

# **GPS a geocaching**

GPS and geocaching

Petr Luzar

---

Bakalářská práce  
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
akademický rok: 2010/2011

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr LUZAR**  
Osobní číslo: **A08653**  
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**

Téma práce: **GPS a geocaching**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši na téma aplikace použitelné pro geocaching.
2. Porovnejte jejich funkčnost a použitelnost v praxi.
3. Vytvořte program, který bude poskytovat požadovanou funkčnost.
4. Program bude mimo jiné umožňovat zobrazení pozice na vložené mapě (bitmapa).
5. Bude umožněna kalibrace mapy pomocí známých souřadnic.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. Komunikace po RS 232 [online]. 2009 [cit. 2010-01-25]. Dostupný z WWW: <http://www.samples.cz/clanky/komunikace-po-rs-232-v-c/>
2. Seriál GPS a komunikační protokol NMEA [online]. 1999-2010 [cit. 2010-01-25]. Dostupný z WWW: <http://www.abclinuxu.cz/serialy/gps-a-komunikacni-protokol-nmea>.
3. VIRIUS, Miroslav. C sharp: Hotová řešení. Praha: Computer Press, 2006. 344 s. ISBN 80-251-1084-2.
4. BĚHAL, Ladislav. GPS a komunikační protokol NMEA. 2007. 75 s. Diplomová práce.
5. LACKO, Ľuboslav. Vývoj aplikácií pre mobilné zariadenia. Microsoft. 121 s.
6. KOLÁŘ, Jan; ŠUNKEVIČ, Martin. Globální družicový navigační systém Galileo. Praha: Česká kosmická kancelář, o.p.s., 2007. 100 s.

Vedoucí bakalářské práce:

**doc. Ing. Martin Sysel, Ph.D.**

Ústav počítačových a komunikačních systémů

Datum zadání bakalářské práce:

**25. února 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**7. června 2011**

Ve Zlíně dne 25. února 2011

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*děkan*



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*ředitel ústavu*

## ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je vypracovat literární řešerši programů pro mobilní zařízení, které se využívají v oblasti geocachingu a na základě zjištěných informací vytvořit aplikaci, která bude zpracovávat data posílaná z GPS přijímače pomocí protokolu NMEA 0183. Vytvořená aplikace má napomáhat účastníkům této sportovně – turistické hry.

Teoretická část se převážně věnuje popisu aplikací pro geocaching a pravidly hry. Je zde také popsán charakter komunikačního protokolu a uvedeny základní informace o historii a vývoji navigace jako takové.

Praktická část se zabývá popisem vytvořené aplikace. Jsou zde vysvětleny a popsány jednotlivé důležité metody, které implementují výstupy programu. Závěr této části je věnován nejlepšímu a správnému používání aplikace.

Klíčová slova: Geocaching, GPS, navigace

## **ABSTRACT**

The aim of this Bachelor thesis is to elaborate a literature retrieval of programmes used in mobile devices which are exploited in the area of geocaching. On the basis of thus gained information create an application which processes data sent from a GPS receiver through NMEA 0183 protocol. The created application should be helpful for participants of geocaching.

The theoretical section addresses to the description of applications used in geocaching and to the rules of this game. The character of communicational protocol is described as well as the essential information about the history and the development of navigation in itself.

The practical section of the thesis deals with the description of the created application. The individual important methods are explained and described. They implement outputs of the programme. At the end of this section the optimal and correct use of that application is also introduced.

Keywords: Geocaching, GPS, Navigation

Rád bych poděkoval panu doc. Ing. Martinu Syslovi, Ph.D., za poskytnutou odbornou pomoc při tvorbě bakalářské práce a za všechny jeho rady a připomínky, které mi byly velmi nápomocny. V neposlední řadě také děkuji své blízké rodině a přátelům za morální a duševní podporu během mého bakalářského studia.

*„Jdu na sever, normálně jdu na sever ... a už jdu na jih!“ – učitel Václav Poustka*

*(Dobytí Severního pólu; Z. Svěrák, L. Smoljak, 1985)*

**Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

**Prohlašuji,**

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....

podpis diplomanta

**OBSAH**

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 HISTORIE NAVIGACE A SATELITNÍHO SYSTÉMU GPS</b> .....	<b>12</b>
<b>2 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ NAVIGAČNÍHO SYSTÉMU GPS</b> .....	<b>14</b>
2.1 KOSMICKÝ SEGMENT .....	14
2.1.1 Atomové hodiny .....	14
2.2 ŘÍDICÍ SEGMENT .....	15
2.3 UŽIVATELSKÝ SEGMENT .....	16
<b>3 GLOBÁLNÍ NAVIGAČNÍ SATELITNÍ SYSTÉM GALILEO</b> .....	<b>17</b>
3.1 HISTORIE A ORGANIZACE.....	17
3.2 GALILEO V ČESKÉ REPUBLICE .....	17
3.3 ROZDĚLENÍ NAVIGAČNÍHO SYSTÉMU GALILEO .....	19
3.3.1 Globální složka.....	19
3.4 ROZDĚLENÍ POSKYTOVANÝCH SLUŽEB .....	20
3.5 EXPERIMENTÁLNÍ SATELITY SYSTÉMU GALILEO .....	20
<b>4 ÚVOD DO GEOCACHINGU</b> .....	<b>22</b>
4.1 ROZVOJ GEOCACHINGU VE SVĚTĚ A V ČESKÉ REPUBLICE .....	23
<b>5 ZÁKLADNÍ PRINCIP URČOVÁNÍ POLOHY</b> .....	<b>24</b>
<b>6 DATOVÝ PROTOKOL NMEA 0183</b> .....	<b>26</b>
6.1 DRUHY VÝRAZŮ .....	27
6.1.1 GGA – podrobné informace o pozici .....	28
6.1.2 GSA – Odchylky od přesnosti měření.....	29
6.1.3 GSV – Informace o družicích.....	29
6.1.4 RMC – Informační minimum pro navigaci.....	30
<b>7 LITERÁRNÍ REŠERŠE</b> .....	<b>31</b>
7.1 TREKBUDDY .....	31
7.2 GPS COMPASS .....	33
7.3 WMGEO .....	36
7.4 VITO NAVIGATOR II .....	39
7.5 NONIGPS PLOT .....	42
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>46</b>
<b>8 POPIS APLIKACE</b> .....	<b>47</b>

8.1	BLOKOVÉ SCHÉMA APLIKACE .....	47
8.2	PŘÍJEM NOVÝCH DAT .....	48
8.3	ZPRACOVÁNÍ RMC VĚTY – UPDATERMC().....	49
8.4	ZPRACOVÁNÍ GGA VĚTY – METODA UPDATEGGA().....	50
8.5	VÝPOČET VZDÁLENOSTI DO CÍLE – METODA VZDALENOSTDOCILE() .....	50
8.6	LOKALIZACE NA MAPĚ – METODA UPDATEMAPA() .....	52
8.7	ZOBRAZENÍ ČASU – METODA UPDATEHODINY(STRING DATAHODINY).....	53
8.8	DETEKCE GPS PORTU – METODA DATAPORTDETEKCE() .....	53
<b>9</b>	<b>PŘÍPRAVA MAPOVÉHO PODKLADU A PRÁCE S APLIKACÍ.....</b>	<b>54</b>
9.1	PŘÍPRAVA MAPOVÉHO PODKLADU A JEHO KALIBRACE.....	54
9.2	PRÁCE S VYTVOŘENOU APLIKACÍ .....	56
9.2.1	Název aplikace .....	59
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>60</b>
	<b>ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ .....</b>	<b>61</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>62</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>64</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>65</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>66</b>

## ÚVOD

Již od dávných dob s rozvojem lidské populace a nutnosti mapovat svět, docházelo k prvním přesunům obyvatelstva za lepšími a příznivějšími podmínkami k životu. Vznikala potřeba zaznamenávat trasy, svou polohu a bezpečné lokality. První záznamy byly jednoduché pravěké plánky zachované v podobě náčrtků a rytin. Podrobnější geografické popisy míst jsou známy ze starověku, kdy byla vytvořena první mapa tehdejšího světa. Obor navigace sílil především v dobách s rozvojem obchodních cest. Neopomenutelnou zásluhu o rozmach navigace má také objevování nových oblastí na planetě Zemi v období novověku, o kterou se především zasloužili Kryštof Kolumbus (objevení Ameriky, r.1492), Vasco de Gama (obeplutí Afriky, r.1498), Fernando Magalhaes (první cesta kolem světa, r.1522) nebo také cestovatelé 20. století Roald Amundsen (dosažení jižního pólu, r.1911), Edmund Hillary (první výstup Mount Everest, r.1953) a mnozí další. Vznikaly tedy postupně prostředky pro navigaci, které umožňovaly určení polohy, ovšem na dnešní dobu velmi nepřesné. [1] [11]

S vývojem vědy, technologií a výzkumu v období druhé světové války a po ní došlo k rozvoji ve zlepšení principů lokalizace. V současné době je možné polohu určit s poměrně velkou přesností na několik málo centimetrů v kterékoliv části světa. Tento systém, který dokáže takto přesně určit polohu, byl pojmenován NAVSTAR GPS, později se zažilo zkrácené pojmenování jen jako GPS. Princip lokalizace v systému GPS je založen na výpočtu časových zpoždění a porovnávání vzdáleností mezi přijímačem a satelity na oběžné dráze. [2] [11]

V 80. letech minulého století bylo GPS uvolněno pro civilní účely a později, začátkem 21. století, byla odstraněna regulační odchylka přesnosti.[2] Tento krok byl impulsem pro implementaci zpracování jednoho z nejznámějších protokolů NMEA 0183 především do specializovaných silničních navigací, zaměřovacích zařízení nebo PDA. Protokol se stal tedy hojně využívaný k vývoji navigačních aplikací jak v komerční a tak soukromé sféře. Cílem této bakalářské práce bylo vytvořit aplikaci, jež dokáže zpracovat GPS data na zařízeních PDA pro geolokační hru pod názvem Geocaching.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 HISTORIE NAVIGACE A SATELITNÍHO SYSTÉMU GPS

Pojem navigace je datován s potřebou člověka přemísťovat se z místa na místo na větší vzdálenosti. V dřívějších dobách lidstvo určovalo polohu pomocí orientačních bodů. Jednalo se hlavně o hory, které měly specifický tvar, různorodé přírodní formace, vodní toky apod. Navigace, jako taková, byla téměř až do počátku 20. století spojována spíše s lodní dopravou. S vývojem člověka a jeho znalostí bylo při cestách k navigaci a orientaci využíváno i vesmírných objektů na nebi. Zpočátku ty nejvíce jasné jako je Slunce, později také body v podobě souhvězdí a jejich hvězd. S rozvojem námořní dopravy byla objevena orientace pomocí zemského magnetismu a tím i vynález kompasu, který určoval přibližný směr vzhledem k zemským pólům. Dalším významným objevem byl tzv. sextant, který byl sestaven Isaacem Newtonem. Jedná se o velmi přesný přístroj, jenž slouží pro měření úhlové vzdálenosti dvou těles nebo úhlů výšky vesmírných těles nad horizontem. Z těchto údajů je pak možné vypočítat polohu na povrchu planety Země. [1]

Ve čtyřicátých letech minulého století byl započat vývoj radiového navigačního systému, ten byl předchůdcem celosvětového navigačního systému NAVSTAR GPS. Termín navigace vznikl spojením dvou latinských slov „navis - loď“ a „agere - přemísťování“.

Zmínky o prvních satelitních navigačních systémech můžeme najít v druhé polovině 20. století. Konkrétně se jedná o rok 1960, kdy US-NAVY započalo spouštění systému TRANSIT (někdy také NAVSAT - Navy Navigation Satellite System) a umístění jejich družic na oběžnou dráhu. Cíl tohoto systému spočíval v určování polohy lodních plavidel a ponorek. O sedm let později, tedy v roce 1967, byl TRANSIT uvolněn pro civilní sektor USA a jeho blízké státy. Poslední družice byla vypuštěna v roce 1988 a celá podpora projektu skončila koncem roku 1996. V tomto roce byl TRANSIT překonán novým systémem, který byl už v plném provozu. Jednalo se o NAVSTAR GPS. [2]

Vývoj navigačního systému NAVSTAR GPS (Navigation Signal Timing and Ranging Global Positioning System), někdy také zkráceně jen GPS, spadá do roku 1973. V tomto roce byly vývojovými týmy vypuštěny první čtyři pokusné družice na oběžnou dráhu a byl tak započat vývoj uživatelských zařízení. Jednalo se o první fázi tohoto projektu.

Ve druhé vývojové fázi, která začala v roce 1979, bylo postupně vypuštěno celkem jedenáct družic. V tomto období byly také vybudovány pozemní střediska a počet kosmických družic se zvýšil na čtyřadvacet. Až do prosince roku 1993 pracoval systém GPS ve dvourozměrném modelu 2D, po tomto roce pracoval již systém trojrozměrně. V roce 1995 byla oficiálně vyhlášena plná operační funkčnost systému. [2]

Technologie GPS byla původně využívána pro vojenské účely jako přesný navigační prostředek na sledování pozic jednotek, zaměřování nepřátelských cílů apod. Od osmdesátých let minulého století bylo rozhodnuto, jako u systému TRANSIT, o uvolnění funkce i pro civilní využití. Od této doby začal velký rozvoj a vnořování technologie GPS do velké škály oblastí lidské činnosti, i tak jak ho známe v dnešní době.

