

UNIVERZITA PARDUBICE

Fakulta elektrotechniky a informatiky

Návrh a realizace mobilní aplikace využívající  
geolokaci ve Windows Phone

Bc. Josef Bína

Diplomová práce  
2015

Univerzita Pardubice  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Akademický rok: 2014/2015

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Josef Bína**  
Osobní číslo: **I12526**  
Studijní program: **N2646 Informační technologie**  
Studijní obor: **Informační technologie**  
Název tématu: **Návrh a realizace mobilní aplikace využívající geolokaci ve Windows Phone**  
Zadávající katedra: **Katedra softwarových technologií**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem diplomové práce bude v teoretické části popsat možnosti geolokace v mobilních aplikacích a analyzovat jejich využitelnost v mobilních aplikacích, včetně (reverzního) geocodingu. Součástí práce bude i přehled lokačních, bezdrátových a identifikačních technologií využitelných pro lokaci, jejich výhody, nevýhody a parametry. Druhým cílem v praktické části diplomové práce bude navrhnout a realizovat nativní aplikaci pro mobilní OS Windows Phone, využívající několika různých metod geolokace a pro ni adekvátní mapové podklady (Google Maps, Open Street Maps, apod.), volitelně s možností rozšířené reality.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**BUHALIS, Dimitrios. eTourism: information technology for strategic tourism management. London: Pearson (Financial Times/Prentice Hall), 2003. ISBN 0582357403.**

**HOLDENER, Anthony. HTML5 Geolocation. O'Reilly Media, 2011. ISBN 978-1-449-30472-0.**

**LANDY, Nick. Developing Windows Phone apps with maps and location services [online]. 2014. Dostupné z: <http://www.slideshare.net/ActiveNick/developing-windows-phone-apps-with-maps-and-location-services>**

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Jiří Kysela**

Katedra informačních technologií

Datum zadání diplomové práce:

**31. října 2014**

Termín odevzdání diplomové práce:

**15. května 2015**



prof. Ing. Simeon Karamazov, Dr.  
děkan



L.S.



prof. Ing. Antonín Kavička, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 15. listopadu 2014

## **Prohlášení autora**

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

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

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne

Bc. Josef Bína

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat panu Ing. Jiřímu Kyselovi za jeho odborné vedení, rady, připomínky a čas věnovaný této diplomové práci.

Dále bych rád poděkoval své nejbližší rodině za důležitou podporu v průběhu celého mého studia.

## **Anotace**

Diplomová práce popisuje možnosti využití geolokace v mobilních zařízeních a technologie, které lze pro geolokaci použít. Úkolem praktické části bylo navrhnout a realizovat nativní mobilní aplikaci pro Windows Phone, která bude využívat několik, v práci popsaných, způsobů geolokace.

## **Klíčová slova**

geolokace, Windows Phone, GPS, rozšířená realita, ZOO Praha, mobilní zařízení, QR, NFC

## **Title**

Design and implementation of mobile application using geolocation in Windows Phone

## **Annotation**

The thesis describes the possibilities of geolocation in mobile devices and technologies that can be used for geolocation. The task of the practical part was to design and implement a native mobile application for Windows Phone, which will use some geolocation methods, described in the thesis.

## **Keywords**

geolocation, Windows Phone, GPS, augmented reality, Prague ZOO, mobile device, QR, NFC

## Obsah

<b>Seznam zkratk</b> .....	<b>10</b>
<b>Seznam obrázků</b> .....	<b>11</b>
<b>Úvod</b> .....	<b>12</b>
<b>1 Možnosti využití geolokace</b> .....	<b>13</b>
1.1 Navigace .....	13
1.1.1 Geocoding.....	13
1.2 Sociální služby - sociální sítě .....	13
1.2.1 Foursquare .....	14
1.2.2 Facebook.....	14
1.2.3 Google+ .....	14
1.3 Turistické a informační služby .....	15
1.3.1 Průvodci.....	15
1.3.2 Geotagging .....	15
1.4 Monitorovací služby .....	15
1.5 Hry .....	16
1.5.1 Geocaching .....	16
1.5.2 Munzee .....	16
1.5.3 Ingress.....	16
1.6 Poplatky .....	17
1.6.1 Mikrovlnné mýto .....	17
1.6.2 Satelitní mýto.....	17
1.6.3 Hybridní mýto .....	18
1.7 Sport .....	18
1.8 Rozšířená realita .....	18
<b>2 Lokační technologie</b> .....	<b>19</b>
2.1 Globální družicový navigační systém.....	19
2.1.1 GPS.....	20
2.1.2 GLONASS.....	21
2.1.3 GALILEO.....	22
2.2 Lokalizace v buňkové síti .....	23
2.2.1 Lokalizace pomocí Cell ID.....	23

2.2.2	Timing advance .....	23
2.2.3	Enhanced Observed Time Difference (E-OTD) .....	24
2.2.4	Angle of Arrival (AOA) .....	25
2.2.5	Enhanced Cell Global Identity (E-CGI) .....	26
2.3	Lokalizace síťových zařízení .....	26
2.3.1	Pasivní geolokace .....	26
2.3.2	Aktivní techniky .....	28
2.4	Další metody geolokace .....	30
2.4.1	QR .....	30
2.4.2	NFC .....	31
<b>3</b>	<b>Analýza .....</b>	<b>32</b>
3.1	Analýza současných aplikací .....	32
3.1.1	ZOO Praha .....	32
3.1.2	Ostatní zoologické zahrady .....	32
3.2	Požadavky na aplikaci .....	32
3.2.1	Geolokace .....	32
3.2.2	Body zájmu .....	32
3.3	Use-case diagram aplikace .....	33
3.4	Model analytických tříd .....	34
<b>4</b>	<b>Grafický návrh .....</b>	<b>35</b>
<b>5</b>	<b>Implementace aplikace .....</b>	<b>37</b>
5.1	Windows Phone .....	37
5.2	Integrované senzory .....	38
5.3	Windows Phone geolokace .....	38
5.4	QR .....	38
5.5	NFC .....	39
5.6	Windows Phone Maps API .....	40
5.7	Body zájmu .....	41
5.8	GART .....	41
<b>6</b>	<b>Řešení .....</b>	<b>42</b>
6.1	Popis hlavních stránek aplikace .....	42
6.1.1	Základní obrazovka .....	42
6.1.2	Mapa .....	42



6.1.3	Nastavení .....	43
6.1.4	Seznamy bodů .....	43
6.2	Webová část.....	43
<b>Závěr</b>	.....	<b>44</b>
<b>Literatura</b>	.....	<b>45</b>
<b>Příloha A – GPX soubor s hlavními pavilony ZOO Praha</b>	.....	<b>49</b>
<b>Příloha B – QR a NFC kód se souřadnicemi</b>	.....	<b>56</b>

## Seznam zkratek

WP8	Windows Phone 8
W8	Windows 8
GPS	Globální Polohový Systém
GSM	Globální Systém pro Mobilní komunikaci
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
QR	Quick Response code
NFC	Near Field Communication
SSID	Service Set Identifier
MAC	Media Access Control
BTS	Base Transceiver Station
DNS	Domain Name System
TLD	Top Level Domain

## Seznam obrázků

Obrázek 1 - Satelitní určení polohy .....	19
Obrázek 2 - Plán vývoje programu Galileo .....	22
Obrázek 3 - Timing Advance .....	24
Obrázek 4 - Metoda E-OTD .....	25
Obrázek 5 - Metoda AoA .....	25
Obrázek 6 - Záznam v databázi RIPE NCC .....	27
Obrázek 7 - Ukázka nslookup .....	28
Obrázek 8 - Shortest Ping .....	29
Obrázek 9 - Metoda CBG .....	30
Obrázek 10 - Use-case diagram .....	33
Obrázek 11 - Model analytických tříd .....	34
Obrázek 12 - Mapa a nastavení .....	35
Obrázek 13 - Detail bodu zájmu .....	36
Obrázek 14 - Rozšířená realita .....	36
Obrázek 15 - QR kód .....	39
Obrázek 16 - Aplikace – mapa .....	42
Obrázek 17 - Aplikace – seznamy .....	43

## Úvod

S rozvojem mobilních zařízení a zejména s rozšířením chytrých mobilních telefonů se začala využívat geolokace, tedy zjišťování unikátní polohy na Zemi, v mnoha oblastech přístupných prakticky komukoli. Pro zjišťování polohy mobilních zařízení jsou využívány nejrozličnější techniky s často značně rozdílnými parametry.

Cílem práce je popsat tyto techniky sloužící ke zjištění polohy, včetně jejich analýzy a srovnání, zejména srovnání přesnosti zaměření. Zároveň je cílem práce popsat možnosti použití geolokace a jejich využitelnost v mobilních aplikacích.

Cílem druhé části diplomové práce je navrhnout a implementovat mobilní aplikaci využívající geolokaci pro operační systém Windows Phone 8, která bude využívat minimálně dvě v práci popsané techniky zjišťování polohy. Konkrétně se jedná o aplikaci pro prohlídku zoologické zahrady v Praze, která by měla pomoci návštěvníkům ZOO k lepší orientaci při jejich prohlídce. Návštěvníci tak mohou získat jednodušeji a efektivněji nejen informace o pozici zvířecích pavilonů, ale také informace o zvířatech, která se v těchto pavilonech nacházejí. Navíc bude v aplikaci využito rozšířené, neboli augmentové, reality, která ještě více zjednoduší vyhledávání konkrétního místa.

# 1 Možnosti využití geolokace

Možnosti využití geolokace v mobilních zařízeních jsou nejčastěji z oblasti cestovního ruchu a zábavy, ale lze ji využít i ke komerčním respektive k pracovním účelům.

## 1.1 Navigace

Navigací se rozumí mobilní zařízení využívající lokační technologie, zejména technologii GPS, ke zjištění polohy a vypočítání trasy cesty do cílové destinace, kterou uživatel zadá v podobě lidsky čitelného formátu (nejčastěji adresy) a aplikace tuto destinaci přeloží pomocí geocodingu do jedinečných souřadnic.

Navigace lze rozdělit do dvou základních skupin, první skupinou jsou automobilové navigace a druhou jsou navigace turistické neboli outdoorové. Zatímco automobilové navigace slouží k navigaci pouze po silnicích, turistické navigace jsou využívány pro orientaci v přírodě.

S rozvojem a s rozšířením chytrých mobilních telefonů již pro mnoho lidí není potřeba vlastnit samostatný přístroj k navigaci a využívají pouze mobilní telefon. Placených i neplacených navigačních aplikací existuje celá řada pro všechny nejpoužívanější mobilní operační systémy.

Základem pro navigační aplikace jsou mapové podklady, pro mobilní aplikace jsou často užívány zejména Google Maps, Open Street Maps či Bing Maps od společnosti Microsoft, které jsou používány hlavně pro operační systémy Windows Phone. K rychlému zorientování v terénu velice pomůže, pokud má přístroj vestavěný elektronický kompas, který je vhodným doplňkem zejména turistických navigací.

### 1.1.1 Geocoding

Geocoding je proces konverze adres (náměstí Čs. legií 565, Pardubice) na geografické souřadnice, například v souřadnicovém systému WGS84 (50° 2' 0.612" N, 15° 46' 3.943" E), tyto souřadnice lze použít k umístění značky do mapy nebo k určení pozice části mapy. WGS84 je světový geodetický systém z roku 1984, ve kterém pracuje systém GPS, a který je zároveň standardizovaným geodetickým systémem armád NATO. [1]

Reverzní geocoding je opačný proces, ve kterém jsou převáděny souřadnice na lidsky čitelné adresy, toho lze využít například ke zjištění informací o daném místě a jeho okolí. [2]

## 1.2 Sociální služby - sociální sítě

Pro využívání geolokace v sociálních sítích je potřeba nejen již zmiňované mobilní zařízení, ale také bezdrátové či mobilní datové technologie, které umožní komunikovat s danou službou. Základní myšlenkou geosociálních sítí je sdílení informací o poloze ostatním uživatelům. [3, 4]

### 1.2.1 Foursquare<sup>1</sup>

Foursquare je asi nejznámější čistě geosociální síť s širokou základnou více jak padesátipětí milionů uživatelů (k 21. 4. 2015, foursquare.com), kteří vytvořili rozsáhlou databázi bodů zájmu, tedy databázi více či méně zajímavých míst, o kterých doplní užitečné informace. Na vytváření těchto bodů zájmů se nepodílí pouze soukromí uživatelé, ale také společnosti, nejčastěji z oblasti cestovního ruchu, které navíc za navštívení daného místa (check-in) mohou umožňovat uživatelům této služby získání slev, dárku či bonusu. Uživatelé body zájmu hodnotí a přidávají tipy, které mohou ostatním napomoci při rozhodování co navštívit nebo naopak čemu se raději vyhnout. [5]

Uživatelé za navštívená místa, která takzvaně „čeknou“, získávají body a za splnění různých úkolů získávají odznaky (badges). Foursquare lze tedy pojmout i jako geolokační hru, ve které můžete soutěžit se svými přáteli. Ve skupině přátel lze také sledovat, kde se aktuálně kdo nachází. [6]

### 1.2.2 Facebook<sup>2</sup>

S počtem 1415 milionů aktivních měsíčních uživatelů (březen 2015, statista.com) je Facebook největší a nejznámější sociální síť, která obsahuje geolokační službu Facebook Places, řadí se tak k největším konkurentům sítě Foursquare, obzvlášť poté co Facebook v prosinci roku 2011 koupil službu Gowalla.com, v té době největší konkurenci zmíněného Foursquare. V mobilní aplikaci lze obdobně jako v jiných geosociálních sítích vyhledávat zajímavá místa v okolí, hodnotit je, přidávat fotografie či sdílet informace.

Nicméně na webovém Facebooku lze aktuálně přidávat libovolně informace o poloze k příspěvkům, fotkám či videím. Toho lze využít při sdílení informací o tom, kde uživatelé byli v minulosti nebo naopak kam se v budoucnosti chystají. [7, 8, 9]

### 1.2.3 Google+<sup>3</sup>

Sociální síť od nejvýznamnější světové internetové společnosti Google, jejíž provázanost s elektronickou poštou Gmail a s dalšími službami, jako například youtube.com, zaručuje sice mnoho uživatelů (1,6 miliardy), ale ve srovnání počtu aktivních měsíčních uživatelů největších sociálních sítí je Google+ daleko za sítí Facebook.com (FB: 1415 milionů, G+: 300 milionů). [9, 10]

V lokačních službách je na tom Google+ obdobně jako Facebook, lze přidávat informace o poloze k příspěvkům bez nutnosti aktuální fyzické přítomnosti na daném místě. V mobilní aplikaci však lze navíc na mapě vyhledávat přátele z definovaných kruhů přátel.

---

<sup>1</sup> <https://www.foursquare.com>

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

<sup>3</sup> <https://www.plus.google.com>

## 1.3 Turistické a informační služby

### 1.3.1 Průvodci

Jedná se o aplikace, které nahrazují fyzicky přítomného průvodce po turisticky zajímavých památkách, městech, zoologických zahradách či průvodce v přírodě. Takovéto aplikace dopomáhají k jednodušší a rychlejší orientaci, zároveň pomáhají informovat o zajímavostech, které by návštěvník jinak přehlédl nebo obtížně zjišťoval. Součástí těchto aplikací může být i rozšířená realita.

Příkladem takové aplikace, bez rozšířené reality, je mobilní průvodce města Svitavy<sup>4</sup>, kterou spravuje informační centrum města. Tato aplikace je vydána pro tři hlavní mobilní operační systémy (iOS, Android, Windows Phone).

