 50.073 N, 14.41 E, cíl 50.077 N, 14.439 E

Služba	Délka trasy (km)	Čas trasy (h)	Trvání výpočtu (s)
Mapy.cz	2,4	0:42	1
Google maps	2,4	0:33	2
Graphhopper.com	2,41	0:29	1
DoPřírody!	2,455	0:32	3

Tabulka 4 - Start 50.07 N, 14.43 E, cíl 50.09 N, 14.41 E

Služba	Délka trasy (km)	Čas trasy (h)	Trvání výpočtu (s)
Mapy.cz	3,1	0:47	2
Google maps	3,1	0:37	2
Graphhopper.com	3,13	0:38	1
DoPřírody!	3,748	0:49	5

Z uvedeného srovnání je patrné, že výpočetní algoritmus Alík, součást systému DoPřírody!, poskytuje výsledky srovnatelné s trojicí velkých komerčních projektů. Jelikož se však striktně řídí snahou geograficky se s každým krokem výpočtu co nejvíce přiblížit cíli, v síti ulic v některých případech „nachodí“ o několik desítek metrů více.

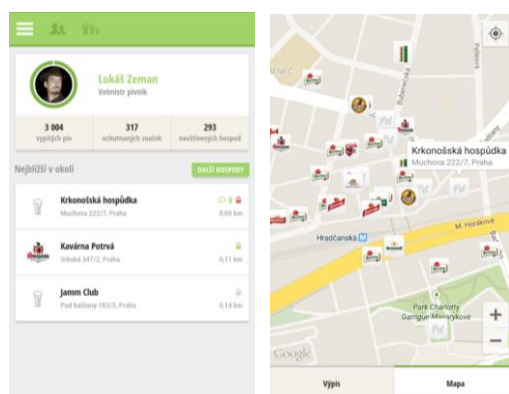
Oproti velkým projektům s nesrovnatelnými personálními, finančními i hardwarovými možnostmi algoritmus Alík zaostává především v rychlosti výpočtu. Tu je však v budoucnu možné zvýšit několika plánovanými úpravami, jak je uvedeno v kapitole 6.2.. Systém DoPřírody! dosud nemůže zaručit 100% úspěšnost dokončení výpočtu trasy, avšak po posledních aktualizacích jsou pády již velmi vzácným jevem (úspěšnost v posledních dnech psaní této práce dosahovala 92 %).

Při analýze pádů výpočetního algoritmu či při nalezení výrazně delší trasy bylo téměř vždy zjištěno, že jsou tyto nedostatky zaviněny cestní sítí. Její nekompletnost způsobuje drtivou většinu neúspěšných výpočtů. Možnostmi napravení tohoto nedostatku se zabývá kapitola 6.2. této práce. Lze však konstatovat, že za ideálních podmínek je algoritmus Alík schopen dosáhnout přesnosti velkých projektů.

5.3.2. Pivní deníček

Mobilní aplikace vyvíjená Lukášem Zemanem si klade za cíl sdružovat milovníky dobrého piva, kteří rádi objevují nové podniky a nebojí se okusit netradiční pivní značky. Ač je tematické zaměření obou aplikací diametrálně odlišné a technologie použité k jejich tvorbě se taktéž liší, lze mezi Pivním deníčkem a systémem DoPřírody! nalézt několik významných podobností – obě aplikace kladou důraz na komunitní růst a umožňují uživatelům přidávat nové oblasti, stávající editovat, komentovat a hodnotit. Dále jsou tvořeny podobným systémem, sestávajícím z databázového úložiště, serverové aplikační části a klientských aplikací pro webové prohlížeče a mobilní telefony s platformou Android. V terénu, stačí v případě obou aplikací zapnout GPS, zadat požadavky na hledaný podnik/oblast a během několika okamžiků vidíte na mapě nejvhodnější místa v okolí. Pokud však momentálně nedisponujete internetovým připojením, je, podobně jako aplikace DoPřírody!, aplikace Pivní deníček téměř nevyužitelná.

Oproti systému DoPřírody postrádá Pivní deníček možnost navigace ke zvolenému cíli a pro mapové výstupy využívá služeb Google maps for Android developers.



Obrázek 36 – Aplikace Pivní deníček

6. Závěr

Na počátku této práce bylo vytyčeno několik cílů, z nichž hlavním bylo vytvoření komplexního klient-server systému sestávajícího z databáze přírodních oblastí, aplikačního serverového zázemí a klientské aplikace pro mobilní platformu Android. Dále bylo požadováno umožnění komunitního růstu celého systému. V první části této kapitoly je představeno splnění těchto cílů, v druhé části jsou nastíněny některé přetrvávající nedostatky a podněty k dalšímu rozvoji.