## 2 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ NAVIGAČNÍHO SYSTÉMU GPS

System GPS je možné rozdělit na tři funkční segmenty:

- Kosmický – družice na oběžných drahách
- Řídící – stanice rozmístěné na planetě Zemi
- Uživatelský – přijímače

### 2.1 Kosmický segment

Kosmický segment je tvořen 24 družicemi, které obíhají na šesti kruhových oběžných drahách se sklonem  $55^\circ$  vzhledem k rovníku naší planety. Každá družice obíhá nad Zemí ve výšce 20 190 km; uvažuje se o větší vzdálenosti od povrchu, aby bylo docíleno větší přesnosti při určování polohy. Jeden oběh družice kolem Země je uskutečněn za 11 hodin a 58 minut, což vychází na dva oběhy denně. Rychlost pohybu činí 11 300 km/h. Na každé z oběžných drah krouží až pět navigačních družic, tzn. že jejich počet může být až třicet. Některé z 24 operačně způsobilých družic slouží jako záložní v případě problémů.

Základem jednotlivých stanic jsou atomové hodiny (viz. 2.1.1), které jsou velmi přesné díky cesiovému nebo rubídiovému krystalovému oscilátoru. Starají se o frekvenční stabilitu vysílaného signálu a do pozemního přijímače ho přenášejí ve formě zakódovaných dat v pásmu kolem 1,566 MHz. Družice jsou nejen vybaveny přijímačem, vysílačem a hodinami, ale také řadou dalších jiných přístrojů, jež slouží k navigaci nebo pro jiné speciální úlohy. GPS satelity tedy nejen, že vysílají a přijímají, ale také uchovávají a zpracovávají informace z řídicího pozemního centra, podle kterých například korigují svoji dráhu, stav sledování vlastních systémů aj. [8]

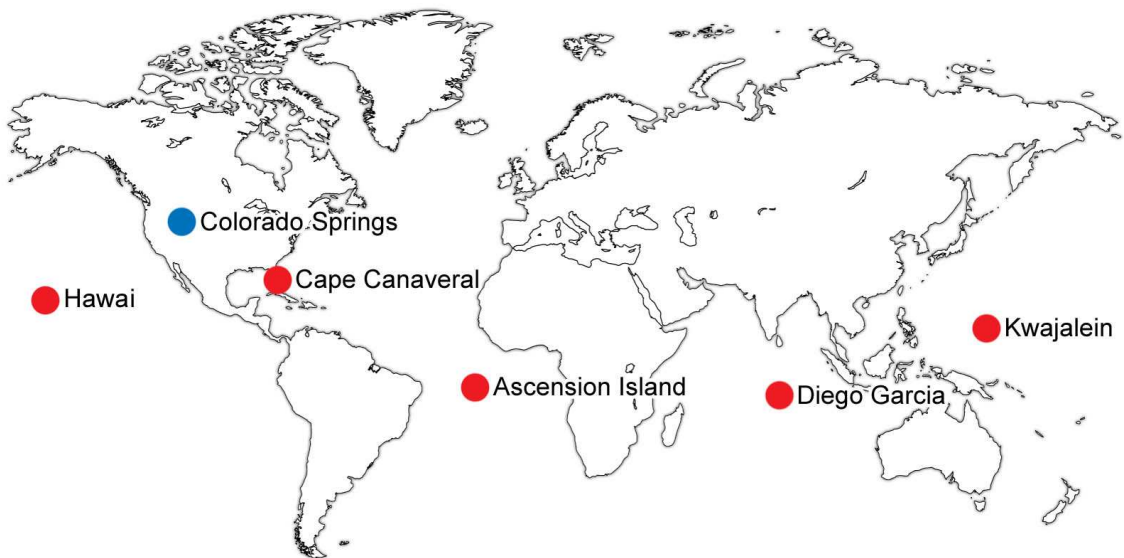
#### 2.1.1 Atomové hodiny

Atomové hodiny jsou velmi přesné zařízení, které na základě rezonanční frekvence atomů cesia nebo rubídia měří čas. Ve srovnání s kmitáním atomů křemíku lze dosáhnout větší přesnosti a to takové, že maximální odchylka je jedna sekunda za 150 milionů let. Jedna sekunda je definována jako 9 192 631 770 kmitů atomů cesia.

## 2.2 Řídicí segment

Jedná se o segment, jehož hlavním úkolem je sledování drah družic a jejich korekci při vychýlení a také synchronizaci a sledování stavu atomových hodin. Řídicí centra se také starají o požadovanou míru přesnosti určení polohy. Dále jsou také zodpovědná za správu a údržbu stávajících satelitů na orbitě. Samozřejmostí je také příprava na vypouštění nových strojů a stahování těch vysloužilých z oběžných drah.

Řídicí segment je tvořen soustavou pěti monitorovacích a kontrolních pozemních stanic. Jedná se o pět vysílačů a hlavní řídicí středisko. Stanice jsou rozmístěny rovnoměrně, většinou kolem rovníku po celém obvodu Země. Kontrolní stanice jsou v Ascension Island, Cape Canaveral, Diego Garcia a Kwajaleinu. Tyto kontrolní stanice jsou zároveň i stanicemi monitorovacími a patří k nim ještě stanice na Hawaii a hlavní řídicí středisko na Schrieverově letecké základně v Colorado Springs. Samotných monitorovacích stanic je více, ty však už slouží pro velmi přesná měření. Nachází se například na Britských ostrovech, v Austrálii, Bahrajnu, Argentině či Ekvádoru. [8]



Obr. 1. Mapa s rozmístěním monitorovacích a kontrolních stanic

## 2.3 Uživatelský segment

Tento segment je složen ze samotných uživatelských GPS přijímačů umožňujících přijímat signály z družic a získávat tak časové údaje a informace o poloze. Přijímače pracující v pasivním režimu jsou schopné přijímat a dekodovat data z družic. V pasivním režimu pracují proto, že pouze data přijímají, ale nevysílají. Bylo tak učiněno především z důvodu, aby GPS přijímače nemohly být zaměřeny nepřítelem a také proto, aby bylo možné obsloužit neomezený počet uživatelů. [8]

System GPS má v uživatelském segmentu velké spektrum využití, jsou to především:

**Vojenství** – jednotky GPS jsou využívány k označení cílů, navádění raket a jsou hlavně namontovány do široké škály vojenské výzbroje, jako jsou tanky, ponorky, letadla, lodě aj.

**Doprava** – v dopravě je nejčastěji používán u běžných uživatelů osobních a nákladních vozidel. Satelitní navigace je využívána také v letectví a pomáhá jak při navigaci samotné, tak i při leteckých manévrech (vzlet, přistání apod.). GPS systém lze dále najít v námořní dopravě, kde pomáhá především k lokalizaci různých důležitých míst, či dokonce k mapování cest migrujících ryb. Za zmínku také stojí, že GPS má zastoupení i v železniční dopravě.

**Stavitelství a zeměměřičství** – navigační systém napomáhá při vyměřování velkých výstaveb, pozemních cest, železničních tratí, výstavbě infrastruktury měst, vyměřování zemědělských ploch apod.

**Záchranný sektor** – je využit pro rychlé určení místa neštěstí a aplikování schopnosti „být na tomto místě“ za co nejkratší dobu.

**Volný čas** – technologie satelitní navigace spadá i do řad obyčejného člověka. Přenosné přijímače umožňují absolvovat nejrůznější typy tras v neznámých oblastech a vyhnout se tak různým zbytečným nebezpečím, bez obav ztráty orientace. Stále také přibývá uživatelů, kteří GPS využívají při hraní outdoorových her, speciálně založených na satelitní navigaci. Jde o hry jako je Degree Confluence Points nebo GPS-Drawing, ale především Geocaching.

## 3 GLOBÁLNÍ NAVIGAČNÍ SATELITNÍ SYSTÉM GALILEO

### 3.1 Historie a organizace

Navigační systém Galileo, o kterém se předpokládá, že bude absolutně autonomním systémem od systému GPS a Glonass, má být plně vyvinut a provozován pro evropský kontinent. Spuštění Galilea se plánovalo na rok 2011. Toto datum bylo po několikáté posunuto a nyní je spuštění systému naplánováno na rok 2015. Původní představu o spuštění systému za 1,8 miliardy EUR v roce 2008 překazilo financování a rizika s tím spojená ze strany investorů. Záštitu nad tímto projektem proto převzala evropská komise s plánem vybudovat Galileo z evropských fondů za 3,4 miliardy EUR.

Organizace Galileo je složena z několika částí:

- Administrativní centrum GSA (Galileo Supervising Authority) v Praze, dříve v Bruselu.
- Technologické centrum GCC (Galileo Control Centre) v Oberpfaffenhofenu.
- Vývojové centrum ESTEC (European Space Research and Technology Centre) v Noordwijku.

Systém Galileo slibuje uživatelům přijímačů určit aktuální polohu s vysokou přesností. Jeho služby by měli být natolik spolehlivé, že bude možné navádět letedla v letovém provozu letišť, řídit dopravu vlaků nebo samozřejmě také navádět řidiče automobilů na cestách. Velkou výhodou bude kompatibilita s nynějšími systémy, což povede k lepšímu pokrytí planety a zároveň tak bude docílena dostatečná záloha v případě výpadku.

### 3.2 Galileo v České republice

V předchozí kapitole (kapitola 3.1) je naznačeno, že jedno ze středisek systému Galileo bude sídlit v hlavním městě České republiky, v Praze. Rozhodlo se tak 10.prosince 2010 po téměř jednomyslném zvolení velvyslanci členských zemí evropské unie. Úkolem pražského centra bude administrativa celého satelitního navigačního systému.

Cíle GSA centra:

- Uvedení systému na trh.
- Propagace služeb a aplikací v oblasti satelitní navigace.
- Marketing a komercializace systému Galileo.
- Bezpečnostní akreditace a prověrky.
- Certifikace komponent systému.
- Kontrola používání prostředků a řízení oblasti výzkumu a vývoje.
- Vydávání a zajištění koncesí a smluv spojené s provozem systému Galileo.
- Řešení právnických záležitostí v oblasti kmitočtů potřebné k provozu systému.



Obr. 2. Sídlo GSA projektu Galileo [13]

Ostatní hlavní technologická a řídicí centra se budou dále nacházet v německém Oberpfaffenhofenu a Nizozemském Noordwijku. [13] [14]

### 3.3 Rozdělení navigačního systému Galileo

System lze rozdělit do tří složek

**Globální** – jádro celého systému tvořené satelity

**Regionální** – složka by se měla skládat z externích regionálních integrovaných systémů, tvořených a poskytovaných soukromými společnostmi nebo státy mimo území Evropské unie. Budou zajišťovat hlášení o integritě systému nezávisle na Galileu.

**Lokální** – složka, která by se měla starat o vylepšení lokálního příjmu signálu. Půjde hlavně o oblasti se špatným nebo téměř žádným signálem z družic Galileo. Napomůže ale také při zvýšení přesnosti určení místa v oblastech kolem letišť, přístavů nebo pro využití uvnitř budov. Tuto službu budou opět zajišťovat soukromé společnosti.

#### 3.3.1 Globální složka

Globální složka systému bude tvořena vesmírným a pozemním segmentem. Vesmírný segment se bude skládat z družic vysílajících jak navigační data, tak i časové signály z oběžné dráhy Země. Takových družic bude na orbitě celkem třicet, se sklonem 56° vzhledem k rovníku, ve třech oběžných rovinách. V každé rovině bude obíhat deset družic, z toho devět pro plnou pohotovost a jedna záložní pro případ selhání. Každých deset dní se bude opakovat rozmístění družic a za tuto dobu oběhnou sedmnáctkrát kolem Země ve výšce 23 222 km.

Pozemní segment bude složen z monitorovacích stanic, deseti komunikačních stanic a dvou evropských kontrolních center. Monitorovací stanice budou rozmístěny po celé planetě a jejich úlohou bude měřit s co největší přesností signály satelitů, které předají kontrolním centřům k dalšímu zpracování. Vyhodnocená data poslouží ke kontrole atomových hodin a oběžných drah družic. Tento cyklus kontroly bude opakován každé dvě hodiny, čímž bude docíleno vysoké přesnosti signálů. Kontrolní centra (součást také regionální složky) se budou zároveň starat i správnou integritu dat a jejich informace bude odeslána k uživatelům skrze družice. V případě poruchy některého ze satelitů budou uživatelé informováni do deseti sekund.

Přenos satelitních dat bude zajištěn sítí komunikačních stanic rozdělených na telemetry, Telecommunications and Tracking Stations (TTC) a Mission Uplink Stations (ULS).

