



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**  
**ÚSTAV POČÍTAČOVÉ GRAFIKY A MULTIMÉDIÍ**

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY  
DEPARTMENT OF COMPUTER GRAPHICS AND MULTIMEDIA

# **APLIKACE PRO GEOTAGGING FOTOGRAFIÍ**

PHOTOGRAPHY GEOTAGGING APPLICATION

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**ALENA PAVELKOVÁ**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**Ing. RADEK KUBÍČEK**

BRNO 2011

## Abstrakt

Tato práce se zabývá geotaggingem fotografií, tedy určováním a zaznamenáváním jejich pozice. Jsou zde popsány různé způsoby geotaggingu a vysvětleny související pojmy a technologie k němu potřebné. Je zde uvedeno několik existujících programů pro geotagging a popsán návrh a vybrané implementační problémy vlastní grafické aplikace umožňující geotagging fotografií synchronizací s trasou ve formátu GPX nebo pomocí mapy. Je zde popsáno uživatelské rozhraní, jeho jednotlivé části a jejich propojení, použité nástroje a řešení některých problémů.

## Abstract

This bachelor's thesis describes photography geotagging – finding and storing their position. There are mentioned several differed ways to geotag photos and explained related terms and needed technologies. Furthermore, there are introduced some existing applications for photography geotagging and described design and selected implementation problems of application created as part of this thesis. This application enables to geotag photos as a result of synchronization with route in GPX format or using map. There is described GUI, its parts and connections between them, used tools, and solutions to some problems.

## Klíčová slova

geotagging, gps, exif, fotografie, mapa, Qt, exiv2, google maps API, GPX, UTC

## Keywords

geotagging, gps, exif, photography, map, Qt, exiv2, google maps API, GPX, UTC

## Citace

Alena Pavelková: Aplikace pro geotagging fotografií, bakalářská práce, Brno, FIT VUT v Brně, 2011

# Aplikace pro geotagging fotografií

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Radka Kubíčka

.....

Alena Pavelková  
17. května 2011

## Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucímu práce Ing. Radkovi Kubíčkovi za cenné rady a pomoc při řešení práce.

© Alena Pavelková, 2011.

*Tato práce vznikla jako školní dílo na Vysokém učení technickém v Brně, Fakultě informačních technologií. Práce je chráněna autorským zákonem a její užití bez udělení oprávnění autorem je nezákonné, s výjimkou zákonem definovaných případů.*

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Teoretická část</b>	<b>4</b>
2.1	GPS	4
2.1.1	UTC	4
2.1.2	Určení polohy	4
2.1.3	Zeměpisné souřadnice	5
2.1.4	Vzdálenost mezi dvěma body určenými zeměpisnými souřadnicemi	5
2.1.5	Zaznamenávání trasy	6
2.2	Exif metadata	7
2.3	Geotagging	7
2.3.1	Přiřazení souřadnic fotografií	7
2.3.2	Aproximace souřadnic při synchronizaci	7
2.4	Časová pásma a letní čas	8
2.5	Kartografie	8
2.5.1	Obsahové prvky mapy	8
2.5.2	Třídění map	9
2.6	Existující programy	9
2.6.1	Aplikace běžící v příkazovém řádku	9
2.6.2	Aplikace s grafickým rozhraním	9
2.6.3	Příklady aplikací	9
2.6.4	Navrhovaná aplikace	12
<b>3</b>	<b>Návrh aplikace</b>	<b>13</b>
3.1	Uživatelské rozhraní	13
3.2	Otevírání souborů	14
3.2.1	Načítání tras	15
3.2.2	Načítání fotografií	15
3.3	Zobrazení tras	16
3.4	Zobrazení fotografií	16
3.5	Zobrazení obsahu Exif metadat	18
3.6	Zobrazení mapy	19
3.6.1	Mapové podklady	19
3.6.2	Zobrazení fotografií a tras na mapě	20
3.6.3	Přiřazení a změna souřadnic fotografie pomocí mapy	21
3.6.4	Další možnosti mapy	22
3.7	Synchronizace fotografií s GPS trasou	22
3.7.1	Dialog nastavení synchronizace	22

3.7.2	Dialog výsledků synchronizace . . . . .	25
3.8	Přiřazení souřadnic fotografii . . . . .	26
3.8.1	Přiřazení souřadnic nejbližšího bodu . . . . .	26
3.8.2	Přiřazení souřadnic ze dvou okolních bodů . . . . .	27
3.8.3	Přiřazení souřadnic z několika okolních bodů . . . . .	27
3.9	Zavírání aplikace . . . . .	28
<b>4</b>	<b>Implementace a testování</b>	<b>30</b>
4.1	Použité nástroje . . . . .	30
4.2	Práce s Exif metadaty pomocí knihovny Exiv2 . . . . .	30
4.3	Implementace mapy . . . . .	31
4.3.1	Propojení Qt a Javascriptu . . . . .	31
4.3.2	Problémy při spuštění skriptů před načtením mapy . . . . .	32
4.3.3	Problémy při propojení Qt a Google Maps Javascript API V3 . . . . .	32
4.4	Testování . . . . .	32
<b>5</b>	<b>Závěr</b>	<b>33</b>
5.1	Možná rozšíření . . . . .	33

# Kapitola 1

## Úvod

Cílem této práce je vytvořit aplikaci umožňující geotagging fotografií. Během posledních let byly fotoaparáty používající fotografický film téměř nahrazeny těmi digitálními. Tyto fotoaparáty zaznamenávají zachycené fotografie na digitální média a mohou k nim ukládat některá metadata. Nejčastěji se jedná o datum a čas pořízení fotografie a informace o nastavení fotoaparátu. Některé fotoaparáty obsahující GPS přijímač mohou k fotografiím zaznamenávat také zeměpisnou polohu pořízení snímku. Díky tomu lze i po pár letech zjistit, kde byla konkrétní fotografie vyfocena, což může mít neocenitelný dokumentární význam. Také některé GPS přístroje již v dnešní době dokáží metadata ve fotografiích zpracovat a lze potom velmi snadno navigovat přesně na cíl našeho zájmu, který je na fotografii zobrazen. Protože ale GPS přijímač není běžnou součástí digitálních fotoaparátů, může být žádoucí přiřadit fotografiím jejich pozici dodatečně. Právě to by měla umožnit vytvářená aplikace.

Kapitola 2 rozebírá teoretické aspekty práce. Pozornost je věnována zejména technologii GPS (sekce 2.1) a s ní související problematice UTC, určování pozice na Zemi, zeměpisných souřadnic, zjištění vzdálenosti bodů a zaznamenávání GPS trasy. Dále je vysvětlen způsob vkládání metadat do fotografie (sekce 2.2). V sekci 2.3 jsou uvedeny různé způsoby přiřazování souřadnic fotografii a vysvětleny různé metody aproximace pozice fotografie při synchronizaci s GPS trasou. Dále je v této kapitole řešena problematika časových pásem a letního času (sekce 2.4) a vysvětlen pojem kartografie 2.5. Na závěr kapitoly (sekce 2.6) jsou popsány některé existující programy umožňující geotagging fotografií.

Kapitola 3 se zabývá návrhem vytvářené aplikace. Jsou zde diskutovány možné metody řešení různých problémů, popsány použité nástroje, jednotlivé grafické prvky a jejich propojení a vysvětleny některé použité postupy.

V kapitole 4 jsou popsány některé vybrané implementační problémy a jejich řešení a v kapitole 5 jsou shrnuty výsledky práce a popsána možná rozšíření aplikace.

# Kapitola 2

## Teoretická část

### 2.1 GPS

Pro určení přesné polohy na zeměkouli se používají GPS souřadnice. GPS je zkratka Global Positioning System. Tento systém umožňuje určit polohu jakéhokoli bodu na Zemi.

Pro lokalizaci se používá sada satelitů. Celý systém byl spuštěn v roce 1994 a původně byl projektován pro 24 satelitů, v současnosti se na orbitě nachází 31 aktivních satelitů a 3 až 4 vyřazené, které mohou být v případě potřeby aktivovány [7]. Tyto satelity obíhají Zemi po střední orbitě Země v nadmořské výšce přibližně 20 200 km. 24 primárních satelitů je rozděleno do šesti skupin po čtyřech, z nichž každá skupina má svoji oběžnou dráhu. Jejich uspořádání zaručuje, že v kterémkoli okamžiku jsou z jakéhokoli místa na Zemi viditelné minimálně čtyři satelity. Všechny satelity znají svoji přesnou polohu a mají nastavený čas UTC.

#### 2.1.1 UTC

UTC [1] (Coordinated Universal Time – koordinovaný světový čas) je čas atomových hodin a je nezávislý na rotaci Země. Tím se liší od GMT (Greenwich Mean Time), který je historicky starší a udává čas v časovém pásmu nultého poledníku.

Protože se rotace Země zpomaluje, GMT a UTC nejsou totožné, ale GMT se mírně opožděje. Proto je nutné UTC korigovat. Pokud se UTC odchýlí od UT1<sup>1</sup> o více než  $\pm 0,9$  sekundy, je o půlnoci následujícího 30. června nebo 31. prosince provedena korekce o  $\pm 1$  sekundu.

#### 2.1.2 Určení polohy

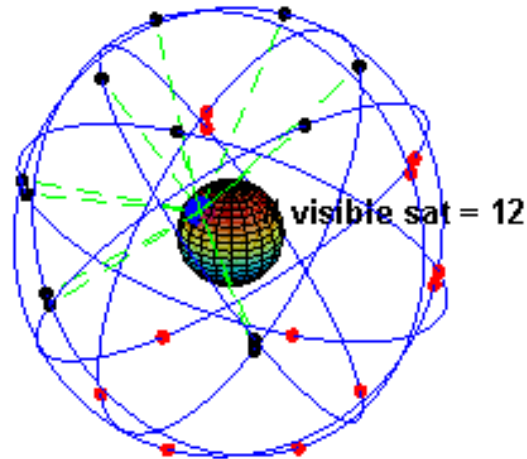
GPS přijímače mají také nastavený UTC čas (i když ne zcela přesný) [11]. Každý satelit neustále vysílá rychlostí světla signál informující o jeho poloze a čase a GPS přijímače na Zemi zachytávají tyto signály. Při signálu z prvního satelitu porovná GPS přijímač jeho čas se svým časem a určí svoji přibližnou vzdálenost od satelitu. GPS přijímač se tedy nachází na povrchu pomyslné koule o poloměru této vzdálenosti, v jejímž středu se nachází satelit vysílající signál. Při přijmutí druhého signálu zjistí GPS přijímač svoji vzdálenost od druhého satelitu a dostáváme další pomyslnou kouli, na jejímž povrchu se GPS přijímač nachází. GPS přijímač tedy musí ležet na kruhu, který je průsečíkem těchto koulí. Při

---

<sup>1</sup>Univerzální rotační čas přepočítaný na Greenwichský poledník s následnou korekcí chyby způsobené pohybem pólů [18].

přijmutí třetího signálu se protne tento kruh s koulí o poloměru vzdálenosti GPS přijímače od třetího satelitu a dostaneme dva body s přibližně stejnou zeměpisnou šířkou a délkou a různou nadmořskou výškou. Pro upřesnění poté potřebujeme ještě signál ze čtvrtého satelitu [6].

GPS přijímač nedostává signály ze všech družic, ale pouze z těch, které jsou pro něj viditelné, viz obrázek 2.1, kde z modře označeného bodu je viditelných 12 černě označených satelitů.



Obrázek 2.1: Viditelnost družic z povrchu Země [6].

### 2.1.3 Zeměpisné souřadnice

K jednoznačnému určení polohy na povrchu Země se používají zeměpisné souřadnice. Vertikální pozici udává nadmořská výška a horizontální pozice je reprezentována zeměpisnou šířkou a délkou.

Zeměpisná šířka je úhlová vzdálenost od rovníku, tedy úhel, který svírá rovina rovníku s přímkou procházející daným bodem a středem Země. Může být buď severní nebo jižní a může nabývat maximálních hodnot  $90^\circ$  severní šířky (na severním pólu) nebo  $90^\circ$  jižní šířky (na jižním pólu). Místa se stejnou zeměpisnou šířkou se označují rovnoběžky [12].

Zeměpisná délka je úhlová vzdálenost mezi rovinou Greenwichského poledníku a rovinou poledníku procházejícího daným bodem. Poledník je pomyslná čára procházející body se stejnou zeměpisnou délkou. Základní je Greenwichský (nultý) poledník, který má zeměpisnou délku  $0^\circ$ . Poledníky na západ od něj mají západní délku a na východ od něj délku východní. Maximální hodnota je  $180^\circ$  východní nebo západní délky [13].

### 2.1.4 Vzdálenost mezi dvěma body určenými zeměpisnými souřadnicemi

Nejkratší spojnice dvou bodů na povrchu kulové plochy se nazývá ortodroma [14]. Protože Země je téměř kulatá, můžeme pro zjištění vzdálenosti dvou bodů ležících na jejím povrchu použít výpočet délky ortodromy.

Délku ortodromy můžeme počítat pomocí rovnice 2.1

$$d = \Delta\sigma \cdot R, \quad (2.1)$$



kde  $\Delta\sigma$  je úhel, který svírají spojnice bodů, jejichž vzdálenost počítáme, se středem Země a  $R$  je střední poloměr Země [8].

### Výpočet úhlu pomocí skalárního součinu vektorů

Pro výpočet úhlu spojnic bodů se středem Země můžeme využít skalárního součinu vektorů  $r_1$  a  $r_2$ , kde  $r_1$  je vektor spojnice prvního bodu se středem Země a  $r_2$  je vektor spojnice středu Země s druhým bodem [19]. Tento součin nám udává kosinus úhlu svíraného těmito vektory. Úhel tedy dostaneme z rovnice 2.2:

$$\sigma = \arccos(r_1 \cdot r_2). \quad (2.2)$$

Pokud máme souřadnice uvedeny v zeměpisné šířce a délce, použijeme rovnici 2.3:

$$\sigma = \arccos(\cos(lat_1) \cos(lat_2) \cos(lon_1 - lon_2) + \sin(lat_1) \sin(lat_2)). \quad (2.3)$$

Výsledná vzdálenost získaná pomocí úhlu získaného touto metodou je poměrně přesná pro velké vzdálenosti, ale u malých vzdáleností v řádu kilometrů vznikají velké zaokrouhlovací chyby [8]. Pro tyto vzdálenosti je lepší použít Haversinovu formuli.

