

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra aplikované geoinformatiky a územního plánování



Návrh geodatabáze turistického regionu Český ráj
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Vítězslav Moudrý

Diplomant: Bc. Magdalena Krůfová

2010

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a následné obhajobě diplomovou práci jako součást ukončení navazujícího magisterského studia oboru Krajinné inženýrství na Fakultě životního prostředí České zemědělské univerzity v Praze.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, pod vedením Ing. Vítězslava Moudrého. Dále prohlašuji, že jsem uvedla všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.

V Praze dne 26. dubna 2010

.....
Magdalena Krůfová

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala především zaměstnancům Sdružení Český ráj za jejich vstřícnost a ochotu ke spolupráci, dále vedoucímu své diplomové práce Vítězslavu Moudrému a panu Jiřímu Chroustovi za cenné rady a čas, který mi věnovali. Nemenší díky pak patří mým rodičům, sestře a partnerovi za skvělé zázemí a bezmeznou podporu nejen při psaní diplomové práce, ale i po celou dobu mých studií.

Abstrakt

Hlavním cílem této diplomové práce je navržení databáze pro efektivní skladování dat o pěších a cyklistických trasách a jejich doprovodné infrastruktuře, zejména rozcestnicích. Součástí návrhu je vyplnění eventuálních hodnot vlastností objektů a kompletní řešení plnění databáze – od sběru dat v terénu až po prezentaci zpracovaných dat. Databáze je uzpůsobena konkrétním potřebám Sdružení Český ráj, jehož hlavní náplní je systematický rozvoj cestovního ruchu v turistickém regionu Český ráj. Zároveň bylo při jejím návrhu dbáno na soulad s dostupnými metodikami.

Teoretická část práce poskytuje stručný úvod do geoinformatiky a problematiky databází s podrobnějším zaměřením na geografické informační technologie a relační databáze.

Hlavním přínosem práce je konstrukce databáze, řešení jejího plnění a vytvoření návodu k obsluze databáze. Zavedení projektu by mělo výrazně usnadnit činnosti Sdružení Český ráj spojené s evidencí tras a rozcestníků. Projekt lze využít v podstatě na celém území České republiky a jeho implementace nevyžaduje žádné investice, jelikož je provozován ve volně dostupných aplikacích systému Janitor.

Klíčová slova

trasa – turistika – evidence – GIS – Janitor

Abstract

Thesis topic: Geodatabase design of tourist region Český ráj

The main objective of this thesis is to design a database for an efficient storage of data on walking and cycling routes and their supporting infrastructure, especially guideposts. The proposal includes the prefilling of possible values of object characteristics and the complete solution of database completion – from data collection to the presentation of processed data. The database is tailored to the specific needs of the Sdružení Český ráj, an association whose primary concern is the systematic development of tourism in the tourist region Český ráj (Bohemian Paradise). The proposal also takes special care to comply with the available methodologies.

The theoretical part of the thesis is providing a brief literature review to the key issues relating to geographic information science and database systems with a detailed focus on geographical information technologies and relational databases.

The main contribution of this work is the construction of the database, the solution of its completion and the creation of the user manual. The implementation of the project should facilitate the activities of the Sdružení Český ráj related to data management of paths and guideposts. The project might be used throughout the Czech Republic and its implementation requires no investment, since it is operated in freeware applications of the Janitor system.

Key words

route – tourism – data management – GIS – Janitor

Obsah

1. Úvod	9
2. Cíle práce	10
3. Literární rešerše	11
3.1 ÚVOD DO GEOINFORMATIKY	11
3.1.1 Geografická data	11
3.1.2 Prostředky geoinformatiky	11
3.2 DÁLKOVÝ PRŮZKUM ZEMĚ	12
3.3 GLOBÁLNÍ NAVIGAČNÍ DRUŽICOVÉ SYSTÉMY	13
3.3.1 Uspořádání navigačního družicového systému	14
3.3.2 GNSS přijímače	15
3.4 GEOGRAFICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY	16
3.4.1 GIS technologie	17
3.4.2 GIS aplikace	17
3.5 DATABÁZOVÉ SYSTÉMY	19
3.5.1 Databáze	20
3.5.2 Řídící systém databáze	20
3.5.3 Databázové modely	20
3.5.4 Relační databázové systémy	21
3.5.5 Objektově orientovaný databázový systém	24
3.5.6 Databáze pro správu geografických dat	25
3.6 MOŽNOSTI PREZENTACE GEODAT NA INTERNETU	25
3.6.1 Prosté umístění dat na WWW	25
3.6.2 Flash a Zoomify	26
3.6.3 Web mapping	26
3.6.4 Webové mapové služby	26
3.6.5 Keyhole Markup Language	27
3.7 VYUŽITÍ GIT V CESTOVNÍM RUCHU	27
3.7.1 GIS a mapové portály	28
3.7.2 Využití GNSS v cestovním ruchu	28
3.8 TRASY PRO PĚŠÍ A CYKLISTY A JEJICH EVIDENCE	29
3.8.1 Turistické trasy	29
3.8.2 Zelené stezky – Greenways	31
3.8.3 Ostatní typy tras pro pěší a cyklisty	31