### 1.3.2 Geotagging

Geotagging je proces přiřazení zeměpisných souřadnic a dalších údajů o poloze k médiím. Typicky lze tyto informace přidat k fotografiím (přidání informace o místě pořízení). Tyto informace jsou uloženy v metadatech konkrétního média. Informace z metadat mohou následně využívat aplikace pro své potřeby, jako například pro vložení odkazu na fotografii do mapy, na tomto principu funguje internetová služba Panoramio<sup>5</sup> vlastněná společností Google. Mezi další média, která využívají geotagging, patří například videa či HTML stránky. [11]

## 1.4 Monitorovací služby

Mobilní zařízení, zejména chytré mobilní telefony, často zaznamenávají svou polohu, ať už nepřímo v aplikacích vyžadující geolokaci nebo i přímo, kdy je v určitých intervalech odeslána informace o poloze. Díky této schopnosti tak lze vyhledat zařízení například při jeho ztrátě či odcizení.

K monitorování pohybu existují i speciální zařízení zvané GPS Locator, které průběžně monitoruje zeměpisnou polohu a lze ho lokalizovat přes SMS nebo internet. Toto zařízení stiskem tlačítka umožňuje zavolat zvolené osobě nebo spustit SOS alarm, je tak vhodné hlavně pro děti. Navíc obsahuje funkci monitoringu rychlosti, která upozorní SMS zprávou na překročení stanoveného limitu. [12]

Další možnost monitorovacích služeb je kontrola vozového parku firmy, tato služba umožňuje elektronický dohled nad knihou jízd, kontrolou povolené rychlosti, kontroly potřeby tankování a mnoho dalších funkcí. Díky tomu je to efektivní nástroj pro úsporu zaměstnavatele. [13]

---

<sup>4</sup> <http://www.ic.svitavy.cz/cs/m-647-mobilni-pruvodce/>

<sup>5</sup> <http://www.panoramio.com/>

## 1.5 Hry

Geolokaci lze využít i k zábavě, k hraní různých her, které jsou závislé na místě hraní, v těchto hrách pak často bývá využívána i rozšířená realita. Mezi nejznámější hry patří Geocaching<sup>6</sup>, Munzee<sup>7</sup> či Ingress<sup>8</sup>.

### 1.5.1 Geocaching

Známa celosvětová hra, společnosti Groundspeak, využívající geolokaci, při které je hlavním cílem hráčů nalézt podle zadaných souřadnic schránku s „pokladem“ neboli takzvanou cache, hráč se v terminologii hry nazývá geocacher. Pro navigování k místu, kde se nachází ukrytá schránka, hráči využívají systém GPS, který je prostřednictvím turistické navigace nebo chytrého mobilního telefonu navede co nejbližší k cílové schránce, ve které se nachází věci na výměnu a papírový blok (logbook), do kterého hráč zapíše svou přezdívku a datum nálezu.

### WHERIGO<sup>9</sup>

Projekt spadající pod Geocaching pro tvorbu a hraní dobrodružných her s využitím geolokace v reálném světě. Pro hraní konkrétní hry hráči potřebují takzvanou cartridge neboli program pro danou hru. Při hře pak hráč musí interagovat s reálnými objekty v prostředí, například se rozhodovat, kterou cestou bude pokračovat, zjistit kolik oken má dům, u kterého se nachází a podobně. Hráč se tedy další postup dozví až během samotného hraní. Po projití celé hry se dozví finálové souřadnice schránky. [14]

### 1.5.2 Munzee

Méně známá hra s podobnou myšlenkou jako Geocaching, v této hře se pomocí zadaných souřadnic hledají QR kódy vylepené ostatními hráči. Po přečtení kódu pomocí mobilní aplikace se online zkontroluje, zda souřadnice munzee kódu odpovídá aktuální poloze uživatele (s danou tolerancí), poté se hráči připíše body za nalezení. Z důvodu použití technologie QR kódů je základní předpoklad pro hraní použití chytrého mobilního telefonu a ideálně i používání mobilního internetu.

### 1.5.3 Ingress

Ingress je hra typu ARMMOVG (Augmented Reality Massively Multiplayer Online Video Game) což znamená velká online videohra pro více hráčů s rozšířenou realitou. Ve hře jsou hráči rozděleni do dvou frakcí (Enlightened a Resistance), které spolu soupeří o virtuální portály, které hráči umisťují na GPS pozice reálných staveb (domů, soch, památek). Cílem

---

<sup>6</sup> <http://www.geocaching.com/>

<sup>7</sup> <http://www.munzee.com/>

<sup>8</sup> <https://www.ingress.com/>

<sup>9</sup> <http://www.wherigo.com/>



hry je získání více bodů (MU – Minds Units) než získá opačná frakce, tyto body dostává frakce za vytvoření polí, které vzniknou spojením alespoň třech portálů. [15]

Ve hře existuje mnoho virtuálních předmětů, které hráčům pomáhají vylepšovat a bránit portály (štíty, rezonátory a další) nebo naopak portály dobývat (zbraně), tyto předměty hráči získávají za takzvané „hackování“ jakéhokoli portálu.

Hra byla původně uzamčená a nový hráč musel dostat pozvánku ke hraní, ale v současnosti je již volně přístupná a je dostupná pro mobilní systémy Android a iOS. Podmínkou ke hraní je zařízení se systémem GPS, oficiální aplikace a mobilní internet.

## **1.6 Poplatky**

Největší částí této kategorie je elektronické mýtné, jedná se o zpoplatnění pozemních komunikací pro specifická vozidla (v České republice u vozidel s povolenou hmotností vyšší než 3,5 tuny). V těchto vozidlech jsou povinně instalována malá elektronická zařízení (palubní jednotky), které komunikují s mýtným systémem. [16]

Mýtné systémy využívají jednu nebo dvě mýtné technologie, mikrovlnné technologie, satelitní technologie nebo kombinaci těchto technologií (hybridní systém).

### **1.6.1 Mikrovlnné mýto**

Tyto systémy k lokalizaci vozidla využívají technologii DSRC (Dedicated Short Range Communication) pracující v mikrovlnném pásmu radiových kmitočtů. Tato technologie umožňuje spolehlivou, úspornou a zabezpečenou datovou komunikaci na krátkou vzdálenost. Pomocí této technologie DSRC komunikuje palubní jednotka ve vozidle (OBU - On Board Unit) se zařízením mýtné stanice (například mýtné brány), ke které se vozidlo přiblíží. Výsledkem této komunikace je jednoznačná lokalizace vozidla vzhledem k poloze mýtné stanice a získání informací o vozidle, které se přes mýtnou stanici přenesou do centrálního systému.

Další způsob lokalizace vozidel je využití kamerových systémů a rozpoznávání registračních značek vozidel (ANPR - Automatic Number Plate Recognition), tento způsob je však na rozdíl od technologie DSRC méně spolehlivý. [17]

### **1.6.2 Satelitní mýto**

Satelitní systémy k lokalizaci využívají družicové navigační systémy GNSS (Global Navigation Satellite System). Mýtné systémy v Německu a na Slovensku využívají americký systém GPS, ale je možné využívat i jiné systémy například ruský systém Glonass nebo v budoucnu evropský systém Galileo. Palubní jednotka ve vozidle (OBU) funguje jako satelitní přijímač a prostřednictvím mobilní sítě GSM předává informace o poloze do centrálního systému.

Centrální systém má ve svých mapových podkladech zaneseny virtuální mýtné stanice a s pomocí informací z palubních jednotek ve vozidlech eviduje průjezdy těmito stanicemi a následně z těchto dat vypočítává mýtnou povinnost. Mapové podklady, ale také mohou být zaneseny přímo v palubní jednotce, která vyhodnocuje průjezdy mýtnou stanicí sama a šetří tak komunikační náklady mezi centrálním systémem a palubní jednotkou.

Způsob lokalizace palubní jednotky ve vozidle je hlavní rozdíl, kterým se od sebe odlišují satelitní a mikrovlnné mýto. [18]

### 1.6.3 Hybridní mýto

Rozšířením mikrovlnného DSRC systému o satelitní subsystém vznikne hybridní mýtný systém. Centrální systém je tak schopný zaznamenávat data jak z mýtných bran, tak ze satelitních jednotek, které určují polohu vozidla pomocí satelitní navigace. Využití satelitního subsystému je vhodné zejména pro zpoplatnění komunikací nižších tříd. [19]

## 1.7 Sport

Chytré mobilní telefony lze využívat pro měření sportovních aktivit, které jsou monitorovány na základě změny polohy sledované pomocí systému GPS (či jiného satelitního systému). Na trhu s mobilními aplikacemi existuje velké množství sportovních aplikací, zaznamenávajících zejména trasu a rychlost běhu či chůze. Existují však i aplikace, které nahrazují osobního fitness trenéra a vytváří tréninkové plány, umožňují vyhodnocovat nejrůznější sporty, tyto aplikace mohou navíc používat i jiné senzory než GPS modul, například akcelerometr či elektronický kompas.

Příkladem těchto aplikací jsou Endomondo<sup>10</sup> či Runtastic<sup>11</sup>, obě jsou dostupné pro iOS, Android, Windows Phone i BlackBerry.

## 1.8 Rozšířená realita

Rozšířená realita (anglický termín augmented reality se někdy v češtině překládá jako argumentovaná realita) je technologie, která v reálném čase doplňuje reálný obraz o další textové nebo grafické objekty. První typ aplikace rozšířené reality funguje na základě polohy zařízení. Směr, kterým je objektiv kamery aktuálně namířen, je zjišťován prostřednictvím neustálého vyhodnocování údajů získaných z GPS čipu, elektronického kompasu a z akcelerometru. Další typ aplikace rozšířené reality je založen na rozpoznávání objektů v obraze získaném z kamery, po rozpoznání objektu je do obrazu vložen generovaný obsah.

Rozšířená realita je tak na pomezí mezi světem reálným a světem virtuálním, pracuje se světem reálným, ale přidává mu další rozměr či vrstvu. [20, 21]

---

<sup>10</sup> <https://www.endomondo.com/>

<sup>11</sup> <https://www.runtastic.com/>

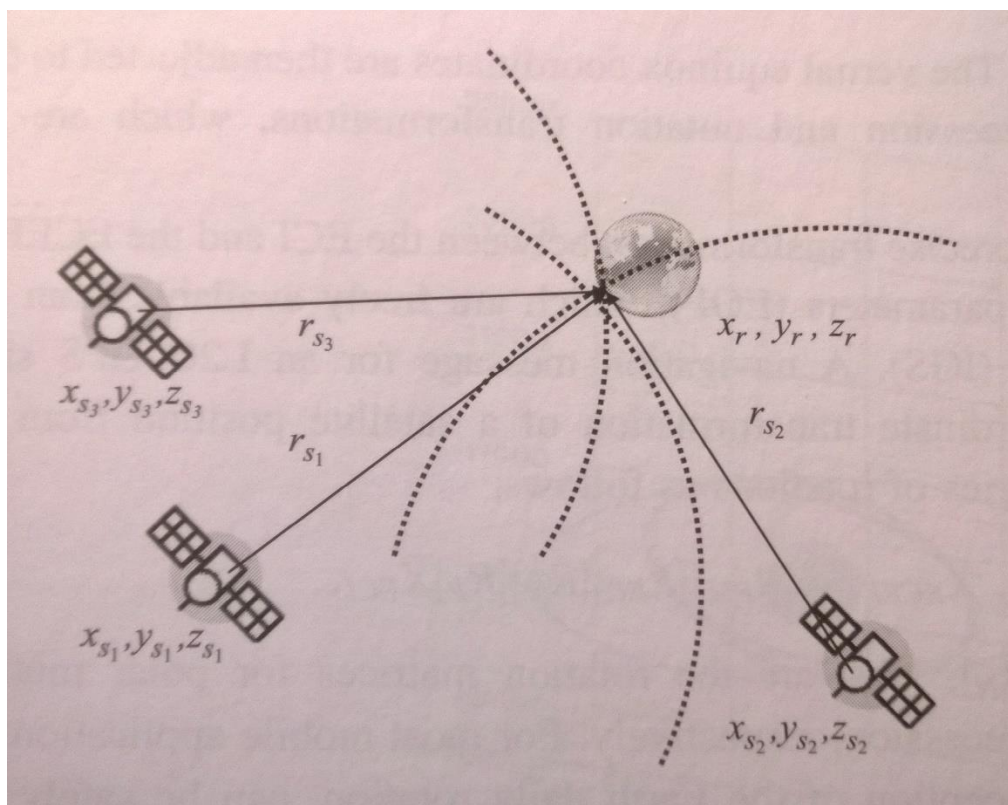
## 2 Lokační technologie

### 2.1 Globální družicový navigační systém

Globální družicový navigační systém často uváděný v anglické zkratce GNSS (Global Navigation Satellite System) je služba, která umožňuje za pomoci signálu z družic určování polohy s velkou přesností. Dalšími kritérii GNSS signálů jsou pak jejich aktuálnost v reálném čase, spojitost signálu a co nejširší pokrytí.

Každý GNSS zahrnuje dané množství satelitů, zvané kosmický segment, a pozemní segmenty. Pozemní segmenty lze rozdělit na uživatelský a řídicí segment. Hlavní myšlenka GNSS je měření vzdálenosti mezi satelitem a uživatelem na zemském povrchu nebo v nižších vrstvách atmosféry.

Uživatelský segment po obdržení informací o poloze a vzdálenosti satelitů může vypočítat polohu přijímače. V případě, že hodiny přijímače jsou perfektně synchronizovány se satelitním časem, jsou zapotřebí pouze tři satelity pro určení polohy přijímače v trojrozměrném prostoru (Obrázek 1). [22, 23]



Obrázek 1 - Satelitní určení polohy

Zdroj: GPS, GLONASS, Galileo, and BeiDou for Mobile Devices, Petrovski I. G.