### Výpočet úhlu pomocí Haversinovy formule

Pro přesnější výpočet úhlu můžeme použít Haversinovu formuli 2.4:

$$\sigma = 2 \arcsin \left( \sqrt{\sin^2 \left( \frac{lat_2 - lat_1}{2} \right) + \cos(lat_1) \cos(lat_2) \sin^2 \left( \frac{lon_2 - lon_1}{2} \right)} \right). \quad (2.4)$$

Tato formule je dostatečně přesná i pro krátké vzdálenosti. Zaokrouhlovací chyby se projeví při výpočtu vzdáleností bodů majících opačné souřadnice. Protože v programu budou počítány vzdálenosti mezi body zaznamenanými GPS přijímačem, které jsou v rádech metrů, byla pro výpočet úhlu zvolena tato formule.

## Střední poloměr Země

Protože Země není přesně kulatá, nemá všude stejný poloměr. Největší poloměr je na rovníku (6 378,1370 km) a nejmenší na pólech (6 356,7523 km). Pomocí modelování Země jako koule byl určen střední poloměr přibližně 6 371 km [3].

### 2.1.5 Zaznamenávání trasy

Některé GPS přijímače dokáží zaznamenávat souřadnice libovolné trasy tak, že v přibližně pravidelných intervalech zaznamenávají svoji aktuální pozici. Trasu lze zaznamenávat v několika formátech – například GPX [5] nebo KML<sup>2</sup>. Vytvořená aplikace umí pracovat s formátem GPX, který je založený na XML. Jednotlivé body jsou seskupené v segmentech, mají dva povinné parametry (zeměpisnou šířku a délku) a mohou obsahovat další volitelné elementy (například čas, nadmořskou výšku, aktuální rychlost, směr pohybu, přesnost umístění). Z očekávané funkcionality aplikace je nutné, aby bod obsahoval informaci o čase.

Zaznamenané časové údaje jsou uváděny ve formátu UTC (viz 2.1.1). S tím je nutné počítat při výpočtu souřadnic fotografií, které mají nastaven čas lokálního časového pásma s časovým posunem.

<sup>2</sup>Formát udržovaný společností Google, více na <http://code.google.com/intl/cs-CZ/apis/kml/documentation/>.

## 2.2 Exif metadata

Exif (Exchangeable image file format) je formát metadat fotografií, který byl vytvořen asociací Jeita (Japan Electronics and Information Technology Industries Association). Aktuální verze specifikace je Exif verze 2.2 [15] z roku 2002.

Metadata jsou binární data. Mají adresářovou strukturu [4] a každá položka v adresáři má předem známý počet bytů [9]. Ne všechny adresáře uvedené ve specifikaci musí být přítomny. V jednotlivých adresářích jsou uloženy například informace o značce a modelu fotoaparátu, jeho orientaci v době pořízení fotografie, čas pořízení, clona, použití blesku, čas expozice, vyvážení bílé nebo GPS souřadnice.

Kromě standardních atributů mohou metadata obsahovat také adresář s poznámkami výrobce [10]. Jeho obsah je specifický podle značky fotoaparátu a může se lišit také podle modelu. Mohou zde být uloženy mimo jiné pokročilé informace o fotografii, které nejsou definovány ve specifikaci.

Ukládání do Exif metadat je podporováno drtivou většinou dnes vyráběných digitálních fotoaparátů.

## 2.3 Geotagging

Pojmem geotagging rozumíme přiřazování souřadnic různým digitálním médiím, například videu, fotografiím, SMS zprávám nebo webovým stránkám. Tato práce se bude zabývat geotaggingem fotografií. Každé fotografii lze přiřadit informaci o její zeměpisné poloze. Může to být pozice fotoaparátu v okamžiku pořízení fotografie, ale také pozice objektů na ní zobrazených. V tom případě se musí zohlednit kromě pozice fotoaparátu také vzdálenost objektu od fotoaparátu a směr focení.

### 2.3.1 Přiřazení souřadnic fotografii

Souřadnice se ukládají do Exif metadat (viz sekce 2.2). Pokud je součástí fotoaparátu i GPS přijímač, mohou být uloženy už v době pořízení fotografie, v opačném případě mohou být souřadnice fotografii přiřazeny později manuálním zápisem do metadat.

Program, který je součástí této práce, umožňuje přiřadit fotografii souřadnice buď ručním umístěním značky do mapy, nebo automatickou synchronizací s GPS trasou.

### 2.3.2 Aproximace souřadnic při synchronizaci

Při synchronizaci fotografie a GPS trasy lze fotografii přiřadit souřadnice nejbližšího známého bodu. Tak sice máme jistotu, že fotografie leží na trase, ale její umístění nemusí být úplně přesné.

Pro přesnější souřadnice lze použít aproximaci ze dvou okolních bodů. Pomocí rovnice 2.5, kde  $x_1$  a  $x_2$  jsou souřadnice okolních bodů a  $pomer$  je poměr mezi rozdílem času prvního bodu a fotografie a rozdílem času prvního a druhého bodu, spočítáme nejprve jednu a poté druhou souřadnici. Složením těchto souřadnic dostaneme novou pozici fotografie.

$$xFoto = x_1 \cdot (1.0 - pomer) + x_2 \cdot pomer. \quad (2.5)$$

Tyto nové souřadnice jsou poměrně přesné, pokud se GPS přijímač pohyboval rovnoměrným pohybem. Pokud se ale pohyboval se zrychlením, budou výsledné souřadnice oproti své správné hodnotě posunuty k bodu, ve kterém byla rychlost vyšší.

Zrychlení na daném úseku lze přibližně určit tak, že si spočítáme průměrné rychlosti na úseku předchozím a následujícím. Poměr těchto rychlostí je stejný jako poměr rychlostí na začátku a konci úseku s fotografií. Známe-li délku úseku, čas strávený na tomto úseku a počáteční a konečnou rychlost, můžeme pro výpočet souřadnic použít rovnici rovnoměrně zrychleného pohybu (viz sekce 3.8.3).

Ještě přesnějšího výpočtu souřadnic by se dalo dosáhnout zohledněním zakřivení trasy, což je ale v podstatě zbytečné, protože už tak se dostáváme na přesnost, která je limitována spíše přesností GPS přijímače než výsledky výpočtu.

## 2.4 Časová pásma a letní čas

Ačkoli je čas GPS trasy uváděn v UTC formátu, je tedy stejný při použití GPS přijímače kdekoli na Zemi, fotoaparát má většinou nastaven čas místního časového pásma.

Země je rozdělena do 39 časových pásem, jednotlivá pásma jsou oddělena poledníky vzdálenými přibližně  $15^\circ$  od sebe. Hranice pásem jsou ale ovlivněny geografickými a státními hranicemi. Čas v sousedících pásmech je většinou posunut o 1 hodinu, avšak především z historických důvodů se čas v některých oblastech liší o 15, 30 nebo 45 minut [16].

Základní časové pásmo leží na nultém poledníku a jeho čas je shodný s časem UTC. Ostatní pásma jsou definována posunem vůči tomuto času. Na západ je posun záporný a na východ kladný. Přibližně na poledníku o zeměpisné délce  $180^\circ$  se setkávají časová pásma s kladným a záporným posunem. Hranice mezi nimi se nazývá datová hranice. Při jejím překročení dochází k posunu času o 24 hodin, přičemž pásmo na západ od této hranice má o 24 hodin více než pásmo na její východní straně.

V mnoha zemích se mezi jarem a podzimem používá letní čas [2]. Jedná se o čas lokálního pásma, ke kterému je přičtena jedna hodina. Datum přechodů mezi standardním a letním časem se v různých zemích liší.

## 2.5 Kartografie

Kartografie je věda zabývající se mapami – jejich sestavováním, tříděním, historií, výkladem mapové symboliky. Navazuje na další obory jako geografie, geodézie nebo geoinformační systémy [17].

### 2.5.1 Obsahové prvky mapy

Prvky mapy mohou být členěny podle jejich původu, charakteru a významu na [17]:

- prvky matematické – tvoří konstrukční základ mapy – např. geodetické podklady, zeměpisná a souřadnicová síť, měřítko mapy,
- prvky fyzickogeografické (přírodovědné) – např. vodstvo, reliéf, porosty a vše, co je dáno vznikem a vývojem Země,
- prvky sociálně ekonomické (společensko vědní) – sídla, silnice, železnice, průmyslové stavby, politicko-administrativní dělení a další prvky vzniklé činností lidí,
- prvky doplňkové a pomocné – vše co vhodně doplňuje obsah mapy, například geografické názvosloví, vysvětlivky, tabulky.

## 2.5.2 Třídění map

Mapy mohou být tříděny například podle způsobu vyhotovení, měřítka, účelu nebo obsahu. Podle obsahu se mapy dělí do dvou velkých skupin [17]:

- **všeobecné mapy** obsahují prvky uvedené v sekci ve vzájemně vyváženém rozsahu,
- **tematické mapy** obsahují speciální tematické prvky nebo jsou na nich zdůrazněny vybrané prvky všeobecně zeměpisných map. Dále se dělí do třech okruhů:
  - *fyzicko-geografické mapy* – zahrnují například mapy oceánografické, geomorfologické, meteorologické, geologické, botanické, zoogeografické nebo seismické,
  - *sociálně ekonomické mapy* – zde patří například mapy obyvatelstva, průmyslu, služeb, dopravní, cestovního ruchu, politické, dějinné, archeologické,
  - *technické mapy* – například letecké a námořní navigační mapy, železniční mapy, mapy vodní dopravy, důlní mapy.

Mapy mohou být v klasické analogové (tedy papírové) nebo digitální podobě. V této práci budou využívány digitální mapy, a to především všeobecné.

## 2.6 Existující programy

V současné době existuje několik programů zabývajících se geotaggingem fotografií. Tyto programy fungují buď jako aplikace běžící v terminálu, nebo mají grafické uživatelské rozhraní.

### 2.6.1 Aplikace běžící v příkazovém řádku

Díky absenci grafického rozhraní jsou tyto aplikace v porovnání s grafickými aplikacemi rychlejší. Také práce s nimi je pro uživatele znalého jejich rozhraní velmi rychlá. Spuštěním aplikace s několika parametry můžeme docílit toho, co by bylo nutné v grafickém rozhraní komplikovaně nastavovat. Ovšem při velkém množství možných nastavení může být rozhraní nepřehledné a pro běžného uživatele může být dosažení požadovaného nastavení příliš komplikované.

### 2.6.2 Aplikace s grafickým rozhraním

Aplikace s grafickým rozhraním představují pohodlný a většinou i intuitivní nástroj pro geotagging fotografií. Oproti aplikacím v příkazovém řádku dokáží data vizualizovat – mohou například zobrazovat náhledy fotografií nebo pracovat s mapou.

### 2.6.3 Příklady aplikací

#### ExifTool

Program ExifTool<sup>3</sup> je nadstavbou nad stejnojmennou knihovnou implementovanou v jazyce Perl. Aplikace je spustitelná z příkazové řádky a použitelná jak pod linuxovými systémy, tak také pod různými verzemi systému Windows. Její hlavní funkcí je práce s metadaty fotografií. V této oblasti patří k nejrozšířenějším nástrojům s mnoha funkcemi, kromě čtení

<sup>3</sup>ExifTool je dostupný na <http://www.sno.phy.queensu.ca/~phil/exiftool/>.

a zápisu metadat umožňuje například přejmenování souborů podle jejich data nebo jiných informací obsažených v metadatach. Podporuje velké množství formátů metadat a také formátů fotografií.

Jednou z jeho funkcí je geotagging fotografií pomocí synchronizace fotografie s GPS trasou, přičemž podporuje několik formátů trasy včetně GPX a KML. Pomocí parametrů je možné zadat trasu, fotografii nebo adresář s fotografiemi a také měnit čas fotografií. Formát příkazu může být následující:

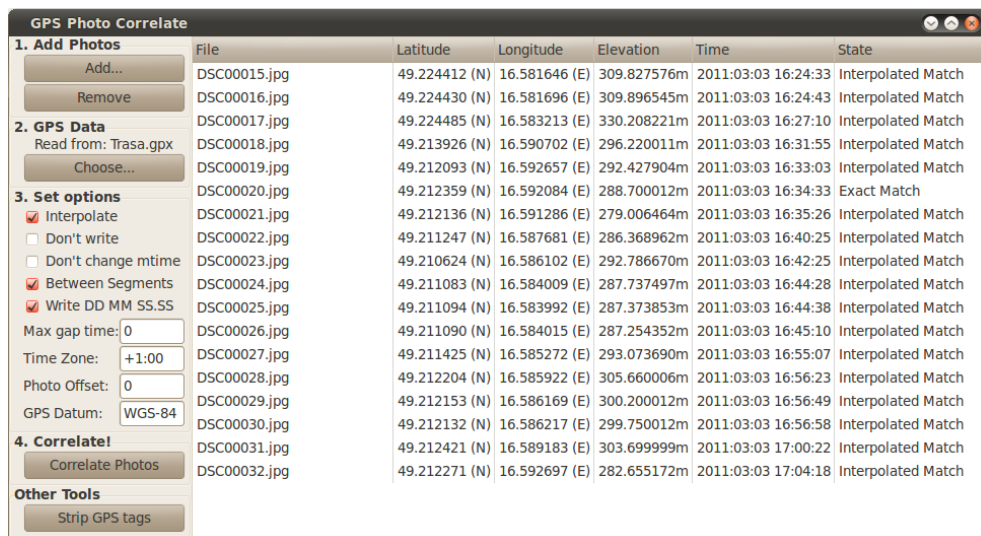
```
exiftool -geotag track.log -geosync=+25 dir,
```

kde parametr `-geotag` určuje, že se jedná o geotagging, `track.log` je soubor s trasou, `-geosync=+25` znamená, že k času fotografií bude přičteno 25 sekund a `dir` je adresář s fotografiemi.