4.	Metodika	33
4.1	POŽADAVKY SDRUŽENÍ ČESKÝ RÁJ	33
4.2	POPIS EXISTUJÍCÍCH DAT A METODIKY JEJICH SBĚRU A ZPRACOVÁNÍ	33
4.3	NÁVRH DATABÁZE A JEJÍHO PLNĚNÍ	34
4.3.1	Výběr platformy pro realizaci databáze	34
4.3.2	Použité aplikace a jejich instalace	34
4.3.3	Návrh databáze	35
4.3.4	Konstrukce databáze v Toad Data Modeler	35
4.3.5	Zprovoznění databáze v SQLTools	37
4.3.6	Návrh plnění databáze	37
4.3.7	Tvorba formulářů v aplikaci DataBuilder	38
4.3.8	Export tabulek do formátu DBF a jejich propojení s GIS	39
4.3.9	Příprava papírových formulářů pro sběr dat v terénu	39
4.4	ZKUŠEBNÍ NAPLNĚNÍ DATABÁZE	40
4.4.1	Příprava na mapování	40
4.4.2	Sběr dat v terénu	40
4.4.3	Zpracování dat v aplikaci JanMap	41
4.4.4	Plnění databáze	41
5.	Výsledky	42
5.1	ZPROVOZNĚNÍ DATABÁZE	42
5.2	PLNĚNÍ DATABÁZE	42
5.2.1	Formulář pro záznam údajů o trase	42
5.2.2	Vyplnění vlastností úseků trasy v atributové tabulce	43
5.2.3	Záznam údajů o rozcestníku	44
5.3	PRÁCE S DATY	46
5.4	PREZENTACE DAT NA INTERNETU	47
6.	Diskuse	48
7.	Závěr	51
8.	Přehled literatury a použitých zdrojů	52
	Seznam použitých zkratk	55
	Seznam obrázků a tabulek	57
	Přílohy	58

1. Úvod

Naše společnost se potýká s neustále narůstajícím objemem dat, jehož manuální zpracování bývá obtížně zvládnutelné. V různých oborech lidské činnosti jsou proto pro správu, zpracování a uchování těchto dat využívány informační systémy. Prostorová data nejsou výjimkou – informační systémy určené pro jejich zpracování se nazývají geografické informační systémy, zkráceně GIS. Efektivní práci s daty zajišťují databáze, které jsou nedílnou součástí každého informačního systému. Z charakteru prostorových dat (jejich objemnosti a relativní nestálosti) vyplývá potřeba jejich kvalitní organizace v databázích s pečlivě uspořádanou strukturou.

Před úkolem zkvalitnit organizaci prostorových dat nyní stojí i Sdružení Český ráj (SČR) – organizace, jejíž hlavní náplní je zajištění systematického rozvoje cestovního ruchu v turistickém regionu Český ráj. Jedná se o zájmové sdružení měst, obcí a dalších právnických osob, jejichž společným cílem je vytvořit turisticky atraktivní oblast mezinárodního významu při zachování přírodních a kulturních hodnot a v souladu se zájmy místních obyvatel (SČR 2008). Efektivní koordinaci aktivit v regionu značně znesnadňuje fakt, že se rozkládá na území třech krajů (Královéhradeckého, Libereckého a Středočeského). Poloha turistického regionu Český ráj v rámci České republiky a průběh jeho hranice je znázorněna na Obrázku 1.



Obrázek 1. Průběh hranice turistického regionu Český ráj (data: maps.google.com, SČR)

Mezi aktivity SČR patří prezentace a propagace turisticky významného území, zajištění a optimalizace turistického informačního systému a zajištění analytické činnosti (SČR 2008). Za efektivním plněním těchto bodů stojí mimo jiné i kvalitní zdroje prostorových dat týkajících se především pěších a cyklistických tras, turistických informačních míst (TIM) a bodů zájmu. Donedávna byly tyto informace zpracovávány pouze v papírové podobě (tvorba vlastních map a plánků), nyní se sdružení nachází ve fázi přechodu na digitální zpracování prostorových dat, které vyžaduje kvalitní organizaci.

Spravovaná data by měla sloužit nejen pro účely SČR, ale i jiných organizací (např. krajů či členských subjektů). Aby bylo možné data sdílet s ostatními organizacemi, je žádoucí koordinovat způsob jejich sběru a zpracování s již rozběhlými projekty.

Pro správu dat velkých územních celků jsou v pověřených orgánech obvykle užívány funkčně rozsáhlé GIS aplikace. Jejich využití ve Sdružení Český ráj je však nemyslitelné vzhledem k vysoké pořizovací ceně takového software. Pro správu prostorových dat turistického regionu Český ráj mohou být vynaloženy pouze minimální prostředky, měla by být proto realizována ve volně dostupných programech.

2. Cíle práce

Hlavním cílem této diplomové práce je zkvalitnění organizace dat týkajících se pěších a cyklistických tras a jejich doprovodné infrastruktury, čehož bude dosaženo pomocí následujících dílčích kroků:

1. Návrh a konstrukce geodatabáze pěších a cyklistických tras a jejich doprovodné infrastruktury.
2. Návrh a řešení vhodného způsobu naplňování geodatabáze.
3. Ověření navrženého modelu v praxi.

3. Literární rešerše

3.1 ÚVOD DO GEOINFORMATIKY

V posledních desetiletích zaznamenaly vědní a inženýrské obory značné změny spočívající v komputelizaci činností a digitalizaci dat. Tyto změny se nevyhnuly ani geografickým vědám a zapříčinily tak vznik nového vědního oboru – geoinformatiky.