6.1. Zhodnocení splnění cílů

1. Vytvoření databáze přírodních oblastí a aplikační serverové části systému, schopného interagovat s uživatelem a zpracovávat jeho požadavky.

- Tento hlavní cíl se podařilo splnit. Vytvořená databáze obsahuje několik desítek přírodních oblastí se stovkami vstupů, dělených dle několika základních kategorií a dále filtrovatelných podle mnoha kritérií. Nej hustější pokrytí je pro zájmovou oblast Prahy 1 a 2, avšak úspěšně se daří pokrytí rozšiřovat i pro zbytek republiky.

S pomocí jazyků PHP a Javascript byla zajištěna funkčnost všech modulů aplikační serverové části systému. Ta dokáže dle požadavků uživatelů komunikovat s databází a pomocí několika klíčových algoritmů nejen najít vhodné oblasti, ale také provést navigaci nejkratší cestou v rámci cestní sítě uložené v databázi.

Rychlost výpočtu nejkratší cesty se pohybuje kolem 4 vteřin a oproti prvotním fázím vývoje systému tak došlo k téměř dvojnásobnému zrychlení tohoto procesu. Úspěšnost dokončení tohoto výpočtu se z počátečních 40% vyšplhala přes průměrných 78% až nad 90% v posledním měsíci tvorby systému.

2. Vytvoření klientských aplikací pro webový prohlížeč a mobilní platformu Android OS.

- Webová aplikace plně využívá možností poskytovaných vysokorychlostním internetovým připojením a velikostí zobrazovací plochy současných monitorů. Lze spustit v nejrozšířenějších webových prohlížečích bez ohledu na operační systém.

Klientská aplikace pro mobilní platformu Android poskytuje uživateli pohodlný přístup ke všem modulům systému ve formátu uzpůsobeném pomalejšímu internetovému připojení a drobné zobrazovací ploše displaye mobilního telefonu. Naplno využívá možnosti komunikovat s interním GPS modulem přístroje a v reálném čase tak reagovat na změnu polohy uživatele.

Od původního záměru ponechat pouze aplikaci pro platformu Android a webovou aplikaci oficiálně nedistribuovat bylo upuštěno. Ukázalo se totiž, že ač obě klientské aplikace umožňují takřka identické funkce, nepřekrývají se svým využitím, ba právě naopak – vhodně se doplňují. Webová klientská aplikace umožňuje pohodlné prohledávání objektů databáze spolu se zobrazením

podrobností o těchto objektech. Taktéž se ukazuje pohodlnějším prostředkem k rozšiřování databáze o nové oblasti a vstupy. V terénu je však jednoznačně vhodnějším pomocníkem aplikace pro platformu Android, která taktéž podporuje vícejazyčnost a usnadňuje přihlašování uživatele.

3. Umožnění komunitního růstu celého systému.

- Pomocí úspěšného zprovoznění modulů pro přidávání oblastí a vstupů a správy uživatelů byl umožněn volný růst celého systému. Registrovaní uživatelé tak mohou jednotlivé přírodní oblasti hodnotit, komentovat a aktualizovat informace u nich uvedené. Taktéž je umožněno přidávat nové oblasti a vstupy ať už z pohodlí domova přes webovou aplikaci, či přímo z terénu pomocí klientské aplikace pro mobilní telefony.

Na počátku tvorby existovalo mnoho otazníků a nejasných bodů, které však s postupem prací mizely. Čím více toho již bylo vytvořeno, tím snazší a zábavnější se další práce stávala, jelikož od určité fáze se stal systém pomocníkem ve své další tvorbě. Zdánlivě zbytečné „kroky stranou“ v průběhu celé tvorby se často zúročily v podobě snadného dodávání nových modulů a správy a údržby již hotové části systému.

Tvorba celého systému mi výměnou za stovky hodin práce dala neocenitelné zkušenosti s prací s databázemi a programováním pro web a platformu Android. Dle ohlasů uživatelů má celý systém potenciál pro další rozvoj, v němž budu velmi rád pokračovat.