Tento program je vhodný, pokud chceme pouze jednoduše a rychle synchronizovat fotografie s GPS trasou a nepožadujeme žádné zvláštní nastavení.

## GPSCorrelate

GPSCorrelate<sup>4</sup> lze používat podobně jako ExifTool z příkazové řádky. Jeho součástí je také jednoduché grafické rozhraní (obrázek 2.2), které je ale pouze nadstavbou nad programem v příkazové řádce a nepřináší téměř žádnou vizualizaci dat. Také množství nastavení a funkcí je dost omezené. Jeho hlavní výhodou je jednoduchost a také je jedním z mála programů umožňující geotagging fotografií pro linuxové systémy.



Obrázek 2.2: Program GPSCorrelate.

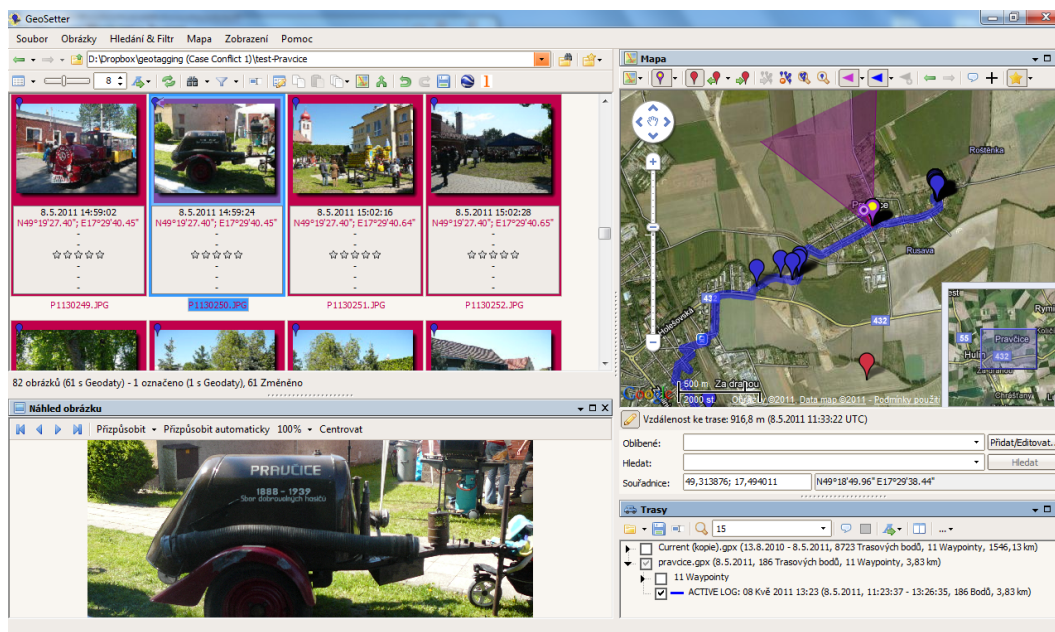
## GeoSetter

GeoSetter<sup>5</sup> nabízí propracované grafické prostředí (obrázek 2.3) a je dostupný v několika jazycích včetně češtiny. Jeho součástí je integrovaný průzkumník souborů a pracuje se vždy s fotografiemi v aktuálním adresáři. Pro práci s Exif metadaty používá ExifTool (viz sekce

<sup>4</sup>GPSCorrelate je dostupný na [http://freefoote.dview.net/linux\\_gpscorr.html](http://freefoote.dview.net/linux_gpscorr.html).

<sup>5</sup>GeoSetter je dostupný na <http://www.geosetter.de/en/>.

2.6.3). Umožňuje geotagging fotografií buď synchronizací s GPS trasou, nebo pomocí mapy, pro jejíž zobrazení používá API od společnosti Google. Mezi ostatními programy vyniká především množstvím nabízených funkcí. Kromě běžných funkcí nabízí možnost přiřadit fotografii úhel pohledu, přejmenování souboru podle jeho metadat, zobrazení a úpravu metadat, zjistit informace o jeho poloze, synchronizaci se službou locr.com<sup>6</sup> a mnoho dalších. Kvůli velkému množství nastavení a funkcí ale může být obtížné se v programu zpočátku orientovat. Také jeho paměťová náročnost je poměrně vysoká, což může činit na slabších počítačích problémy.



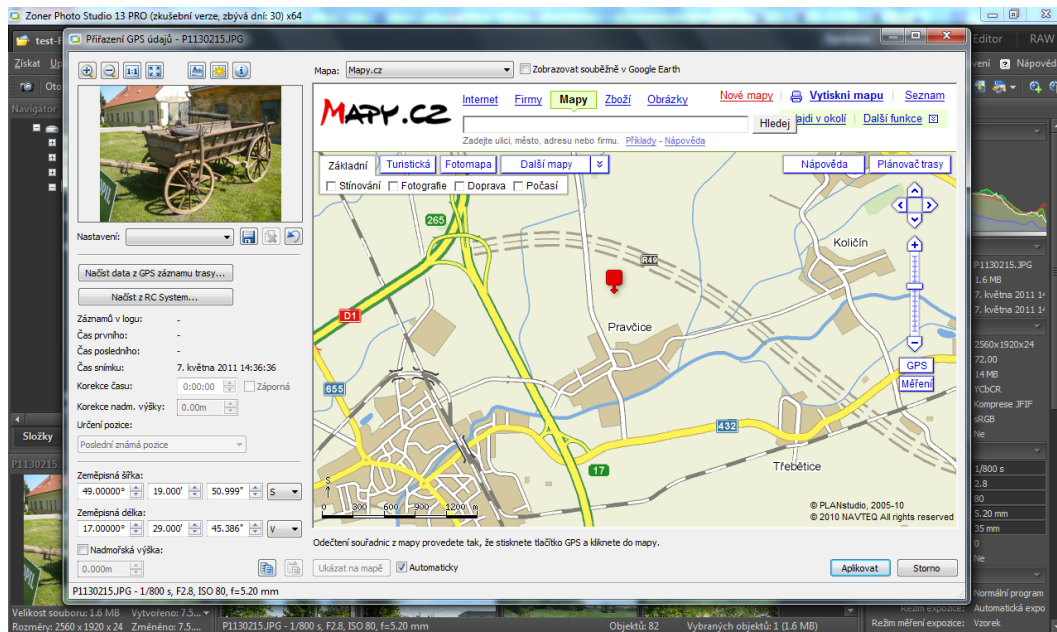
Obrázek 2.3: Program GeoSetter.

## Zoner Photo Studio

Zoner Photo Studio<sup>7</sup> (obrázek 2.4) je český program, jehož hlavní funkcí je správa a editace fotografií. Mimo jiné ale nabízí také možnost přiřadit fotografiím souřadnice pomocí mapy nebo synchronizací s trasou. Projevuje se u něj ale fakt, že geotagging je jen jednou z jeho mnoha funkcí a proto nabízí pouze omezené možnosti nastavení, které se navíc někdy obtížně hledají. Také práce s mapou není příliš intuitivní a je obtížné si zvyknout na použité postupy. Jeho nevýhodou je také licence, která je placená. Lze jej ale vyzkoušet na 30 dní zdarma.

<sup>6</sup>Služba <locr.com> umožňuje zobrazovat na mapě geotagovaná data a sdílet je s jinými uživateli.

<sup>7</sup>Zoner Photo Studio je dostupný na <<http://www.zoner.cz/photo-studio/>>.



Obrázek 2.4: Geotagging fotografií v programu Zoner Photo Studio.

## 2.6.4 Navrhovaná aplikace

Úkolem bylo navrhnout aplikaci umožňující snadné přiřazení souřadnic fotografiím, synchronizaci fotografií s trasami, operace s časem fotografií a interpolaci polohy. Výsledkem je aplikace s grafickým rozhraním splňující zadání. Nabízí možnost synchronizovat fotografie s trasou ve formátu GPX včetně možnosti posunu času fotografií a výběru způsobu aproximace polohy, zobrazení poloh fotografií a tras na mapě, přiřazení a změnu polohy pomocí mapy, zobrazení vybraných Exif metadat fotografií. Aplikace je navržena pro linuxové operační systémy a systém Windows. Nenabízí tak rozsáhlé možnosti jako například GeoSetter (viz sekce 2.6.3), ale má snadno ovladatelné a přehledné uživatelské rozhraní. Navíc pro systémy založené na linuxu je obtížné najít obdobnou aplikaci. Podrobněji se návrhem a řešením aplikace bude zabývat kapitola 3.

## Kapitola 3

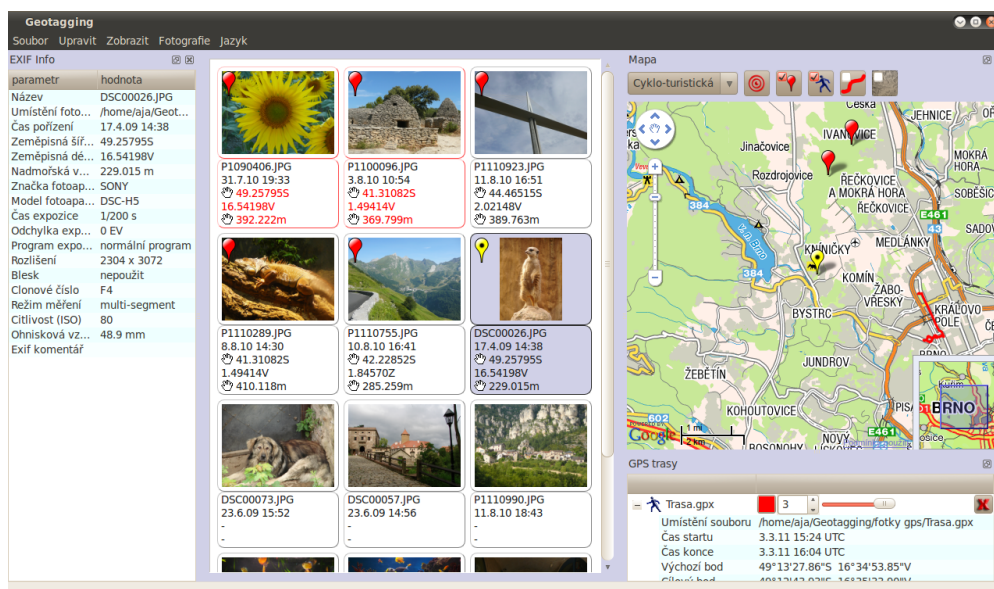
# Návrh aplikace

### 3.1 Uživatelské rozhraní

Při návrhu uživatelského rozhraní byl kladen důraz na přehlednost aplikace a její snadné použití. Zároveň by aplikace měla uživateli umožnit flexibilní zobrazení informací, které ho zajímají, a skrytí těch, které v danou chvíli nejsou důležité a spíše by překážely v práci nebo omezovaly pracovní prostor.

Proto bylo jako centrální zvoleno okno s miniaturami fotografií. U každé fotografie je zobrazen její název a některé další informace (viz sekce 3.4). Další okna jsou dokovací, mohou být tedy podle přání uživatele zobrazena nebo skryta a jejich pozici vůči centrálnímu oknu s fotografiemi je možné měnit. Důležitou součástí aplikace, která usnadní a zpřehlední geotagging fotografií, je mapa (viz sekce 3.6). Fotografie, které mají přiřazeny souřadnice, jsou na mapě automaticky zobrazeny a s její pomocí je možné pozici fotografií změnit nebo jim přiřadit pozici novou. Další součástí je dokovací okno s informacemi o otevřených GPS trasách a okno s podrobnými Exif metadaty uloženými ve vybrané fotografii.

Následující obrázek 3.1 ukazuje aplikaci při zobrazení všech dokovacích oken.



Obrázek 3.1: Aplikace při zobrazení všech dokovacích oken.



Uživatel si může vybrat, ve kterém jazyce chce aplikaci používat – k dispozici je angličtina a čeština.

Většina funkcí je přístupná z menu aplikace nebo z kontextového menu jednotlivých částí. O jednotlivých funkcích aplikace budou pojednávat následující části kapitoly.

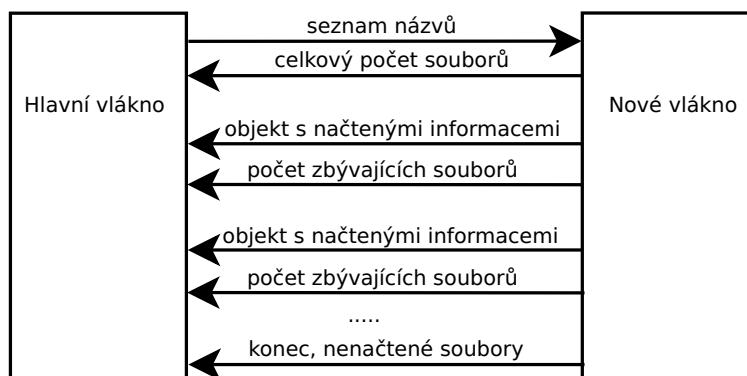
## 3.2 Otevírání souborů

Program umí pracovat s několika formáty fotografií a GPX formátem GPS trasy. Soubory v těchto formátech lze otevřít buď přes menu, nebo přetažením do programu.

Při přetažení souborů program prochází jejich seznam a snaží se rozpoznat jejich formát. GPX formát rozpoznává podle koncovky, pro rozpoznání formátu fotografií je použita vnitřní funkce Qt.

Pokud se jedná o adresář, importují se všechny soubory v něm včetně podadresářů, jestliže formát některých souborů není rozpoznán, vytvoří se dialog se seznamem těchto souborů.