Úkolem stanic TTC bude ovládání a kontrola družic v pásmu 2GHz. Stanice ULS budou družicím dodávat navigační data v pásmu 5GHz, obsahující informace o oběžných drahách, synchronizaci hodin a data integrity.

### 3.4 Rozdělení poskytovaných služeb

**Open Service (OS)** – Základní služba, bude poskytována všem bez poplatku, tedy zdarma. Měla by zajišťovat max. přesnost jako systém GPS.

**Safety of Life Service (SoL)** – Služba „kritická“ z hlediska bezpečnosti, bude zpoplatněná služba, která bude uživateli poskytovat varování o porušení integrity polohy, pokud budou překročené určité limity přesnosti.

**Commercial Service (CS)** – Komerční využití služeb, bude zpoplatněná služba poskytující vyšší přesnost určování polohy.

**Public Regulated Service (PRS)** – Veřejně regulovaná služba, bude poskytovat velkou škálu služeb s kontrolovaným veřejným sektorem a šifrovaným přístupem pro aplikace státních institucí a armádu.

**Search And Rescue Service (SAR)** – Vyhledávací záchranná služba, bude využívána při nouzových situacích. Družice systému Galileo budou součástí mezinárodního systému záchranného centra, které budou tvořit subsystém umožňující přijímat nouzové signály od letadel, lodí nebo lidí a bude tak usnadněna a zrychlena záchrana.

### 3.5 Experimentální satelity systému Galileo

První experimentální družice, která byla průmyslově nazývána GSTB-V2/A a nyní GIOVE-A, je technologická družice pro ověřování pozemního systému. Družice byla vynesena na oběžnou dráhu 28.12.2005. Satelit GIOVE-A se pohybuje po první orbitální rovině s dobou oběhu 840,98 minuty. Družice o rozměrech 1,3 x 1,8 x 1,65m disponuje dvěma fotovoltaickými panely o rozpětí 4,54m, třemi dobíječícími akumulátorovými

bateriemi dodávající 700W elektrické energie a pohonným butanovým systémem složený ze dvou 25kg lahví. Hmotnost je okolo 700kg.

Na palubě jsou instalována experimentální zařízení:

- Kruhová vysílací anténa
- Experimentální navigační přijímač GPS (testování autonomnosti)
- Dva navigační vysílače
- Dvoje rubidiové atomové hodiny (viz. 2.1.1)

Kromě toho GIOVE-A nese přístroje pro měření statického náboje a dvě monitorovací stanice zjišťující pronikavou radiaci.

Od 27.4.2008, spolu s družicí GIOVE-A, obíhá i družice s označením GIOVE-B. Její původní start byl plánován na druhou polovinu roku 2006, ovšem kvůli závadám na palubním počítači bylo její spuštění přesunuto na pozdější termín. GIOVE-B byla vytvořena s podobnými záměry jako GIOVE-A. Později má být vypuštěna další experimentální družice, tentokrát s označením GIOVE-A2. [10]

## 4 ÚVOD DO GEOCACHINGU

Geocaching je zařazen mezi sportovně – turistické outdoorové hry s využitím satelitního navigačního systému GPS. Cílem hry je hledání ukryté schránky s pokladem nazývané jako cache. O schránce jsou známy pouze zeměpisné souřadnice. Člověk, tedy hráč, který se zabývá geocachingem, bývá označován jako geocacher. Geocacher používá při hledání běžné příruční turistické navigační přijímače. Cílem hry je tedy hledat a umisťovat cache na nejrůznorodější místa, která jsou něčím zajímavá a zároveň turisty moc nedotčená. Schránky s pokladem se také umisťují na velmi frekventovaná místa, jako jsou centra měst, městské parky, nákupní střediska apod. Zajímavé jsou i úkoly, které jsou spojené s nalezením některých cache.

Jak již bylo zmíněno, základem hry je tzv. cache, tou většinou bývá označená plastová a vodovzdorná schránka. Měla by být dostatečně velká, aby se do ní vešly všechny potřebné náležitosti, jako je tužka a deník, do něhož jsou zapsáni nálezci. Zvykem je vložit do schránky nějaký dárek. Nálezce si může některý z dárků ponechat, ovšem měl by místo něj vložit něco jiného pro další hráče. Malou výjimkou jsou trasovatelné předměty, které putují z místa na místo bez výměny. Podle přání majitele tyto předměty například cestují postupně na druhý konec světa. Všechny tyto události jsou zapisovány do deníku, který je nazýván logblok.

Schránky lze rozčlenit i podle velikosti:

**Micro** – jedná se o velmi malou cache, která je vyrobena z krabiček od kinofilmů, bonbonů nebo léku. Nejčastěji jsou objevovány na frekventovaných veřejných místech.

**Small** – malá schránka, obsahující malé předměty.

**Regular** – do schránky se vejdu předměty, jako jsou menší hračky a obdobné věci.

**Large** – tyto skryše jsou objevovány velmi výjimečně. Mohou obsahovat knihy, kazety, CD a předměty podobné velikosti.

Rozdělení schránek podle charakteru:

**Tradiční** – je umístěna na přesně souřadnicemi definovaném místě.

**Mystery** – hráč je naváděn souřadnicemi do blízkého okolí, ale ve skutečnosti souřadnice musí být získány vyluštěním hádanky nebo šifry, prostudováním některých informací apod.

**Multi** – k nalezení cílové schránky je nutno najít nejprve první skrýš, ve které jsou umístěny informace o souřadnicích ke skrýši následující, ta může i nemusí být skrýš poslední.

**Webcam** – jedná se speciální cache, kdy cílem není schránka ale webkamera. K odlovení je potřeba další osoby, která udělá snímek a uloží ho. Hráč pak snímek nahraje do elektronického logu na Internetu.

**Virtuální** – na zadaných souřadnicích není ukryta fyzicky žádná schránka. Hráč musí něco zjistit na patřičném místě a získané informace odeslat majiteli pro uznání zápisu do deníku.

**Earth** – jde o velmi podobnou skupinu skrýší, jako jsou ty virtuální. Jsou zakládány v místech s geologicky či jinak zajímavou oblastí. Cílem je opět získání informací nebo pořízení fotografie daného místa. [4] [5]

#### 4.1 Rozvoj geocachingu ve světě a v České republice

Geocaching je původně hrou, která vznikla ve Spojených státech amerických na jaře v květnu roku 2000. Těsně poté, co bylo rozhodnuto o odstranění navigační odchylky, přidávanou do vysílaného signálu z družic GPS. Zlepšena tak byla přesnost, z desítek až stovek, na několik málo metrů pro běžné uživatele. Nejen ve světě, ale i u nás se geocaching těší popularitě. Statistiky hovoří, že v polovině roku 2005 bylo na 171 000 skrýší ve 215 zemích světa, z toho zhruba 700 v České republice. Za uplynulý rok vzrostl počet schránek nad 2 500 a koncem roku 2007 byl tento počet více jak dvojnásobný. V květnu roku 2011 bylo v Česku registrováno kolem 21 500 pokladů z celkového světového počtu, jenž už překročil na miliónu a čtvrt aktivních schránek. [12]

## 5 ZÁKLADNÍ PRINCIP URČOVÁNÍ POLOHY

Určení polohy je klasickou výpočetní úlohou každého kódového přijímače, který je schopen měřit časový rozdíl mezi okamžikem vyslání a okamžikem příjmu informace. Tento časový rozdíl, je označen jako  $\Delta t$ , čas vyslání signálu z družice  $t^R$  a čas příjmu signálu jako  $t^S$ .

$$\Delta t = t^R - t^S \quad (1)$$

Opravy hodin, které jsou způsobeny tímto časovým rozdílem, je také nutné označit. Satelitní jsou označeny jako  $\delta^S$  a ty na straně příjmu jako  $\delta^R$ . Pak lze uvést:

$$\delta^S = t^S - T_S \quad (2)$$

$$\delta^R = t^R - T_R \quad (3)$$

Kde proměnné  $T_S$  a  $T_R$  značí správné časy. Opravy hodin jsou časově proměnlivé, tzn. nejsou konstantní. Celkovou dobu přenosu lze tedy vyjádřit jako:

$$\Delta t = [T_R + \delta^R - (T^S + \delta^S)] \quad (4)$$

Po úpravách vypadá výsledná rovnice tedy takto:

$$\Delta t = \Delta T + \delta^R - \delta^S \quad (5)$$

Symbol  $\Delta T$  je skutečná doba přenosu.

Vynásobením předchozích rovnic časovou konstantou rychlostí světla  $c$ , kde  $c = 299\,792\,458$  m/s, dostaneme vztah pro výpočet pseudovzdálenosti (vzdálenost, ve které jsou projeveny chyby hodin satelitu a přijímače) mezi družicí S a přijímací jednotkou R. Skutečnou vzdálenost mezi přijímačem a satelitem označíme  $\rho_R^S = c \cdot \Delta T$ .

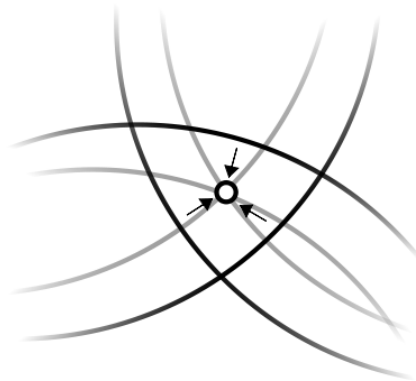
$$R_R^S = c \cdot \Delta T + c \cdot (\delta^R - \delta^S) = \rho_R^S + c \cdot \delta^R - c \cdot \delta^S \quad (6)$$

Z těchto poznatků je vyvozen důkaz o použití čtyř satelitů pro určení polohy v trojrozměrném prostoru:

$$R_R^S = \sqrt{(X_R - X_S)^2 + (Y_R - Y_S)^2 + (Z_R - Z_S)^2} + c \cdot \delta^R - c \cdot \delta^S \quad (7)$$

V rovnici jsou obsaženy čtyři neznámé  $X_R, Y_R, Z_R$  a  $\delta^R$ , které lze vypočítat soustavou čtyř rovnic. Graficky tuto skutečnost je možné naznačit pomocí pseudovzdáleností, které byly získány.

Výsledná oblast, která vlivem nepřesností nemusí být pouze bod, je zobrazena na obrázku kolečkem. [8] [9]



Obr. 3. Průnik vzdáleností [3]

## 6 DATOVÝ PROTOKOL NMEA 0183

Komunikační protokol je považován za nezbytné pojítko mezi GPS přijímačem, technickým zařízením a aplikacemi, které tyto data vyhodnocují. Datových protokolům, jež data zpracovávají, existuje více. Jsou rozděleny do tříd podle účelu použití, pro který byl GPS přijímač zkonstruován.

**Nižší** – moduly implementované v mobilních zařízeních, externí GPS pracující s notebooky, automobilové a turistické navigační přístroje.

**Střední** – mapovací zařízení sloužící ke sběru dat. Specializované metody sbírání a zpracovávání těchto naměřených dat.

**Vyšší** – referenční stanice a geodetické přístroje.

**Specializovaná** – především vojenské účely.

Protokol NMEA 0183 byl specifikován společností The National Marine Electronics Association. Komunikace probíhá mezi velkým množstvím posluchačů a jedním mluvčím (tzv. Listener, Talker), díky pevně dané struktuře posílaných textových vět. Každá tato textová věta, jejíž délka činí maximálně 83 bajtů, začíná znakem „\$“ (dolar) a další sérií znaků, které větu identifikují a označují tak její obsah. Následují datové údaje oddělené čárkou. Celý výraz je ukončen znakem „\*“ (hvězdička), za kterým se ještě nachází hodnota kontrolního součtu v hexadecimálním tvaru. Kontrolní součet věty je výsledkem operace XOR skrz všechny znaky mezi „\$“ a „\*“.

Datový výraz je identifikován ve tvaru „\$ttsss“, kde „tt“ je identifikace mluvčího a „sss“ označuje druh věty.

Obecně jsou věty rozděleny do tří skupin:

**Mluvčího věty (Talker sentences)** – výrazy zasílané GPS přístrojem, obsahující informace o poloze, rychlosti, času aj.

**Dotazovací věty (Query sentences)** – jedná se o požadavky k GPS zařízením o zaslání konkrétního typu věty.

**Proprietární věty (Proprietary sentence)** – věty obsahující dodatečné výrazy konkrétních modelů GPS přijímačů, které specificky rozšiřují standardní výrazy komunikačního protokolu. [1] [6]

Příklady výrazů od mluvčího:

```
1 $GPGGA,083717,4912.4132,N,01734.8849,E,1,05,02.1,00193.3,M,043.1,M,,*46
2 $GPGSA,A,3,02,12,29,30,31,,,,,,,,,03.8,02.1,03.1*03
3 $GPGSV,2,1,08,31,45,294,38,05,09,098,00,21,14,189,00,30,68,112,43*76
4 $GPGSV,2,2,08,10,10,087,26,29,79,253,50,12,32,111,42,02,30,051,38*75
5 $GPRMC,083717,A,4912.4132,N,01734.8849,E,025.3,073.6,251109,, ,A*74
```

V některých větách, jako například v „\$GPGSA“, může chybět několik údajů. Jedná se o absenci dílčích dat, která nebyla přijata. Situace je lehce vyřešena tak, že mezi oddělovači (čárkami) zkrátka informace nejsou. Malou výjimkou může být údaj o poloze, kde chybějící zeměpisná souřadnice (šířka nebo délka) je nahrazena hodnotou „0000.0000“ resp. „00000.0000“. Prázdné údaje ve větě mohou být způsobeny slepými místy, ve kterých je slabý signál nebo lokacemi nepoužívající DGPS (metoda, se kterou můžeme zpřesnit výsledky měření), data proto nelze přijmout. Výše uvedené přijaté výrazy jsou zasílány v periodickém cyklu stále dokola.