6.2. Problémy a podněty k dalšímu zlepšení a rozvoji

- Přecházení přes ulici – Nevýhodou použité sítě pěších cest se ukázala skutečnost, která zpočátku tvorby byla považována za výhodu. Jedná se o vedení sítě po chodnících na obou stranách ulic. Pro reálnou navigaci je to podstatný a vhodný prvek (např. středem pražské magistrály uživatel jistě nechce jít), který však navigaci komplikuje neschopností trasovacího algoritmu Alík přecházet klidné a úzké ulice i na místech, kde v síti není uložen přechod. Možnými řešeními je doplnit síť ulic o propojky na místech, kde lze bezpečně přecházet, či „naučit“ výpočetní algoritmus zhodnotit a případně využít možnost překročení ulice mimo síť.
- Zrychlení výpočtu dělením cestní sítě po pravidelných čtvercích – V případě rozdělení cestní sítě na pravidelné čtverce, obsahující jen několik stovek hran a uzlů by bylo možné výrazně urychlit dobu potřebnou k výpočtu nejkratší trasy. Zároveň by bylo možno dle souřadnic rychleji a efektivněji „přichytit“ výchozí a cílový bod k síti.
- Stažení dat oblastí offline – Pakliže by aplikace umožňovala uložení databáze přírodních oblastí do paměti mobilního zařízení, bylo by možno zobrazovat informace o těchto oblastech i bez připojení k internetu.

7. Seznam použité literatury a datových zdrojů

7.1. Tištěné zdroje

- RAPANT, P (2002): Úvod do geografických informačních systémů. VŠB-TU, Ostrava, 112s. Dostupné online z <http://gis.vsb.cz/dokumenty/ugis>
- KOLÁŘ, J. (1998): Geografické informační systémy 10. Vydavatelství ČVUT, Praha, 161 s.
- HLINĚNÝ, P.(2008): Teorie Grafů (FI: MA010).
Dostupné online z <http://www.fi.muni.cz/~hlineny/Vyuka/GT/Grafy-text07.pdf>
- PONDĚLÍČEK, M. (2010): Zeleň v urbánním prostoru jako indikátor kvality života města, 14 s.
- FRIEBELOVÁ, J. (2011): Síťová analýza, České Budějovice, 17 s. Dostupné online z http://www2.ef.jcu.cz/~jfrieb/rmp/data/teorie_oa/SITOVA%20ANALYZA.pdf
- KREJČÍ, P. (2015): Vývoj aplikace pro OS Android, bakalářská práce, VŠE Praha
- ŠARATA, J. (2015): Pokročilé prostorové vyhledávání v mobilních GIS aplikacích, diplomová práce, UPOL Olomouc
- KALČÍK, V. (2013): Implementace GIS nástroje pro mobilní počítačová zařízení, diplomová práce, VUT Brno
- GRANT, A. (2013): Android 4: průvodce programováním mobilních aplikací. Přeložil Jakub Mužík. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-2513-782-6

7.2. Elektronické zdroje

- JANOVSKEÝ, D.: Jak psát web, o tvorbě internetových stránek [online]. Dostupné z: <http://www.jakpsatweb.cz>
- ANDROID DEVELOPER [online]. Dostupné z: <http://developer.android.com/tools/studio/index.html>
- KONEČNÝ, M.: Vyvíjíme pro Android [online]. Dostupné z: https://www.zdrojak.cz/clanky/vyvijime-pro-android-zaciname/?utm_source=top&utm_campaign=category
- PALLA, D.: Pallasoftware – návody a videa [online]. Dostupné z: <http://www.pallasoftware.cz/>
- ZAJÍC, P.: MySQL [online]. Dostupné z: <http://www.linuxsoft.cz/mysql/>
- PHPMYADMIN TEAM [online]. Dostupné z: <http://www.phpmyadmin.net/>

- KOČÍ, P. a kolektiv: Nejzelenější česká města při pohledu z vesmíru [online]. Dostupné z: http://www.rozhlas.cz/zpravy/data/_zprava/nejzelenejsi-ceska-mesta-pri-pohledu-z-vesmiru-karlovy-vary-praha-ostrava--1469125
- ALCOCK, I., WHITE Mathew P. a kolektiv: Longitudinal Effects on Mental Health of Moving to Greener and Less Green Urban Areas, Environmental Science & Technology 2014 48 (2), 1247-1255, DOI: 10.1021/es403688w [online]. Dostupné z: <http://pubs.acs.org/doi/ipdf/10.1021/es403688w>