Načítání souborů je pomalé, proto se soubory načítají v samostatném vlákne. Komunikaci mezi hlavním vláknem a vláknem pro načítání souborů ukazuje diagram na obrázku 3.2.



Obrázek 3.2: Komunikace mezi hlavním vláknem a vláknem pro načítání souborů.

Hlavní vlákno posílá novému vlákně seznam názvů souborů a adresářů. Nové vlákno spočítá soubory, které se budou importovat, včetně souborů v adresářích a zjištěný počet pošle zpět hlavnímu vlákně. Po přijetí tohoto signálu umístí hlavní vlákno do stavového řádku hlavního okna progress bar, který bude informovat o procentech načtených souborů.

Poté nové vlákno prochází seznam souborů. Protože mimo hlavní vlákno nelze cokoli zobrazovat, data ze souborů se v novém vlákně pouze načtou a uloží do nového objektu. Tento objekt je zaslán hlavnímu vlákně, které data zobrazí. Zároveň nové vlákno informuje hlavní vlákno o počtu zbývajících souborů a hlavní vlákno aktualizuje progress bar. Načítání je možné kdykoli přerušit stiskem klávesy **Escape**. V tom případě je nové vlákno ukončeno.

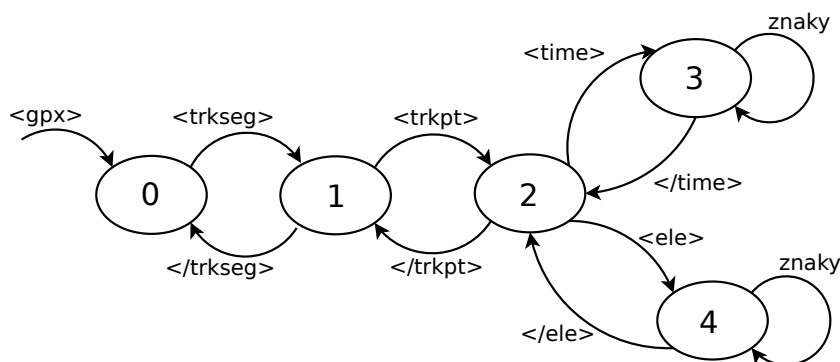
Po skončení načítání zašle nové vlákno hlavnímu vlákně ukončující signál a seznam souborů, jejichž formát se nepodařilo rozpoznat, nebo které nebylo možné načíst. Hlavní vlákno informuje uživatele o těchto souborech novým dialogovým oknem a ze stavového řádku odebere progress bar.

Pokud jsou v aplikaci otevřeny fotografie a zároveň alespoň jedna GPS trasa, zobrazí se automaticky nové dialogové okno nabízející uživateli synchronizaci.

### 3.2.1 Načítání tras

Trasa je uložena jako seznam segmentů. Každý segment je reprezentován instancí třídy GpsSegment. Ta obsahuje seznam ukazatelů na instance třídy GpsPoint, které reprezentují jednotlivé body. Pro každý bod je ukládán jeho čas, zeměpisná šířka a délka a nadmořská výška. Trasy jsou už při načtení řazeny podle času jejich počátečního bodu.

Pro načítání trasy je použit konečný automat (obrázek 3.3), který prochází všechny XML elementy vstupního souboru.



Obrázek 3.3: Konečný automat pro načítání GPX souboru.

Čtení začíná načtením elementu `<gpx>`, jinak je automaticky usouzeno, že se nejedná o formát GPX a čtení je ukončeno. Při načtení elementu `<trkseg>` se vytvoří nová instance třídy GpsSegment. Element `<trkpt>` uvnitř segmentu reprezentuje body trasy. Pro každý bod je vytvořena nová instance třídy GpsPoint s informacemi o zeměpisné šířce a délce, které jsou povinnými atributy elementu `<trkpt>`. Bod může obsahovat element `<time>` s informací o čase v tomto bodě. Pokud bod tento element obsahuje, načte se čas a nový bod je vložen do aktuálního segmentu.

V průběhu načítání se dále ukládají některé informace o trase – maximální a minimální zeměpisná šířka a délka a počítá se celková délka trasy.

### 3.2.2 Načítání fotografií

Načtení fotografie se skládá ze dvou částí – načtení Exif metadat a načtení náhledu fotografie.

#### Čtení Exif metadat

Pro čtení obsahu Exif metadat existuje mnoho nástrojů. Jedním z nejrozšířenějších a nejvyšší kvality je ExifTool. Jedná se o knihovnu vytvořenou v jazyce Perl a také aplikaci spustitelnou z příkazového řádku (viz sekce 2.6.3), která podporuje velké množství formátů. Pro použití v aplikaci implementované v C++ se ale knihovna příliš nehodí kvůli propojení Perlu s C++. ExifTool by bylo možné využít jako aplikaci příkazového řádku, volat jej jako nový proces a data odebírat na jeho standardním výstupu. Toto řešení by ale bylo v porovnání s použitím knihovny pomalé.

Lepším řešením je použití knihovny Exiv2<sup>1</sup>. Tato knihovna je implementována v jazyce C++, proto nabízí jednoduché propojení s vyvíjenou aplikací. Navíc je dobře dokumen-

<sup>1</sup>Knihovna Exiv2 je dostupná na webu <http://www.exiv2.org/>.

tovaná a její rozhraní je snadno použitelné. Z těchto důvodů byla zvolena pro použití ve vyvíjené aplikaci.

Další možností je použití knihovny libexif<sup>2</sup>. Tato knihovna implementovaná v jazyce C poskytuje nižší úroveň abstrakce a nenabízí žádné výhody oproti knihovně Exiv2.

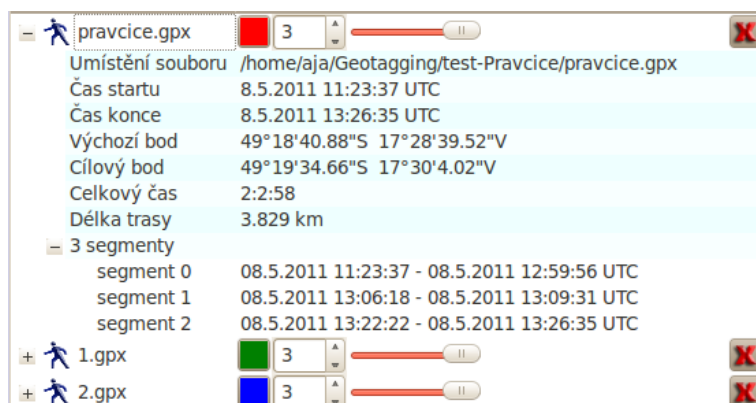
Pro potřeby aplikace je z Exif metadat každé fotografie načten její čas pořízení, zeměpisná šířka a délka a nadmořská výška. Pokud fotografie neobsahuje Exif metadata nebo metadata neobsahují některou z těchto informací, je místo ní v aplikaci uložena konstanta informující o tom, že daná hodnota chybí.

### Načtení náhledu fotografie

Pro zobrazení náhledu fotografie v aplikaci se nejprve zjistí její orientace. Ta je uložena v Exif metadatach a podle této orientace je fotografie rotována do správné pozice. Poté je fotografie zmenšena na maximální velikost, která bude v aplikaci zobrazitelná.

## 3.3 Zobrazení tras

Po načtení se trasa automaticky zobrazí na mapě. Všechny načtené trasy se zobrazují v panelu GPS trasy (viz obrázek 3.4). U každé trasy je po rozkliknutí zobrazeno umístění souboru, čas startu a konce, výchozí a cílový bod, celkový čas, délka trasy a počet segmentů. Pro jednotlivé segmenty lze navíc zobrazit jejich čas. Také zde lze nastavit parametry zobrazení trasy na mapě – barvu, sílu a průhlednost čáry. U každé trasy je tlačítko pro její zavření (odstranění z aplikace).

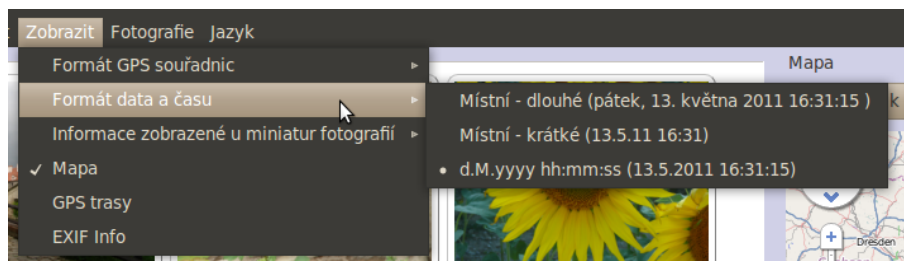


Obrázek 3.4: Zobrazení tras.

## 3.4 Zobrazení fotografií

Fotografie jsou v aplikaci zobrazeny jako widgety obsahující náhled fotografie a štítky s jejím názvem, datem pořízení, zeměpisnou šířkou a délkou a nadmořskou výškou. Pomocí menu je možné vybrat štítky, které budou zobrazeny, a také vybrat formát zobrazení data a času a GPS souřadnic. U data a času jsou nabídnuty tři formáty, z nichž dva vychází z lokálního nastavení počítače (viz obrázek 3.5). U GPS souřadnic lze nastavit, zda budou zobrazeny pouze stupně v desetinném formátu, nebo i minuty a případně i sekundy. Toto nastavení ovlivní také formát zobrazení času a souřadnic u GPS tras.

<sup>2</sup>Knihovna libexif je dostupná na webu <http://libexif.sourceforge.net/>.



Obrázek 3.5: Výběr formátu zobrazení data a času.

Widgety jsou umístěny ve skrolovacím rámu a při každé změně velikosti tohoto rámu se automaticky přeskládají tak, aby nevznikalo zbytečné nepoužité místo nebo aby naopak nebylo nutné horizontálně skrolovat.

Velikost widgetů je možné v určitém rozsahu měnit. Pokud rám s fotkami zachytí skrolování kolečkem myši při současném stisku klávesy **Ctrl**, zkontroluje jestli není velikost widgetů na hraniční hodnotě a lze tedy změnit jejich velikost. Pokud je to možné, změní se velikost widgetů požadovaným směrem a znovu jsou vyskládány do hlavního okna.

Pro vytvoření grafického vzhledu widgetů bylo použito kaskádových stylů. Ty jsou dynamicky měněny při každé změně widgetu, například při jeho označení, změně času, přidání GPS souřadnic, nebo uložení změněných informací do Exif metadat. Díky tomu je možné vizuálně reprezentovat aktuální stav fotografie. Stav několika widgetů je zobrazen na obrázku 3.6.



Obrázek 3.6: Zobrazení fotografií v programu.

Ikona hodin u data a času levé fotografie znamená, že fotografie mají změněný čas, a ikona chodce u souřadnic říká, že souřadnice byly přiřazeny synchronizací s GPS trasou.

Prostřední fotografie je v programu označená (proto modré pozadí widgetu) a souřadnice jí byly přiřazeny manuálně pomocí mapy (viz ikona ruky). Červená barva souřadnic a rámečku widgetu znamená, že souřadnice byly sice změněny, ale změna ještě nebyla uložena do Exif metadat.

Pravá fotografie nemá přiřazeny souřadnice. Stejně tak by se bez ikony zobrazily souřadnice, které fotografie obsahovala už při jejím načtení aplikací.

Pro rychlé vizuální odlišení fotografií s přiřazenými souřadnicemi je do jejich levého horního rohu umístěna stejná ikona, jaká je použita pro označení pozice fotografie na mapě.

Pomocí kontextového menu widgetu lze ukládat změny do Exif metadat, vyvolat dialog pro synchronizaci fotografií s trasou nebo vyvolat nové přiřazování souřadnic na mapě (viz sekce 3.6.3). Stejně tak lze synchronizaci nebo ukládání vyvolat pomocí hlavního menu aplikace.

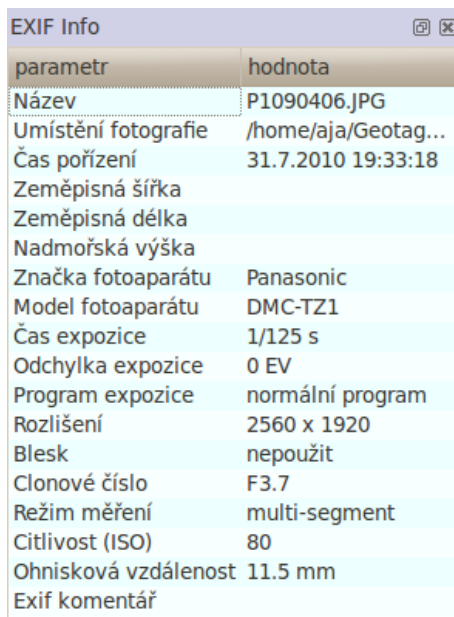
Pro vybírání (označování) fotografií bylo použito systému, jaký je znám například

z různých prohlížečů souborů. Fotografie lze vybírat pomocí levého tlačítka myši, při stisknutí klávese **Ctrl** se navazuje na předchozí výběr a přetažený výběr se invertuje a klávesovou zkratkou **Ctrl+A** lze označit všechny fotografie. Pokud mají vybrané fotografie přiřazené GPS souřadnice, značka označující jejich polohu na mapě se automaticky zvýrazní. Stejně tak při kliknutí na značku fotografie na mapě se automaticky označí příslušná fotografie. Propojením fotografií s mapou se bude podrobněji zabývat sekce 3.6.2. Libovolné označené fotografie lze odstranit z aplikace stiskem klávesy **Delete**.

Protože náhledy jsou poměrně malé, lze dvojklikem fotografii zobrazit v novém okně. Uchování náhledů fotografií v plné velikosti by bylo paměťově velice náročné, proto je do nového okna fotografie načtena znovu ze souboru. Fotografie je automaticky přizpůsobena velikosti okna a její velikost lze změnit kolečkem myši při současném stisku klávesy **Ctrl**. Protože ale prohlížení fotografií není primární funkcí programu, nejsou nabídnuty žádné další funkce.