## 6.1 Druhy výrazů

Jelikož protokol NMEA 0183 poskytuje nepřehledné množství kódových vět, které obyčejný uživatel nevyužije při své denní potřebě nebo geocachingu, jsou zde popsány jen ty nejčastěji využívané výrazy, jež jsou užívány majoritní většinou GPS přijímačů.

### 6.1.1 GGA – podrobné informace o pozici

Příklad věty:

\$GPGGA,083717,4912.4132,N,01734.8849,E,1,05,02.1,00193.3,M,043.1,M,,\*46

Tab. 1. Vysvětlení GGA věty [6]

#	Formát	Příklad	Popis údaje
1	hhmmss.sss	083717.000	Čas nad nultým poledníkem
2	ddmm.mmmm	4912.4132	Zeměpisná šířka
3	c	N	Identifikátor polokoule (N = sever, S = jih)
4	dddmm.mmmm	01734.8849	Zeměpisná délka
5	c	E	Identifikátor polokoule (E = východní, W = západní)
6	d	1	Indikátor kvality signálu: 0 - pozici nelze určit 1 - pozice úspěšně učena 2 - pozice úspěšně učena s DGPS
7	dd	05	Počet viditelných satelitů
8	d.d	02.1	Odchylka rozestavení družic na určení polohy HDOP
9	d.d	00193.3	Výška antény na geoidem (střední hladina moře)
10	c	M	Jednotka pro 9. údaj (M = metr)
11	d.d	043.1	Rozdíl mezi WGS-84 zemským elipsoidem geoidem.
12	c	M	Jednotka pro 11. údaj (M = metr)
13	d.d	0.0	Doba v sekundách od poslední aktualizace DGPS. Jestliže údaj chybí, tak se DGPS nepoužívá.
14	dddd	0	Identifikační číslo referenční stanice pro DGPS (0000 - 1023)
15	*xx	46	Kontrolní součet

### 6.1.2 GSA – Odchytky od přesnosti měření

Příklad věty:

\$GPGSA,A,3,02,12,29,30,31,,,,,,,,,03.8,02.1,03.1\*03

Tab. 2. Vysvětlení GSA věty [6]

#	Formát	Příklad	Popis údaje
1	a	A	N-rozměrný mód (A = automatický, M = manuální)
2	b	3	Dimenze (1 = ?, 2 = 2D, 3 = 3D)
3 - 14	yy	02	ID satelitu pro výpočet
15	p.p	03.8	PDOP - prostorová odchylka v metrech
16	h.h	02.1	HDOP - horizontální odchylka v metrech
17	v.v	03.1	VDOP - vertikální odchylka v metrech
18	*xx	03	Kontrolní součet

### 6.1.3 GSV – Informace o družicích

Příklad věty:

\$GPGSV,2,1,08,31,45,294,38,05,09,098,00,21,14,189,00,30,68,112,43\*76

Tab. 3. Vysvětlení GSV věty [6]

#	Formát	Příklad	Popis údaje
1	n	2	Celkový počet vět
2	m	1	Číslo aktuální věty
3	ss	08	Počet viditelných družic
4	xx	31	Identifikační číslo družice
5	ee	45	Úhlová výška družice
6	aaa	294	Azimut družice
7	ch	38	SNR - odstup signálu od šumu. Je-li údaj nulový, nelze ho použít pro výpočet polohy
...	...	...	Další čtveřice údajů 4 - 7 podle počtu viditelných satelitů
n	*xx	76	Kontrolní součet

#### 6.1.4 RMC – Informační minimum pro navigaci

Příklad věty:

\$GPRMC,083717,A,4912.4132,N,01734.8849,E,025.3,073.6,251109,,A\*74

Tab. 4. Vysvětlení RMC věty [6]

#	Formát	Příklad	Popis údaje
1	hhmmss.sss	083717.000	Čas nad nultým poledníkem
2	c	A	Status (A = OK, V = Varování, nedostupné družice)
3	ddmm.mmmm	4912.4132	Zeměpisná šířka
4	c	N	Identifikátor polokoule (N = sever, S = jih)
5	dddmm.mmmm	01734.8849	Zeměpisná délka
6	c	E	Identifikátor polokoule (E = východní, W = západní)
7	d.d	025.3	Vodorovná rychlost v uzlech
8	d.d	073.6	Kurz pohybu
9	ddmmyy	251109	Datum
10	d.d	N/A	Magnetická deklinace ve stupních
11	c	N/A	Identifikátor polokoule (E = východní, W = západní)
12	*xx	74	Kontrolní součet

## 7 LITERÁRNÍ REŠERŠE

### 7.1 TrekBuddy

Aplikaci, která bude popisována jako první, byla zařazena podle oblíbenosti u hráčů geocachingu a lidí provozující turistiku vůbec, na první příčky v užívání. Program TrekBuddy je naprogramován v jazyce Java a je ho tedy možné používat jak na běžných mobilních telefonech bez operačního systému, tak i na zařízeních s operačním systémem Symbian, Android nebo Windows Mobile. Velkou výhodou tohoto software je práce s mapami. TrekBuddy totiž nabízí možnost importování vlastních map, které lze vytvořit pomocí některých internetových skriptů. Většinou se jedná o mapy vygenerované skrz prostředí volně stažitelných Internetových map (Obr. 5). Ovšem je i možné nahrávat turistické mapy a cyklomapy z jiných zdrojů. Na displeji mobilního telefonu je zobrazena bez problémů jakákoliv oblast světa v jakémkoliv zpracování.



Obr. 4. Základní obrazovka s mapou světa po instalaci

Samozřejmostí programu je nabídka zobrazení informací o poloze, rychlosti, směru pohybu, nadmořské výšce a dalších základních údajů v horní části obrazovky. Získané aktuální informace mohou být odesílány pomocí textové zprávy.

Jak již bylo naznačeno, program disponuje velkou kompaktností, a proto je dobré si uvědomit, co všechno se bude v TrekBuddy v budoucnu používat. Pokud si uživatel bude chtít prohlížet vlastní naimportované mapy z interní paměti nebo z paměťové karty mobilního telefonu pouze v off-line režimu, stačí aplikaci nainstalovat běžným způsobem a ihned používat.

Do rozšířených funkcí toho programu patří například vlastní GUI rozhraní. Místo mapy tak lze sledovat pouze zeměpisné informace nebo obrazovku pouze s kompasem a prošlou trasu. Aplikace byla testována jak na PDA s operačním systémem Windows Mobile, tak i na mobilním telefonu bez operačního systému, k němuž byl připojený externí GPS receiver přes technologii Bluetooth. U zařízení PDA byly objeveny problémy v komunikaci s interní GPS. Aplikace našla satelity GPS, ale data bohužel nezpracovávala. Na obyčejném mobilním telefonu pracovala aplikace bez větších problémů.



Obr. 5. Naimprtovaná mapa do aplikace TrekBuddy

**Výhody:**

- Běží na většině současných mobilních telefonech.
- TrekBuddy je freeware, tzn. je zdarma.
- Vytváření vlastních map dle svých požadavků.
- Vytváření a upravování uživatelského rozhraní.

**Nevýhody:**

- Horší ovládání na PDA než na klasickém mobilním telefonu.

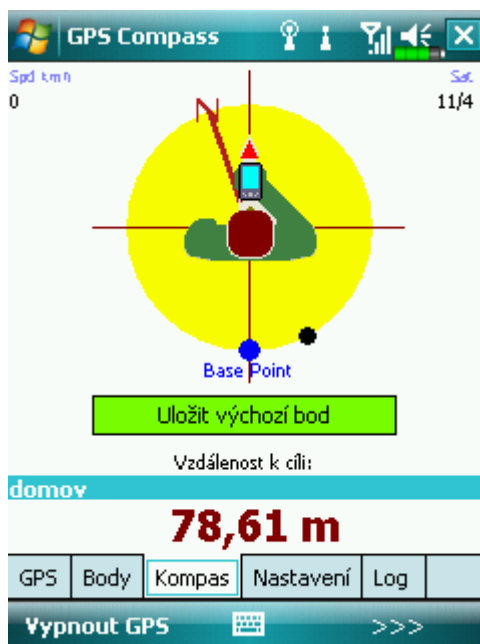
**7.2 GPS Compass**

Program GPS Compass je dalším programem, který byl vybrán. Programu zaujme jeho jednoduchostí a intuitivním ovládáním. Princip činnosti je velice jednoduchý. Nedělá nic jiného, než podle kompasu dovede hráče ke skrýši podle uložených souřadnic. Nepracuje tedy s žádnými mapami, jak už s nějakými lokálními, tak ani těmi, jež by si mohl hráč sám vytvořit a přenést do PDA. Uživatelské zeměpisné souřadnice pokladů lze vytvářet a ukládat přímo v aplikaci. Další možností je tyto body s poklady importovat ze souboru uloženého na mobilním zařízení a nebo přímo z webového serveru geocaching.com. U posledního způsobu nahrávání blízkých skrýší, je tedy nutné být připojený k Internetu. Celý program je kompatibilní s operačním systémem Windows Mobile.



Obr. 6. Souhrnné informace v GPS Compass

K navigaci do cíle slouží jednoduchý kompas (Obr. 7), na kterém lze zřetelně vidět, kterým směrem se má hráč vydat při hledání a vidí také zbývající vzdálenost do cíle. Samozřejmě tzv. vzdušnou čarou.



Obr. 7. Kompas v GPS Compass

Na úvodní obrazovce (Obr. 6) se zobrazují základní informační údaje, jako je zeměpisná šířka a délka, nadmořská výška, rychlost, kurz pohybu, použité a viditelné satelity a také čas. Ve spodní části této obrazovky jde opět vidět vzdálenost do cíle.

Zajímavou funkcí programu je nahrávání dat do souboru o pohybu uživatele po okolí. V nastavitelném časovém intervalu lze do souboru zaznamenávat údaje o čase, zeměpisných souřadnicích, nadmořské výšce, rychlosti a azimutu. Všechny údaje jsou volitelné, hráč si sám může vybrat, co chce nebo nechce do logovacího souboru zaznamenávat.



Obr. 8. Správa WayPointů v TrekBuddy

#### Výhody:

- Jednoduché a intuitivní ovládání.
- Je zdarma.
- Správa uživatelských bodů se skrýšemi.
- Zaznamenávání pohybu.

**Nevýhody:**

- Absence map, jejich vlastní vytváření a nahrávání.

**7.3 WMGeo**

Dalším popisovaným programem je WMGeo. Program, jak sám autor aplikace uvádí, je stále ve fázi vývoje. Ovšem už i tak se jedná o velmi silný nástroj pro geocaching. Na domovských internetových stránkách můžeme nalézt jak portable verzi s knihovnou pro spuštění, tak i instalační soubor \*.CAB. WMGeo je aplikace určena pro mobilní zařízení s operačním systémem Windows Mobile. Komunikace GPS probíhala bez problému a celkově celý chod WMGeo byl rychlý.

Na první pohled se jeví jako graficky povedená aplikace. Na úvodní obrazovce (Obr. 9) se nachází šestice velkých tlačítek, které lze snadno ovládat bez pomoci stylusu. V horní liště si lze povšimnout informace o satelitech, ze kterých jsou přijímána data.



Obr. 9. Úvodní obrazovka WMGeo

Po stisknutí položky *GPS* na úvodní obrazovce se objeví údaje o aktuální poloze, rychlosti pohybu, nadmořské výšce a souhrnné informace o síle signálu z jednotlivých satelitů na orbitě.

Modré sloupce ukazují úroveň signál družic, ze kterých jsou data zpracovávána, v šedých jsou slepé satelity s neúplnými daty (Obr. 10).



Obr. 10. Souhrnné informace ve WMGeo

Pod položkou *Navigation* se nachází pouze jednoduchá šipka k navigaci, informující o směru pohybu k místu, kde je ukryta hledaná cache. Na stejné obrazovce je i vzdálenost do cíle (Obr. 11).



Obr. 11. Kompas ve WMGeo

Zajímavou položkou je *Nearest*. Po kliknutí je na displeji zobrazen seznam pokladů, které lze snadno nahrát z \*.LOC nebo \*.GPX souboru. Nahrávání spadá pod kategorii *Import*. Evidence a práce s importovanými daty by mohla v budoucnu doznat určitého vylepšení. Při testování nahrávání většího objemu byla akce velice pomalá. Ovšem i tak to nelze považovat za velkou chybu. Sekce *Settings* je určena pro snadné nastavení komunikačního portu a baudrate.