7.3. Datové zdroje

- <http://zelenamapa.cz/> - data o jednotlivých oblastech zeleně
- <http://www.prahazelena.cz/seznam.html> - data o jednotlivých oblastech zeleně
- <http://www.geoportalpraha.cz/> - síť pěších cest a databáze oblastí zeleně, hluková mapa Praha
- <http://www.osm.org> – cestní síť
- <http://www.prazska-hriste.cz/> - data o jednotlivých oblastech zeleně

Obsah CD

Na přiloženém CD lze nalézt kompletní zdrojové kódy celého systému DoPřírody! v následující adresářové struktuře:

- /APP – Zdrojový kód aplikace pro mobilní platformu Android. Nejvhodnějším způsobem je import tohoto projektu do prostředí Android Studio, které je stažitelné na <http://developer.android.com/sdk/index.html>.
- /DATABASE – V této složce se nacházejí tabulky databáze vyexportované do formátu XLS (jednotlivé tabulky reprezentují listy tohoto souboru). Z bezpečnostních důvodů a z důvodu ochrany osobních údajů není zahrnuta tabulka „uzivatele“.
- /SERVER – Tato složka obsahuje veškeré soubory potřebné pro chod aplikačního serveru a webového klienta aplikace. Naleznete zde tedy mj. veškeré algoritmy popisované v této práci a Javascript soubory pro zobrazení mapových výstupů.
- /TEXT – Tato složka obsahuje text této bakalářské práce ve formátu PDF.

Versionlog systému

- o Verze aplikace 1.0.4 (28. 4. 2016)
 - Možnost registrace nového uživatele přímo prostřednictvím mobilní aplikace.
- o Verze jádra 27 (26. 4. 2016)
 - Dokončení překladu do angličtiny (pouze při zobrazení přes mobilní aplikaci).
 - Možnost nahrání vlastní fotografie při vkládání nové oblasti (pouze přes webovou aplikaci).
 - Drobná vylepšení stability a rychlosti.
- o Verze aplikace 1.0.3 (6. 4. 2016)
 - Opravy chybějících překladů do angličtiny.
 - Vylepšení modulu správy uživatelského účtu a oblíbených oblastí.
 - Nová stránka chyby 404.
- o Verze jádra 26 (1. 4. 2016)
 - Kompletní předělání indexu webové aplikace systému.
 - Spuštění veřejné propagace projektu na Facebooku.
 - Otevírání výsledků navigace a podrobností o oblastech v novém okně z důvodu nutnosti opětovného odesílání formuláře při stisknutí Zpět.

- Přepnutí na navigaci vzdušnou čarou v případě, že start i cíl se nacházejí příliš daleko od sítí uložených v databázi.
 - Průběžné promazávání vygenerovaných GPX souborů.
- o Verze aplikace 1.0.2 (31. 3. 2016)
 - Kompletní přepracování metody překladu a zahájení podpory anglické verze.
 - Zvýšení uživatelské přívětivosti a přehlednosti modulů pro vyhledání a přidávání oblastí.
 - Rozšíření uživatelského modulu (dříve pouze oblíbené oblasti). Nyní je možno zobrazit nejen oblíbené oblasti, ale i oblasti Vámi spravované a vámi komentované. Taktéž je umožněno změnit své uživatelské údaje.
 - Oprava chybného kódování při vkládání nové oblasti.
 - Oprava tlačítka zpět v některých modulech.
 - o Verze aplikace 1.0.1. (24. 3. 2016)
 - Přepracování modulu pro přidávání oblastí a vstupů a jeho aktualizace dle nových požadavků databáze.
 - Pročištění kódu a snad již poslední oprava tlačítka zpět u některých aktivit.
 - Příprava na anglickou jazykovou mutaci - spuštění zkušebního překladu několika modulů.
 - o Verze jádra 25 (23. 3. 2016)
 - Spuštěna možnost přepočtu trasy dle aktuální polohy při navigaci v klientské aplikaci pro Android.
 - Oprava chybného ukládání vypočtených tras.
 - Změna záznamu hodnocení oblastí a umožnění editace již zadaného hodnocení.
 - Drobné změny v Alíkovi, mající za efekt lepší vykreslování nalezené trasy a mírné zrychlení výpočtu.
 - Zvýšení zabezpečení webu pomocí POST metody předávání dat mezi stránkami.
 - o Verze aplikace 1.0 (15. 3. 2016)
 - První ostrá verze klientské aplikace pro zařízení s Android OS.
 - Zásadní opravy vedoucí k výraznému zvýšení stability aplikace.
 - Možnost ukončení aplikace (pomocí tlačítka v menu) :-)
 - Zobrazení přesnosti určení polohy při přidávání oblastí do databáze.
 - Drobné kosmetické úpravy a pročištění vzhledu i zdrojového kódu aplikace.
 - o Verze jádra 24 (13. 3. 2016)
 - Výrazné pročištění modulu pro vyhledávání oblastí. Ten nyní pracuje rychleji a vykresluje nalezené oblasti pouze v plně interaktivní mapě, nikoliv v tabulce, jak tomu bylo doposud.
 - Verze aplikace beta 20 (12. 3. 2016)
 - Druhá oprava funkce tlačítka zpět.