### 3.5 Zobrazení obsahu Exif metadat

Aplikace umožňuje zobrazit některá Exif metadata (viz obrázek 3.7). Zobrazena jsou vždy metadata aktuálně vybrané fotografie, za předpokladu, že je označena pouze jedna fotografie. Při označení více fotografií jsou zobrazena metadata poslední samostatně označené fotografie nebo jsou pole prázdná. Princip zobrazování je takový, že pokud objekt, který se stará o označování fotografií zjistí, že je vybrána pouze jedna fotografie, pošle objektu zobrazujícímu Exif metadata signál obsahující seznam načtených metadat vybrané fotografie.



parametr	hodnota
Název	P1090406.JPG
Umístění fotografie	/home/aja/Geotag...
Čas pořízení	31.7.2010 19:33:18
Zeměpisná šířka	
Zeměpisná délka	
Nadmořská výška	
Značka fotoaparátu	Panasonic
Model fotoaparátu	DMC-TZ1
Čas expozice	1/125 s
Odchylka expozice	0 EV
Program expozice	normální program
Rozlišení	2560 x 1920
Blesk	nepoužit
Clonové číslo	F3.7
Režim měření	multi-segment
Citlivost (ISO)	80
Ohnisková vzdálenost	11.5 mm
Exif komentář	

Obrázek 3.7: Zobrazení Exif metadat.

Při zobrazování metadat máme dvě možnosti – metadata mohou být načtena a uložena v aplikaci už při načítání fotografie, nebo mohou být načítána před každým zobrazením znovu. První možnost je rychlejší, protože program nemusí načítat data ze souboru. Jeho paměťová náročnost je ale o něco vyšší než u druhého způsobu a především zobrazená data nemusí být aktuální. Při použití druhé metody máme jistotu, že zobrazená data skutečně

odpovídají datům uloženým ve fotografii. Zobrazení je sice pomalejší, ale protože vždy zobrazujeme naráz metadata pouze z jedné fotografie, je toto zpomalení nepostřehnutelné. Proto byla tato metoda použita při implementaci aplikace.

## 3.6 Zobrazení mapy

Pro zobrazení mapy v aplikaci lze použít několik postupů, z nichž většina zahrnuje propojení aplikace s javascriptem. Je možné použít knihovnu, pomocí které se budou stahovat jednotlivé části mapového podkladu a ty se budou umisťovat na zobrazovací plochu. Toto řešení je však velice pracné. Efektivnější je pro zobrazování mapy a interakci s ní použít k tomu uzpůsobené API poskytující rozhraní pro práci s mapou na vysoké úrovni abstrakce a často díky optimalizaci také rychlejší.

Na internetu existuje mnoho mapových serverů a některé z nich poskytují vlastní API. Mezi nejznámější patří Google maps API<sup>3</sup>, OpenStreetMap API<sup>4</sup> a v České republice Mapy API<sup>5</sup> provozované společností Seznam.cz. Poslední z jmenovaných má však několik nevýhod<sup>6</sup>, a to především několik omezení v podobě nutnosti vygenerování aktivačního klíče vázaného na konkrétní URL a maximálního možného počtu zobrazení na den omezeného na 1000. API má navíc oproti službě Mapy.cz omezené mapové podklady. OpenStreetMap API má lepší licenční podmínky, avšak jeho dokumentace není příliš propracovaná a API neposkytuje tolik možností jako Google Maps API. V aplikaci bylo proto použito Google Maps API, které obsahuje propracovanou dokumentaci s mnoha příklady použití. Jednou z jeho hlavních předností je také možnost získat nadmořskou výšku bodu na konkrétních souřadnicích. Toto API obsahuje všechny funkce, které byly při návrhu aplikace požadovány.

V současné době je aktuální verze Google Maps API V3. Tato verze je však ve spojení s toolkitem Qt problémová (viz sekce 4.3.3). Proto je v aplikaci použito API V2, ačkoli je společností Google označené jako zastaralé. Protože ale toto API neumožňuje získat nadmořskou výšku pro daný bod, je pro tuto službu využívána funkce API V3. Součástí zdrojových kódů aplikace je také soubor plně implementující zobrazení mapy pomocí API V3, avšak kvůli svým omezením není v aplikaci využíván a je zde uveden pouze pro možné budoucí využití v případě zlepšení jeho kompatibility.

### 3.6.1 Mapové podklady

API umožňuje také výběr z několika mapových podkladů a přidání vlastních. Přidat lze mapové podklady z jakéhokoli serveru, který je kompatibilní s rozhraním Google Maps API. Musí být schopen poskytnout na zadaném URL část podkladu odpovídajícího požadovaným souřadnicím a úrovni přiblížení. Formát URL je nastavitelný. Například na URL <http://tile.openstreetmap.org/7/69/43.png> se nachází část podkladu OpenStreetMap Mapnik. <http://tile.openstreetmap.org/> je adresa serveru a parametry 7, 69 a 43 znamenají zoom, souřadnici x a souřadnici y. O doplňování parametrů, stahování a zobrazování mapových podkladů se stará Google Maps API. Ve vyvíjené aplikaci byly kromě původních Google mapových dat použity následující mapové podklady:

- OpenStreetMap mapnik<sup>7</sup>.

<sup>3</sup>Podrobnosti k Google Maps API na <http://code.google.com/intl/cs-CZ/apis/maps/>.

<sup>4</sup>Podrobnosti k OpenStreetMap API na <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/OpenLayers>.

<sup>5</sup>Podrobnosti k Mapy.cz API na <http://api.mapy.cz/>.

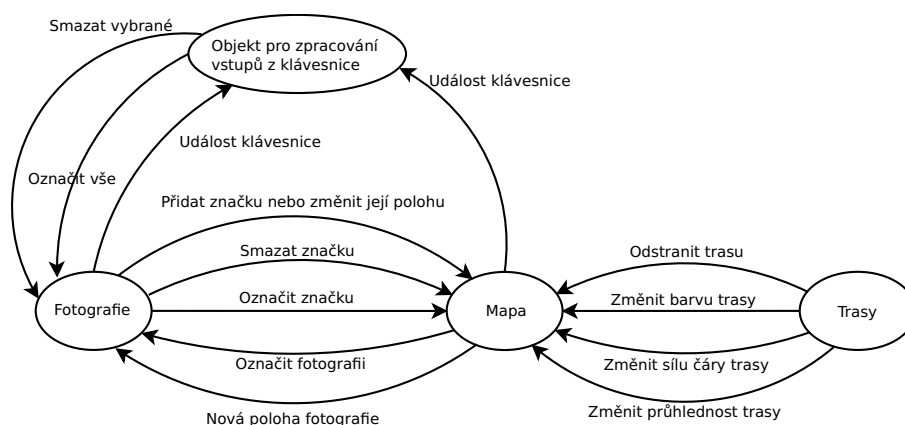
<sup>6</sup>Licenční podmínky Mapy.cz na <http://api.mapy.cz/keygen>.

<sup>7</sup>Mapové podklady OSM mapnik dostupné na mapovém serveru <http://tile.openstreetmap.org>.

- OpenStreetMap cyklomapa<sup>8</sup>.
- Mapový podklad použitý na <http://www.cykloserver.cz><sup>9</sup> – tento podklad pokrývá pouze Českou a Slovenskou republiku a blízké okolí.
- Stínovaný reliéf<sup>10</sup> – částečně průhledný podklad, který stínuje terén. Lze jím překrýt libovolný jiný podklad pro vytvoření plastického efektu. Tento podklad je k dispozici pouze pro Českou a Slovenskou republiku a jen od určité úrovně přiblížení.

### 3.6.2 Zobrazení fotografií a tras na mapě

Komunikace mezi mapou, fotografiemi a trasami je ukázána na obrázku 3.8. Při načtení



Obrázek 3.8: Komunikace mezi mapou, fotografiemi a trasami.

je trasa automaticky vložena do mapy. Každý objekt reprezentující trasu poté může mapě zasílat signály s požadovaným nastavením vzhledu nebo signál pro odstranění trasy z mapy.

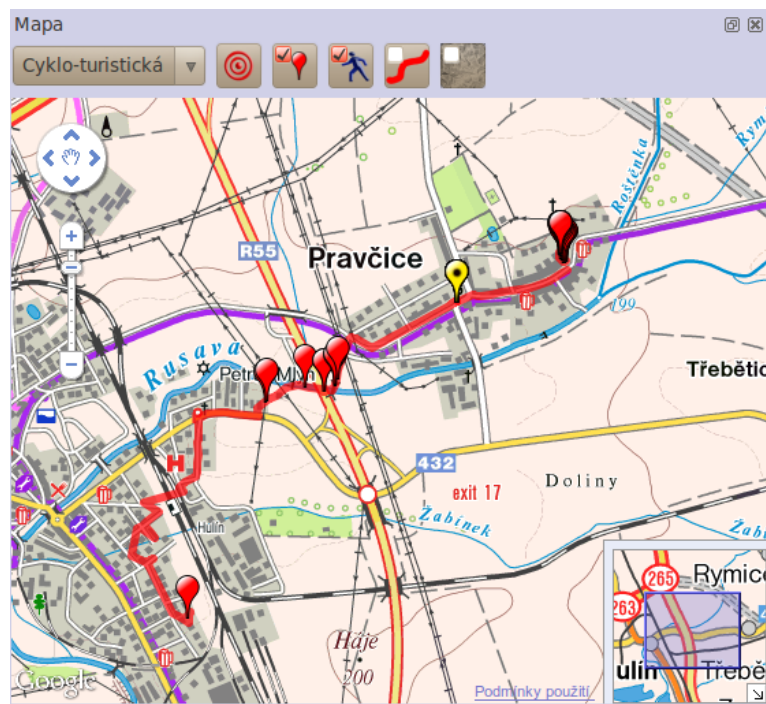
Komunikace fotografií a mapy je poněkud složitější. Pro zjednodušení schématu reprezentuje objekt **Fotografie** na obrázku 3.8 jak jednotlivé fotografie, tak také objekt v němž jsou umístěny. Pokud jsou fotografii přiřazeny nové souřadnice, pošle mapě signál se svým id a těmito souřadnicemi. Mapa poté fotografii přiřadí novou značku, nebo přemístí její původní značku na novou pozici. Značky fotografií jsou v mapě reprezentovány červenými ikonami, viz obrázek 3.9. Při označení pošle fotografie mapě signál a mapa změní její ikonu. Podobně při kliknutí na značku v mapě je změněna její ikona a fotografii je zaslán signál pro její označení. Další signál může fotografii informovat o tom, že jí byly přiřazeny nové souřadnice. Přiřazováním souřadnic pomocí mapy se bude podrobněji zabývat sekce 3.6.3.

O zpracování vstupů z klávesnice pro mapu a fotografie se stará samostatný objekt (viz obrázek 3.8). Při stisku kláves **Ctrl+A** nebo **Delete**, jejichž význam byl vysvětlen v sekci 3.4, pošle tento objekt fotografiím příslušný signál a ty se poté, v případě že obsahují GPS souřadnice, postarají o označení, případně smazání svých značek na mapě.

<sup>8</sup>Mapové podklady OSM cyklomapa dostupné na <http://c.andy.sandbox.cloudmade.com/tiles/cycle/>.

<sup>9</sup>Mapové podklady použité na portálu <http://www.cykloserver.cz> jsou dostupné na mapovém serveru <http://services.ezekiel-ngx.tmapserver.cz/tiles/gm/shc>.

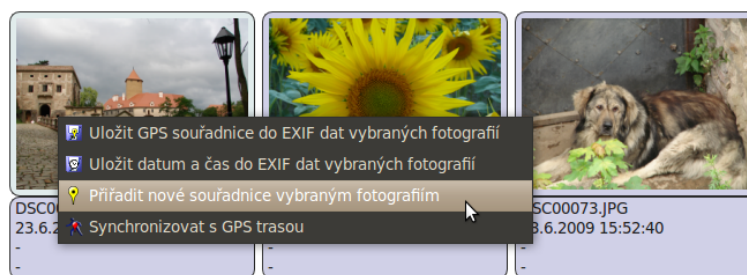
<sup>10</sup>Mapový podklad stínovaného reliéfu dostupný na <http://services.tmapserver.cz/tiles/gm/sum/>.



Obrázek 3.9: Zobrazení bodů na mapě v aplikaci.

### 3.6.3 Přiřazení a změna souřadnic fotografie pomocí mapy

Přiřazování souřadnic fotografii pomocí mapy je možné implementovat několika způsoby. Na mapě může být speciální značka, ke které by se daly přiřadit vybrané fotografie. Tato metoda je použita například v programu Geosetter (viz sekce 2.6.3). Výhoda této metody je, že uživatel vidí předem, kam bude fotografie umístěna, ale vzhledem k tomu, že fotografii lze následně přemístit, není tato vlastnost příliš užitečná. Ve vyvíjené aplikaci proto byla použita metoda, kdy nové souřadnice jsou fotografii přiřazeny po kliknutí do mapy. Nejprve je nutné vybrat fotografii, nebo více fotografií, kterým mají být přiřazeny nové souřadnice a v jejich kontextovém menu vybrat přiřazování nových souřadnic (viz obrázek 3.10). Poté se kurzor změní na zaměřovací křížek a po kliknutí do mapy je všem vybraným fotografiím přiřazena nová pozice. Pokud je stisknuta kláves `Escape` nebo je kliknuto na jinou část aplikace než mapu, přiřazování se zruší.



Obrázek 3.10: Přiřazování nových souřadnic pomocí mapy.

Pozici fotografií je možné měnit také posunutím značky na mapě. Protože se ale může stát, že uživatel posune značku omylem (například ji chtěl pouze označit), je vždy zob-



razen dialog, který umožní uživateli si vybrat mezi vrácením značky na původní pozici a nastavením nových souřadnic fotografií.