Geoinformatika může být definována jako disciplína, která je zaměřena na vývoj a aplikaci metod pro řešení specifických problémů geověd se zvláštním důrazem na geografickou pozici objektů (Streit 1998). Její hlavní náplní je tedy sběr, distribuce, ukládání, analýza a prezentace geografických dat a z nich získaných geografických informací (Kolář 2003).

3.1.1 Geografická data

Pod pojmem geografická data (zkráceně geodata) se rozumí údaje popisující objekty a jevy, jejichž výskyt či platnost je možné přiřadit určitému místu na zemském povrchu nebo v jeho blízkosti (Kolář 2003). Jedná se o soubory čísel a znaků určené pro další počítačové zpracování, výsledkem tohoto zpracování jsou geografické informace (Šíma 2005).

Objekty popsané geografickými daty se nazývají geoobjekty a jsou abstraktním modelem skutečných prostorových objektů. Od ostatních geoobjektů je lze odlišit pomocí jejich (Streit 1998):

- geografického umístění (geometrie),
- vztahů s ostatními geoobjekty (topologie),
- atributových vlastností (tématiky),
- časové změny (dynamiky).

Pro grafickou reprezentaci geoobjektů existují dva základní datové modely: vektorový a rastrový. Vektorová data reprezentují bodový nebo liniový geografický prvek a mají podobu souřadnic bodu či počátku a konce úsečky. Rastrová data jsou vyjádřena formou matice buněk (neboli pixelů), kde hodnota každé buňky reprezentuje hodnotu jevu (Šíma 2005).

3.1.2 Prostředky geoinformatiky

Mezi základní prostředky, které se uplatňují v procesu zpracování geografických dat, patří geografické informační technologie (GIT), databázové systémy a počítačové sítě.

Geografické informační technologie pak Goodchild (1997) rozděluje na tři hlavní typy:

- dálkový průzkum Země,
- globální navigační družicové systémy,
- geografické informační systémy.

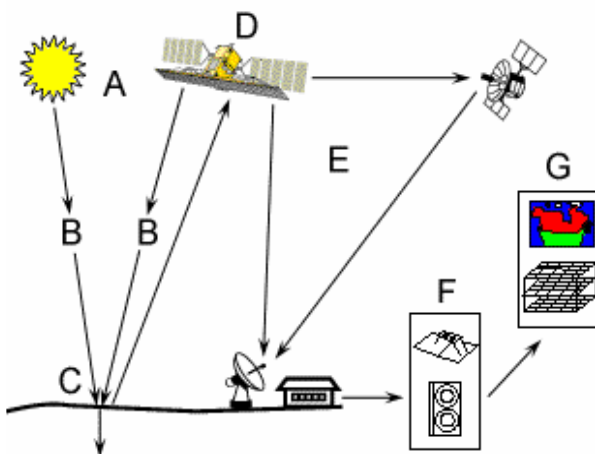
3.2 DÁLKOVÝ PRŮZKUM ZEMĚ

Stále snadnější přístup do kosmického prostoru a přechod z klasického filmového záznamu na radiometrické měření umožnili v druhé polovině 20. století rozvoj geoinformační technologie zvané dálkový průzkum Země (Kolář 2003), v mezinárodní literatuře uváděné pod pojmem **remote sensing**. Jeho předchůdcem je letecká fotografie, která se používá již několik desítek let jako základní metoda sběru údajů pro tvorbu zejména topografických map (Schejbal et al. 2006).

Dálkový průzkum obecně je metoda získávání informací o objektech a jevech bezkontaktním způsobem (Kolář 2003). Princip této metody je založen na přenosu informací pomocí elektromagnetického záření, jehož parametry se při interakci s hmotným prostředím mění v závislosti na fyzikálních vlastnostech tohoto prostředí (Halounová et Pavelka 2005). Tento fakt dovoluje z naměřených hodnot odraženého či emitovaného záření zpětně určovat vlastnosti objektů (Kolář 2003). Na stejném principu funguje například i lidské oko, které je schopno rozlišovat objekty pomocí odraženého viditelného světla – tedy elektromagnetického záření o vlnové délce mezi 400 a 700 nanometry. Díky nejrůznějším technologiím a přístrojům je však možné využívat pro účely dálkového průzkumu i elektromagnetického záření mimo tento rozsah (Clevers 2006).

Dálkový průzkum Země (DPZ) je zaměřen na získávání informací o objektech a jevech na zemském povrchu (případně pod zemským povrchem či v atmosféře), a to pomocí senzorů umístěných v letadlech, kosmických lodích nebo na umělých družicích Země (Kolář 2003; Clevers 2006). Senzory je možné rozdělit na pasivní a aktivní. Pasivní senzory nemají vlastní zdroj radiace, jsou citlivé na záření přírodního původu, jako je například odraz slunečního světla nebo energie vyzařovaná samotným objektem. Klasickým příkladem pasivního senzoru je fotografický aparát, dalšími příklady jsou multispektrální skener, teplotní snímač a mikrovlnný radiometr. Aktivní senzor má zabudovaný vlastní zdroj radiace a měří rozdíl mezi vyslaným a odraženým zářením (Clevers 2006). Mezi aktivní senzory patří radar (RADio Detection And Ranging) a lidar (LIght Detection And Ranging).

Aktivita spojené se sběrem dat tvoří jednu část celého systému (Halounová et Pavelka 2005). Celkový systém DPZ znázorňuje Obrázek 2.