Program WMGeo v testované verzi nedisponoval grafickým zobrazením o pohybu uživatele, jak už ve slepé čtvercové síti, tak přímo na mapě.

**Výhody:**

- Hezké grafické a intuitivní ovládání.
- Jedná se o OpenSource, který je zdarma.

**Nevýhody:**

- Není podporován český jazyk (Program je od českého tvůrce).
- Pomalejší import při větším objemu dat se skrýšemi.

**7.4 Vito Navigator II**

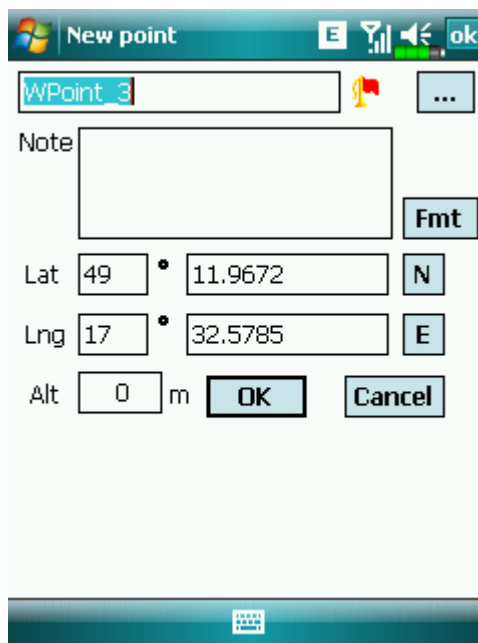
Následující program nespadá do kategorie freeware aplikací jako v předchozích případech, byla tu ovšem možnost vyzkoušet jeho zkušební verzi. Aplikace Vito Navigator II je určena pro PDA s operačním systémem Windows Mobile. Při prvním zapnutí zřejmě nejvíc zaujme velký ukazatel, ten tvoří přibližně třetinu obrazovky. Ukazatel má dva módy zobrazení, směr cesty nebo rychlost pohybu. V levé části je možné si zvolit mezi vzdáleností do cíle, kompasem nebo aktuální pozicí. Poměrně velká část je také tvořena dvěma čtverci, do kterých je možné navolit zobrazování různých informací. Například o síle signálu může informovat radar zobrazující jednotlivé družice. V nejspodnější části se nachází čtveřice velkých tlačítek pro obsluhu programu, které lze snadno ovládat pomocí prstů (Obr. 12).



Obr. 12. Souhrnné informace ve Vito Navigator II

První věc, která se musí udělat před používáním aplikace, je správně nastavit GPS přijímač. K tomu slouží poslední tlačítko ze spodní lišty na pravé straně s motivem ozubených kol. Z nabídky vybereme *GPS*. V podpoložkách se dále nachází nastavení zvuku, evidence skrýšů a jiná podrobnější nastavení aplikace jako je metrický systém, formáty datumu a času, zeměpisného systému či správa plug-in do aplikace.

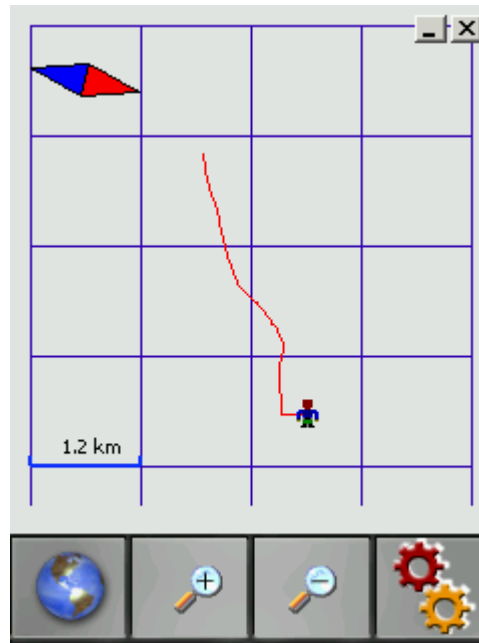
Vito Navigator II umí spravovat evidenci o skrýších. Je tedy možné vytvářet a editovat souřadnice WayPointu přímo v mobilním telefonu (Obr. 13). Samozřejmostí je také import z \*.LOC souboru. Nový WayPoint je možné také vytvořit přes tlačítko s červenou vlaječkou na základní obrazovce. Program nabízí souřadnice bodu, kde se právě nachází uživatel, ale tyto údaje lze smazat a zadat jakékoliv jiné. Pro úplnost se doplní název a popis pokladu. Stisknutím tlačítka s ikonou zelené šipky je vybrán ze seznamu cílový bod, ke kterému bude uživatel směřovat. Po nastavení všech nezbytných akcí, se může přepnout na úvodní obrazovku.



Obr. 13. Správa WayPointů ve Vito Navigator II

Jednou z předností aplikace je slepá čtvercová mapa (Obr. 14), ovšem je možné i nahrát mapu vlastní. Zobrazení mapy je docíleno klinutím na symbol zeměkoule na úvodní

obrazovce (Obr. 12). Mapu lze přibližovat až na rozlišení 10 metrů či oddalovat na 1 200 kilometrů. Na mapě jsou zobrazeny všechny cílové body. Červená čára zaznamenává vykonanou cestu.



Obr. 14. Slepá mapa ve Vito Navigator II

#### Výhody:

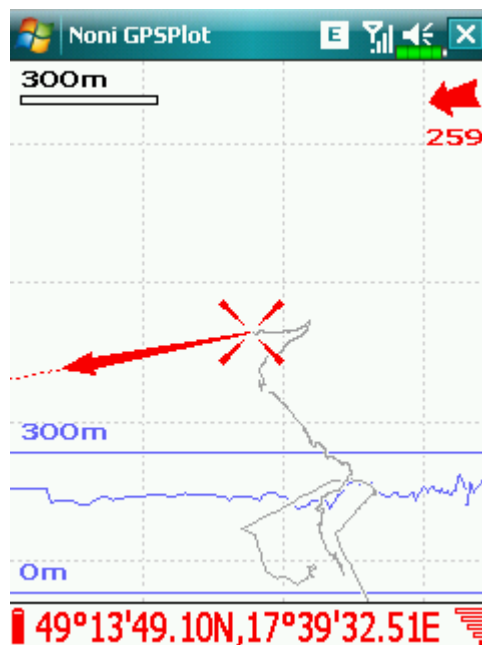
- Jednoduché základní ovládaní.
- Podpora interních i externích GPS.

#### Nevýhody:

- Horší dostupnost map.
- Komerční produkt.

## 7.5 NoniGPS Plot

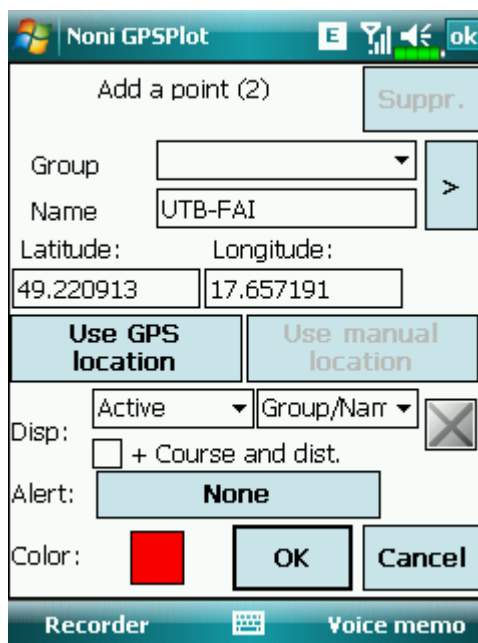
Dalším popisovaným programem je NoniGPS Plot určený pro platformu Windows Mobile. Na první pohled na uživatelské rozhraní skromná aplikace však v sobě skrývá nepřeberné množství užitečných a zajímavých funkcí. Ovšem ne všechny funkce jsou obsaženy ve volně šiřitelné verzi. Za menší peněžní podporu jsou uživatelům zpřístupněny rozšířené funkce.



Obr. 15. Slepá mapa v NoniGPS Plot

Po spuštění aplikace je zobrazena slepá mapa, která je zároveň i pozadím zobrazovaných informací (Obr. 15). Obrazovka je rozdělena na dvě části. V horní části se zobrazuje trajektorie zdolané trasy, informační značky o pokladech, měřítko mapy a malý kompas. Spodní část poskytuje grafické zobrazení geografického výškového profilu cesty. Krátkým dotykem na mapě jsou aktivována ovládací tlačítka, jež slouží k ovládní mapy, jako je přibližování resp. oddalování, pohyb na mapě, měření vzdálenosti aj. Na obrazovce je permanentně zobrazen ve spodní části stavový řádek, ve kterém lze zobrazit několik údajů, jako jsou aktuální souřadnice, nadmořská výška, délka trasy, rychlost, aktuální čas apod. Nechybí také informace o síle signálu a stavu baterie. Pokud informace zčervenají, znamená to, že program zachytil GPS signál z dostupných družic a zpracovává ho. Jestliže je zelený, signál GPS není dostupný (tento způsob signalizace je poněkud matoucí).

Aby bylo možné NoniGPS Plot používat, je nutné udělat prvotní nastavení GPS přijímače. Přidržením displeje asi na jednu sekundu je vyvoláno hlavní menu programu, kde lze nakonfigurovat celý program. Menu v nastavení může některým uživatelům přijít poněkud komplikované, na druhou stranu je to malý důkaz toho, jak je program bohatý na své možnosti. Zřejmě nejvíce využívanou položkou je *Advanced Setup*. Zde je vybrána kategorie *GPS* a nastaven komunikační port společně s přenosovou rychlostí. Pokud si uživatel není jistý, může být port vyhledán tlačítkem *Search*. Další, asi hodně využívanou položkou, bude *Quick Setup*. V této kategorii lze najít základní nastavení jako je aktivování trasy, zapnutí GPS přijímače, přepnutí do nočního režimu, orientace displeje, nastavení barev apod. Nesmí být také opomenuto na položku *Tools*. Pod touto záložkou může uživatel hromadně importovat WayPointy nebo celé trasy, a to ve formátech \*.GPX, \*.ASC, \*.CSV nebo \*.KML. Konkrétně tento import lze najít v záložce *List points* (Obr. 16). Samozřejmě je také přidávání bodů jednotlivě. V sekci *Tools* je dostupná malá funkce s názvem *Dashbord* (Obr. 17). Jedná se o obrazovku se souhrnnými informacemi psanou přehledně velkým písmem. Nachází se zde údaje o aktuální, průměrné a maximální rychlosti, nadmořské výšce, délce absolvované trasy a čase.

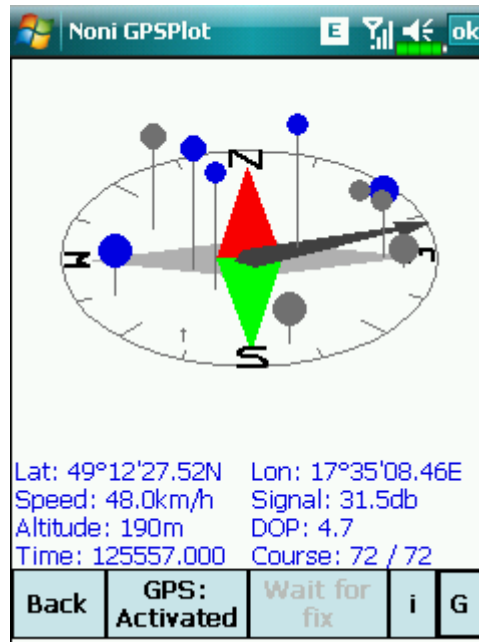


Obr. 16. Správa WayPointů v NoniGPS Plot



Obr. 17. Ukázka Dashboardu v NoniGPS Plot

Aplikace také umožňuje zpracovávat importované vlastní mapy. Například již zkalibrované mapy ve formátu JPG a poté je jednoduše nahrát do zařízení. Další možností jak mapy získat je s využitím připojení k mobilnímu Internetu. Mapy jsou tedy stahovány s aktuálně měnící se pozicí. V placené verzi je možné údajně mapy stahovat do zařízení a při příštím použití tak odpadá nutnost být připojený k Internetu. Poslední možností jak se dostat k mapám pro NoniGPS Plot je díky externí aplikaci NoniMapView. Tento program je nutné spustit na stolním počítači a jeho schopnost spočívá ve stahování zkalibrovaných map z některých serverů poskytující geografické mapy. Získané mapy pak lze přesunout do PDA a následně importovat do aplikace NoniGPS Plot.



Obr. 18. Trojrozměrný kompas v NoniGPS Plot

#### Výhody:

- Podpora interních i externích GPS.
- Jazyková multiplatformnost – angličtina, francouzština, španělština ...
- Množství programových funkcí.