### 3.6.4 Další možnosti mapy

Mapa umožňuje různá nastavení, jako výběr mapového podkladu, skrytí tras, skrytí značek fotografií, spojení segmentů trasy a zobrazení stínovaného reliéfu. Prvky pro přepínání nastavení by bylo možné umístit přímo do mapy, jednalo by se například o tlačítka nebo zaškrťovací boxy. Tyto prvky by ale překrývaly mapu a tím omezovaly práci s ní. Proto bylo ovládání mapy umístěno nad ni. V původním návrhu aplikace se jednalo o tlačítka, která měnila svoji ikonu. Například tlačítko pro skrytí tras mělo přeškrtnutou ikonu a při kliknutí na něj se ikona změnila na normální a trasy bylo možné opět zobrazit. Tento způsob rozlišování aktuálního stavu byl dost nejednoznačný, protože nebylo na první pohled jasné, zda ikona zobrazuje aktuální stav, nebo stav po kliknutí na ni. Proto byla změna ikony nahrazena zaškrťovacím boxem umístěným v rohu tlačítka (viz obrázek 3.9).

## 3.7 Synchronizace fotografií s GPS trasou

Jednou z hlavních funkcí aplikace je synchronizace fotografií s GPS trasami. Synchronizaci lze vyvolat buď z kontextového menu fotografií nebo z hlavního menu aplikace. Skládá se ze dvou částí – nastavení parametrů synchronizace (sekce 3.7.1) a vyhodnocení synchronizace (sekce 3.7.2).

### 3.7.1 Dialog nastavení synchronizace

Pro synchronizaci fotografií je nutné nastavit některé parametry, zejména časové pásmo fotografií, jiná nastavení mohou být poskytnuta pro usnadnění a flexibilitu synchronizace (například posun času fotografií nebo nastavení spojování segmentů trasy).

V aplikaci byla tato nastavení umístěna do jednoho dialogu (viz obrázek 3.11). Ten se zobrazí vždy před samotnou synchronizací a umožní uživateli nastavit parametry platné pro aktuální sadu fotografií. Umisťovat tento dialog jinam než před synchronizací, například do nezávislého dialogu zobrazitelného z menu aplikace, by bylo pro uživatele matoucí a komplikovalo by práci s programem.

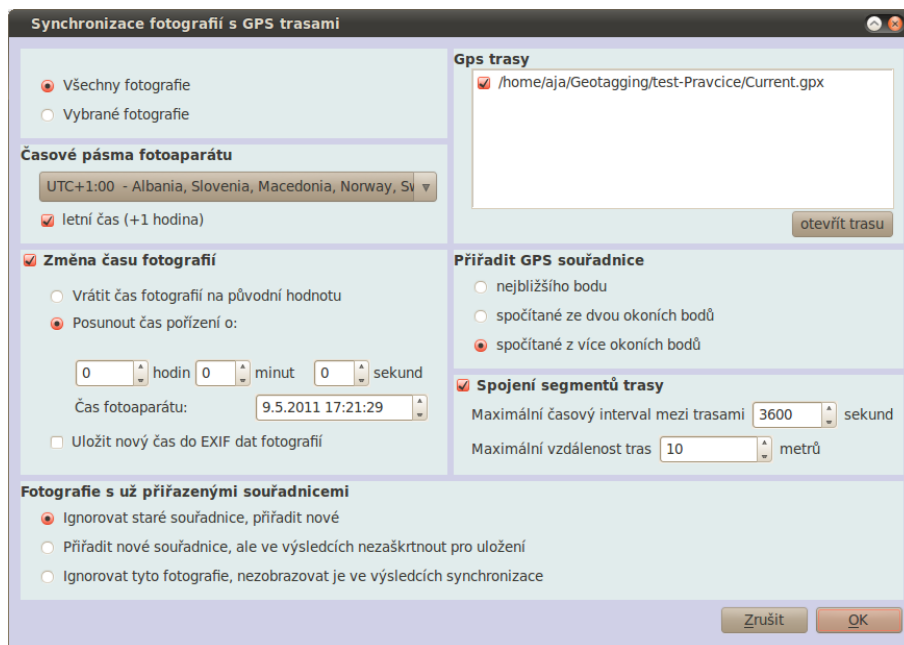
Alternativou použitého dialogu by mohlo být více dialogů propojených jako jednotlivé kroky nastavení. Tento způsob by ale mohl pro uživatele zdlouhavý, protože ne vždy jej zajímají všechny možnosti nastavení. Navíc v případě potřeby změny nějakého nastavení by bylo nutné procházet předchozí kroky. Proto byl raději zvolen způsob, kdy jsou zobrazeny všechna nastavení najednou a jsou vizuálně rozdělena do skupin. Jednotlivými skupinami nastavení se budou zabývat následující sekce.

#### Výběr fotografií pro synchronizaci

Ne vždy je potřeba synchronizovat celou sadu fotografií. Proto dialog umožňuje zvolit, zda se mají synchronizovat všechny fotografie otevřené v programu, nebo pouze ty vybrané.

#### Výběr tras pro synchronizaci

V dialogu jsou zobrazeny všechny aktuálně otevřené trasy a pomocí zaškrťovacího políčka u každé trasy lze zvolit, zda má být trasa použita při aktuální synchronizaci. Zároveň lze



Obrázek 3.11: Dialog nastavení synchronizace fotografií.

v dialogu načíst nové soubory s trasami. Tyto nové trasy budou přidány k ostatním a automaticky se zobrazí v okně s otevřenými trasami.

### Výběr způsobu aproximace bodu

V dialogu je možné nastavit způsob, jakým se bude aproximovat čas pozice fotografie vůči trase. Touto problematikou se bude podrobněji zabývat sekce 3.8.

### Spojení segmentů trasy

Každá trasa se skládá z jednoho nebo více segmentů. Pokud vypneme GPS přijímač, po jeho zapnutí se další pozice ukládají do nového segmentu.

Vezmeme si situaci, kdy uživatel používající GPS přijímač na hodinu zastaví a přijímač vypne. Mezitím pořídí několik fotografií. Kdyby chtěl tyto fotografie synchronizovat s jednotlivými segmenty, jejich čas by žádnému z nich neodpovídal. Proto je důležité, aby bylo možné segmenty spojit. V dialogu lze spojení povolit zaškrtnutím příslušného boxu. Protože je většinou zbytečné spojovat segmenty s rozdílem času několik dní nebo vzdálené mnoho kilometrů, je v boxu možné nastavit maximální vzdálenost krajních bodů tras a maximální rozdíl jejich časů.

### Nastavení časového pásma

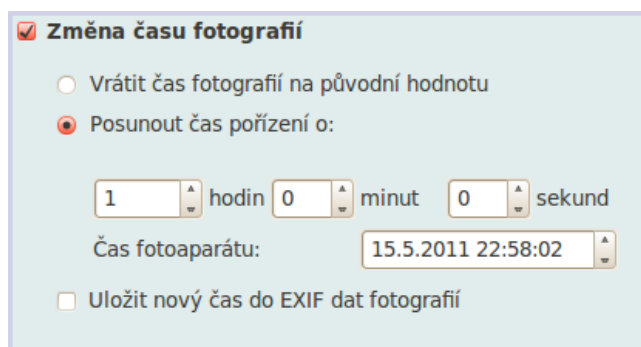
Při synchronizaci je nutné znát posun času fotoaparátu oproti UTC. Proto dialog obsahuje seznam časových pásem, z nichž uživatel vybere to správné. Pro usnadnění výběru jsou u každého pásma uvedeny příklady států ležících v něm. Podobně lze zaškrtnout, zda byl ve fotoaparátu nastaven letní čas. Po odečtení časového posunu pásma a případně jedné hodiny letního času dostaneme čas fotografie v UTC a lze je tedy synchronizovat s trasou. Při otevření programu je přednastaveno lokální časové pásmo a automaticky se rozpozná,

zda je aktuální letní čas. Další možností by bylo rozpoznat letní čas podle data načtených fotografií, toto řešení by ale bylo dost problematické, zejména proto, že by se tento parametr nastavoval až při načtení prvních fotografií, tedy dynamicky za běhu programu, a to bez vědomí uživatele.

### Posun času fotografií

Může se stát, že je ve fotoaparátu nastavený špatný čas. V tom případě by samozřejmě při synchronizaci jeho fotografií docházelo k chybám nebo by čas fotografií vůbec neodpovídal času trasy. Proto je důležité mít možnost čas pořízení fotografií posunout.

Box posunu času se skládá ze dvou částí (viz obrázek 3.12) – v první je možné nastavit posun času fotografií a v druhé je zobrazený předpokládaný aktuální nastavený čas ve fotoaparátu. V případě, že není nastaven posun fotografií, je předpokládaný čas fotoaparátu shodný s aktuálním časem počítače. Pokud nastavíme čas fotografií na +1 hodinu, znamená to, že čas fotoaparátu je oproti aktuálnímu času o hodinu opožděný. Například obrázek 3.12 byl vytvořen 15. května 2011 v čase 23:58:02 a při odečtení hodinového posunu je předpokládaný čas fotoaparátu 15. května 2011 22:58:02.



Obrázek 3.12: Box s možností nastavení posunu času.

V případě opakovaného posouvání času lze použít dvě metody – absolutní a relativní posun. Při použití absolutního posunu by se vždy nastavoval posun času oproti původnímu času fotografie. Při novém otevření dialogu by tedy zůstávaly nastaveny staré hodnoty ukazující aktuální posun. Problém by ovšem nastal, pokud bychom měli fotografie s nastaveným rozdílným posunem (například by byla v programu otevřena nová fotografie nebo by byl předchozí posun aplikován jen na některé fotografie). V tom případě by nebylo možné zobrazit aktuální posun všech fotografií.

Tento problém řeší relativní posun, kdy zadaná hodnota je posun vůči aktuálnímu času fotografie a při novém otevření dialogu je vždy nastaven nulový posun. Tento postup je přehlednější, a proto byl použit v aplikaci. Jeho nevýhoda je, že při opakovaném posunu neodpovídá v aplikaci zobrazený aktuální čas fotoaparátu času skutečně zobrazeném na fotoaparátu, ale pouze ilustruje jeho posun.

Kromě nastavení posunu času lze také fotografiím vrátit původní čas, který měly v době načtení programem.

### Synchronizace fotografií obsahujících souřadnice

Může se stát, že fotografie už mají přiřazeny nějaké souřadnice. V tom případě je několik možností, jak s nimi zacházet. Jednou z možností je ignorovat staré souřadnice a synchroni-

zovat fotografie běžným způsobem. Tento postup je použitelný zejména pokud souřadnice byly fotografii chybně přiřazeny a chceme je změnit.

Další možností je, že mezi fotografiemi se souřadnicemi je několik, kterým souřadnice scházejí. To může nastat například při geotaggingu fotografií v okamžiku jejich pořízení. Pokud došlo při pořizování některých fotografií k výpadku signálu z GPS družic, budou těmto fotografiím souřadnice chybět a je možné je následně synchronizovat s trasou. Naopak u fotografií, které souřadnice už obsahují, chceme tyto souřadnice zachovat, protože jsou pravděpodobně přesnější, než souřadnice aproximované při synchronizaci. Ruční vybírání fotografií pro synchronizaci uživatelem by bylo zdlouhavé. Proto je v aplikaci k dispozici možnost při synchronizaci fotografie se souřadnicemi vynechat. Tyto fotografie se v dialogu s výsledky synchronizace vůbec neobjeví.

Střední cestou mezi výše zmiňovanými možnostmi je zobrazit ve výsledcích tyto fotografie, ale ponechat je nezaškrtnuté (více o zaškrtování fotografií v sekci 3.7.2).

### Vytváření dialogu a uchování nastavení

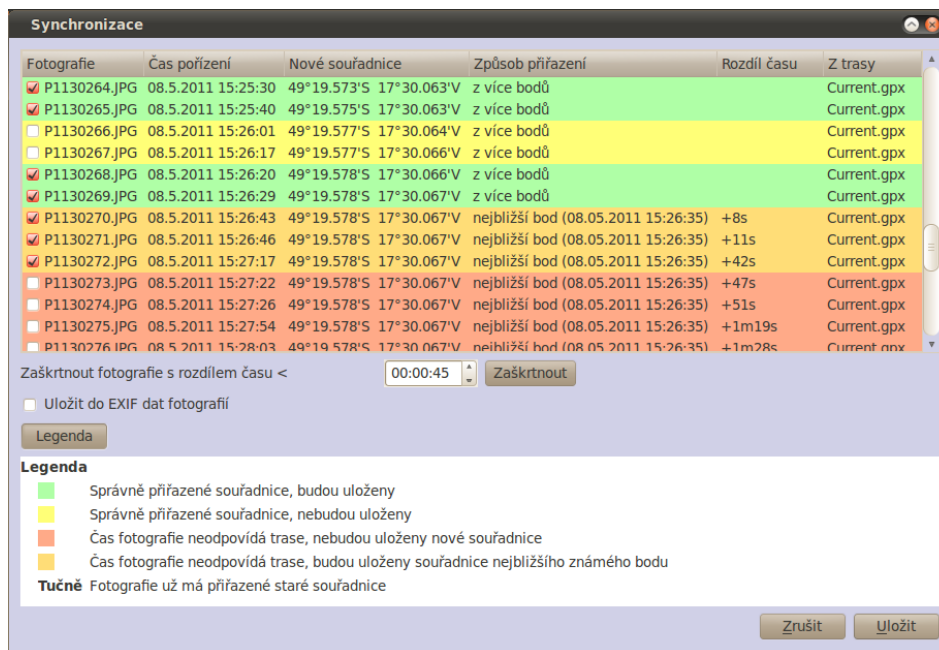
Dialog je vytvořen při startu aplikace a za jejího běhu je pouze zobrazován nebo skrýván. Tento způsob je sice paměťově náročnější, než kdyby byl před každou synchronizací vytvořen dialog znovu, je ale o něco rychlejší a umožňuje uchování nastavení parametrů bez nutnosti je obnovovat. Nastavení, u kterých se dá předpokládat, že je uživatel bude chtít použít i při další synchronizaci (například spojování segmentů trasy nebo způsob aproximace bodu), jsou při zavření aplikace ukládána a při jejím startu znovu načtena.