Obrázek 2. Systém dálkového průzkumu Země (zdroj: CCRS 2008).

Pro fázi sběru dat jsou důležité tyto složky (CCRS 2008):

- zdroj elektromagnetického záření (A),
- průchod záření skrze atmosféru (B),
- interakce s objektem (C),
- záznam záření senzorem (D).

Druhou část tvoří následující aktivity:

- přenos, příjem a (před)zpracování zaznamenaných měření (E),
- interpretace a analýza dat DPZ – většinou pomocí počítače (F),
- vytvoření konečného produktu – většinou jako vrstvy GIS (G).

Družicová data jsou svým charakterem prostorová, protože pokrývají určitou plochu zemského povrchu. Jejich základem je měření, takže jde o objektivní metodu, jejíž výsledky jsou zaznamenávány v digitální formě. Jsou tedy přímo použitelná v geografických informačních systémech (Kolář 2003).

3.3 GLOBÁLNÍ NAVIGAČNÍ DRUŽICOVÉ SYSTÉMY

Globální navigační družicový systém (GNSS – Global Navigation Satellite System) je obecný název pro technologie, které na základě signálů odeslaných z družic umožňují stanovení geografické pozice speciálního radiového přijímače, a to s celosvětovým pokrytím. Přesnost měření se pohybuje od desítek metrů až po milimetry (Schejbal et al. 2006).

V souvislosti se satelitními navigacemi je často používána zkratka GPS (Global Positioning System). GPS je však pouze jedním z mnoha globálních navigačních družicových systémů. Jelikož se ale jedná o systém celosvětově doposud nejvyvinutější a nejpoužívanější, stalo se toto sousloví generálním pojmem.

Jedná se především o výše zmíněný **NAVSTAR GPS** (Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System), který je provozovaný Ministerstvem obrany Spojených států amerických. GPS je v současnosti jediným plně funkčním satelitním navigačním systémem; to znamená, že je schopen poskytovat navigační data v potřebné kvalitě po 24 hodin denně kdekoli na Zemi. Jeho celosvětovou dostupnost zajišťuje již od roku 1994 sestava minimálně 24 družic obíhajících po střední oběžné dráze (MEO – Medium Earth Orbit) (Dana 1997; Šunkevič 2007a).

Jeho obdobou je ruský **GLONASS** (GLObal NAVigation Satellite System, rusky: ГЛОНАСС – ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система), který se v posledních letech dočkal svého znovuzrození a jehož pokrytí v Rusku je dnes již 100 %. Jeho vesmírný segment nyní tvoří 19 satelitů a během roku 2010 má být vypuštěno dalších devět satelitů, které dle ředitele Ruské federální vesmírné agentury zajistí celosvětové pokrytí GLONASS (ESA 2004; TV-Novosti 2009).

Prvním evropským projektem v oblasti družicové navigace je systém **EGNOS** (European Geostationary Navigation Overlay Service, volně přeloženo jako podpůrná geostacionární navigační

služba). Jeho úkolem je zpřesňovat americký GPS a zajistit, aby byl použitelný pro aplikace, při kterých je důležitá spolehlivost dat určení polohy a jejich vyšší přesnost (např. pilotování letadla či navigace lodí v úzkých kanálech). Skládá se ze tří geostacionárních družic a ze sítě pozemních stanic (ESA 2009; Šunkevič 2007b).

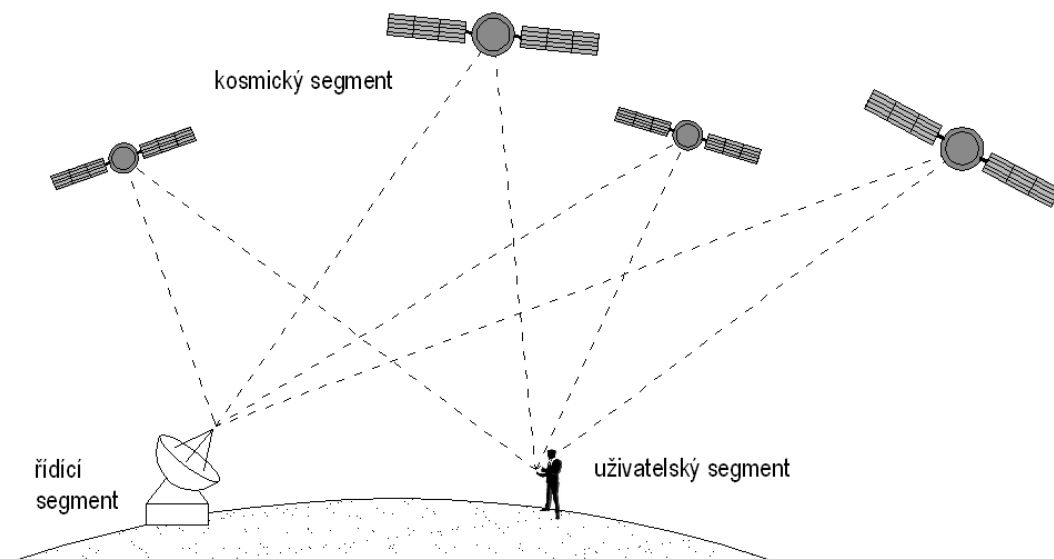
Na EGNOS navazuje v současnosti Evropou usilovně vyvíjený systém **Galileo**, který má být uveden do provozu v roce 2010. Galileo je prvním naprosto civilním navigačním systémem. Bude využívat stejného principu jako oba v současné době funkční vojenské navigační systémy GPS a GLONASS, se kterými se bude vzájemně doplňovat (ESA 2007). Navíc má dle Evropské kosmické agentury (2007) garantovat dostupnost služeb za všech – i za těch nejextrémnějších okolností – a během několika vteřin informovat uživatele o případném selhání satelitů. Tím by měla být zaručena jeho vhodnost pro aplikace, ve kterých hraje zásadní roli bezpečnost, jako je řízení železniční, automobilové a letecké dopravy.