### **2.1.1 GPS**

Globální polohový systém (Global Positioning System, GPS) je plně funkční satelitní navigační systém, který byl vyvinut Ministerstvem obrany Spojených Států Amerických (United States Department of Defense). Oficiální název systému je NAVSTAR GPS (NAVigation Signal Timing And Ranging Global Positioning System). Družicová konstelace je udržována a řízena padesátým "vesmírným" oddílem (letkou) vzdušných sil Spojených Států (50th Space Wing of the United States Air Force). [22]

#### **Stručná historie**

První experimentální družice GPS Bloku I byla vypuštěna v únoru roku 1978, do konce roku 1993 se stal systém funkční pro určení polohy kdekoli na Zemi a 17. ledna 1994 bylo poprvé na oběžné dráze 24 družic potřebných pro plnou funkčnost systému. Roku 1996 americký prezident Bill Clinton vydal směrnici (policy directive), ve které definuje GPS jako systém dvojího použití a zpřístupnil tak do té doby pouze vojenský systém i civilnímu využití (omezeně). 2. května 2000 bylo vypnuto umělé zhoršování signálu "Selective Availability", což umožnilo civilním uživatelům přijímat plnohodnotný signál, tato uměle zaváděná chyba mohla být vypnuta díky prostředkům, kterými lze civilní GPS znepráchnit lokálně. [24]

GPS se dělí na tři hlavní segmenty. Kosmický segment (Space Segment, SS), řídicí segment (Control Segment, CS) a uživatelský segment (User Segment, US). [22]

#### **Kosmický segment**

Kosmický segment je tvořen 24 družicemi rovnoměrně rozloženými v šesti oběžných rovinách. Roviny jsou centrické vzhledem k Zemi. Roviny mají sklon k rovníku přibližně 55° a jsou k sobě posunuty o 60° podél rovníku. Družice obíhají ve výšce přibližně 20 000 kilometrů (11 000 námořních mil), každá družice oběhne svou dráhu dvakrát za hvězdný den, přeletí tak nad stejným místem nad Zemí jednou za den, ale o 4 minuty dříve (hvězdný den trvá 23 hodin a 56 minut). Oběžné dráhy jsou navrženy tak, aby bylo z každého místa na Zemi vždy pozorovatelných alespoň 6 družic. [22]

#### **Řídicí segment**

Dráhy letu družic jsou sledovány monitorovacími stanicemi (Havajské ostrovy, Kwajalein, Ascension, Diego Garcia a Colorado Springs, Colorado). Sledovací data jsou posílány do hlavní řídicí stanice (Letecká základna Schriever v Colorado Springs), základna je pod velením Leteckých Sil Spojených Států, konkrétně pod Druhou "Vesmírnou řídicí" skupinou (2nd space Operations Squadron, 2nd SOPS), tato skupina pravidelně posílá každé GPS družici aktualizaci navigačních dat. Tyto aktualizace synchronizují družicové atomové hodiny s přesností do jedné mikrosekundy a upravují družicové efemeridy (údaje o poloze pohyblivých astronomických objektů), které jsou posléze vysílány družicí. [22]

## **Uživatelský segment**

Uživatelský segment tvoří GPS přijímače uživatelů, které se obecně skládají z antény, procesoru přijímače a vysoce stabilních hodin. Také mohou být vybaveny displejem nebo mohou být integrovány do jiných mobilních zařízení. U GPS přijímačů se často uvádí počet kanálů, které informují o počtu družic, od kterých jsou přijímače schopny najednou přijímat signály. GPS přijímačem je dnes vybavena většina moderních chytrých telefonů a s přesností v řádech několika málo metrů, kterých lze dosáhnout i v levnějších přístrojích, se jedná o kvalitní způsob určování pozice. [22]

### **2.1.2 GLONASS**

GLONASS (rusky: ГЛОНАСС - ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система, přepis do latinky: Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema, česky: GLOBální NAvigační Satelitní Systém) je radiový satelitní navigační systém provozovaný Ruskem, konkrétně ruskou vládou skrze Úřad ruských vojenských vesmírných sil. Ačkoli systém GLONASS není zatím příliš rozšířen, začíná se objevovat v mobilních telefonech jako doplněk k systému GPS, což vede k větší přesnosti i rychlosti zaměření. [22]

## **Stručná historie**

Vývoj systému GLONASS schválila, v prosinci roku 1976, centrální komise komunistické strany Sovětského svazu a rada ministrů SSSR. První dvě testovací a jedna provozní družice byly umístěny na oběžnou dráhu 12. října 1982. Do roku 1991 bylo Sovětským svazem vypuštěno 44 provozních a 8 testovacích družic. V roce 1991 bylo na oběžné dráze ve dvou rovinách 12 družic, což stačilo na omezený provoz. 24. září 1993 bylo Ruskem oznámeno, že je systém kompletní, nicméně konstelace byla doopravdy dokončena až v prosinci roku 1995. V dubnu roku 2002 bylo v provozu pouhých 8 družic a systém se tak díky špatné ekonomické situaci v Rusku stal nepoužitelným. Ruská vláda však 20. srpna 2001 schválila federální program "Globální navigační systém". Podle něj měl být systém plně funkční (tzn. 24 družic na oběžné dráze) do roku 2011. [22]

## **Kosmický segment**

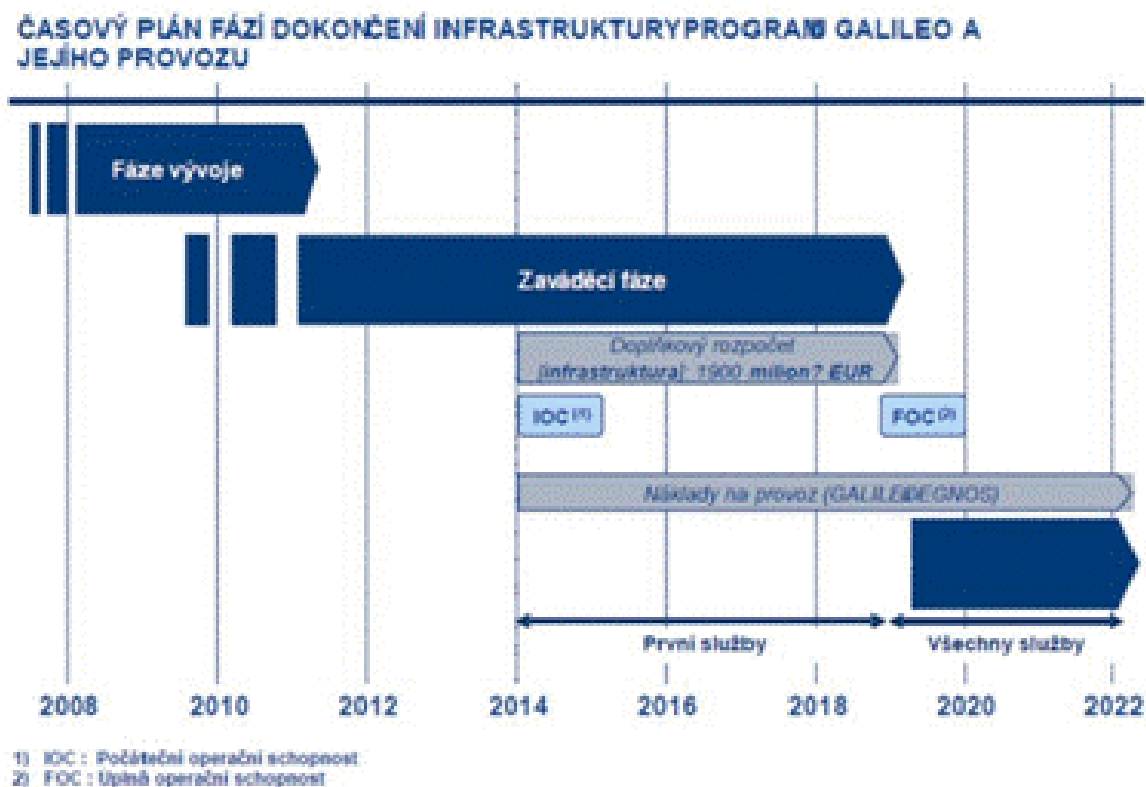
Každá orbitální rovina systému GLONASS obsahuje 8 družic, které se neidenticky opakují po jednom hvězdném dni (družice zaujme stejné místo jako její předchozí družice po jednom hvězdném dni), identické opakování tak nastává každých osm hvězdných dní. Tím se liší od amerického GPS, který se identicky opakuje každý hvězdný den. Roviny oběžných drah jsou vzájemně posunuty o  $120^\circ$  (podél roviny rovníku), družice v jedné rovině jsou posunuty o  $45^\circ$ . Oběžné dráhy jsou přibližně kruhové se sklonem k rovině rovníku  $64,8^\circ$  a hlavní poloosou o délce 25 440 km. Družice obíhají ve výšce 19 100 kilometrů a vysílají dva typy signálů, o standardní přesnosti (standard precision) a vysoké přesnosti (high precision). Aktuálně (2015) je na oběžné dráze Země celkem 28 družic systému GLONASS, ze kterých je 23 družic v operačním režimu. [22, 25]

### 2.1.3 GALILEO

Vyvíjený navigační systém Galileo je evropský Globální družicový polohový systém (GNSS), který by měl být obdobou systémů GPS a GLONASS. Výstavbu zajišťuje Evropská unie reprezentovaná Evropskou komisí (EC) a Evropskou kosmickou agenturou (ESA). Dle původních plánů měl být systém spuštěn od roku 2010, podle nových plánů je nejbližší možné spuštění roku 2020. Systém Galileo je navržen jako projekt řízený a spravovaný civilní správou, což je rozdíl oproti vojenským systémům GPS a GLONASS. Systém Galileo umožní určení polohy s přesností lepší než jeden metr. [22]

#### Stručná historie a plán

Evropské programy družicové navigace byly zahájeny v 90. letech 20. století s ambicí realizovat celosvětový GNSS systém, který by EU umožnil strategicky a hospodářsky profitovat, získat nezávislost na jiných navigačních systémech (GPS, GLONASS) a poskytovat služby družicové navigace přizpůsobené civilním účelům. Roku 2007 proběhla reforma programů, Rada a Parlament potvrdily potřebu realizovat evropský systém družicové navigace. První čtyři zakázky s objednávkou 14 družic, nosné rakety a provoz byly zadány v roce 2010 (celková částka 1 250 milionů EUR). Fáze částečného zavedení infrastruktury je předpokládána na přelomu 2014/2015, plná dostupnost služeb je plánována až s plným rozvinutím pozemního i vesmírného segmentu (30 družic), které by mělo být dle plánu dosaženo roku 2020. [22]



Obrázek 2 - Plán vývoje programu Galileo  
Zdroj: Český Kosmický Portál

## **Kosmický segment**

Plný systém bude obsahovat 30 družic (27 operačních + 3 záložní) obíhajících ve třech rovinách po kruhových drahách ve výšce 23 222 km (střední oběžná dráha). Roviny budou svírat s rovníkem úhel  $56^\circ$ , to umožní využívat systém až do míst ležících na  $75^\circ$  zeměpisné šířky. Počet 27 družic doplněný 3 záložními zajistí spolehlivou funkci systému i při výpadku některé z družic. [22]

## **2.2 Lokalizace v buňkové síti**

U metod lokalizace pomocí sítě dochází k přenosu žádosti o lokalizaci ze zařízení do sítě využitím dat zjištěných z tohoto zařízení a ze sítě se stanoví poloha zařízení. Dochází zde však k nárůstu přenosu dat mezi sítí a mobilním telefonem, což vede k určitému omezení výkonnosti těchto metod. Při lokalizaci se využívá znalostí polohy základnových stanic, u sítě GSM se jedná o vysílače BTS a u mobilních sítí UMTS o Node-B. [26, 27]

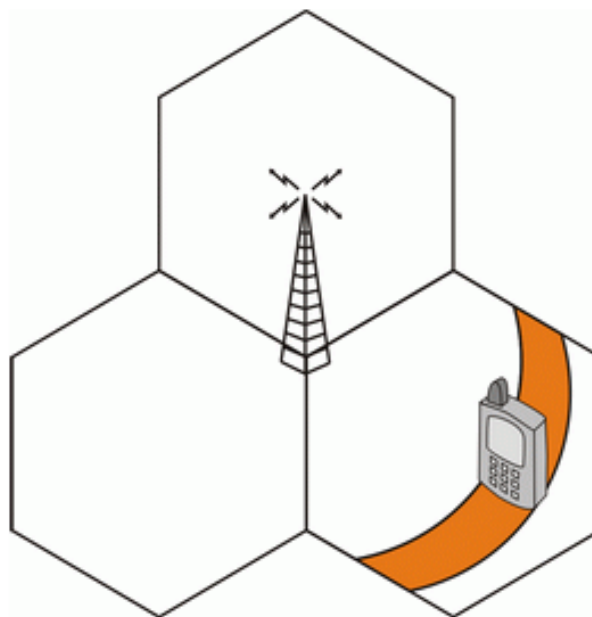
### **2.2.1 Lokalizace pomocí Cell ID**

Cell ID je jednoznačný identifikátor základnové stanice v síti, toto číselné označení je přiřazené mobilním operátorem. Jednotlivé stanice tvoří buňkovou strukturu a poloha stanic je známa s přesností kolem třiceti metrů. Poloha uživatele v síti může být stanovena s využitím metody Cell ID s přesností odpovídající velikosti buňky, která se v městských oblastech pohybuje od 100 m do 500 m, mimo město se však jedná i o jednotky až desítky kilometrů.

Mobilní zařízení se v praxi nachází v dosahu více stanic, to umožňuje výpočet průniku buněk, které tyto stanice vytvářejí. Výpočet průniku buněk dosáhne zvýšení přesnosti určování polohy na hodnoty kolem 300 metrů. [26]

### **2.2.2 Timing advance**

Zvýšení přesnosti lokalizace významně stoupne použitím parametru Timing advance (TA). Tento parametr znázorňuje čas šíření signálu mezi mobilním zařízením a sítí. Na základě znalosti rychlosti šíření signálu mezi mobilním zařízením a sítí může být určena přibližná vzdálenost s přesností kolem 550 metrů. K dalšímu zvýšení přesnosti lze, stejně jako u předchozí metody, využít informace z více stanic BTS, výsledná poloha uživatele je pak stanovena pomocí jednoduché triangulace, přesnost v tomto případě může být až několik desítek metrů. [26]



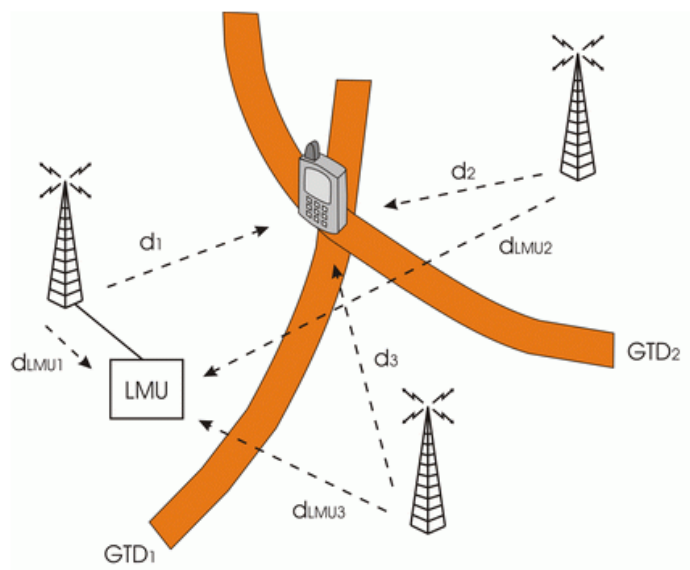
**Obrázek 3 - Timing Advance**  
**Zdroj: Základní lokalizační metody v GSM, Orlich M.**

### **2.2.3 Enhanced Observed Time Difference (E-OTD)**

Tato metoda je založena na sledování časových rozdílů mezi příchody signálů od minimálně tří stanic BTS. Metoda předpokládá zajištění synchronnosti základnových stanic, což nebývá v praxi dodrženo, síť je tedy vybavena zařízením LMU (Location Measurement Unit), které provádí měření reálných časových rozdílů (Real Time Difference – RTD) vysílání signálu z BTS. Pokud by stanice vysílaly synchronně, hodnota RTD by se rovnala nule.