### 3.7.2 Dialog výsledků synchronizace

Při synchronizaci je každé fotografii přiřazen návrh na nové souřadnice, trasa, ze které byly spočítány, metoda přiřazení a pokud byla použita metoda přiřazení nejbližšího bodu, je fotografii přiřazena také informace o čase tohoto nejbližšího bodu. Každé fotografii je nastaven příznak správné pozice, tedy jestli byly souřadnice přiřazeny podle nastavených parametrů, nebo jestli je pozice jen přibližná. Poté je vytvořen dialog s výsledky synchronizace. Do tohoto dialogu je umístěn seznam fotografií a ke každé fotografii jsou zobrazeny některé výše zmíněné informace o její synchronizaci (viz obrázek 3.13).

Protože uživatel nemusí chtít přiřadit všem úspěšně synchronizovaným fotografiím nové pozice nebo se naopak u některých fotografií ležících mimo trasu spokojí i s přibližnou polohou získanou jejich přiřazením nejbližší trase, lze fotografie, kterým bude přiřazena nová poloha, vybrat pomocí zaškrtačacího políčka u ní zobrazeného. Při zobrazení dialogu jsou zaškrtnuty fotografie s nastaveným příznakem správné pozice (neplatí vždy pro fotografie, které už měly v době synchronizace přiřazeny souřadnice, viz sekce 3.7.1). Zaškrtnutí fotografií lze měnit dvojklikem, z kontextového menu seznamu nebo pomocí boxu umístěného pod seznamem. V tomto boxu lze nastavit maximální tolerovaný absolutní rozdíl času fotografie a nejbližšího nalezeného bodu.

Pro rychlé vizuální odlišení úspěšně a neúspěšně synchronizovaných fotografií a toho, zda jsou zaškrtnuty, slouží podbarvení jednotlivých položek. Význam jednotlivých barev je uveden v legendě, kterou je možné zobrazit ve spodní části dialogu. Nové souřadnice u fotografií, které už nějaké souřadnice obsahují, jsou zobrazeny tučným písmem.



Obrázek 3.13: Dialog s výsledky synchronizace.

### 3.8 Přiřazení souřadnic fotografií

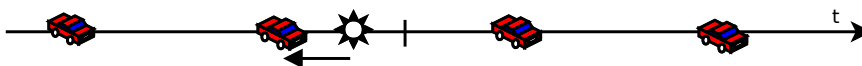
Pro nalezení polohy fotografie se nejprve projde seznam tras a zjistí se, jestli fotografie leží v časovém rozsahu některé z nich. Pokud její čas neodpovídá žádné z tras, jsou fotografii přiřazeny souřadnice krajního bodu nejbližší trasy a nebude nastaven příznak správné pozice. Pokud čas fotografie leží v rozsahu trasy, jsou postupně procházeny její segmenty. Jestliže se čas fotografie nachází mezi dvěma segmenty, zjistí se, jestli lze segmenty podle zadaných parametrů spojit.

Pokud ano, souřadnice budou počítány jako kdyby trasa nebyla přerušena, jinak budou fotografii přiřazeny souřadnice nejbližšího nalezeného bodu a nebude nastaven příznak správné pozice.

Pokud se fotografie nachází v rozsahu jednoho segmentu, spočítá se metodou půlení intervalu, mezi kterými dvěma body se nachází, poté se nastaví příznak správné pozice a spočítají se nové souřadnice. Pro výpočet lze použít jednu ze tří metod.

#### 3.8.1 Přiřazení souřadnic nejbližšího bodu

Fotografii přiřadíme souřadnice toho bodu, který je jí časově nejbližší. Tento princip je ukázaný na obrázku 3.14, kde ikony aut reprezentují body trasy a ikona slunce reprezentuje fotografii. Z implementačního hlediska nejjednodušší, ale také nejméně přesný.



Obrázek 3.14: Přiřazení fotografie k nejbližšímu bodu.

### 3.8.2 Přiřazení souřadnic ze dvou okolních bodů

Pro výpočet souřadnic ze dvou nejbližších bodů se použije bod s nejbližším časem předcházejícím času fotografie a nejbližší bod následující. Souřadnice fotografie jsou poté dopočítány podle algoritmu 1:

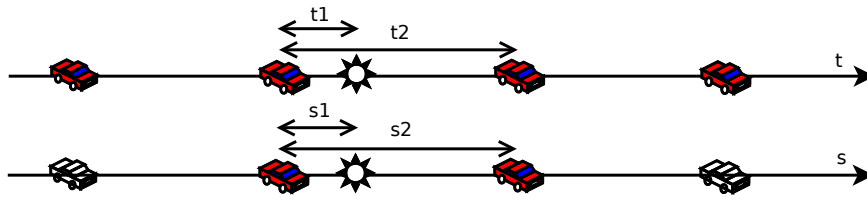
---

**Algoritmus 1** Výpočet souřadnic ze dvou okolních bodů.

---

- 1:  $\Delta T1 = \text{čas\_fotografie} - \text{čas\_prvního\_bodu}$ ;
  - 2:  $\Delta T2 = \text{čas\_druhého\_bodu} - \text{čas\_prvního\_bodu}$ ;
  - 3:  $\text{nová\_souřadnice} = \text{souřadnice1} * (1 - \Delta T2/\Delta T1) + \text{souřadnice2} * \Delta T2/\Delta T1$ ;
- 

Nejprve zjistíme rozdíl času fotografie a prvního bodu a rozdíl času druhého a prvního bodu. Jejich poměr dosadíme do rovnice aproximace (řádek 3) a takto spočítáme novou zeměpisnou šířku a délku. Tato metoda je zobrazena na obrázku 3.15. Je zde vidět, že



Obrázek 3.15: Aproximace souřadnic ze dvou okolních bodů.

poměr vzdáleností  $s_1$  ku  $s_2$  je stejný jako poměr času  $t_1$  ku  $t_2$  a vzdálenost fotografie od prvního bodu je přímo úměrná rozdílu jejich času. Body, ze kterých se nové souřadnice fotografie spočítají, jsou na ose  $s$  vybarveny.

### 3.8.3 Přiřazení souřadnic z několika okolních bodů

Pro přesnější výpočet souřadnic lze použít aproximaci ze 4 bodů. Pro každou fotografii zjistíme dva nejbližší předchozí a dva nejbližší následující body trasy, které si označíme  $x_{-2}$ ,  $x_{-1}$ ,  $x_1$ , a  $x_2$  a použijeme algoritmus 2.

Nejprve si spočítáme průměrnou rychlost mezi body  $x_{-2}$  a  $x_{-1}$  (řádek 3) a průměrnou rychlost mezi body  $x_1$  a  $x_2$  (řádek 7). Z těchto rychlostí zjistíme poměr rychlostí na začátku a na konci úseku ohraničeného body  $x_{-1}$  a  $x_1$ , uvnitř kterého se nachází fotografie (řádek 9). Pokud neznáme bod  $x_{-2}$  nebo  $x_2$ , počítáme rychlost z nejbližších známých bodů – například pokud neznáme bod  $x_2$  použijeme pro výpočet  $v_{1tmp}$  body  $x_{-1}$  a  $x_1$ .

Skutečné rychlosti v těchto bodech spočítáme pomocí rovnice 3.1 pro rovnoměrně zrychlený pohyb

$$\Delta s = v_{-1} \cdot \Delta t + 0,5 \cdot a \cdot \Delta t^2, \quad (3.1)$$

kde  $\Delta s$  je vzdálenost mezi body  $x_{-1}$  a  $x_1$ ,  $\Delta t$  je rozdíl času  $t_{-1}$  a  $t_1$  a  $a$  je zrychlení na tomto úseku počítané pomocí rovnice 3.2.  $v_{-1}$  a  $v_1$  lze navzájem dopočítat pomocí rovnice 3.3.

$$a = (v_1 - v_{-1})/\Delta t, \quad (3.2)$$

$$v_1 = pomer \cdot v_{-1}. \quad (3.3)$$

Po dosazení známých hodnot do rovnice 3.1 dostáváme rovnici 3.4, která je dále použita na řádku 13.

$$v_{-1} = 2 \cdot \Delta s / (\Delta t \cdot (1 + pomer)). \quad (3.4)$$

---

**Algoritmus 2** Výpočet souřadnic z více okolních bodů.

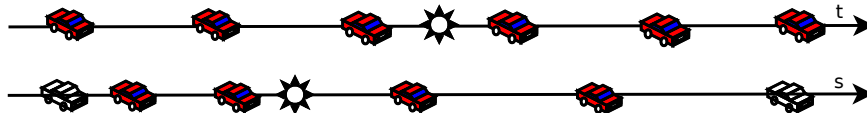
---

```
1:  $\Delta s_{-1} = \text{distance}(x_{-2}, x_{-1});$ 
2:  $\Delta t_{-1} = t_{-1} - t_{-2};$ 
3:  $v_{-1tmp} = \Delta s_{-1} / \Delta t_{-1};$ 
4:
5:  $\Delta s_1 = \text{distance}(x_1, x_2);$ 
6:  $\Delta t_1 = t_2 - t_1;$ 
7:  $v_{1tmp} = \Delta s_1 / \Delta t_1;$ 
8:
9: poměr =  $v_{1tmp} / v_{-1tmp};$ 
10:
11:  $\Delta s = \text{distance}(x_{-1}, x_1);$ 
12:  $\Delta t = t_1 - t_{-1};$ 
13:  $v_{-1} = (2 * \Delta s) / (\Delta t * (1 + \text{poměr}));$ 
14:  $v_1 = v_{-1} * \text{poměr};$ 
15:
16:  $a = (v_1 - v_{-1}) / (t_1 - t_{-1});$ 
17:  $s = v_1 * \text{čas\_fotografie} + 0,5 * a * t^2;$ 
18: poměrS =  $s / \Delta s;$ 
19:
20: zeměpisná_šířka =  $latitude_1 * (1 - \text{poměrS}) + latitude_2 * \text{poměrS};$ 
21: zeměpisná_délka =  $longitude_1 * (1 - \text{poměrS}) + longitude_2 * \text{poměrS};$ 
```

---

Nyní dopočítáme  $v_1$  z rovnice 3.3 a  $a$  z rovnice 3.2. Do rovnice 3.1 dosadíme za  $\Delta t$  rozdíl času fotografie a bodu  $x_{-1}$  a dostaneme vzdálenost fotografie od bodu  $x_{-1}$  (řádek 17). Tuto vzdálenost použijeme k získání poměru vzdálenosti fotografie od  $x_{-1}$  ku vzdálenosti bodů  $x_{-1}$  a  $x_1$  (řádek 18). Získaný poměr dosadíme do rovnice aproximace a postupně dostaneme zeměpisnou šířku (řádek 20) a délku (řádek 21).

Princip této metody je zobrazen na obrázku 3.16. Je zde vidět, že pokud se vzdálenost



Obrázek 3.16: Aproximace souřadnic z více okolních bodů.

mezi body zaznamenanými ve stejných časových intervalech prodlužovala, přijímač se tedy pohyboval s kladným zrychlením, je pozice fotografie blíže bodu, ve kterém se přijímač pohyboval pomaleji, než kdybychom zrychlení neuvažovali. Body, které byly použity pro výpočet pozice fotografie, jsou na ose  $s$  vybarveny.

### 3.9 Zavírání aplikace

V aplikaci se fotografiím přiřazují nová nebo editují stávající Exif metadata. Pokud ale uživatel nenastaví ukládání při každé změně nebo neuloží metadata pomocí menu, jsou změny aplikované pouze v programu. Pokud mají některé fotografie v okamžiku zavírání

aplikace neuložená metadata, je zobrazen dialog umožňující uložit všechna metadata, zahodit změny nebo zrušit zavírání programu.

Zároveň jsou také při zavírání programu uložena některá nastavení (například formát zobrazení času a souřadnic nebo některá nastavení synchronizace, viz sekce [3.7.1](#)). Tyto nastavení jsou při opětovném spuštění programu znovu načtena a umožňují alespoň částečně obnovit stav aplikace.



## Kapitola 4

# Implementace a testování

### 4.1 Použité nástroje

Pro implementaci byl použit programovací jazyk C++ ve spojení s toolkitem Qt<sup>1</sup>. Ten umožňuje snadnou a rychlou tvorbu grafických aplikací a v něm vytvořený zdrojový kód lze přeložit na několika operačních systémech včetně Windows a linuxových systémů.

Pro čtení a zápis Exif metadat fotografií byla použita knihovna Exiv2 (viz sekce 3.2.2). Pro její běh jsou nutné další knihovny – zlib<sup>2</sup> a expat<sup>3</sup>.

Pro zobrazení a práci s mapou byl použit javascript ve spojení s Google Maps API (viz sekce 3.6). Práce s těmito nástroji bude upřesněna v následujících sekcích.

### 4.2 Práce s Exif metadaty pomocí knihovny Exiv2

Pro přístup k Exif metadatům je nejdříve nutné otevřít fotografii pomocí knihovny a načíst její metadata. Tyto metadata jsou reprezentována instancí třídy `Exiv2::ExifData`. Jedná se o asociativní pole, kde k jednotlivým prvkům metadat lze přistupovat pomocí klíče a operátoru `[]`. Klíč je řetězec jednoznačně identifikující požadovaná metadata a skládá se ze tří částí oddělených tečkou. Pro Exif metadata je vždy první část `Exif`. Druhá část identifikuje adresář metadat, například `Image`, `GPSInfo` nebo adresář s poznámkami výrobce. Název tohoto adresáře je většinou shodný se značkou výrobce, tedy `Panasonic`, `Canon` a další. Třetí část reprezentuje konkrétní položku v adresáři. Některé použité klíče jsou uvedeny v tabulce 4.1.