3.3.1 Uspořádání navigačního družicového systému

Globální navigační družicový systém se skládá ze třech základních částí, jedná se o:

- kosmický segment,
- řídicí segment,
- uživatelský segment.

Schéma navigačního družicového systému znázorňuje Obrázek 3.



Obrázek 3. Schéma globálního navigačního družicového systému (převzato z: Dana 1997).

Kosmický segment je tvořen soustavou družic obíhajících okolo Země tak, aby se vždy alespoň čtyři z nich při pohledu z jakéhokoliv místa na zemském povrchu nacházely minimálně 15° nad obzorem. Družice vysílají radiové vlny odvozené ze základní frekvence generované velmi přesnými atomovými hodinami, které nesou informace potřebné pro stanovení polohy (Schejbal et al. 2006).

Řídící segment se skládá z hlavní kontrolní stanice a monitorovacích stanic umístěných kolem rovníku. Tyto stanice přijímají signály z družic, spočítají orbitální data a odesílají data zpět k družicím, které následně pomocí radiových signálů předají data do přijímače. Úkolem řídicího segmentu je rovněž zajistit, aby dráhy satelitů a chod atomových hodin byly v přijatelných mezích (Dana 1997; Schejbal et al. 2006).

Přijímače satelitních navigačních signálů spadají pod **segment uživatelský**, jehož součástí jsou samozřejmě také postupy měření a vyhodnocování, a v neposlední řadě samotní uživatelé. Přijímače se obecně skládají z antény (která je „naladěna“ na frekvence vysílané družicemi), procesoru a vysoce stabilních hodin. Také mohou být vybaveny displejem, na kterém se uživateli zobrazují údaje o jeho poloze a rychlosti (Čábelka 2007; Šunkevič 2007a).

3.3.2 GNSS přijímače

Popularita navigačních systémů a možnosti jejich využití v rozličných oborech lidské činnosti neustále rostou. Z tohoto důvodu se na trhu nachází obrovské množství nejrozumnějších GNSS přijímačů.

Většinou se stále ještě jedná o přijímače signálu GPS, objevují se však již přístroje schopné přijímat i signály ostatních GNSS (GLONASS a Galileo). Důležitou vlastností GNSS přijímačů je jejich přesnost. Ta závisí na počtu kanálů, které značí počet družic, od kterých je přijímač v jednom časovém úseku schopen přijímat signály (Šunkevič 2007a). Ještě v nedávné době bylo standardem 4 až 5 kanálů, v současnosti jsou na trhu přijímače až s 20 kanály.

Přijímače lze rozdělit podle mnoha kritérií, z nichž byla pro účely této práce vybrána následující:

- způsob mapové editace,
- způsobu použití přijímače.

Dle **způsobu mapové editace** rozlišujeme přístroje na **mapové** (Obrázek 4) a **nemapové** (Obrázek 5). Na displeji mapových přijímačů je možné zobrazit digitální mapový podklad. Nemapové přijímače sice umožňují plnohodnotnou navigaci, k orientaci v terénu je však nutné použít klasickou papírovou mapu.



Obrázek 4. Mapový GPS přijímač Garmin Oregon 400t.
(Zdroj Obrázek 4 a Obrázek 5: Garmin 2010)



Obrázek 5. Nemapový GPS přijímač Garmin eTrex H.

Podle **způsobu použití** je možné přijímače rozdělit na navigační, geodetické a na přijímače s časovou synchronizací (Čábelka 2007). Poslední dva jmenované typy jsou určeny úzkým skupinám odborníků a jejich podrobná charakteristika by na tomto místě byla irelevantní.

Do skupiny **navigačních přijímačů** patří celá řada přístrojů pro civilní i vojenské využití (Čábelka 2007):

- ruční – turistické navigace (Obrázek 4, Obrázek 5), navigace do auta, přístroje pro jachting, paragliding, cyklistiku atd.,
- námořní – tzv. mapové plottery, většinou s větší obrazovkou, mohou být kombinovány se sonary,
- letecké – obsahují vestavěné letecké mapové prvky,
- aplikační – určeny pro spojení s další elektronikou (PC, notebook, PDA, mobilní telefony), zakrytované (Obrázek 6), v podobě OEM desek (Obrázek 7), či přijímače připojitelné pomocí Bluetooth technologie (Obrázek 8).



Obrázek 6. Garmin GPS 16x HVS.

Obrázek 7. Garmin GPS 15H.

Obrázek 8. Garmin GPS 10x BT.

(Zdroj Obrázek 6 až Obrázek 8: Garmin 2010)

3.4 GEOGRAFICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY

Pro usnadnění práce s velkým množstvím dat jsou v různých oborech lidské činnosti využívány informační systémy. Speciálním typem jsou tzv. geografické informační systémy, zkráceně GIS.