Po určení časových rozdílů v příjmu signálu je mezi dvojicemi stanic určena oblast, od které mají stejnou vzdálenost. V této oblasti jsou časové rozdíly příchodu signálu označovány GTD (Geometric Time Difference), pozice mobilního zařízení je pak vypočtena jako průnik oblastí GTDi. Přesnost této metody je 30 m – 300 m. [26]

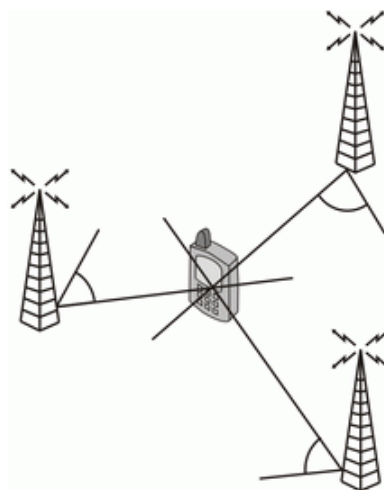




**Obrázek 4 - Metoda E-OTD**  
**Zdroj: Základní lokalizační metody v GSM, Orlich M.**

#### 2.2.4 Angle of Arrival (AOA)

Metoda AOA je založena na měření úhlu, pod kterým je přijímán signál, z tohoto důvodu je nutností této metody použití směrových antén a znalost vyzařovacích charakteristik. Měření úhlu se provádí buď ve stanici BTS nebo v mobilním zařízení. Výsledkem jsou přímky procházející stanicí a mobilním zařízením. Poloha zařízení je zjištěna jako průsečík těchto přímek s přesností okolo 300 m. [26]



**Obrázek 5 - Metoda AoA**  
**Zdroj: Základní lokalizační metody v GSM, Orlich M.**

### **2.2.5 Enhanced Cell Global Identity (E-CGI)**

Jedná se o vylepšení lokalizačních metod Cell ID a Timing advance o měření úrovní signálů. E-CGI využívá model šíření signálů pro výpočet vzdáleností mezi mobilním zařízením a základnovou stanicí. Dle naměřených hodnot úrovní signálů v místě mobilního zařízení je na základě znalosti vysílacích výkonů stanic predikována oblast s nejpravděpodobnějším výskytem uživatele. Poloha uživatele je stanovena jako těžiště této oblasti. Přesnost této metody je pro městské oblasti 50 – 550 m a 250 m – 8 km pro mimoměstské. [26]

## **2.3 Lokalizace síťových zařízení**

### **2.3.1 Pasivní geolokace**

Pasivní geolokační techniky nevyužívají žádné měření v síti, ale porovnávají dostupná data s nějakou databází.

#### **Lokace dle IP adresy**

Jedním z nejjednodušších způsobů určení pozice je využití IP adresy. Tato metoda porovnává IP adresu uživatele s databází organizace pro přidělování adres - IANA (Internet Assigned Numbers Authority), respektive s některým z jejích koordinačních středisek:

- RIPE NCC pro přidělování adres v Evropě,
- APNIC pro přidělování adres v Asii a Pacifiku,
- AFRINIC pro přidělování v Africe,
- ARIN pro přidělování adres v Severní Americe,
- LACNIC pro přidělování v Latinské Americe.

V těchto databázích jsou uloženy informace o uživateli a organizaci s jejich IP adresami a kontaktními údaji. Za správnost údajů obsažených v databázi odpovídají správci organizací, které mají dané IP adresy přiděleny.

Na obrázku 6 jsou zobrazeny informace o záznamu k IP adrese 78.128.154.121.

```

Abuse contact info: abuse@upce.cz
inetnum:          78.128.148.0 - 78.128.159.255
netname:          UPCE-5-TCZ
descr:            Univerzita
descr:            Pardubice
country:          CZ
org:              ORG-UoPS-RIPE
admin-c:          UOPAI-RIPE
tech-c:           UOPAI-RIPE
status:           ASSIGNED PA
mnt-by:           TENCZ-MNT
remarks:          Please report network abuse -> abuse@upce.cz
source:           RIPE # Filtered

organisation:     ORG-UoPS-RIPE
org-name:         Univerzita Pardubice
org-type:         OTHER
address:          Univerzita Pardubice
address:          Studentska 95
address:          Pardubice
address:          532 10
address:          The Czech Republic
phone:            +420 466 036 111
fax-no:           +420 466 036 361
fax-no:           +420 466 036 365
abuse-mailbox:    abuse@upce.cz
org:              ORG-CA9-RIPE
admin-c:          UOPAI-RIPE
tech-c:           UOPAI-RIPE
abuse-c:          UOPAI-RIPE
mnt-ref:          TENCZ-MNT
mnt-by:           TENCZ-MNT
source:           RIPE # Filtered

role:             University of Pardubice Administrators
address:          Univerzita Pardubice
address:          Studentska 95
address:          Pardubice
address:          532 10
address:          The Czech Republic
phone:            +420 466 036 111
org:              ORG-UoPS-RIPE
admin-c:          LK1902-RIPE
tech-c:           LK1902-RIPE
nic-hdl:          UOPAI-RIPE
abuse-mailbox:    abuse@upce.cz
mnt-by:           TENCZ-MNT
source:           RIPE # Filtered

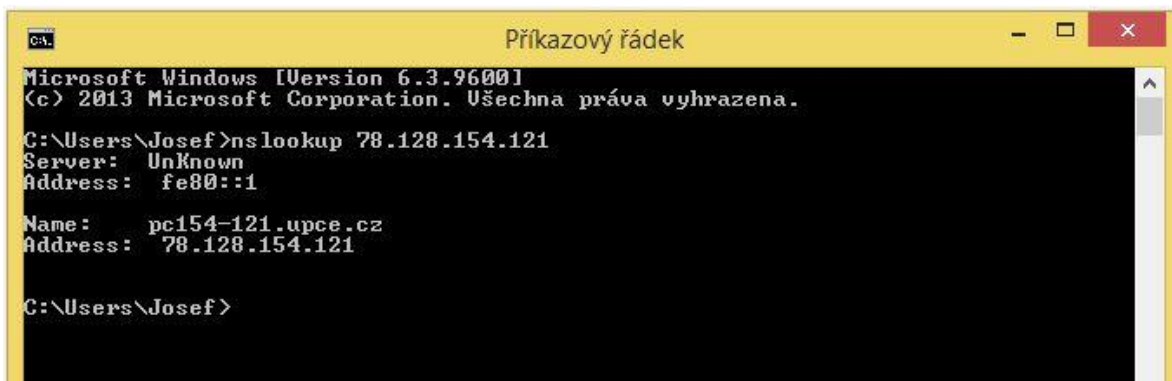
route:            78.128.128.0/17
descr:            CESNET-TCZ
origin:           AS2852
mnt-by:           AS2852-MNT
remarks:          Please report abuse -> abuse@cesnet.cz
source:           RIPE # Filtered

```

Obrázek 6 - Záznam v databázi RIPE NCC  
Zdroj: <https://www.ripe.net/>

## Lokace dle DNS

Obdobně jako IP adresy lze využít lokalizaci podle DNS záznamu, systém DNS slouží pro překlad doménových jmen na IP adresy a opačně, toho lze využít při odhadu pozice. Pro praktické vyzkoušení slouží například nástroj příkazového řádku nslookup, jehož praktická ukázka je na obrázku 7, pomocí tohoto příkazu lze často určit alespoň zemi, podle TLD ve výsledném doménovém jménu.



```
Microsoft Windows [Version 6.3.9600]
(c) 2013 Microsoft Corporation. Všechna práva vyhrazena.

C:\Users\Josef>nslookup 78.128.154.121
Server:      Unknown
Address:     fe80::1

Name:       pc154-121.upce.cz
Address:    78.128.154.121

C:\Users\Josef>
```

Obrázek 7 - Ukázka nslookup  
Zdroj: autor

## Lokalizace dle Wi-Fi

Další možnost určení lokalizace zařízení je podle připojení k Wi-Fi síti, princip lokace spočívá v porovnání informací o přístupovém bodu Wi-Fi s některou z databází Wi-Fi přípojných bodů. Nejznámější a největší databází je databáze společnosti Google, která má i vlastní API, které lze jednoduše využít například ve webových aplikacích.

Ukázka použití Geolocation API ve webových aplikacích:

```
function showPosition(position) {
    document.write(position.coords.latitude + "; " +
        position.coords.longitude);
}

if (navigator.geolocation) {
    navigator.geolocation.getCurrentPosition(showPosition);
} else {
    alert("Prohlížeč nepodporuje geolokaci.");
}
```

Důležitým faktorem pro přesnost této metody je kvalita, velikost a aktuálnost využívané databáze, rozsáhlost Google databáze je důsledkem snímání okolí pomocí automobilů Google, při tvorbě Street View, a komunikace Android aplikací, využívající sledování polohy, se servery společnosti Google.

Informace o Wi-Fi sítích v databázích obsahují:

- MAC adresu,
- SSID (pokud je viditelné),
- sílu signálu. [28]

### 2.3.2 Aktivní techniky

Aktivními technikami lokalizace počítače je poloha odhadnuta pomocí dat získaných na základě měření při přenosu paketu v internetové síti, techniky využívají měření zpoždění, topologické vlastnosti sítě a znalost polohy referenčních bodů v síti, tzv. „landmarků“.

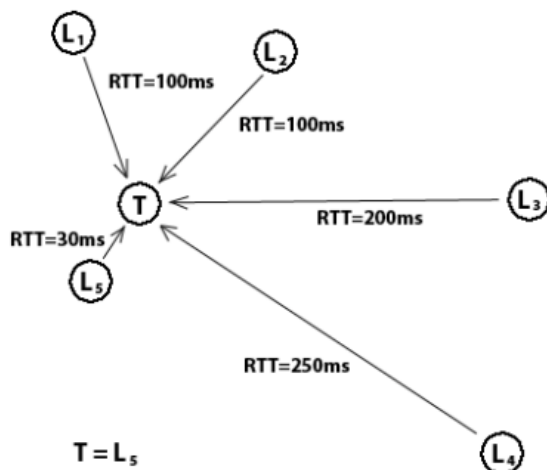
Nevýhodou respektive omezením těchto metod je určení polohy uzlu do místa připojení uživatele do sítě, což je zapříčiněno proxy servery či firewally, které patří poskytovateli internetového připojení uživatele. [29]

## GeoPing

Metoda GeoPing pro určení polohy počítače využívá zpoždění v síti a geografickou vzdálenost, což znamená, že počítače s podobnou dobou zpoždění jsou geograficky umístěny blízko sebe. Metoda odhaduje pozici stanice pomocí datasetu, obsahujícího velké množství referenčních bodů a několik sond neboli stanic, od kterých je prováděno měření zpoždění. Výsledný odhad souřadnic hledaného počítače prakticky odpovídá souřadnicím některého referenčního bodu, jelikož pozice cíle je přiřazena pozici referenčního bodu nacházejícího se v tomto datasetu. Tato vlastnost je proto hlavním zdrojem nepřesnosti této metody, jelikož referenční bod se může nacházet daleko od skutečné pozice. [29]

## Shortest Ping

Jedná se pravděpodobně o nejjednodušší metodu založenou na měření zpoždění. Metoda měří zpoždění od všech referenčních bodů v síti a výsledná poloha je stanovena jako geografická poloha referenčního bodu s nejnižším RTT (round-trip time), neboli s nejnižší hodnotou zpoždění (Obrázek 8). [29]

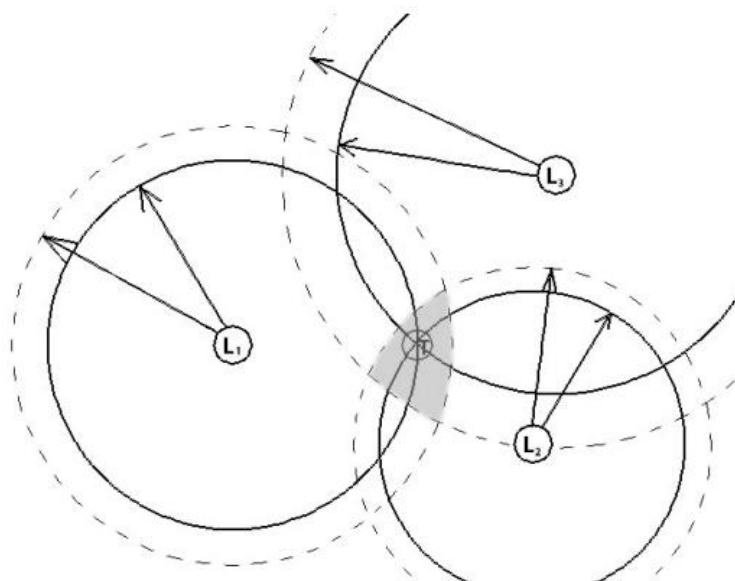


Obrázek 8 - Shortest Ping  
Zdroj: Geolokace stanic v síti Internet, Ingr M.

## Constraint-Based Geolocation (CBG)

Metody Shortest Ping a GeoPing využívají jako možnou polohu cílového zařízení skutečnou polohu referenčních bodů, naproti tomu metoda CBG není vázána tímto omezením a k odhadu polohy využívá tzv. multilaterace, což je proces odhadování pozice na základě znalosti pozice dostatečného počtu bodů. Konkrétně u metody CBG je to na základě znalosti pozic referenčních bodů.

Z RTT hodnot referenčních bodů se určí horní a dolní hranice vzdáleností a výsledkem je oblast, ve které by se cílové zařízení mělo vyskytovat (Obrázek 9). [29]



**Obrázek 9 - Metoda CBG**  
Zdroj: Geolokace stanic v síti Internet, Ingr M.

## **Speed of Internet (SOI)**

Metoda podobná technice CBG, při určování polohy využívá měření zpoždění pouze od referenčních bodů k cíli, nikoli i mezi jednotlivými referenčními body. Pravděpodobná pozice cílového zařízení je určena v průniku hranic kolem referenčních bodů. [29]

## **Topology-Based Geolocation (TBG)**

Technika, která při odhadu polohy zařízení počítá i s topologií sítě. Jedná se opět o metodu podobnou technice CBG, rozšířenou o přidání informace o topologii a směrování, tzn., že se metoda snaží odhadnout nejen pozici koncové stanice, ale také mezilehlých uzlů. [29]

## **2.4 Další metody geolokace**

### **2.4.1 QR**

Použití QR kódů pro geolokaci je jedním z mnoha způsobů jejich využití, ačkoli není příliš časté. Principem je uložení informace o poloze kódu do kódu samotného, pokud se vytvořený kód se souřadnicemi následně umístí na požadované místo, uživateli stačí mobilní telefon s aplikací ke čtení QR kódů, kterým polohu jednoduše přečte. Přesnost zaměření záleží pouze na přesnosti, s jakou byl kód umístěn. Nevýhodou tohoto způsobu geolokace je nutnost vytvoření sítě kódů, ale také jejich údržba. Rozsáhlé použití je tak málo pravděpodobné, ovšem pro turistické trasy, zoologické zahrady a jiné prohlídky je to vhodná alternativa.

Na obdobném principu vznikla výše zmíněná geolokační hra Munzee, ve které hráč zná polohu kódu předem a po jeho přečtení na daném místě (ověřeném pomocí GPS) získává body, kód zde však neobsahuje souřadnice nýbrž informace k ověření správnosti.

#### **2.4.2 NFC**

Obdobně jako QR kódy lze využít technologii NFC, která je však stále ještě omezena nízkým počtem podporovaných zařízení. Nicméně NFC kód lze zakomponovat do různých věcí, jako například cedulí, bez obav z grafického poničení, které by znemožnilo přečtení kódu. Výhodou této technologie je (stejně jako u QR kódů) přesnost, která záleží na umístění. Nevýhodou jsou vyšší pořizovací náklady a aktuálně také již zmíněný malý počet podporovaných zařízení.

## **3 Analýza**

### **3.1 Analýza současných aplikací**

#### **3.1.1 ZOO Praha**

Mobilní aplikace Údolí slonů slouží k poznání života a historie slonů indických v ZOO Praha, tato aplikace je dostupná pouze pro Android a iPhone a nejedná se o aplikaci využívající geolokaci ačkoli obsahuje mapu údolí, ve které jsou vyznačena zajímavá místa pro vyhlídky a lepší seznámení se slony. Hlavním účelem této aplikace je však seznámení návštěvníků zoologické zahrady s historií slonů v ZOO, jejich chovem a s jednotlivými slony v rámci zahrady. V aplikaci je také jednoduchý kvíz, ve kterém si uživatelé mohou ověřit získané znalosti.