#### Nevýhody:

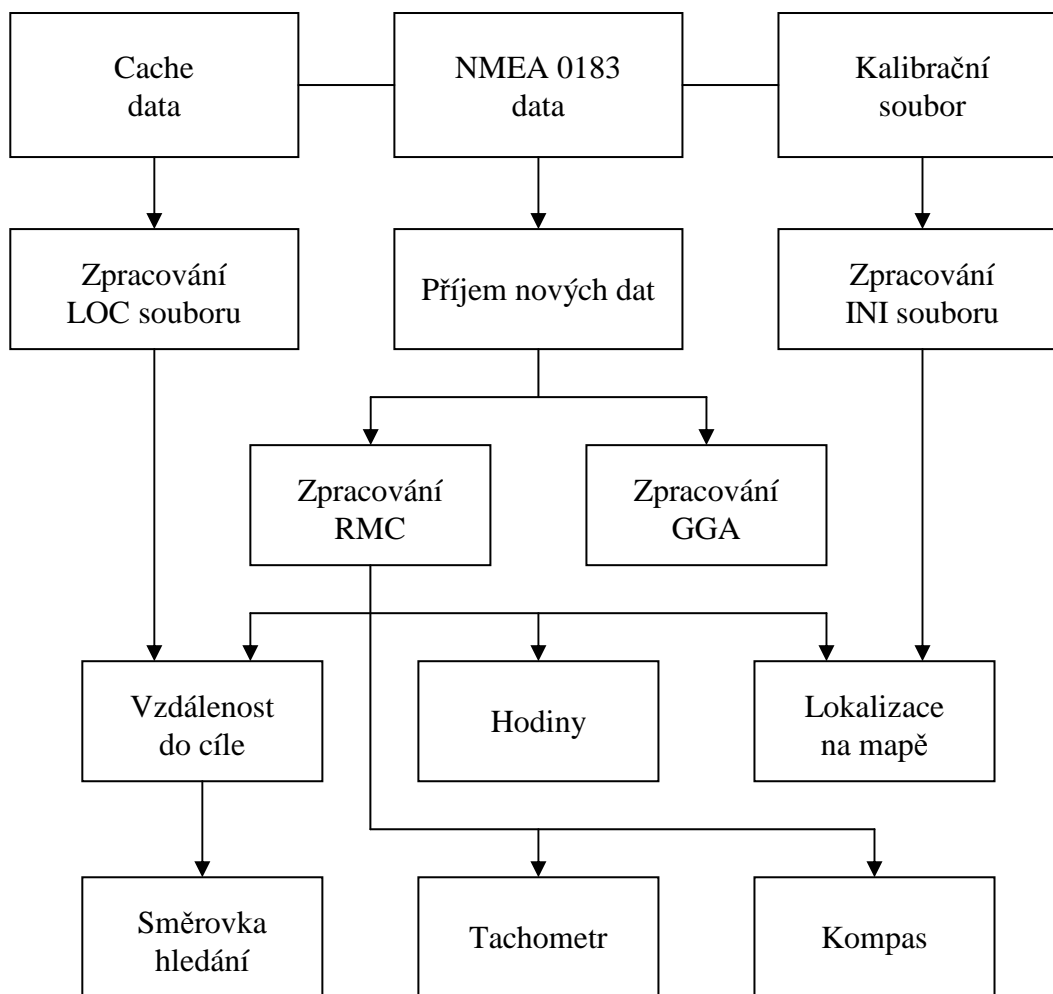
- Do jisté míry neintuitivní ovládání.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 8 POPIS APLIKACE

Jedním z bodů bakalářské práce bylo vytvořit aplikaci v jazyce C# na základě získaných informací a poznatků z vypracované literární rešerše. Napomáhat by tak měla hráčům geocachingu. Naprogramovaná aplikace je primárně optimalizována pro mobilní zařízení s operačním systémem Windows Mobile. Program umí zobrazovat základní informace, jako jsou zeměpisné souřadnice, přesný čas na nultém poledníku, kurz, nadmořskou výšku, rychlost pohybu. Dokáže také numericky určit pomyslnou vzdušnou vzdálenost k pokladu a směr hledání. Součástí aplikace je jednoduchý správce, který dokáže importovat \*.LOC soubory. Dále také umí lokalizovat hráče na rastrové mapě z aktuálních zeměpisných souřadnic. Nedílnou součástí je také jednoduchý kompas. Pro spuštění tohoto programu je nutné mít nainstalovanou verzi .NET Framework 3.5 nebo novější.

### 8.1 Blokové schéma aplikace



Obr. 19. Blokové schéma aplikace

Vstupními entitami jsou především data přijímaná z GPS satelitů, lokální soubor s údaji o skryších a konfigurační soubor pro zkalibrovanou mapu. Všechny takto získané informace jsou zpracovávány jednotlivými metodami, ty jsou popsány v dalších částech.

## 8.2 Příjem nových dat

Příjem nových dat ze sériového portu je zajištěn metodou *updateData()*. Primárním úkolem metody je rozřídít data na jednotlivé věty, které jsou od sebe odděleny znakem dolar („\$“). Rozdělení vstupních řetězců zabezpečuje funkce *Split()*. Poté se následně vrací pole obsahující již rozdělený původní balík dat. Po rozdělení a zjištění druhu konkrétní věty jsou informace předány dílčím metodám, jež se starají o další zpracování. Stěžejní část metody *updateData()* je popsána zdrojovým kódem:

```
6 string[] vetyBalicku = prijateBalicky.Split('$');
7 for (int i = 0; i < vetyBalicku.GetLength(0); i++)
8 {
9     dataPrijata = vetyBalicku[i].Split(',');
10    if (dataPrijata.Contains("GPRMC")) updateRMC();
11    if (dataPrijata.Contains("GPGGA")) updateGGA();
12    if (dataPrijata.Contains("GPGSA")) updateGSA();
13 }
```

O zpracování vět se starají metody:

- private void UpdateRMC()
- private void UpdateGGA()

Dalšími vstupními daty, které aplikace zpracovává, jsou z lokálního souboru \*.LOC. V podstatě se jedná o soubor XML. Úprava je zajištěna metodou *seznamCache()*, jejímž obsahem je jednoduchý XML parser.

Ukázka lokačního souboru:

```
14 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
15 <loc version="1.0" src="Groundspeak">
16   <waypoint>
17     <name id="GC13TDG"><![CDATA[zamek Kromeriz by martin.turista]]>
18   </name>
19   <coord lat="49.299417" lon="17.39215"/>
20   <type>Geocache</type>
21   <link text="Cache Details">
22     http://www.geocaching.com/seek/cache_details.aspx?wp=GC13TDG
23   </link>
24 </waypoint>
25 </loc>
```

Jako poslední vstupní data jsou z konfiguračního kalibračního souboru. Tento soubor, jenž obsahuje název mapy, zeměpisné souřadnice a k nim přiřazené pixely na rastrové mapě, připravuje externí desktopová aplikace (viz. 9.1).

Ukázka kalibračního souboru:

```
24 mapa.jpg;A1;23;A2;72;sA;49,23104;dA;17,65632;B1;683;B2;783;sB;49,221
25 06;dB;17,67048;Q1;46609,66;Q2;-71247,85
```

### 8.3 Zpracování RMC věty – `updateRMC()`

Jestliže je zjištěna přítomnost RMC věty, je právě tato věta předána metodě `updateRMC()`. Jak již bylo napsáno, v RMC sentenci je uchováno základní informační minimum. Data se začínají zpracovávat ve chvíli, kdy druhý prvek věty je roven hodnotě A. Znamená to, že jsou dostupné družice a má smysl zpracovávat data. Jedním z úkolů metody je upravit zeměpisné souřadnice na správný tvar. To je zajištěno úpravou třetího údaje pro zeměpisnou šířku a pátého údaje pro zeměpisnou délku pomocí funkce `Substring(Int32, Int32)` a následným přepočtem.

Zdrojový kód na převod zeměpisných souřadnic vypadá tedy takto:

```
25 string sirkaStupne = dataPrijata[3].Substring(0, 2);
26 string sirkaMinuty = dataPrijata[3].Substring(2, 2);
27 double sirkaVteriny =
    (Convert.ToSingle(dataPrijata[3].Substring(5, 4))) * 60 / 10000;
```

V RMC větě se dále nachází informace o kurzu, ten je důležitý pro správnou funkci kompasu. Dále zde jde také najít údaj o aktuální rychlosti v horizontálním směru. Aby však původní rychlost uvedenou v uzlech bylo možné vyjádřit v jednotkách km/h, musí být hodnota vynásobena číslem 1,852.

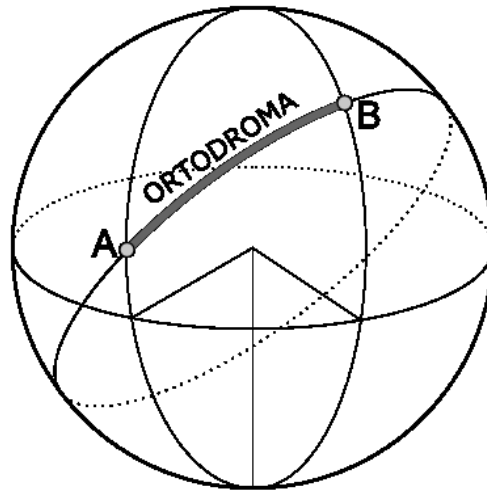
V metodě *updateRMC()* jsou volány ke zpracování další metody např. pro výpočet vzdálenosti, vykreslování aktuální polohy na mapě a čas na nultém poledníku. Ty jsou popsány v následujících kapitolách.

#### 8.4 Zpracování GGA věty – metoda *updateGGA()*

Z této věty je do programu předáváno pouze pár informací. Jedná se o údaj kvality signálu, který je zastoupena šestým členem řetězce. Podle hodnoty 0, 1 nebo 2 je pomocí funkce *Switch()* číslu přiřazeno textové vyjádření, *Žádná*, *Dobrá* nebo *Výborná*. Dále je zobrazen počet viditelných satelitů nad orbitou, který není jinak dále upraven. GGA záznam taktéž obsahuje informaci o zeměpisné poloze, jako věta RMC. Navíc je z této věty zobrazen i údaj o nadmořské výšce.

#### 8.5 Výpočet vzdálenosti do cíle – metoda *vzdalenostDoCile()*

Funkce této metody je velice jednoduchá. Metoda pracuje pouze ze zeměpisnými souřadnicemi aktuální polohy a souřadnicemi daného cíle. Aby bylo možné vzdálenost vypočítat tzv. ortodromu (Obr. 19), je potřeba souřadnice dosadit do matematického vzorce (8), kde  $\lambda$  je zeměpisná délka a  $\varphi$  je zeměpisná šířka. Indexy 1 resp. 2 značí počáteční resp. cílové zeměpisné souřadnice. Hodnota 6372,795 je průměrný poloměr hlavní kružnice Země.



Obr. 20. Znázornění ortodromy

$$R = \arccos \left[ \frac{(\cos \varphi_1 \cdot \cos \lambda_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \cos \lambda_2) + (\cos \varphi_1 \cdot \sin \lambda_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \sin \lambda_2) + (\sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2)}{6372.795} \right] \quad (8)$$

Metoda *vzdalenostDoCile()* se také stará o výpočet směrového úhlu, aby uživatel věděl, kterým směrem se pohybovat k zadanému cíli. Pro určení a výpočet potřebuje znát aktuální směr pohybu uživatele a dále úhel, pod kterým se nachází cílová souřadnice od aktuální pozice. Známe-li tedy směr současného pohybu a vypočtený úhel (9) (10) pro hledaný bod, potom rozdílem těchto dvou hodnot dostaneme výsledný směr hledání, relativně ke směru současného pohybu. Takto získané hodnoty o směru pohybu a směru hledání jsou předávány do událostí *Paint* jednotlivých grafických prvků pro vykreslování.

Pro výpočet I. a II. kvadrantu, kdy  $\varphi_1 < \varphi_2$

$$\alpha = \arctan \left[ \frac{\sin(\Delta\lambda) \cdot \cos \varphi_2}{\sin \varphi_2 \cdot \cos \varphi_1 - \cos \varphi_2 \cdot \sin \varphi_1 \cdot \cos(\Delta\lambda)} \right] \quad (9)$$

Pro výpočet III. a IV. kvadrantu, kdy  $\varphi_1 \geq \varphi_2$

$$\alpha = \arctan \left[ \frac{\sin(\Delta\lambda) \cdot \cos \varphi_2}{\sin \varphi_2 \cdot \cos \varphi_1 - \cos \varphi_2 \cdot \sin \varphi_1 \cdot \cos(\Delta\lambda)} \right] + 360^\circ \quad (10)$$

## 8.6 Lokalizace na mapě – Metoda updateMapa()

Jedná se o jednu z nejdůležitějších funkcí, která bude uživatele zajímat. Níže popsany algoritmus je nezávislý na použité mapě. Jediné podmínky však jsou, aby mapový podklad byl v rastrovém formátu. Lze tedy použít libovolnou mapu, ať už jimi jsou, naskenované papírové mapy, satelitní snímky, případně mapy z navigačních programů nebo webových stránek. Protože mobilní zařízení nedokáže zpracovat a zobrazit příliš velkou mapu, z důvodu omezení paměti, je další podmínkou, aby její celkové rozměry byly 800 px na výšku a 800 px na šířku.