Geografické informační systémy slouží ke sběru a kontrole geografických dat, jejich uskladnění, výběru, analýze a prezentaci. Prostřednictvím těchto úkonů lze následně získávat informace o druhu a kvalitě geobjektů a o jejich vzájemných vztazích (Kolář 2003).

Význam geografických informačních systémů neustále vzrůstá v souvislosti s potřebou kompletního digitálního zmapování světa, která v posledních letech ovládla naši společnost.

Existují dva základní významy pojmu geografický informační systém (Goodchild 1997; Tuček 1998):

- GIS jako aplikace – informační systém zpracovávající geografická data neboli konkrétní softwarový produkt nabízený na trhu,
- GIS jako technologie – komponenty potřebné pro realizaci a provoz aplikace.

3.4.1 GIS technologie

Mezi technologické součásti GIS patří hardwarové a softwarové vybavení, data (prostorové údaje) a personální zdroje (obsluha GIS).

Hardwarové vybavení pro GIS se nijak výrazně neliší od toho klasického. Výjimkou jsou velkoformátové skenery, digitizéry a plotry (velkoplošné tiskárny), které ovšem nemusejí být vždy nutností. Důležitá je spíše výkonnost hardwarových zařízení – kapacita RAM, kvalitní a rychlý procesor a výkonné grafické prostředí. Oblíbenou platformou pro GIS jsou pracovní stanice, jejichž základem jsou právě rychlé procesory s přístupem na velké pracovní disky a často i monitory s vysokým rozlišením (Goodchild 1997; Tuček 1998).

Mezi softwarové nástroje GIS patří databázové systémy, dotazovací jazyky, funkční nástroje a uživatelský interface (Kolář 2003). O databázových systémech a dotazovacích jazycích je pojednáno v kapitole 3.5. Mezi funkční nástroje GIS se řadí moduly pro sběr a transformaci údajů, moduly pro prostorové analýzy, zobrazovací moduly a moduly pro tvorbu výstupů (Tuček 1998). Pod pojmem uživatelský interface se skrývá systém pro interpretaci příkazů uživatele a jejich překladu do formy pochopitelné systémem, což může být implementováno příkazovým řádkem či systémem nabídek nebo voleb (ikony).

Alfou a omegou každého informačního systému jsou vlastní data, přičemž ze všech činností s nimi prováděných je nejdůležitější jejich získávání (sběr). Může se jednat buď o údaje primární, nebo sekundární (Tuček 1998). Primární údaje jsou digitální data pocházející přímo z měřících přístrojů (senzory DPZ, geodetické přístroje, GNSS přijímače). Sekundární údaje jsou již zpracovaná data, která ovšem vyžadují konverzi do digitální formy (letecké fotografie, papírové mapy).

V neposlední řadě platí, že úspěšnost každého projektu GIS závisí na zkušenostech a schopnostech jeho obsluhy.

3.4.2 GIS aplikace

Určit počátek vzniku geografických informačních systémů je velice obtížné. Je však všeobecně známo, že koncepce GIS má své kořeny v několika výzkumných iniciativách probíhajících v USA, Kanadě a Evropě na konci padesátých let 20. století. Za první skutečný GIS je považován Kanadský geografický informační systém (CGIS) zřízený pro Kanadský pozemkový fond (Thill 2000).

Od té doby prošel GIS značným vývojem – ruku v ruce s vývojem technologií a databázových systémů. Současný trh s programovými prostředky pro budování GIS je velice bohatý (Tuček 1998). K dostání jsou jak komerční produkty, jejichž pořízení je často velice nákladné, tak produkty nekomerční (freeware), které ovšem obvykle nenabízejí tak širokou škálu nástrojů a uživatelskou podporu. Aplikace mohou mít různé užší zaměření (např. městské informační systémy, informační systémy různých sítí apod.), u nejrozšířenějších programů však snaha vývojářů směřuje ke komplexnosti a všestrannému využití dané aplikace (Tuček 1998). Rovněž existují aplikace pro

různé hardwarové platformy. Trendem posledních let jsou aplikace pro PDA či mobilní telefony s GNSS moduly. Nejrozšířenější platformou jsou však stále stolní počítače.

Mezi celosvětově nejvýznamnější komerční produkty pro stolní počítače patří **ArcGIS Desktop** od firmy ESRI (<http://www.esri.com/products>) a software **IDRISI GIS** z dílny Clark Labs (<http://www.clarklabs.org>). Z celé řady nekomerčních programů stojí za zmínku například americký **GRASS GIS** (<http://grass.osgeo.org>) či systém **Janitor**, který bude v této práci následně využit.

Systém Janitor

Systém Janitor je nekomerční software určený k získávání, organizaci, správě a analýze dat, který je vyvíjen v LabGIS Cenia (Laboratoř GIS České informační agentury životního prostředí). Jedná se o soubor několika samostatně pracujících, avšak vzájemně propojitelných aplikací, které umožňují sběr dat v terénu včetně jejich prostorového určení, vedení datového skladu, import prostorových i ostatních dat a jejich editaci. Další funkcí je tvorba a modifikace formulářů a sestav. Janitor pracuje s daty uloženými v prostředí podporovaných databázových serverů (MySQL, PostgreSQL) a využívá dotazovací jazyk SQL92. Systém Janitor byl původně určen k zápisu a zpracování údajů z terénních průzkumů, což vycházelo z potřeb a požadavků institucí zaměřených na ochranu přírody. Současná verze Janitoru (J/2) je již univerzálním nástrojem pro řešení široké škály problémů (Cenia 2005).