#### **3.1.2 Ostatní zoologické zahrady**

Zajímavou a ojedinělou aplikací, v rámci českých zoologických zahrad, je aplikace pro ZOO Liberec s názvem ZOO v kapse, tato aplikace je dostupná pro všechny tři hlavní mobilní operační systémy, tedy pro Android, iOS i pro Windows Phone. Aplikace obsahuje kreslený pláněk této zahrady vložený do klasické mapy, na které se zobrazuje poloha uživatele, samotná mapa tak sice není přímo interaktivní, nicméně lze z několika seznamů vybrat bod, který se zobrazí na mapě. Do hlavních seznamů aplikace patří program, novinky, služby a zábava – atrakce.

### **3.2 Požadavky na aplikaci**

Soupis funkčních požadavků, které popisují vlastnosti, chování a obecné funkce navrhované aplikace.

#### **3.2.1 Geolokace**

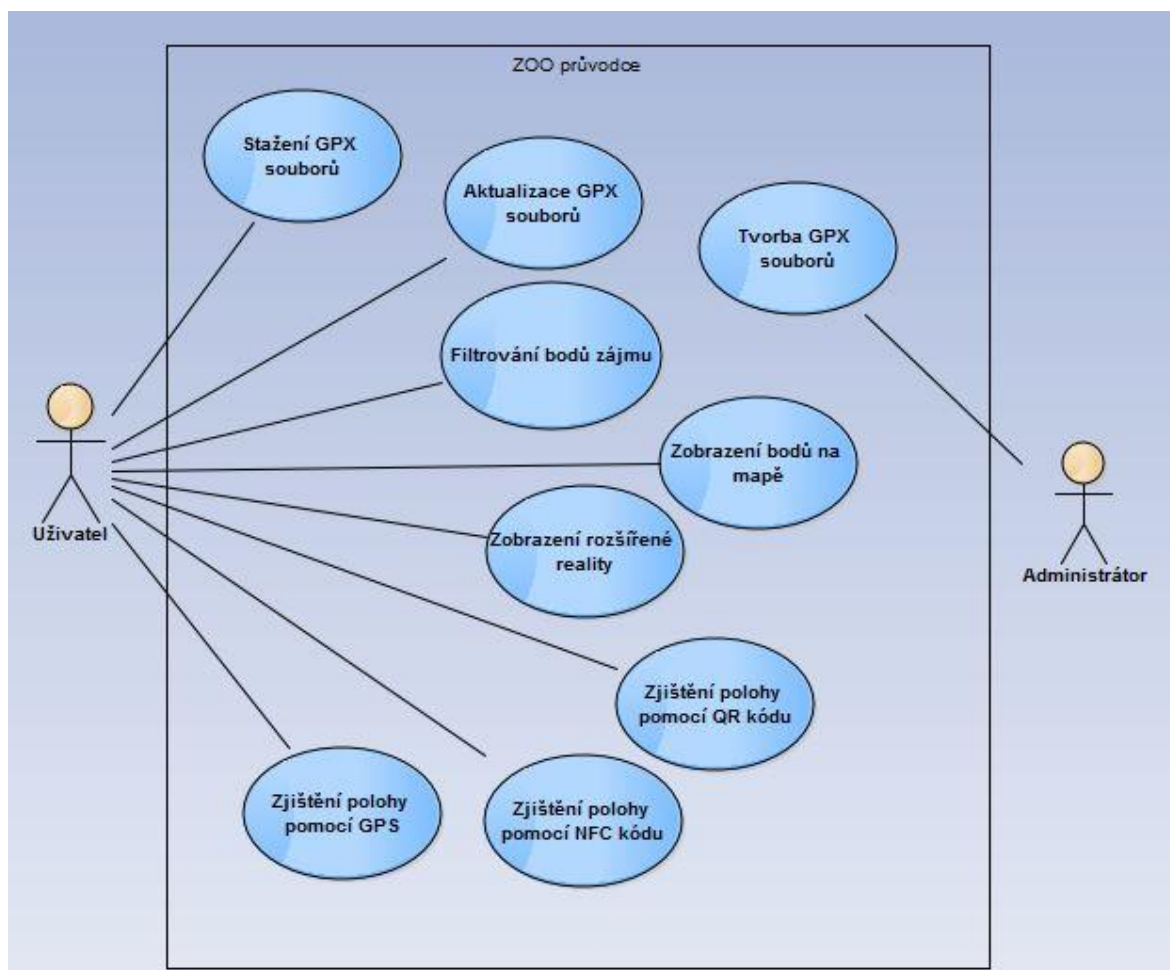
- Aplikace bude zjišťovat polohu pomocí systému GPS.
- Aplikace bude zjišťovat polohu pomocí QR kódů.
- Aplikace bude zjišťovat polohu pomocí NFC.

#### **3.2.2 Body zájmu**

- Aplikace bude stahovat GPX data z internetu.
- Aplikace bude umožňovat aktualizaci GPX souborů internetu.
- Aplikace bude umožňovat filtrovat body zájmu.
- Aplikace bude zobrazovat informace na mapě.
- Aplikace bude zobrazovat informace prostřednictvím rozšířené reality.

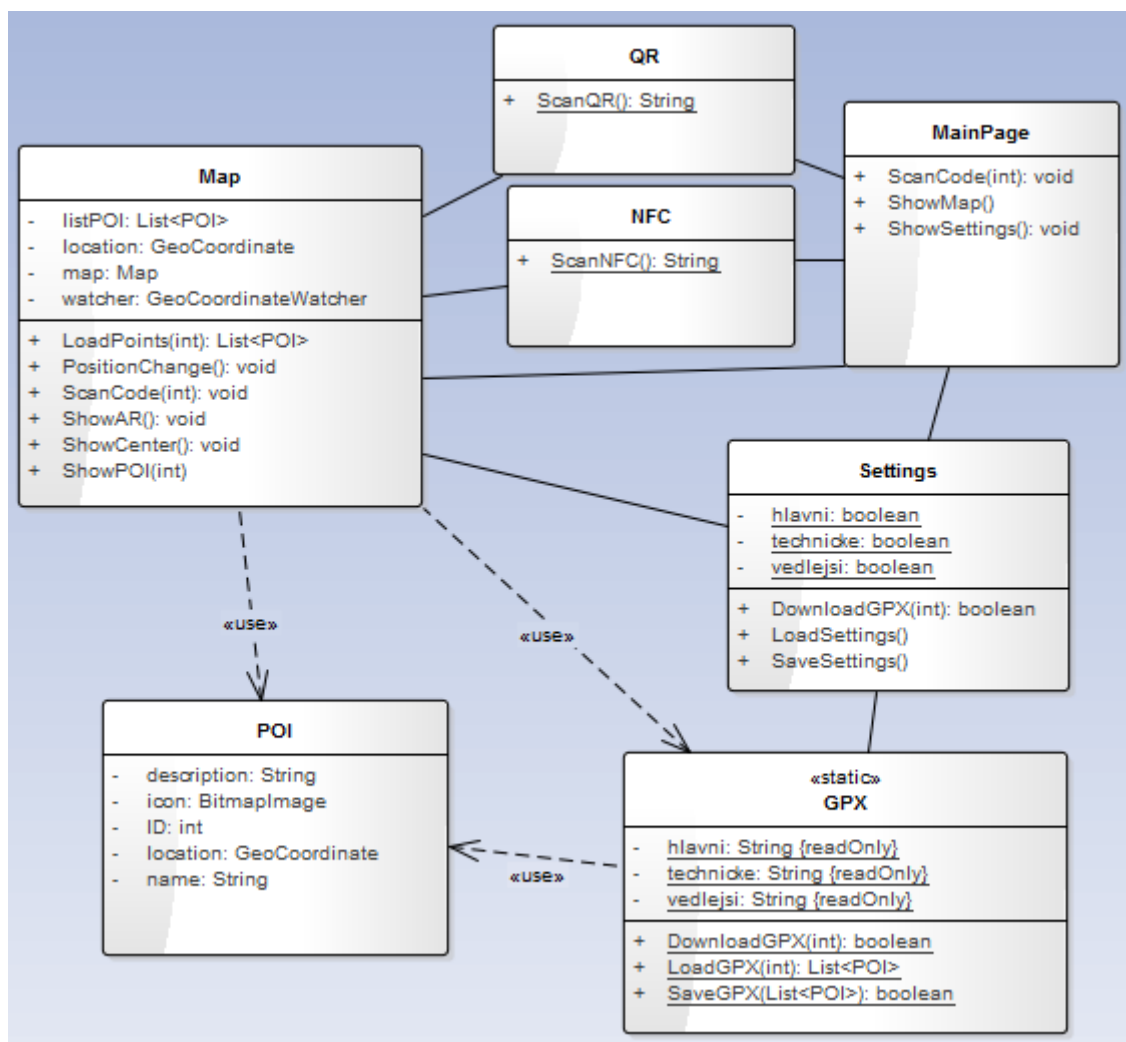


### 3.3 Use-case diagram aplikace



Obrázek 10 - Use-case diagram  
Zdroj: autor

### 3.4 Model analytických tříd

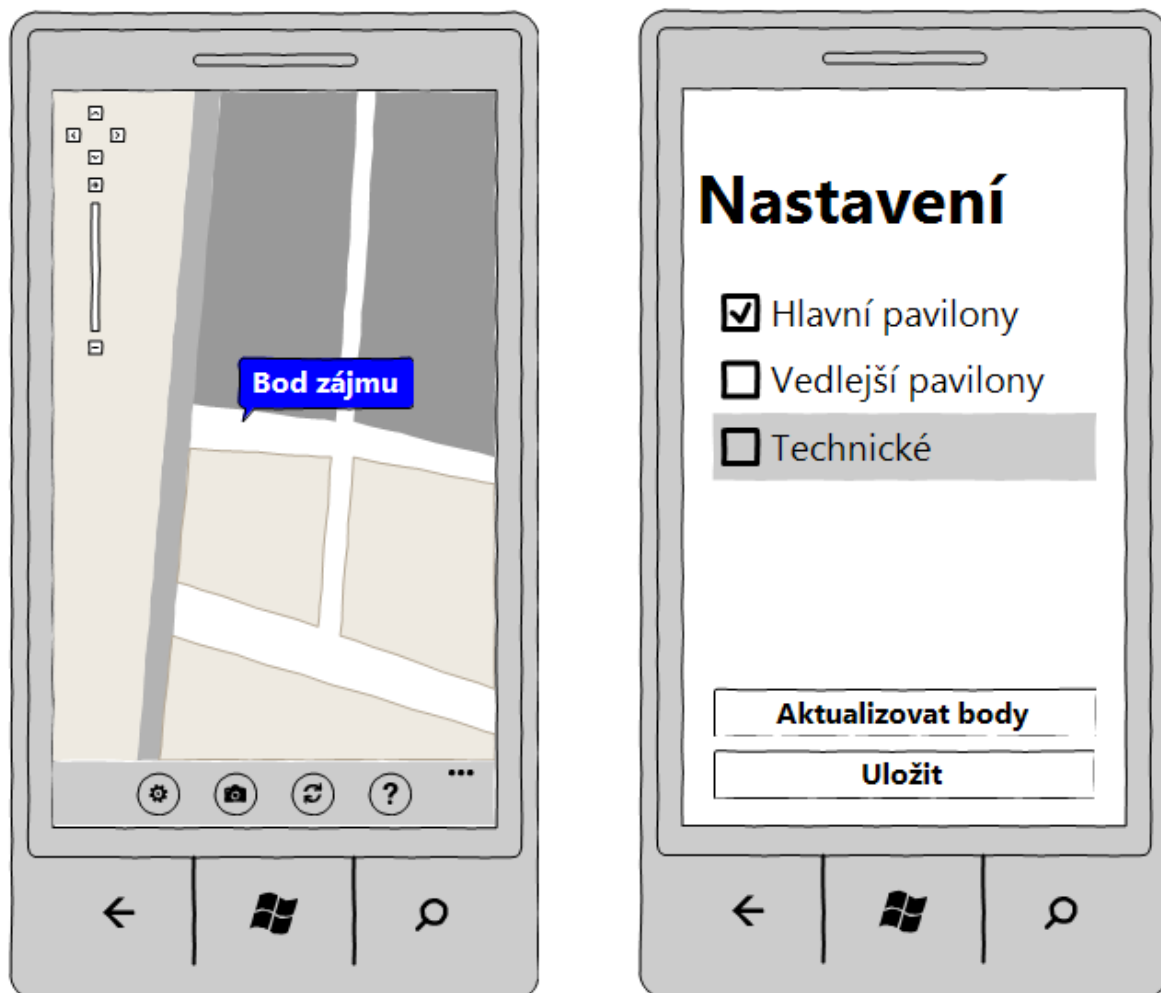


Obrázek 11 - Model analytických tříd

Zdroj: autor

## 4 Grafický návrh

Grafický návrh mobilní aplikace pro Windows Phone 8 vytvořený v programu Wireframe Sketcher. V návrhu jsou zapracovány hlavní obrazovky navrhované aplikace. Na prvním obrázku (Obrázek 12) je vlevo znázorněna obrazovka s mapou a bodem zájmu, vpravo je pak obrazovka se základním nastavením aplikace.



Obrázek 12 - Mapa a nastavení  
Zdroj: autor

Na obrázku 13 je zobrazen detail bodu zájmu (pavilonu) po „rozkliknutí“ na mapě. Na posledním obrázku (Obrázek 14) jsou obrazovky rozšířené reality, vlevo bod zájmu, který se „přichytává“ na místo zobrazené prostřednictvím fotoaparátu telefonu, vpravo pak detail bodu, který je obdobou detailu z obrázku 2.



**Obrázek 13 - Detail bodu zájmu**  
Zdroj: autor



**Obrázek 14 - Rozšířená realita**  
Zdroj: autor

## 5 Implementace aplikace

### 5.1 Windows Phone

Windows Phone 8 je mobilní operační systém společnosti Microsoft, vyznačující se typickým uživatelským rozhraním, ve kterém jsou uživatelem vybrané aplikace zobrazeny na hlavní stránce jako dlaždice a na vedlejší stránce je abecední seznam všech aplikací a dalších nastavení. Dlaždice navíc mohou mít formu takzvaných „živých dlaždic“, které zobrazují, aplikací definované, informace uživateli bez nutnosti aplikaci spouštět.

Systém je založen na stejných „core“ technologiích jako Windows 8. Výhodou toho je možnost jednoduchého portování vhodných aplikací mezi Windows 8 (v Modern UI) a Windows Phone 8. Aplikace využívají pouze stejné runtime jádro, nejedná se tak proto o kompatibilitu na úrovni distribučních balíčků. Aplikaci pro sesterskou platformu je nutné adaptovat, upravit a znovu sestavit.

Z toho však také vyplývá nekompatibilita s předchozím systémem Windows Phone 7, telefony s tímto operačním systémem nelze ani upgradovat na Windows Phone 8. Zatímco upgrade na další systém v pořadí, kterým je Windows 10, bude umožněn.

Na rozdíl od WP7, kde „sedmička“ nesignalizovala nic společného s operačním systémem Windows 7 a na přenos multimediálních souborů bylo nutné využívat aplikaci Zune, je interakce mezi WP8 a W8 přímá, připojený telefon je rozpoznán jako externí paměťové zařízení se zpřístupněnými adresáři pro dokumenty, obrázky, hudbu, videa, vyzváněcí tóny a stažené soubory. To je však pouze vedlejší větev synchronizace, vše důležité (dokumenty, e-maily, kontakty, agenda a další) se synchronizuje přes cloud (cloudová služba Live).