I když vztah mezi polohou na mapě v pixelech a zeměpisnými souřadnicemi není lineární, můžeme pro malé plochy v geocachingu použít výpočet zjednodušené aproximace (12). Poloha na mapě je výsledkem rozdílu aktuálních zeměpisných souřadnic a souřadnic z kalibračního souboru, kde  $\lambda$  je opět zeměpisná délka a  $\varphi$  značí zeměpisnou šířku. Získaný rozdíl je vynásoben poměrným koeficientem  $Q$  a následně je přičtena pixelová hodnota, která odpovídá příslušné zeměpisné souřadnici v kalibračním souboru. Neznámé  $X$  a  $Y$  jsou výsledné souřadnice v pixelech na mapě, které hledáme. Zmiňovaný koeficient  $Q$  je podíl rozdílu hodnot v pixelech prvního a druhého kalibračního bodu a rozdílu jim příslušících zeměpisných souřadnic (11).

$$Q_1 = \frac{A_\lambda - B_\lambda}{\lambda_A - \lambda_B} \quad \text{resp.} \quad Q_2 = \frac{A_\varphi - B_\varphi}{\varphi_A - \varphi_B} \quad (11)$$

$$X = A_x + (\lambda_x - \lambda_A) \cdot Q_1 \quad \text{resp.} \quad Y = A_y + (\varphi_y - \varphi_A) \cdot Q_2 \quad (12)$$

Kalibrace se provádí pomocí dvou bodů, které jsou zvoleny podle vlastního uvážení. První bod se doporučuje zvolit v levém horním rohu a druhý v pravém dolním rohu. Například je tedy definováno, že levý horní roh mapy bude mít zeměpisné souřadnice 49,23104 stupňů severní šířky a 17,65632 stupňů východní délky a pravý dolní roh mapy 49,22106 stupňů severní šířky a 17,67048 stupňů východní délky. K těmto souřadnicím je přiřazena pixelová hodnota na rastrové mapě. Takto určenými body lze vypočítat koeficient  $Q$ , tedy vztah mezi použitou mapou a zeměpisnými souřadnicemi.

## 8.7 Zobrazení času – metoda `updateHodiny(string dataHodiny)`

Úkolem metody `updateHodiny(string dataHodiny)` je správně zobrazit čas nad nultým poledníkem, který je předávám přes parametr z metody `updateRMC()`.

Kód metody je následující:

```
28 string hodiny = dataHodiny.Substring(0, 2);
29 string minuty = dataHodiny.Substring(2, 2);
30 string vteriny = dataHodiny.Substring(4, 2);
31 string milisekundy;
32 if (dataHodiny.Length > 7) milisekundy = dataHodiny.Substring(7);
33 else milisekundy = "000";
34 string cas = hodiny+":"+minuty+":"+vteriny;
35 return cas;
```

## 8.8 Detekce GPS portu – metoda `dataPortDetekce()`

Metoda má sloužit uživatelům, kteří si nejsou jistí portem připojeného GPS modulu. Algoritmus postupně otevírá jednotlivé porty v zařízení a několikrát ověří obsah přijatých dat každého z nich. Jestliže narazí na výraz GPS sentence, nastaví příslušný port tomu odpovídající. Uživatel je následně informován a skončení detekce portu.

## 9 PŘÍPRAVA MAPOVÉHO PODKLADU A PRÁCE S APLIKACÍ

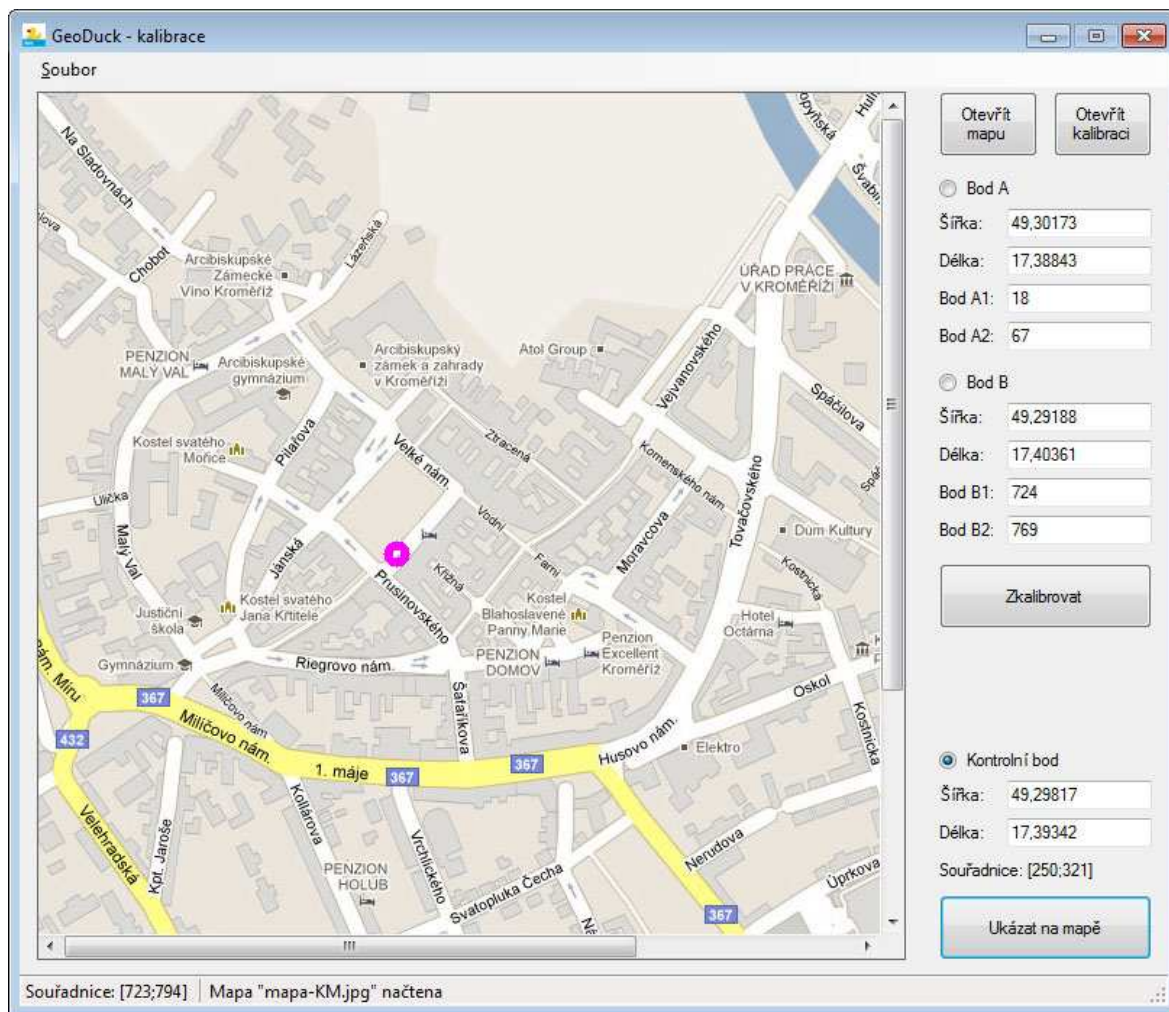
Požadavky pro spuštění aplikace:

- Mobilní zařízení s operačním systémem Windows Mobile 5 nebo vyšší
- Compact .NET Framework 3.5
- GPS přijímač (nejlépe integrovaný přímo v PDA)
- Osobní počítač pro úpravu a nahrávání map

### 9.1 Příprava mapového podkladu a jeho kalibrace

Zeměpisnou polohu bodu na mapě definují souřadnice patřičného pixelu. Pixely ve směru horizontálním značíme  $X$ , ve směru vertikálním  $Y$ . Levý horní roh má vždy souřadnice  $X = 0$  a  $Y = 0$ . Bude-li se postupovat směrem dolů po vertikální ose, bude se hodnota  $Y$  zvětšovat. Totéž se bude dít s hodnotou  $X$ , bude-li se postupovat směrem doprava po horizontální ose. Skutečná poloha bodu je určena zeměpisnou délkou a šířkou ve stupních. Pro lepší určování kalibračních bodů je vhodné volit body, které se dobře určují. Jako jsou například rohy budov, silniční křižovatky, ústí řeky, vrcholy hor a jiné snadno měřitelné objekty. Zeměpisné souřadnice lze snadno získat z některých on-line geografických systémů nebo je-li k dispozici originál oskenované klasické papírové mapy, lze polohu odečíst přímo z ní. Body se musí určit co nejpřesněji, aby následně nedocházelo k větším chybám.

Aby bylo využito funkce lokalizace na mapě *updateMapa()* je potřeba nahrát mapu společně s aplikací do mobilního zařízení. Jak bylo uvedeno, (kapitola 0) importovaná mapa musí být patřičně upravena. Její celková velikost musí čtvercového formátu o délce strany 800 pixelů. Takto velká mapa se bude následně kalibrovat. Větších ploch může být dosaženo pouze za předpokladu, že bude zmenšena barevná hloubka mapy. Jestliže je k dispozici takto připravená mapa, lze přejít k hlavnímu kroku, což je kalibrace mapy. Z tohoto přiřazení pak můžeme pomocí desktopové aplikace vypočítat poměrový koeficient  $Q$  a vytvořit kalibrační soubor, jenž je také nahrán do mobilního zařízení.



Obr. 21. Desktopová aplikace pro kalibraci map

### Postup přípravy

- Kliknout na *Otevřít mapu*.
- Nadefinovat kalibrační body *A* a *B* zadáním zeměpisných souřadnic a jejich příslušící pixely kliknutím do mapy.
- Kliknou na *Zkalibrovat*.
- Nyní lze provést kontrolu pomocí *Kontrolního bodu*.
- Kalibrační soubor \*.MAP, který má totožné pojmenování podle názvu mapy, se nyní nachází ve stejné složce jako je tato aplikace, ten společně s mapou zkopírovat do PDA (např. do složky *My Documents*).
- Případnou editaci kalibračního souboru lze provést kliknutím na *Otevřít kalibraci*.

## 9.2 Práce s vytvořenou aplikací

Jakmile je aplikace spuštěna, zobrazí se klasické obrázkové menu (Obr. 22) s ikonou domečku pro zpětný návrat (ten se nachází ve všech sekcích). Jako první je nutné po spuštění nastavit komunikační port pro GPS a jeho přenosovou komunikační rychlost. Ten se nastavuje v sekci *Nastavení* (Obr. 23) po stisknutí ikony *Kladívka*. Poté už stačí pouze stisknout tlačítko *Start*.

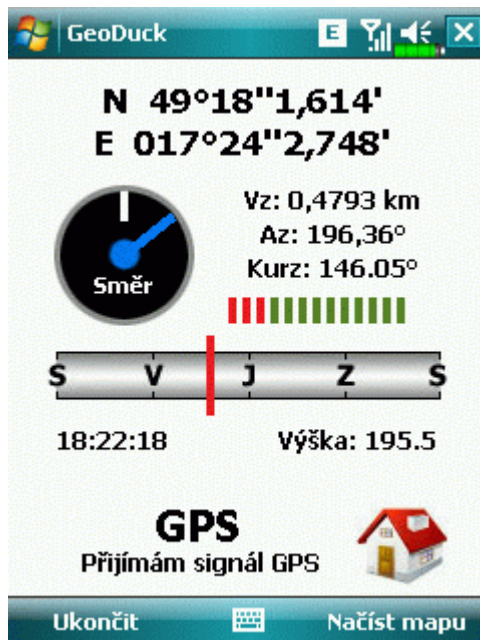


Obr. 22. Úvodní obrazovka



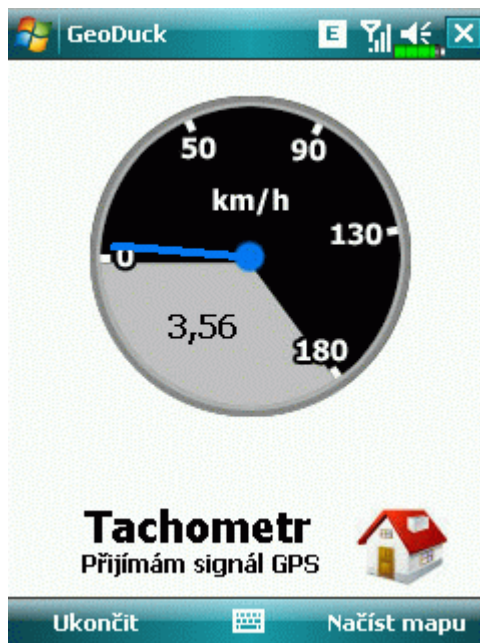
Obr. 23. Nastavení aplikace

Nyní už aplikace přijímá a zpracovává dostupná data ze satelitů. Po stisku ikony satelitu v hlavním menu se zobrazí základní informace ke hledání (Obr. 24). Těmi jsou aktuální zeměpisné souřadnice, vzdálenost do cíle a směr, azimut pod kterým je skryt poklad, kurz pohybu, síla signálu, čas na nultém poledníku, nadmořská výška a především kompas.