- Zjednodušení a zpřehlednění modulu pro vyhledání oblastí (podrobný filtr).
- o Verze aplikace beta 19 (3. 3. 2016)
 - Oprava funkce tlačítka zpět.
 - Drobné opravy nestability aplikace.
 - Možnost filtrovat vyhledávání dle kritéria ochrany oblastí.
 - Doplněn modul pro přidávání oblastí - přidán typ 'ostatní' a vlastnost 'ochrana přírody'.
 - Rozšíření hlavního menu aplikace o možnosti nápovědy a informací o aplikaci. Oprava ikony pro přidání oblastí do databáze.
 - Možnost odstraňovat oblasti z oblíbených.
 - Oprava chybného zobrazení názvu aplikace na zařízeních Android.
- o Verze jádra 23 (2. 3. 2016)
 - Několik drobných vylepšení a úprav modulu pro zobrazování podrobností o oblastech a hodnocení těchto oblastí uživateli. Za podnětné připomínky děkují uživateli Punny.
 - Spuštění modulu pro editaci údajů u jednotlivých oblastí. Tento je prozatím dostupný pouze uživatelům s úrovní vyšší než 5.
 - Podstatná usnadnění a vylepšení administrační části webu (například záznam provedených aktivit)
- o Verze jádra 22 (20. 2. 2016)
 - Zásadní vylepšení a zkrácení doby výpočtu trasy pomocí rozdělení sítě na mnoho podsítí, které jsou využívány pouze v případě potřeby.
 - Alík se naučil mnohem lépe couvat a zlepšil tak úspěšnost nalezení trasy.
 - Přidána možnost filtrovat oblasti dle kritéria ochrany přírody.
 - Oprava a doplnění popisků a nápovědy jednotlivých částí a modulů.
 - Změna grafiky úvodní strany webového rozhraní aplikace.
- o Verze jádra 21 (17. 2. 2016)
 - Výrazné vylepšení webové verze modulu pro přidání oblastí a vstupů.
 - Rozšíření databáze oblastí přírody pro oblast Prahy 1.
 - Drobná, avšak podstatná vylepšení Alíka.
- o Verze jádra 20 (9. 2. 2016)
 - Vylepšení a drobné odlehčení Alíka a úprava hlášek modulu pro vyhledávání oblastí.
 - Spuštěna navigace nejen pro Prahu, ale i pro Děčín. Síť však zatím slouží pouze pro testovací účely a je značně děravá.
- o Verze jádra 19 (6. 2. 2016)
 - Možnost přidávat oblasti mezi oblíbené (pro přihlášené uživatele).
 - Zobrazení obrázků ve výsledcích vyhledávání ve verzi pro web.
 - Zobrazení všech existujících vstupů do oblastí v databázi při výpisu celé databáze.

- o Verze aplikace beta 18 (6. 2. 2016)
 - Oprava filtrace hřbitovů a botanických zahrad.
 - Výrazné zlepšení nápovědy a informačních hlášek.
- o Verze aplikace beta 17 (5. 2. 2016)
 - Nové grafické menu.
 - Sladění barevného schématu aplikace se schématem webu.
 - Podpora uživatelských účtů (přihlášení v nastavení aplikace).
 - Rozšířené možnosti filtrování výběru oblastí a vkládání oblastí.
 - Podpora "oblíbených oblastí".
- o Verze jádra 18 (5. 2. 2016)
 - Automatické přesměrování pro vzdálenost větší než 1 km od sítě.
 - Externě volaný výpočetní algoritmus (Alík).
 - Spuštění urychlovacího modulu pro případ, že se start i cíl nacházejí ve stejné podsíti. V těchto případech dosaženo až 4x rychlejšího výpočtu.
 - Úprava modulu pro přidávání oblastí a vstupů tak, aby podporoval nově zavedené možnosti filtrování.
 - Podpora nápovědy a zpětné vazby.