#### Požadavky na vývoj

Základním požadavkem je Visual Studio (2012 a vyšší), které je potřeba nainstalovat na operační systém Windows 7 a novější, pro základní vývoj je dostačující bezplatná edice Visual Studio Express 2013. Pro spuštění Windows Phone emulátoru je zapotřebí procesoru, který podporuje hardwarovou virtualizaci (Hyper-V) a překlad adres druhé úrovně (SLAT) a 64 bitový operační systém Windows 8 v edici Pro a vyšší. Visual Studio Express a Windows Phone emulátor jsou součástí sady vývojářských nástrojů Windows Phone SDK. Pro nahrávání aplikací na Windows Store a pro testování vyvíjených aplikací na vlastním zařízení je nutný účet na Windows Dev Center<sup>12</sup> poskytovaný pro studenty zdarma a pro ostatní vývojáře za roční poplatek.

---

<sup>12</sup> <http://dev.windows.com/>

## 5.2 Integrované senzory

Moderní mobilní zařízení jako chytré telefony a tablety jsou vybaveny širokým spektrem senzorů, zpravidla elektronickým kompasem, akcelerometrem, gyroskopem, měřičem osvětlení, náklonoměrem a systémem určování polohy (GPS modulem).

Náklonoměr a akcelerometr umožňuje nejen zjištění aktuální orientace přístroje, ale lze je využít i k pokročilejšímu ovládání aplikací a především her.

Údaje z akcelerometru jsou odvozeny od setrvačnosti vyplývající z pohybu zařízení. Akcelerometr je schopen měřit zrychlení ve třech osách. V aplikacích se dá využít například pro snímání dynamiky pohybu při ovládání.

V operačním systému jsou implementovány složité geometrické výpočty, které jsou nutné pro zjištění polohy orientace a pohybu ze surových dat z jednotlivých senzorů. Tyto informace jsou důležité například pro aplikace pracující s rozšířenou realitou, jedná se hlavně o polohu, rotační zrychlení a lineární zrychlení. [30]

## 5.3 Windows Phone geolokace

Ve Windows Phone 8 je využíváno třech základních strategií zjišťování polohy, primárně se jedná o systém GPS, respektive systém A-GPS (Assisted Global Positioning System), který je rozšířením tohoto systému. A-GPS zlepšuje rychlost zaměření zařízení, pomocí informací o satelitech získaných ze serveru, prostřednictvím internetu. Družicové zjišťování polohy je doplňováno triangulací BTS stanic a triangulací Wi-Fi sítí v okolí. [31]

Pro zjišťování a sledování polohy telefonu je používána třída Geolocator obsahující například událost pro kontrolu změny geografické polohy (PositionChanged) či asynchronní metodu pro určení polohy (GetGeopositionAsync).

## 5.4 QR

QR kódy (Quick Response code) jsou obdobou čárových kódů, mezi které patří i kódy EAN. Na rozdíl od čárových kódů tvoří QR kódy černobílé bloky, které se skládají v obrazce ve tvaru čtverců. Díky své konstrukci QR kódy umožňují přenášet daleko více informací. Do jednoho kódu, obrazce s 1 500 čtverečky, se vejde text až s 3 000 bajty informací. QR kódy mohou nést textovou zprávu, kontaktní informace nebo odkaz na webové stránky. Mimo tato data jsou v kódech další informace, které potřebuje čtečka pro jejich samotné dekodování.

Původním záměrem technologie bylo rozkódovat obsah co nejrychlejším způsobem (proto "Quick Response"). V počátku byly využívány hlavně při označování součástí v automobilovém průmyslu. [32]

Na obrázku 15 je ukázka QR kódu s textem „Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Proin in tellus sit amet nibh dignissim sagittis.“, kód byl vygenerován prostřednictvím online generátoru<sup>13</sup>.



Obrázek 15 - QR kód  
Zdroj: autor

Snímání QR kódů je implementováno prostřednictvím knihovny ZXing.Net, která poskytuje rozhraní IBarcodeReader, to umožňuje dekodovat QR kód získaný pomocí třídy PhotoCamera a fotoaparátu. Pro vytvoření QR kódu lze použít rozhraní IBarcodeWriter ze stejné knihovny.

## 5.5 NFC

Technologie NFC (Near Field Communication) přináší možnost bezdrátové komunikace na krátkou vzdálenost mezi dvěma zařízeními. NFC lze definovat jako soubor norem a standardů, které specifikují architekturu technologie a přenosové protokoly pro radiovou komunikaci. Princip fungování NFC je obdobný technologii RFID (Radio Frequency Identification), vzájemná komunikace však, na rozdíl od RFID, probíhá ve velmi krátkých vzdálenostech (do 20 cm).

Existují dva typy zařízení: aktivní (mobilní telefon s NFC či NFC čtečka), které má vlastní zdroj energie a iniciuje komunikaci a pasivní zařízení (NFC tagy). Pasivní zařízení nemá vlastní zdroj energie a energie je mu předávána prostřednictvím elektromagnetických vln z aktivního zařízení. Komunikace tedy může probíhat pouze za předpokladu, že je alespoň jedno zařízení aktivní, jsou-li obě zařízení aktivní, lze komunikovat obousměrně.

Oblast využití je široká, pokud je technologie součástí mobilního telefonu, je pak možné mít celou peněženku v telefonu a platit poté obdobně jako bezkontaktní platební kartou. Dále

---

<sup>13</sup> <http://goqr.me/>

pak NFC může nahradit klíče at' již fyzické, jako například od domu, nebo i virtuální pro přihlášení do počítačů. Díky NFC tagům lze také zjišťovat informace z okolí, čehož lze využít k reklamním účelům, například pro otevření internetového obchodu v prohlížeči telefonu nebo i ke zjištění informací a zajímavostí z místa, na kterém se tag nachází. [33]

NFC tagy jsou složeny ze dvou hlavních částí, z antény a čipu. Anténa z důvodu přenosu energie a dat musí mít dostatečně velkou plochu (v průměru minimálně 15 milimetrů), šířka tagu však může být i desetina milimetru. Čip je jeden a skládá se ze součástí, které obsluhují komunikaci a z paměti, ve které jsou uložena data.

Množství informací, které lze na tag uložit závisí na typu tagu, čtyři formáty tagů definovalo NFC Forum:

- typ 1 je postaven na standardu ISO/IEC 14443 A, je možné jej používat v režimu čtení/zápis nebo jej uzamknout pouze pro čtení. Kapacita tagu je od 96 bajtů až do 2 kilobajtů, přenosová rychlost 106 Kb/s. Výhodou je nízká cena,
- typ 2 je shodný s prvním typem, minimální kapacita je ovšem menší: 48 bajtů,
- typ 3 je postaven na japonském standardu FeliCa, ovšem režim čtení/zápis nebo jen čtení se nastavuje už při výrobě. Kapacita je variabilní, teoretický limit je až 1 MB, rychlost je 212 nebo 424 Kb/s. Cena je tentokrát vyšší,
- typ 4 je kompatibilní se standardem ISO/IEC 14443 A i B, tag se při výrobě konfiguruje v režimu čtení/zápis nebo pouze čtení. Kapacity jsou už větší a pohybují se v kilobajtech, maximální velikost je 32 kB, rychlost je pak 106 nebo 424 Kb/s. [34]

NFC komunikace je ve Windows Phone zpřístupněna třídou ProximityDevice, instanci této třídy lze zaregistrovat pro příjem NDEF zpráv z NFC kódů. Takto získaná zpráva může obsahovat několik NDEF záznamů (NdefRecord), které mohou být různého typu, například záznam s webovou adresou či textový záznam.

## 5.6 Windows Phone Maps API

Windows Phone mají svou nativní mapovou platformu, tato platforma je velmi úzce propojena s tímto systémem. Mapové podklady v offline podobě si uživatel pro jednotlivé státy stahuje v rámci operačního systému. Tyto podklady následně mohou aplikace využívat, nejsou-li žádné mapové podklady uloženy, respektive jsou-li požadovány mapy států, které nejsou uloženy v zařízení, musí být požadovaná část mapy dočasně stažena online.

Každá aplikace využívající tyto mapy musí mít vlastní „Map service Authentication Token“, který slouží k identifikaci aplikace vůči mapové službě a při intenzivním komerčním využívání pro tarifování, tento token lze získat na Windows Phone Dev Center<sup>14</sup>, po vyplnění základních informací o aplikaci.

---

<sup>14</sup> <https://dev.windowsphone.com>



## 5.7 Body zájmu

Pojem body zájmu představuje český překlad anglického termínu Point Of Interest (POI). Mezi zájmové body patří muzea, galerie, hotely, úřady, památky, sportoviště a mnoho dalších. Databáze bodů zájmu je jedním ze zdrojů dat pro navigační data, druhou skupinou jsou mapové podklady.

Informace, o bodu zájmu, obsahují zejména název a zeměpisné souřadnice, které bod lokalizují, další informace jsou závislé na typu bodu, kromě souřadnic a názvu mohou obsahovat například adresu, otevírací dobu, popis, kontaktní telefon, webové stránky a podobně. Body lze kategorizovat pro následné jednodušší zobrazení požadovaných dat při vyhledávání (například kultura, památky, sport, doprava, gastronomie a další). [35]

V rámci aplikace jsou body zájmu reprezentovány třídou `ARItemDesc`, která je poděděna od třídy `ARItem`, oproti které je rozšířena o ikonu bodu a detailní popis. Instance třídy `ARItemDesc` jsou používány na mapě a v rozšířené realitě.

## 5.8 GART

Framework GART<sup>15</sup> (Geo Augmented Reality Toolkit) slouží pro přidání rozšířené reality do Windows Phone aplikací. Pomocí tohoto frameworku lze kolekci bodů zájmu se zeměpisnými souřadnicemi zobrazit jako rozšířenou realitu na mapě či fotoaparátu.

Základní postup tvorby aplikací s GART:

- vložení reference na GART.dll,
- vložení komponenty ARDisplay,
- vložení vrstev (potomků ARDisplay),
- vytvoření kolekce bodů zájmu (`ARItemDesc`),
- spuštění služby,
- zastavení služby.

---

<sup>15</sup> <https://gart.codeplex.com/>

## 6 Řešení

### 6.1 Popis hlavních stránek aplikace

#### 6.1.1 Základní obrazovka

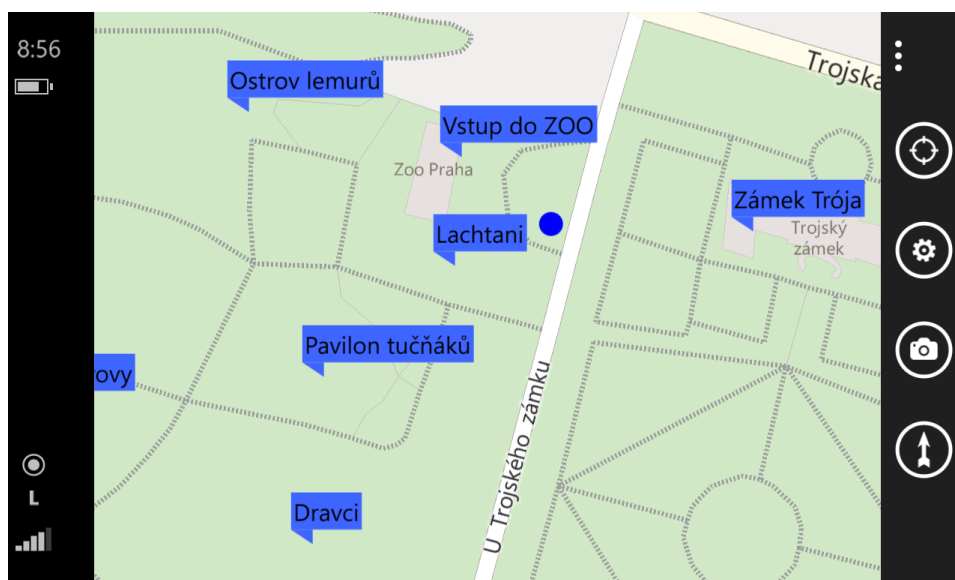
Základní stránka je vstupním bodem aplikace a obsahuje rozcestník k celé aplikaci, vzhled tlačítek je řešen jako dlaždice, které jsou jednotlivým prvkem v operačním systému Windows Phone. Z tohoto důvodu mají také ikony průhledné pozadí a dlaždice mají nastavenou systémovou barvu.

Hlavní dlaždice na této stránce odkazuje na stránku s mapou, dále jsou zde odkazy na seznamy uložených bodů, nastavení, informace o aplikaci a na snímání QR a NFC kódů se souřadnicemi.

#### 6.1.2 Mapa

Nejdůležitější stránka aplikace obsahuje mapu s uloženými body zájmu, ve kterých jsou informace o jednotlivých pavilonech. Pokud je uživatel v blízkosti těchto bodů lze také zobrazit tyto body pomocí rozšířené reality na mapě nebo přepnutím na snímání fotoaparátu v telefonu.

V panelu nástrojů této stránky lze přejít do nastavení aplikace, přepínat mezi mapou a fotoaparátem, vycentrovat mapu dle polohy uživatele či snímat kódy se souřadnicemi pro určení polohy uživatele (alternativa pro zjištění pozice pomocí GPS).



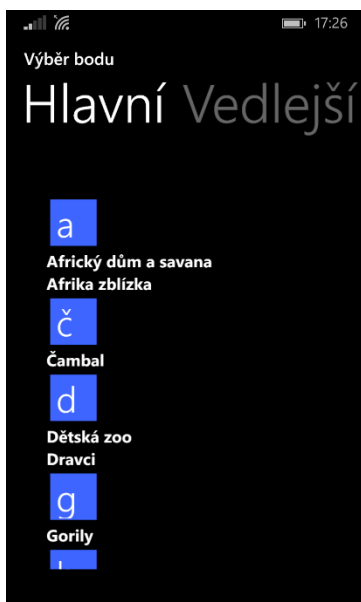
Obrázek 16 - Aplikace – mapa  
Zdroj: autor

### 6.1.3 Nastavení

Obrazovka s nastavením je důležitá pro správu bodů zájmu, nejen z důvodu filtrace zobrazených bodů, ale také pro stahování a aktualizaci bodů z internetu, ty se stahují jako GPX soubor (založený na XML), který administrátor může jednoduše vytvářet a upravovat ve webové aplikaci, ukázka takového souboru je v příloze A.

### 6.1.4 Seznamy bodů

Panoramatická stránka, která obsahuje seznamy bodů zájmu, body jsou v seznamech seřazeny dle abecedy a seskupeny dle prvního písmene. Vyhledávání konkrétního pavilonu či jiného bodu zájmu je tedy jednoduché. Uživatelem vybraný bod ze seznamu se zobrazí na mapě bez ostatních bodů pro snadné navigování.



Obrázek 17 - Aplikace – seznamy  
Zdroj: autor

## 6.2 Webová část

Webová část je administrátorskou částí aplikace, která není přímo dostupná uživatelům. Účelem této části je tvorba bodů zájmu v ZOO, případně modifikace stávajících bodů. Administrátor po přihlášení zadává pomocí jednoduchých formulářů atributy bodů (souřadnice, název, popis) a vybírá, jakou ikonu bude mít bod v aplikaci.

Výsledná kolekce bodů je uložena jako GPX soubor, který je uložen na dané místo na serveru, odkud je stahován mobilní aplikací.