Systém Janitor je tvořen těmito součástmi:

- ConnAdmin – nástroj umožňující správu připojení na databázové servery,
- DataBuilder – aplikace k vytváření a správě formulářů,
- DataRuntime – aplikace k uživatelské práci s formuláři vytvořenými v aplikaci DataBuilder,
- JanDat – aplikace k práci s tabulkami DBF,
- JanMap – aplikace k práci s prostorovými daty (GIS aplikace),
- SQLTools – aplikace k práci s daty uloženými v databázích,
- FieldGIS – aplikace určená pro sběr dat v terénu pomocí PDA.

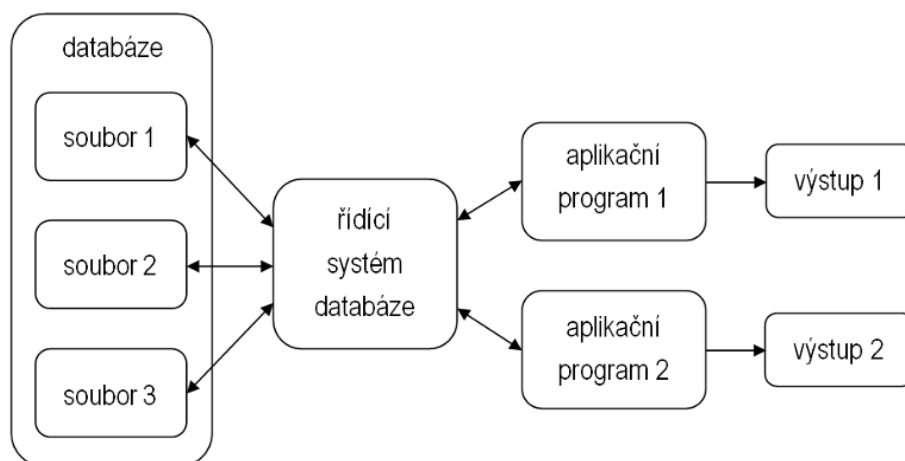
Aplikace Janitor J/2 pracují se známými formáty, které je možné otevřít a editovat v dalších systémech a aplikacích (Cenia 2005). Konkrétně v případě GIS aplikace JanMap je to především formát ESRI Shapefile (SHP), který je nejrozšířenějším formátem vektorových dat v GIS aplikacích po celém světě.

3.5 DATABÁZOVÉ SYSTÉMY

Základem každého informačního systému jsou vlastní data. Při práci s nimi záleží na způsobu, jak je organizována struktura jejich uložení (Kolář 2003).

Od počátku využití výpočetní techniky v informačních systémech byly i poměrně velké objemy dat zpracovávány na jednom počítači. Takovýto systém se nazývá **agendové zpracování dat** (Farana 2005). S přibývajícím množstvím dat a s rostoucími nároky na informační systémy přestal být tento systém vyhovující. Mezi problémy agendového zpracování patří: redundance (zdvojení) informací, obtížná dosažitelnost dat, izolovanost dat (rozmístění dat v různých souborech), dlouhá doba zpracování, nemožnost současného přístupu více uživatelů apod. (Klečková 2007).

Snaha odstranit nevýhody agendového zpracování vedla k oddělení dat od programu. Data jsou tedy uložena samostatně – v tzv. databázi, z níž si programy vybírají potřebné informace. Na tomto principu pracují **databázové systémy**. Databázový systém je tvořen řídicím systémem databáze (DBMS – Database Management System) a vlastní databází (Farana 2005). Pod pojmem databáze se skrývá množina datových souborů, které významově tvoří jeden celek (Klečková 2007). Řídicí systém databáze pak umožňuje ukládání, manipulaci a vyhledávání dat v databázi (Kolář 2003). Zpracování dat v databázovém systému znázorňuje Obrázek 9.



Obrázek 9. Zpracování dat v databázovém systému (převzato z: Kolář 2003).

Poučení se z problémů agendového zpracování dat vedlo ke stanovení základních požadavků na databázové systémy (Tuček 1998):

- přístup k údajům pro všechny aplikace bez vícenásobného ukládání,
- současný přístup k datům pro více uživatelů,
- různé vyhledávací metody,
- ochrana dat před neoprávněným přístupem a před chybami hardwaru a softwaru,
- prostředky pro centrální správu dat,
- nezávislost aplikací na datech,
- možnost vytvářet i složité datové struktury,
- ukrytí mechanismu struktur a ukládání dat.

3.5.1 Databáze

Databáze je specifickým způsobem strukturovaná a uspořádaná báze údajů (Tuček 1998). Údaje uložené v databázi se nazývají **entity**. Jedná se o objekty reálného světa, které jsou schopny nezávislé existence a jsou jednoznačně odlišitelné od ostatních objektů (Klimánek et Suk 2008), a to prostřednictvím svých vlastností – neboli **atributů**. Každá entita je tedy charakterizována souborem konkrétních hodnot těchto atributů. Třída entit se stejnými charakteristikami se nazývá **typ (množina) entit** (Tuček 1998).