GPS souřadnice jsou reprezentovány jako trojice racionálních čísel (zlomků) určujících stupně, minuty a sekundy. Například záznam `49/1 12/1 43243/1000` tedy znamená `49° 12' 43,243"`. Pro získání data fotografie se používá klíč `Exif.Photo.DateTimeOriginal`, v případě jeho absence se místo něj použije některý další z klíčů reprezentujících čas uvedených v tabulce 4.1.

---

<sup>1</sup>Toolkit Qt dostupný na <http://qt.nokia.com/products/>.

<sup>2</sup>Zdrojové kódy knihovny Zlib jsou dostupné na <http://sourceforge.net/projects/libpng/files/zlib/1.2.3/>.

<sup>3</sup>Zdrojové kódy knihovny Expat jsou dostupné na <http://sourceforge.net/projects/expat/files/expat/2.0.1/>.

Tabulka 4.1: Přehled několika použitých klíčů [9].

Klíč	Obsah metadat
Exif.GPSInfo.GPSLatitude	Zeměpisná šířka jako tři racionální čísla určující stupně, minuty a sekundy.
Exif.GPSInfo.GPSLatitudeRef	ASCII znak indikující, zda se jedná o severní ('N') nebo jižní ('S') šířku.
Exif.GPSInfo.GPSLongitude	Zeměpisná délka jako tři racionální čísla určující stupně, minuty a sekundy.
Exif.GPSInfo.GPSLongitudeRef	ASCII znak indikující, zda se jedná o východní ('E') nebo západní ('W') délku.
Exif.GPSInfo.GPSAltitude	Nadmořská výška jako racionální číslo v metrech.
Exif.GPSInfo.GPSAltitudeRef	Byte indikující zda se jedná o kladnou (0) nebo zápornou (1) nadmořskou výšku.
Exif.Photo.DateTimeOriginal	Datum a čas pořízení fotografie.
Exif.Photo.DateTimeDigitized	Datum a čas uložení fotografie jako digitálních dat.
Exif.Image.DateTimeOriginal	Datum a čas vygenerování fotografie.
Exif.Image.DateTime	Datum a čas vytvoření nebo změny souboru.

## 4.3 Implementace mapy

Použité rozhraní Google Maps Javascript API umožňuje zobrazení a interakci s mapou prostřednictvím webového prohlížeče a skriptovacího jazyka JavaScript. Nelze s ním tedy komunikovat přímo pomocí jazyka C++, kterým je implementována vyvíjená aplikace. Propojením JavaScriptu s vyvíjenou aplikací se bude zabývat následující sekce 4.3.1.

### 4.3.1 Propojení Qt a Javascriptu

Součástí toolkitu Qt je modul QtWebKit poskytující renderovací jádro prohlížeče a lze jím tedy zobrazovat libovolné webové stránky. Pro potřeby aplikace byl vytvořen soubor ve formátu HTML v jehož těle se zobrazuje mapa a dále obsahuje javascriptové funkce pro komunikaci s API. Tento soubor je při spuštění nahrán do okna aplikace a v jeho těle se zobrazí mapový podklad a některé ovládací prvky mapy.

QtWebKit umožňuje spouštět javascriptový kód tak, že je vytvořen textový řetězec s kódem, který se má provést, a tento řetězec je poté předán webové stránce k vyhodnocení. V aplikaci bylo tohoto postupu použito pro spouštění javascriptových funkcí implementovaných v HTML souboru. Například jsou takto volány funkce pro vytvoření nové značky nebo trasy, změnu pozice značky, změnu parametrů zobrazení trasy a podobně.

Protože aplikace musí reagovat na události mapy (kliknutí na značku nebo její posunutí), musí být možné aplikaci na tyto události upozornit. K tomuto účelu je využito funkce QtWebKitu, která umožňuje přidat objekt vytvořený v C++ (tedy jakýkoli objekt vytvořený v aplikaci) k objektům JavaScriptu. Volání této funkce vypadá následovně:

```
mapView->page()->mainFrame()->addToJavaScriptWindowObject("mapWidget",this);
```

Řetězec "mapWidget" je jméno, pod kterým bude objekt `this` přístupný z JavaScriptu. Uvnitř JavaScriptu je poté možné volat metody tohoto objektu.

### 4.3.2 Problémy při spuštění skriptů před načtením mapy

Při testování aplikace na počítači s pomalým internetovým připojením docházelo k problémům, pokud se aplikace pokusila spustit javascriptový kód ještě před načtením mapy. Například byla hned po spuštění aplikace otevřena trasa nebo fotografie obsahující GPS souřadnice. V tom případě byla mapa zobrazena chybně nebo se vůbec nenačetla.

Řešením je zachytávání signálu oznamujícího načtení stránky. Po zachycení tohoto signálu je v aplikaci nastaven příznak načtení. Pokud je v programu vyžadováno provedení javascriptového kódu, nejprve se otestuje, zda byl nastaven tento příznak. Pokud nebyl, kód (reprezentovaný jako textový řetězec, viz sekce 4.3.1) se uloží do seznamu. Volání javascriptového kódu je ukázáno na výpisu kódu 1.

---

#### Výpis kódu 1 Spouštění javascriptového kódu.

---

```
QString scriptStr = QString("addMarker(%1, %2, %3, %4);")
    .arg(QString::number(lat, 'f', 10))
    .arg(QString::number(lon, 'f', 10))
    .arg(id)
    .arg(markersVisible);
if(!loadIsFinished)
    scriptsToRun << scriptStr;
else
    mapView->page()->mainFrame()->evaluateJavaScript( scriptStr );
```

---

Po zachycení signálu se projde seznam `scriptsToRun` a všechny kódy se provedou v takovém pořadí, v jakém byly volány.

### 4.3.3 Problémy při propojení Qt a Google Maps Javascript API V3

Nejnovější verze API je Google Maps Javascript API V3. Ačkoli tato verze API funguje ve spojení s některými prohlížeči (například Mozilla Firefox nebo Opera) dobře, ve spojení s QtWebkitem se nechová podle očekávání. Při použití na operačním systému Windows lze sice s API komunikovat javascriptem a ovládací prvky, které jsou součástí API, jsou funkční, mapový podklad ale nereaguje na jakékoli akce myši, jako kliknutí nebo táhnutí. Proto je tato verze pro použití v aplikaci nevhodná a byla nahrazena starší verzí API, která funguje bezproblémově. Při běhu aplikace na linuxovém operačním systému se sice tak závažné problémy neobjevily, vyskytly se zde ale některé nedostatky – například při zobrazení stínovaného reliéfu se v místech, pro která nebyl podklad reliéfu dostupný (tedy všude kromě České a Slovenské republiky) zobrazí pouze bílá plocha. Proto byla také zde použita verze API V2. Nová verze API je sice v aplikaci plně implementována, nicméně není použita.

## 4.4 Testování

Aplikace byla testována na operačních systémech Ubuntu 10.04, Windows 7 64-bitová verze a Windows 7 32-bitová verze. Testované verze knihoven jsou Exiv2-0.21.1, zlib-1.2.3 a expat-2.0.1.

# Kapitola 5

## Závěr

Cílem práce bylo vytvořit aplikaci, která by umožňovala přiřazovat fotografiím informace o jejich pozici. Bylo požadováno, aby aplikace umožňovala pracovat s GPS trasami ve formátu alespoň GPX nebo KML, dále by měla umožňovat operace s časem fotografie a automatickou interpolaci polohy fotografie. Výsledkem je aplikace splňující všechny tyto části zadání. Umožňuje fotografie synchronizovat s trasami ve formátu GPX a upravovat čas fotografií včetně ukládání nového času do metadat fotografie. Navíc umožňuje interaktivní práci s mapou, díky které lze výsledky synchronizace zobrazit, nebo pomocí této mapy fotografii přímo nové souřadnice přiřadit. Také je možné zobrazit k fotografiím některá jejich Exif metadata.

Aplikace byla vyvíjena pomocí toolkitu Qt, knihovny Exiv2 a Google Maps API. Problematické bylo zejména zakomponování vybraného mapového API do aplikace, kdy nová verze tohoto API nebyla kompatibilní s toolkitem Qt, a proto byla použita starší verze API. Také překlad knihovny Exiv2 byl pod systémem Windows poměrně komplikovaný.

### 5.1 Možná rozšíření

Ačkoli aplikace má požadovanou funkcionalitu, bylo by možné ji doplnit o celou řadu rozšíření, která ale nebyla z časových důvodů implementována. Zde jsou uvedena některá z nich:

- **Podpora dalších formátů tras** – i když formát GPX je velmi rozšířený a používaný v mnoha GPS přijímačích, existuje celá řada dalších formátů. Tyto formáty je většinou možné mezi sebou převádět, přesto by bylo vhodné v aplikaci podporovat i některé další formáty, především KML.
- **Automatické zjištění názvu lokality** – na internetu jsou dostupné nástroje, které dokáží k GPS souřadnicím přiřadit geografické informace, například název státu a města. Tyto informace lze poté uložit do metadat fotografie. Práce s kódováním metadat je ale z důvodu využívání více znakových sad dost problematická.
- **Zobrazení většího množství metadat fotografií a možnost jejich změny** – kromě metadat zobrazovaných v aplikaci obsahují fotografie ještě spoustu dalších. Některé z nich jsou uloženy v poznámkách výrobce, které jsou pro každou značku fotoaparátu jiné, a proto k nim nelze přistupovat univerzálně. Aplikace by mohla v budoucnu podporovat také tato metadata a také by mohla umožňovat je ručně měnit nebo alespoň přidávat k fotografiím komentář.

# Literatura

- [1] *Coordinates Universal Time – Wikipedie* [online]. 17. 12. 2004 [cit. 2011-05-9].  
Dostupné z WWW: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Coordinated\\_Universal\\_Time](http://cs.wikipedia.org/wiki/Coordinated_Universal_Time).
- [2] *Daylight saving time – Wikipedia, the free encyclopedia* [online]. 4 April 2002, 29 April 2011 [cit. 2011-05-9].  
Dostupné z WWW: [http://en.wikipedia.org/wiki/Daylight\\_saving\\_time](http://en.wikipedia.org/wiki/Daylight_saving_time).
- [3] *Earth radius* [online]. [cit. 2011-05-9].  
Dostupné z WWW: <http://earth-radius.co.tv/>.
- [4] *Exchangeable image file format – Wikipedia, the free encyclopedia*. [online], 31 August 2003 [cit. 2011-05-9].  
Dostupné z WWW: [http://en.wikipedia.org/wiki/Exchangeable\\_image\\_file\\_format#Technical](http://en.wikipedia.org/wiki/Exchangeable_image_file_format#Technical).
- [5] Foster, Dan: *GPX: the GPS Exchange format* [online]. [cit. 2011-05-9].  
Dostupné z WWW: <http://www.topografix.com/gpx.asp>.
- [6] *Global Positioning System – Wikipedia, the free encyclopedia* [online]. 19 September 2001 [cit. 2011-05-9].  
Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/GPS>.
- [7] *GPS.gov : Space Segment* [online]. April 29, 2011 [cit. 2011-05-9].  
Dostupné z WWW: <http://www.gps.gov/systems/gps/space/>.
- [8] *Great-circle distance – Wikipedia, the free encyclopedia* [online]. 26 November 2003 [cit. 2011-05-9].  
Dostupné z WWW: [http://en.wikipedia.org/wiki/Great-circle\\_distance#Formul.C3.A6](http://en.wikipedia.org/wiki/Great-circle_distance#Formul.C3.A6).
- [9] Huggel, Andreas: *Exiv2 – Image metadata library and tools* [online]. 2004 až 2011 [cit. 2011-05-9].  
Dostupné z WWW: <http://www.exiv2.org/tags.html>.
- [10] Huggel, Andreas: *Exiv2 – Image metadata library and tools* [online]. 2004 až 2011 [cit. 2011-05-9].  
Dostupné z WWW: <http://www.exiv2.org/makernote.html>.
- [11] Keller, Ed; Holmberg, Greg; Cooke, Don: *Geographic Information Systems FAQ* [online]. 1994 [cit. 2011-05-9].  
Dostupné z WWW: <http://www.faqs.org/faqs/geography/infosystems-faq/>.

- [12] *Latitude* – *Wikipedia, the free encyclopedia* [online]. 27 March 2001 [cit. 2011-05-9].  
Dostupné z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Latitude>>.
- [13] *Longitude* – *Wikipedia, the free encyclopedia* [online]. 8 October 2001 [cit. 2011-05-9].  
Dostupné z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Longitude>>.
- [14] *Ortodroma* – *Wikipedie* [online]. 10. 4. 2006 [cit. 2011-05-9].  
Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Ortodroma>>.
- [15] Technical Standardization Comitee on AV & IT Storage Systems and Equipment:  
*Exchangable image file format for digital still cameras: Exif Version 2.2* [online]. april  
2002 [cit. 2011-05-9].  
Dostupné z WWW: <<http://www.exif.org/Exif2-2.PDF>>.
- [16] *Time zone* – *Wikipedia, the free encyclopedia* [online]. 12 October 2001 [cit.  
2011-05-9].  
Dostupné z WWW: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Time\\_zone](http://en.wikipedia.org/wiki/Time_zone)>.
- [17] Tyrner, Miroslav; Štěpánková, Hana: *Kartografie* [online]. 1999 [cit. 2011-05-13].  
Dostupné z WWW: <<http://www.fbi.vsb.cz/miranda2/export/sites-root/fbi/030/cs/sys/resource/PDF/KARTOGRAFIE.pdf>>.
- [18] *Universal Time* – *Wikipedie* [online]. 21. 12. 2004 [cit. 2011-05-9].  
Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/UT1>>.
- [19] Weisstein, Eric W.: *Great Circle* – *from Wolfram Mathworld* [online]. [cit. 2011-05-9].  
Dostupné z WWW: <<http://mathworld.wolfram.com/GreatCircle.html>>.