## **Závěr**

Cílem teoretické části diplomové práce bylo popsat techniky a možnosti použití geolokačních služeb v mobilních zařízeních. Práce popisuje především možnosti geolokace v chytrých mobilních telefonech. Tyto možnosti jsou v práci uspořádány do několika skupin a jednotlivě popsány včetně příkladů konkrétních aplikací. Zároveň práce popisuje, jaké techniky lze v rámci geolokace použít a srovnává jejich parametry, hlavně přesnost zaměření.

V rámci praktické části bylo úkolem navrhnout a realizovat mobilní aplikaci, která bude využívat několika způsobů geolokace. Výsledná aplikace využívá pro geolokaci především systém GPS, který je automaticky doplňován zjišťováním polohy pomocí stanic BTS a pomocí informací o Wi-Fi sítích v okolí. Pro zjišťování polohy uživatele je v aplikaci také implementováno čtení QR a NFC kódů jako alternativní způsob zjištění polohy.

Konkrétně byla vytvořena aplikace pro prohlídku zoologické zahrady v Praze, aplikace je napsána pro operační systém Windows Phone 8.0 v jazyce C#, díky tomu bylo využito znalostí z předmětu Pokročilé techniky programování. Tato aplikace splňuje základní požadavky na geolokaci, nicméně pro alternativní způsob geolokace pomocí QR a NFC kódů by bylo zapotřebí vytvořit síť kódů po zoologické zahradě, například na informačních tabulích u jednotlivých pavilonů. Informace o ZOO aplikace stahuje prostřednictvím XML formátu souboru. Navíc aplikace splňuje volitelný požadavek na podporu rozšířené reality. Pro ostré nasazení aplikace by bylo vhodné zpracovat na designu aplikace tak, aby více odpovídal jednotnému vizuálnímu stylu zoologické zahrady v Praze.

## Literatura

1. KOSTELECKÝ, J. Souřadnicový systém WGS 84. [online]. 21. 11. 2012 [cit. 2015-04-23]. Dostupné z: [http://wares.wz.cz/geodezia/vyssia\\_geodezia\\_PA/VYG\(07\)-WGS-84-2012-3na1.pdf](http://wares.wz.cz/geodezia/vyssia_geodezia_PA/VYG(07)-WGS-84-2012-3na1.pdf)
2. GOOGLE DEVELOPERS. *Google Maps API Web Services* [online]. 2014 [cit. 2014-12-30]. Dostupné z: <https://developers.google.com/maps/documentation/geocoding/>
3. KYSELA, J. *Stručný úvod do geosociálních sítí* [online]. 18. 2. 2013 [cit. 2014-11-08]. Dostupné z: <http://www.internetprovsechny.cz/strucny-uvod-do-geosocialnich-siti/>
4. KYSELA, J. *Svět v pohybu podle tabletů a smartphonů* [online]. 10. 12. 2013 [cit. 2014-11-08]. Dostupné z: <http://www.internetprovsechny.cz/svet-v-pohybu-podle-tabletu-a-smartphonu/>
5. FOURSQUARE. About. *Foursquare* [online]. 2015 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <https://foursquare.com/about>
6. LUTONSKÝ, M. *Co je to Foursquare: návod v češtině* [online]. 2. 5. 2011 [cit. 2014-11-08]. Dostupné z: <http://www.zive.cz/bleskovky/co-je-to-foursquare-navod-v-cestine/sc-4-a-156912/default.aspx>
7. BĚLEJOVÁ, L. *Facebook* [online]. 6. 2. 2012 [cit. 2014-11-08]. Dostupné z: [http://wiki.knihovna.cz/index.php/Facebook\\_a\\_geolokace](http://wiki.knihovna.cz/index.php/Facebook_a_geolokace)
8. DOČEKAL, D. *Facebook* [online]. 9. 9. 2012 [cit. 2012-11-08]. Dostupné z: <http://www.lupa.cz/clanky/facebook-o-vas-kresli-podrobnou-mapu-co-jste-mu-do-ni-povolili-zanest/>
9. STATISTA. Social networks: global sites ranked by users 2015 | Statistic. [online]. 2015 [cit. 2015-04-24]. Dostupné z: <http://www.statista.com/statistics/272014/global-social-networks-ranked-by-number-of-users/>
10. AJMERA, H. *Social Media 2014 Statistics – an interactive Infographic you’ve been waiting for!* [online]. 5. 6. 2014 [cit. 2014-11-09]. Dostupné z: <http://blog.digitalinsights.in/social-media-users-2014-stats-numbers/05205287.html>
11. NATIONS, D. *What is Geotagging?* [online]. 2014 [cit. 2014-11-15]. Dostupné z: <http://webtrends.about.com/od/glossary/a/what-geotagging.htm>

12. T-MOBILE. *CPA GPS Locator T300* [online]. [cit. 2014-12-06]. Dostupné z: <http://www.t-mobile.cz/modemy-a-routery/detail-zarizeni/-/zarizeni/CPA/Nejsikovnejsi.zarizeni.pro.celou.rodinu/PO12745/?preferInstallmentPayment=true>
13. PARTNERMB. *Sledování užitkových vozidel a osobních automobilů* [online]. [cit. 2014-12-07]. Dostupné z: <http://www.rmc-system.com/osobni-automobily>
14. *Wherigo Cache* [online]. 14. 4. 2014 [cit. 22-12-2014]. Dostupné z: [http://wiki.geocaching.cz/wiki/Wherigo\\_Cache](http://wiki.geocaching.cz/wiki/Wherigo_Cache)
15. KUBIKKUBIK. *Co je to Ingress?* [online]. 26. 11. 2012 [cit. 2014-12-29]. Dostupné z: <http://ingressia.cz/2012/11/co-je-to-ingress/>
16. *Mýtný systém* [online]. 2014 [cit. 2014-11-24]. Dostupné z: <http://www.mytocz.eu/cs/novy-uzivatel/mytny-system-1/index.html>
17. SDRUŽENÍ PRO DOPRAVNÍ TELEMATIKU. *Jak funguje mikrovlnné mýto?* [online]. 2013 [cit. 2014-11-29]. Dostupné z: <http://www.elektronickemytne.cz/jak-funguje-mikrovlnne-myto/>
18. SDRUŽENÍ PRO DOPRAVNÍ TELEMATIKU. *Jak funguje satelitní mýto?* [online]. 2013 [cit. 2014-11-30]. Dostupné z: <http://www.elektronickemytne.cz/jak-funguje-satelitni-myto/>
19. SDRUŽENÍ PRO DOPRAVNÍ TELEMATIKU. *Co přesně znamená "hybridní systém", který vznikl v České republice?* [online]. 2014 [cit. 2014-11-30]. Dostupné z: <http://www.elektronickemytne.cz/co-presne-znamená-hybridni-system-ktery-vznikl-v-ceske-republice/>
20. EMAN S.R.O. *Rozšířená realita (Augmented Reality)* [online]. 2014 [cit. 2014-12-13]. Dostupné z: <http://www.eman.cz/sluzby/mobilni-aplikace-vyvoj/rozsirena-realita-augmented-reality/>
21. ČERNÝ, M. *Rozšířená realita: od mobilního telefonu k chytrým brýlím* [online]. 23. 4. 2013 [cit. 2014-12-13]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/rozsirena-realita-od-mobilniho-telefonu-k-chytrym-brylim/>
22. ODBOR KOSMICKÝCH AKTIVIT A ITS. *Český Kosmický Portál - Odbor kosmických aktivit a ITS* [online]. 2015 [cit. 2015-01-27]. Dostupné z: <http://www.czechspaceportal.cz/>
23. PETROVSKI, I. G. *GPS, GLONASS, Galileo, and Beidou for Mobile Devices*. Cambridge: Cambridge University Press, 2014, 311 s.. ISBN 978-1-107-03584-3.

24. PROCHÁZKA, V. *Žhavá novinka GPS - umělé znepřesňování zrušeno!* [online]. 3. 5. 2000 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://www.svetoutdooru.cz/autor/zhava-novinka-gps-umele-znepresnovani-zruseno/>
25. INFORMATION-ANALYTICAL CENTRE. *Information analytical centre of GLONASS and GPS controlling* [online]. 2015 [cit. 2015-02-03]. Dostupné z: <http://glonass-iac.ru/en/>
26. ORLICH, M. *Základní lokalizační metody v GSM* [online]. 28. 2. 2006 [cit. 2015-03-02]. Dostupné z: <http://access.feld.cvut.cz/view.php?cisloclanku=2006022801>
27. KYSELA, J. *Webové aplikace s geolokací* [online]. 5. 11. 2012 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://www.internetprovsechny.cz/webove-aplikace-s-geolokaci/>
28. NYGRÝN, P. *Najděte se i bez GPS* [online]. 14. 12. 2010 [cit. 4-03-2015]. Dostupné z: <http://navigovat.mobilmania.cz/clanky/najdete-se-i-bez-gps/sc-3-a-1315155>
29. INGR, M. *Geolokace stanic v síti Internet*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav telekomunikací, 2011. diplomová práce. Dostupné také z: [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=38332](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=38332)
30. LACKO, L. *Vývoj aplikací pro Windows 8.1 a Windows Phone*. Brno: Computer Press, 2014. ISBN 978-80-251-3822-9.
31. VAUGHAN, D. *Windows Phone 8 Unleashed*. Indianapolis (Indiana, USA): SAMS, 2013. ISBN 978-0-672-33689-8. Dostupné také z: <https://www.safaribooksonline.com/library/view/windows-phone-8/9780133383959/>
32. LOUCKÝ, M. Znáte QR kódy? *Technik*. Praha: Business Media CZ, 2011, č. 3, s. 46. ISSN 1210-6160.
33. STAŠA, P. a Z. NEUSTUPA. *Technologie NFC. Sdělovací technika*. Praha: Sdělovací technika, 2013, s. 15. ISSN 0036-9942.
34. KORB, K. *NFC tagy: co jsou vlastně zač a jak fungují?* [online]. 15. 3. 2012 [cit. 2015-01-22]. Dostupné z: <http://nearfield.cz/clanky/nfc-tagy-co-jsou-vlastne-zac-a-jak-funguji-5>
35. DOBEŠOVÁ, Z. Body zájmu - tvorba a využití. *Geografické rozhledy*. Praha: Nakladatelství České geografické společnosti, 2012, s. 18-19. ISSN 1210-3004.

36. LACKO, L. *Vývoj univerzálných aplikací*. Brno: Zoner Press, 2014. ISBN 978-80-7413-282-7.



## Příloha A – GPX soubor s hlavními pavilony ZOO Praha

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<gpx version="1.0" creator="mail@josefbina.cz" xmlns:xsi=
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">

<name>ZOO body</name>
<desc>Hlavni pavilony</desc>
<author>Josef Bina</author>
<email>mail@josefbina.cz</email>
<url>http://gpx.josefbina.cz</url>
<keywords>ZOO</keywords>

<wpt lat="50.1175850" lon="14.4102406">
<name>Indonéská džungle</name>
<cmt> </cmt>
<desc>Po vstupu do jednoho z největších pavilonů v Evropě se rázem
ocitnete uprostřed pralesa jihovýchodní Asie. Z klikaté pěšinky vedoucí
mezi patami obřích stromů můžete zahlédnout některého z mnoha zdejších
živočichů včetně binturongů či orangutanů. Spatříte také varany komodské
a v potměšilé jeskyni vám budou nad hlavou poletovat kaloni. To vše
umocněno zpěvem pralesních ptáků, tropickými teplotami a vlhkostí!
</desc>
<image>img/hlavni/indoneska dzungle.PNG</image>
<id>1</id>
</wpt>

<wpt lat="50.1172975" lon="14.4076358">
<name>Papouščí stezka</name>
<cmt> </cmt>
<desc>Jižní stráž kolem cesty spojující expozici ledních medvědů s horní
stanicí lanovky patří od roku 2009 papouškům. Ve čtyřech dvojitéch
voliérách tu žijí teplomilní loriové, loričkové a lorikulové – menší
druhy papoušků, jejichž domovem je oblast od severu Austrálie přes
ostrovy jihovýchodní Asie až po západní Indii.
Voliéry jsou kryty lehoučkými sítěmi vypnutými na dřevěných konstrukcích,
zadní částí se opírají o přírodní skálu a jsou doplněny citlivou
výsadbou, takže ptáky představují v co možná nejpřirozenější působícím
prostředí. Ke každé dvojvoliéře patří rovněž vytápěná ubikace se
skleněnými čelními okny, díky kterým je možné její pestrobarevné
obyvatele pozorovat i v zimě. Vrcholem celé stezky je pak velká průchozí
voliéra s volně poletujícími papoušky i některými dalšími druhy ptáků,
která návštěvníky provede lesnatým a křovinatým prostředím.
</desc>
<image>img/hlavni/papousci.PNG</image>
<id>2</id>
</wpt>

<wpt lat="50.1183336" lon="14.4035175">
<name>Pláně</name>
<cmt> </cmt>
<desc>Na náhorní plošině, která vznikla z naplavenin přinesených Vltavou,
najdete prostorné výběhy, ideální pro stáda velkých býložravců.
Hned několik druhů, které je obývají, bylo kdysi téměř vyhubeno a jejich
přežití do dnešních dní je závislé na důsledné ochraně v přírodě a
chovech v lidské péči.
Pro pražskou zoo jsou v tomto ohledu zásadní koně Převalského, v jejichž
záchraně sehrála jednu ze stěžejních rolí a dnes organizuje jejich převoz
a vypouštění zpět do přírody Mongolska.
```

Ani většina ostatních druhů, které zde chováme, však nemá právě na různých ustlání - přímorožce šavlorohé již v přírodě nenajdete, divokých velbloudů dvouhrbých přežívá poslední hrstička, ohrožení jsou i jeleni lyrorozí a záchrana bizonů doslova za minutu dvanáct je již dnes známým příběhem.

</desc>

<image>img/hlavni/plane.PNG</image>

<id>3</id>

</wpt>

<wpt lat="50.1186614" lon="14.4096128">

<name>Afrika zblízka</name>

<cmt> </cmt>

<desc>V expozičním celku Afrika zblízka se několika kroky přenesete z Trojské kotliny do africké vesnice, kterou lidé již dávno opustili a příroda se zde postupně znovu ujímá vlády. Místními obyvateli jsou nejrozličnější menší tvorové, ať už savci, plazi, nebo třeba bezobratlí, kteří obsazují mnohdy nečekaná místa.

</desc>

<image>img/hlavni/afrika.PNG</image>

<id>4</id>

</wpt>

<wpt lat="50.1187169" lon="14.4081989">

<name>pavilon hrochů</name>

<cmt> koment</cmt>

<desc>Nově otevřený pavilon nabízí jedinečný pohled na hrochy v jejich přirozeném živlu - pod vodní hladinou. Hroši v něm mají k dispozici prostorný vnitřní a venkovní bazén s čelní stěnou tvořenou sklem. Díky nim plně vynikne ladnost, s níž se ve vodě pohybují.

</desc>

<image>img/hlavni/hrosi.PNG</image>

<id>5</id>

</wpt>

<wpt lat="50.1195469" lon="14.4051950">

<name>Údolí slonů</name>

<cmt> koment</cmt>

<desc>Velkolepý areál Údolí slonů je největší expozicí pro slony v České republice i v historii pražské zoo. Obývá ho stádo osmi slonů indických, včetně prvního slůněte narozeného v Praze. Areál doplňuje bohatý informační systém s množstvím původních artefaktů, přibližující tisícileté soužití slonů a lidí.

</desc>

<image>img/hlavni/slони.PNG</image>

<id>6</id>

</wpt>

<wpt lat="50.1196844" lon="14.4074589">

<name>Africký dům a savana</name>

<cmt> </cmt>

<desc>Pavilon, ve kterém budete mít dojem pohledu na prosluněnou savanu z nitra africké vesnice, obývá nejen jeden zajímavý tvor. Vedle žiraf, oddělených pouze skleněnou stěnou, tu žijí také štětkouni - pestří příbuzní našich prasat divokých, nebo třeba prapodivní hrabáci. Vše dokresluje hejno snovačů, kteří si pilně staví svá hnízda.

</desc>

<image>img/hlavni/dum a savana.PNG</image>

<id>7</id>