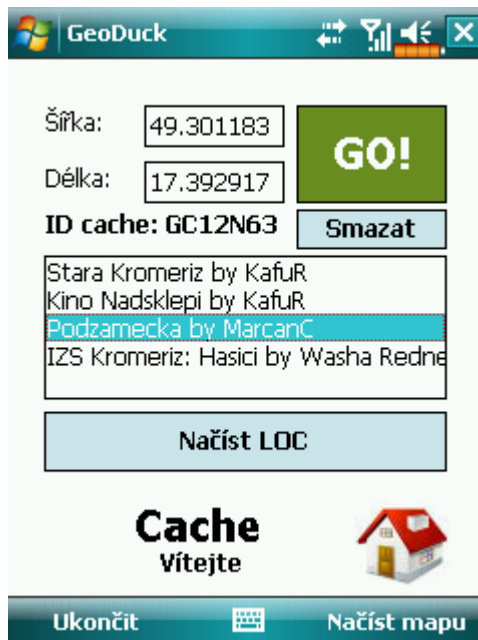
Obr. 24. Navigační GPS obrazovka

Pod záložkou *Tachometr* se nachází jednoduchý tachometr, který ukazuje aktuální rychlost (Obr. 25). Jak v grafickém, tak i numerickém zobrazení.



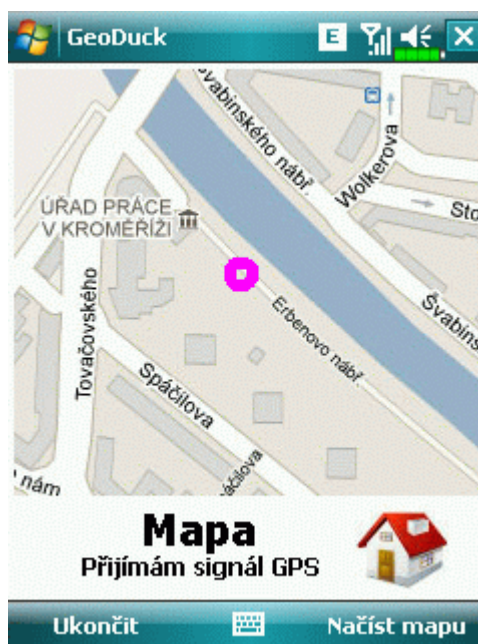
Obr. 25. Tachometr

Neméně důležitou položkou je sekce *Cache* (Obr. 26). Zde se nachází nastavení cíle, který se zadává ve formátu \*.LOC nacházející se na serveru geocaching.com. Pro usnadnění lze nahrát lokační soubor, který je vygenerován na stejnojmenném serveru. Po správném nastavení souřadnic stačí kliknout na tlačítko *GO*.



Obr. 26. Nastavení cache

Jedna z nejdůležitějších funkcí, která bude uživatele zajímat je zobrazení aktuální polohy na importované mapě. Lokalizační funkci najdeme v záložce *Mapa* (Obr. 27).



Obr. 27. Zobrazení na mapě

### 9.2.1 Název aplikace

Aplikace má název *GeoDuck*. Její odvození je z anglického názvu *geocacher*. V českém jazyce se toto slovo vyslovuje jako *geokačer*. Přeložíme-li ono získané slovo do angličtiny, vznikne název aplikace, tedy *GeoDuck*.

## ZÁVĚR

V rámci bakalářské práce byla zpracována literární rešerše na téma aplikace použitelné pro Geocaching. Vlastním výběrem bylo zvoleno pět aplikací pro tuto turisticko – sportovní hru. Každá z těchto aplikací byla nahrána do mobilního zařízení s operačním systémem Windows Mobile. Poznatky získané testováním vedené formou poznámek, byly následně sepsány do literární rešerše. Zkoumáno bylo ovládání, intuitivnost a přehlednost. Dalším kritériem byly funkce, které daný program zvládal. Jednalo se především o určení aktuální polohy a způsob znázornění hledané skryše, popřípadě jejich import do aplikace. U všech aplikací bylo samozřejmostí, že zobrazovaly směr hledání a základní informační minimum, tedy aktuální polohu, rychlost, nadmořskou výšku a kurz. Některé programy zvládaly i jednoduché grafické zobrazení pohybu, ať už na slepé nebo importované mapě. Konkrétní výhody a nevýhody byly uvedeny na konci každé kapitoly. Teoretická část je také věnována několika kapitolám o historii a popisu geolokačních technologií, komunikačnímu protokolu NMEA 0183 a pravidlům hry pro Geocaching.

Praktická část bakalářské práce byla zaměřena na popis vývoje vlastní naprogramované aplikace v objektově orientovaném jazyce C#. Byly zde popsány stěžejní metody ke zpracování dat z GPS přijímače. Tyto funkční metody byly stvořeny na základně získaných zkušeností sepsané v literární rešerši. Byl dbán důraz na snadné ovládání (pokud to umožňovaly grafické komponenty). Snahou bylo zpracovat pouze GPS data, která jsou důležitá ke hraní hry. Praktická část také obsahuje informace o správné přípravě a kalibraci map pomocí desktopové aplikace k tomu určené. Byl zde popsán i jednoduchý návod, jak pracovat s mobilním programem, který je určen pro mobilní telefony s operačním systémem Windows Mobile. Poslední verze dokáže zobrazovat aktuální polohu a to jak číselným údajem, tak i na importované rastrové mapě. Dokáže zpracovat externí XML soubory s údaji o skrytých pokladech a pomocí ukazatele dovést hráče k cíli. Umí graficky zobrazit aktuální kurz na jednoduchém kompasu. Dále aplikace informuje o přesném čase na nultém poledníku, rychlosti nebo nadmořské výšce.

## ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

In this bachelor thesis a literature retrieval – on the theme applications applicable to geocaching – was elaborated. Five applications were chosen for that tourist – sport game. Each of those applications was installed into a mobile device with operating system Windows Mobile. Knowledge gained by testing was recorded by means of immediate notes. Those notes were consequently put down into the literature retrieval. Control, intuitiveness and lucidity of those applications were examined. Functions which the given programme can handle were the next criterion – mainly it was the identification of the actual position and the way of depiction of the wanted cache, eventually their import into the application. The matter of course for all applications was the depiction of a direction towards a cache and the basic informational minimum (actual position, speed, altitude and course). Some of the programmes could handle even simple graphic s depiction of movement (on a blind map or an imported one). The specific advantages and disadvantages were mentioned at the end of each chapter. The theoretical section also contains chapters about history and description of geolocational technologies, communicational protocol NMEA 0183 and rules of the game Geocaching.

The practical section of the bachelor thesis was focused on a description of creation and development of author's own application in the language C#. The fundamental methods for processing of data from GPS receiver were described. Those methods were created on the basis of the gained experiences mentioned in the theoretical section. The main effort was to process just those GPS data important for playing the game. This section also contains information about the correct preparation and calibration of maps by the means of a special desktop application. A simple instructional manual for using the mobile programme (which is suitable for mobile phones with operating system Windows Mobile) was described as well. The last version can depict the actual position (with numeral indication and on an imported raster map), it can process external XML files with data about the hidden cache and by the means of guide-post it brings a player to the finish. It can also show the actual course on a simple compass and informs about the exact time on the prime meridian, also about speed or altitude.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] RAPANT, Petr. Družicové polohové systémy. Ostrava : VŠB – TU Ostrava, 2002. 202 s. ISBN 80-248-0124-8.
- [2] Co to je GPS? [online]. 12.12.2005 [cit. 2010-05-12]. Ce4you. Dostupné z WWW: <<http://www.ce4you.cz/articles/detail.asp?a=244>>.
- [3] Globální\_družicový\_polohový\_systém In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 10. 4. 2008, 9. 4. 2010 [cit. 2010-05-13]. Dostupné z WWW: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Globální\\_družicový\\_polohový\\_systém](http://cs.wikipedia.org/wiki/Globální_družicový_polohový_systém)>.
- [4] Geocaching In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida): Wikipedia Foundation, 2. 12. 2002, 26. 3. 2010 [cit. 2010-05-12]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Geocaching>>.
- [5] GeoWiki [online]. 25. 11. 2008 [cit. 2010-05-12]. Co a jak geocachingu. Dostupné z WWW: <[http://wiki.geocaching.cz/wiki/Co\\_a\\_jak\\_v\\_geocachingu](http://wiki.geocaching.cz/wiki/Co_a_jak_v_geocachingu)>.
- [6] ABC Linuxu [online]. 10. 10. 2006 [cit. 2010-05-12]. GPS a komunikační protokol NMEA – 3 (dekódování dat). Dostupné z WWW: <<http://www.abclinuxu.cz/clanky/ruzne/gps-a-komunikacni-protokol-nmea-3-dekodovani-dat>>.
- [7] Ortodroma In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 10. 4. 2006, 1. 5. 2010 [cit. 2010-05-13]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Ortodroma>>.
- [8] BĚHAL, Ladislav. GPS a komunikační protokol NMEA. 2007. 75 s. Diplomová práce.
- [9] ŠUNKEVIČ, Martin. Galileo v České republice [online]. 26. 2. 2007 [cit. 2010-05-13]. GNSS – princip určování polohy. Dostupné z WWW: <<http://www.czechspace.cz/cs/galileo/aktuality-GPS-Glonass/GNSS-urcovani-polohy>>.
- [10] KOLÁŘ, Jan; ŠUNKEVIČ, Martin. Globální družicový navigační systém Galileo. Praha: Česká kosmická kancelář, o.p.s., 2007. 100 s.

- [11] SIWEK, Tadeusz; HOCH, Tomáš. Úvod do studia geografie. Ostrava : Ostravská univerzita, 2009. 69 s.
- [12] Groundspeak, Inc. Geocaching [online]. c2011 [cit. 2011-05-05]. Geocaching. Dostupné z WWW: <<http://www.geocaching.com>>.
- [13] Ministerstvo dopravy České republiky. Odbor kosmických technologií a družicových systémů [online]. c2009 [cit. 2011-05-05]. Dostupné z WWW: <<http://www.spacedepartment.cz>>.
- [14] GPS World [online]. c2010 [cit. 2011-05-05]. Galileo Supervisory Authority Will Move to Prague. Dostupné z WWW: <<http://www.gpsworld.com/gnss-system/news/galileo-supervisory-authority-will-move-prague-10822>>.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

DGPS	Diferential Global Positioning System
ESTEC	European Space Research and Technology Centre
GCC	Galileo Control Centre
GLONASS	Global Navigation Satellit System
GPS	Global Positioning System
GSA	Galileo Supervising Authority
GUI	Graphic User Interface
JPG	Joint Photographic (Expert) Group
LOC	Location
MAP	Přípona kalibračního souboru pro mapový podklad
NAVSAT	Navy Navigation Satelite System
NAVSTAR	Navigation Signal Sateli and Ranging
PDA	Personal Digital Assistant
TTC	Telecommunications and Tracking Stations
ULS	Mission Uplink Stations
XML	eXtensible Markup Language

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1. Mapa s rozmístěním monitorovacích a kontrolních stanic .....	15
Obr. 2. Sídlo GSA projektu Galileo [13] .....	18
Obr. 3. Průnik vzdáleností [3].....	25
Obr. 4. Základní obrazovka s mapou světa po instalaci .....	31
Obr. 5. Naimprtovaná mapa do aplikace TrekBuddy .....	32
Obr. 6. Souhrnné informace v GPS Compass.....	34
Obr. 7. Kompas v GPS Compass.....	34
Obr. 8. Správa WayPointů v TrekBuddy .....	35
Obr. 9. Úvodní obrazovka WMGeo.....	36
Obr. 10. Souhrnné informace ve WMGeo .....	37
Obr. 11. Kompas ve WMGeo .....	38
Obr. 12. Souhrnné informace ve Vito Navigator II .....	39
Obr. 13. Správa WayPointů ve Vito Navigator II.....	40
Obr. 14. Slepá mapa ve Vito Navigator II .....	41
Obr. 15. Slepá mapa v NoniGPS Plot.....	42
Obr. 16. Správa WayPointů v NoniGPS Plot .....	43
Obr. 17. Ukázka Dashboardu v NoniGPS Plot.....	44
Obr. 18. Trojrozměrný kompas v NoniGPS Plot.....	45
Obr. 19. Blokové schéma aplikace .....	47
Obr. 20. Znárodnění ortodromy .....	51
Obr. 21. Desktopová aplikace pro kalibraci map.....	55
Obr. 22. Úvodní obrazovka.....	56
Obr. 23. Nastavení aplikace .....	56
Obr. 24. Navigační GPS obrazovka.....	57
Obr. 25. Tachometr .....	57
Obr. 26. Nastavení cache .....	58
Obr. 27. Zobrazení na mapě.....	58

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1. Vysvětlení GGA věty [6].....	28
Tab. 2. Vysvětlení GSA věty [6].....	29
Tab. 3. Vysvětlení GSV věty [6].....	29
Tab. 4. Vysvětlení RMC věty [6].....	30