```

</wpt>

<wpt lat="50.1191689" lon="14.4015903">
<name>Severský les</name>
<cmt> </cmt>
<desc>Expoziční celek Severský les se nachází v chladné lesnaté části
zoo. Proto zde našly místo druhy, které obývají severské lesy nebo tundru
- tygři ussurijští, levharti mandžušti, vlci eurasijští, losi, ale také
jeleni wapiti či sovy.
Vzájemně sousedící výběhy tygrů a levhartů jsou pojaty jako výseč z
biotopu světlého opadavého lesa Dálného východu s jednotlivými stromy a
poměrně bohatým podrostem, kde mají zvířata dostatečný pocit soukromí.
Oba druhy můžete pozorovat přes prosklená okna.
Kopytníky i vlky v jejich rozlehlých výbězích spatříte z mnoha dřevěných
vyhlídek či lávek.
</desc>
<image>img/hlavni/seversky les.PNG</image>
<id>8</id>
</wpt>

<wpt lat="50.1178036" lon="14.4020139">
<name>Horští kopytníci</name>
<cmt> </cmt>
<desc>Příkré skalnaté svahy v jižní části zoo poskytují dokonale
prostředí horským kopytníkům.
Můžete obdivovat, s jakou neuvěřitelnou obratností je zdolávají třeba
tahrové himálajští či kozorožci kavkazští, kteří jsou pohybu ve skalách
dokonale přizpůsobení.
</desc>
<image>img/hlavni/kopytnici.PNG</image>
<id>9</id>
</wpt>

<wpt lat="50.1168903" lon="14.4054661">
<name>Ptačí svět</name>
<cmt> </cmt>
<desc>Stezka vedoucí od pand červených k Pavilonu velkých želv patří
takřka výhradně ptákům. Její dominantu představují tři prostorné voliéry,
do nichž mohou návštěvníci vstoupit a naplno si tak vychutnat pobyt ve
společném prostoru s ptáky.
Voliéra Africké skály, otevřená v roce 2004, se opírá o skalní masiv a
určena je především pro chov velevezácných ibisů skalních, kterým skály
poskytují přirozený prostor k hnízdění. Společně s ibisy zde žijí i další
druhy ptáků hnízdících na skalních srážech, a také několik druhů
vrubozobých ptáků, kteří se zabydleli v jezírku před skalami.
Voliéra Dunajská delta, otevřená v roce 2004, přiléhá k zadní stěně
pavilonu Sečuán a obývají ji evropské druhy ptáků, vázané svým způsobem
života na blízké okolí vody - například kolpíci bílí nebo nejrůznější
druhy vrubozobých. Vznikla nad jedním z expozičních rybníků a rozkládá se
na ploše 1 000 m2. Část vyhrazenou pouze zvířatům vymezuje dřevěné
zábradlí, přes které mohou ptáci volně přelétat.
Velká voliéra vznikla v roce 1972 na místě původní Jandovy voliéry, ve
své době největší v Evropě. Velká voliéra je však ještě větší - má celých
38 m na délku, 16 m hloubky a 28 m výšky! Tento velkorysý prostor
poskytuje domov několika druhům masožravých ptáků, především pak
majestátním supům, kteří zde mají dostatek místa k rozletu.
</desc>
<image>img/hlavni/ptaci.PNG</image>
<id>10</id>
</wpt>

```

<wpt lat="50.1168103" lon="14.4099636">  
<name>Ostrov lemurů</name>  
<cmt> </cmt>  
<desc>Expozice lemurů, otevřená v roce 2005, má podobu ostrova, který od okolí oddělují 3,5 m široké vodní příkopy propojené kaskádami. Jakmile návštěvníci překonají vstupní můstek, ocitnou se mezi volně se pohybujícími zvířaty. Lemuři zde mohou podle libosti pobíhat po cestách či na lanech lidem přímo nad hlavami, šplhat po stromech, ale také se stáhnout do části, kam se za nimi lidé nedostanou a kde nacházejí v případě potřeby větší klid a soukromí. Součástí expozice je rovněž vytápěná budova, kam se mohou lemuři podle libosti uchýlit například v chladném počasí. K pohybu dovnitř a ven jim slouží zvláštní límec těsně pod střechou. I když do budovy návštěvníci nemají přístup, mohou lemury uvnitř pozorovat přes prosklené stěny.  
</desc>  
<image>img/hlavni/lemuri.PNG</image>  
<id>11</id>  
</wpt>

<wpt lat="50.1163300" lon="14.4109697">  
<name>Lachtani</name>  
<cmt> koment</cmt>  
<desc>V expozici napodobující skalnaté mořské pobřeží se můžete těšit na nevšední pohled na lachtany pod hladinou a na jejich obratné kousky při cvičení.

Expozice lachtanů jihoafrických prošla mezi lety 2008 a 2009 rozsáhlou rekonstrukcí. Dnes je vybavena velkými čedičovými bloky, kamenitou pláží a velkou vodní plochou.

Svým pojetím tak záměrně navazuje na vedlejší výběh tučňáků Humboldtových, kteří v přírodě obývají stejné prostředí, i když na jiném kontinentu.

Lachtani zde mají prostorný bazén, do kterého vede ze skály skluzavka a nad ní se klene kamenná lávka. Ta těmto vodním šelmám zvětšuje prostor souše a chovatelům během cvičení umožňuje přístup nad vodu.

Návštěvníci mohou zvířata sledovat buď z velké tribuny s 250 místy k sezení, nebo se obdivovat jejich plavecké dovednosti přes velké prosklené stěny ohraničující bazén a svažující se do umělé jeskyně pod hladinou.

</desc>  
<image>img/hlavni/lachtani.PNG</image>  
<id>12</id>  
</wpt>

<wpt lat="50.1159803" lon="14.4103300">  
<name>Pavilon tučňáků</name>  
<cmt> koment</cmt>  
<desc>Po vstupu do pavilonu se ocitnete ve světě drsných pobřeží Chile a Peru, obývaných tučňáky Humboldtovými. Přes rozměrná skleněná okna můžete jejich život sledovat nad vodou i pod ní a v zimě pozorovat jejich hnízdění - jsme totiž jednou z mála zahrad v Evropě, kde se daří tučňáky pravidelně rozmnožovat. Venkovní bazény pak kromě tučňáků obývají i chladnomilné kachny patagonské.  
</desc>  
<image>img/hlavni/tucnaci.PNG</image>  
<id>13</id>  
</wpt>

<wpt lat="50.1154581" lon="14.4102742">

<name>Dravci</name>  
 <cmt> </cmt>  
 <desc>Příjemná procházka od pavilonu tučňáků k jižnímu vchodu vás provede okolo vzdušných voliér, které jsou domovem mohutných ptáků s mocnými zobáky: orlů, supů a krkavců. Minout je bez povšimnutí by byla škoda – za pozornost rozhodně stojí! Vždyť orel východní Matyáš je nejen příslušníkem jednoho z největších druhů dravců světa (a působí náležitě majestátně), ale navíc je to příkladný otec! Pozorovat každý rok z jara, jak se svou partnerkou pečují o mláďata, je proto skutečně výjimečný zážitek. Podobně je tomu i u drobných supů mrchožravých s krásně žlutou hlavou, jejichž chov je chloubou pražské zoo. Kromě dravců obývá voliéry také jeden druh ptáka prazvláštního vzhledu i jména: seriema. Její nejbližší příbuzné byste museli hledat v dávné minulosti – jsou jimi vymřelí draví „hrůzoptáci“, známí z filmu Cesta do pravěku.  
 </desc>  
 <image>img/hlavni/dravci.PNG</image>  
 <id>14</id>  
 </wpt>

<wpt lat="50.1153419" lon="14.4060161">  
 <name>Dětská zoo</name>  
 <cmt> </cmt>  
 <desc>V typické středoevropské krajině se nachází rybník s potokem a za ním pravý selský statek s kurníky, králíkárnou, stájem i ohradami s jejich obyvateli – nejrozličnějšími domácími zvířaty. Hlazení povoleno! +Dětská zoo stojí ve své současné podobě v dolní části areálu zahrady od roku 2005. Její dominantou je venkovský statek s dvorkem, kde chováme mnoho plemen domácích zvířat, od slepic a králíků přes kozy a ovce až třeba k lamám či nutriím. K některým z těchto zvířat mohou děti vstoupit přímo do ohrady a pohladit si je. Dětská zoo se ale nezaměřuje jen na zvířata domestikovaná, ale i na novodobější společníky člověka. Poblíž statku proto stojí voliéra s různými druhy exotických ptáků, kteří jsou dnes běžně chováni v domácnostech. Mimoto se snažíme přiblížit celkový život v tradiční středoevropské krajině, utvářené člověkem. V areálu Dětské zoo proto naleznete také soustavu úlů, které vás seznámí s chovem včel a nabízejí možnost nahlédnout do života uvnitř. Za statkem pak najdete potok s rybníkem obývaným kromě ryb třeba i vážkami, a ve dvou průchozích voliérách „Příroda kolem nás“ můžete pozorovat divoká zvířata českých lesů či luk, především drobné ptáky.  
 </desc>  
 <image>img/hlavni/detskaZOO.PNG</image>  
 <id>15</id>  
 </wpt>

<wpt lat="50.1164981" lon="14.4052472">  
 <name>Pavilon velkých želv</name>  
 <cmt> </cmt>  
 <desc>Byl otevřen v roce 1998 a patří ke špičkovým světovým expozicím svého druhu. Kromě želv sloních a obrovských, které se během teplých měsíců mohou chodit pást či slunit do přilehlého travnatého výběhu, zde spatříte rovněž mláďata varanů a několik menších druhů suchozemských i vodních želv či kriticky ohrožené kaloně Rodriguezské.  
 </desc>  
 <image>img/hlavni/zelvy.PNG</image>  
 <id>16</id>  
 </wpt>

```

<wpt lat="50.1153803" lon="14.4047567">
<name>Gorily</name>
<cmt> </cmt>
<desc>V Pavilonu goril nahlédnete do života gorilí rodiny, jejíž členové
se řadí mezi nejznámější tváře zoo. Najdete mezi nimi statného samce
Richarda, jemnou Bikiru, která v roce 2012 vyhrála soutěž o největší
celebritu českých zoo, i mláďata, jejichž hry vyvolají úsměv snad na
každé tváři. S nimi pavilon sdílí menší drápkaté opičky, lenochodi
a dokonce pásovci!
</desc>
<image>img/hlavni/gorily.PNG</image>
<id>17</id>
</wpt>

<wpt lat="50.1160836" lon="14.4033497">
<name>Pavilon kočkovitých šelem a terárium</name>
<cmt> </cmt>
<desc>Nedávno prošel rozsáhlou rekonstrukcí. S kočkovitými šelmami a
plazy se tak nově seznámíte nejen "tváří v tvář", ale
také se o nich dozvíte mnoho zajímavostí z obsáhlého informačního systému
doplněného moderními interaktivními prvky - například termokamerou, s
pomocí které odhalíte, jak vás vnímá chřestýš.
</desc>
<image>img/hlavni/kockyTerarium.PNG</image>
<id>18</id>
</wpt>

<wpt lat="50.1172264" lon="14.4016575">
<name>Ptačí mokřady</name>
<cmt> </cmt>
<desc>V pestrém světě mokřadních ptáků mají domov nejen elegantní jeřábi
a majestátní člunozobci, ale třeba i překrásní ibisové rudí nebo čile
pobíhající čejky.
V sousedství pavilonu kočkovitých šelem, poblíž mlýnského náhonu, se
nachází podmáčené louky. Je tedy jen přirozené, že zde v roce 2010 vznikl
rozsáhlý expoziční celek představující ptačí obyvatele mokřadů celého
světa.
Procházka po „hatových chodnicích“ zájemce provede kolem otevřených
výběhů obývaných jeřáby a kachnami až ke kryté expozici člunozobců. Tyto
unikátní ptáky s ohromným zobákem chováme jako jedna z mála zoo na světě.
Spatříte je přes prosklenou čelní stěnu v bohatě zarostlé ubikaci
navozující atmosféru záplavových středoafrických mokřadů.
Dominantou expozičního celku je však přilehlá soustava čtyř vzdušných
voliér, krytých téměř neviditelnou sítí. Každá z nich představuje ptačí
obyvatele mokřadů z jedné zoogeografické oblasti - Eurasie, Afriky,
Austrálie a Jižní Ameriky. Dvě z nich jsou navíc průchozí a od pestrého
společenstva jejich obyvatel v nich návštěvníky odděluje pouze zábradlí.
</desc>
<image>img/hlavni/mokrady.PNG</image>
<id>19</id>
</wpt>

<wpt lat="50.1165128" lon="14.4062681">
<name>Sečuán</name>
<cmt> koment</cmt>
<desc>Pavilon Sečuán vás zavede do hustých bambusových lesů rostoucích na
svazích hor stejnojmenné čínské provincie.

```

Tak jako v přírodě, ani tady neuvidíte volně poletující ptačí obyvatele hned. Stačí ale chvilku tiše postát a mít oči dokořán a záhy zjistíte, že v okolí porostu to překypuje životem. A že tu nejružnějších ptačích druhů není zrovna málo!

</desc>

<image>img/hlavni/secuan.PNG</image>

<id>20</id>

</wpt>

<wpt lat="50.1158925" lon="14.4081428">

<name>Vodní svět a Opičí ostrovy</name>

<cmt> </cmt>

<desc>V dolní části areálu pražské zoo se nachází svět mokřadů a v něm pestré společenství ptáků i savců, kteří k vodě patří – i těch, kteří se přes ni neumějí dostat.

Expoziční celek, otevřený v roce 2005, je koncipován jako komplex vodních ploch a travnatých ostrůvků, propojených vedle klasických stezek také několika dřevěnými lávkami. Žijí zde jednak živočichové, kteří jsou ve vodě a u vody jako doma, a jednak druhy, kterým vytvářejí vodní příkopy bariéru.

Domov zde proto našli nejen vodomilní tapíři, mokřadní antilopy, čápi, plameňáci a další vodní ptáci, ale také nejružnější opice a poloopice, které zabydly ostrovy za vodními příkopy.

V břehových porostech nacházejí útočiště rovněž drobní volně žijící živočichové, například skokani skřehotaví či slípky zelenonohé. Ubikace pro chovaná zvířata jsou maskované přírodními materiály a jejich prosklené stěny umožňují pohled do interiéru i v zimě.

</desc>

<image>img/hlavni/vodnisvet.PNG</image>

<id>21</id>

</wpt>

<wpt lat="50.1161689" lon="14.4085453">

<name>Čambal</name>

<cmt> </cmt>

<desc>Dominantou tohoto pavilonu jsou nejpodivuhodnější a nejohroženější krokodýli na světě – gaviáli indiští. S nimi pavilon obývají menší rybky a několik druhů vodních želv, například kriticky ohrožená želva s krkolomným názvem batagur tuntong či želva Smithova, kterou jsme odchovali jako vůbec první zoologická zahrada na světě.

</desc>

<image>img/hlavni/cambal.PNG</image>

<id>22</id>

</wpt>

</gpx>

## Příloha B – QR a NFC kód se souřadnicemi