Spojení mezi entitami různého typu se nazývají **vztahy**. Podle počtu entit, které navzájem spojují, je rozdělujeme na 3 typy (Klimánek et Suk 2008):

- 1:1 – každá entita z jedné množiny má vztah nejvýše k jedné entitě z druhé množiny,
- 1:N – každá entita z jedné množiny má vztah k více entitám z druhé množiny, ale každá entita z druhé množiny má vztah nejvýše k jedné entitě z první množiny,
- M:N – každá entita z jedné množiny má vztah k více entitám z druhé množiny a současně každá entita z druhé množiny má vztah k více entitám z první množiny.

Koncepce databáze, tedy způsob uložení dat a vazeb mezi nimi, má podstatný vliv na možnosti a způsoby zpracování údajů v databázi (Klimánek et Suk 2008).

3.5.2 Řídící systém databáze

Řídící systém databáze je softwarový nástroj pro ukládání a rychlé vybírání číselných údajů, který neobsahuje žádné datové soubory ani aplikační programy. S jeho pomocí je možné definovat datové struktury a datové soubory, manipulovat s daty a formátovat vstupní i výstupní informace. DBMS rovněž řeší fyzické uložení dat ve vnější paměti počítače (Klečková 2007; Kolář 2003).

3.5.3 Databázové modely

Databázové systémy lze z koncepčního hlediska rozdělit na tři hlavní typy (Kolář 2003):

- hierarchický model,
- síťový model,
- relační model,

přičemž pod slovem model je rozuměn souhrn pravidel pro reprezentaci logické organizace dat v databázi (Farana 2005).

Hierarchický model vznikl z praktického používání prostého zpracování souborů. Záznamy jsou seřazeny do stromové struktury různých logických úrovní (Kolář 2003). Každý záznam představuje uzel ve stromové struktuře, vzájemný vztah mezi záznamy je typu rodič-potomek. Vztahy mezi prvky databáze jsou buď „jeden k jednomu“ (1:1) nebo „jeden k mnoha“ (1:N). Použití hierarchického modelu je vhodné tam, kde i zájmová realita má hierarchickou (stromovou) strukturu. Farana (2005) uvádí dvě hlavní nevýhody tohoto modelu. První nevýhodou je v některých případech nepřírozená organizace dat (zejména obtížné znázornění vztahu M:N, který se řeší např. pomocí virtuálních záznamů), druhou

jsou složité operace při vkládání a rušení záznamů. Pro GIS není hierarchický model databázových systémů příliš vhodný.

Síťový model vychází z hierarchického uspořádání, připouští však spojení jednoho prvku s více prvky na vyšší úrovni (více rodičů). Tím je umožněna vazba typu „mnoho k mnoha“ (M:N). Nevýhodou síťového modelu je zejména nepružnost a obtížnost změny jeho struktury (Farana 2005). Z těchto důvodů není využití síťových modelů v GIS příliš rozšířené.

Nejrozšířenějším modelem je **model relační**, který má zároveň i největší význam pro geografické informační systémy.

3.5.4 Relační databázové systémy

Ve srovnání s předcházejícími modely vyniká relační model svou jednoduchostí. Základní a jedinou strukturou je tabulka (relace), do jejichž řádků a sloupců se jednotlivá data ukládají (Kolář 2003).

Záhlaví relace obsahuje název relace a názvy sloupců – atributů. Tělo relace je tvořeno řádky, přičemž každý řádek odpovídá jednomu prvku – entitě. Sloupce tabulky reprezentují specifické atributy s atributovými hodnotami pro všechny entity, jak znázorňuje Obrázek 10 (Tuček 1998).

záhlaví relace		Atribut A	Atribut B	Atribut C
tělo relace	{ entita E1	hodnota A pro E1
	entita E2	...	hodnota B pro E2	...
	entita E3	hodnota C pro E3

Obrázek 10. Uspořádání tabulky v relačním databázovém systému (převzato z: Tuček 1998).

Údaje obsažené v řádku jedné tabulky už není nutné na jiných místech databáze opakovat. Množství opakovaně uložených dat a potažmo i datového objemu, který databáze zabírá, je tak výrazně menší než u předchozích databázových modelů (Kolář 2003).

Relační vazby a klíče

Vztahy mezi záznamy v různých relacích se nazývají relační vazby. Všechny možné relační vazby (1:1, 1:N, M:N) jsou realizovány pomocí tzv. klíčů. Klíč je obecně unikátní atribut nebo kombinace atributů sloužící k identifikaci záznamu (řádku) a k jeho následnému propojení se záznamem z jiné tabulky (Tuček 1998). Podle funkce rozeznáváme dva druhy klíčů (Klimánek et Suk 2008):

- Primární klíč, který jednoznačně identifikuje každý záznam v tabulce, musí být jedinečný, neměnný a nesmí mít nulovou hodnotu (null). Každá tabulka může mít definovaný pouze jeden primární klíč. Často používaným primárním klíčem je ID (Identifíer).
- Sekundární (cizí) klíč, jehož hodnota odpovídá hodnotě primárního klíče ve výchozí tabulce.

Speciálním případem je vazba M:N, která je v relační databázi řešena tzv. vazebnou neboli dekompoziční tabulkou. Ta obsahuje kombinaci klíčů z obou relací vstupujících do vazby.

Relační algebra

Hlavní úlohou každého databázového systému je realizace určitých operací vedoucích ke zpracování požadovaných dat (Klimánek et Suk 2008). Zpracování dat v relačním databázovém systému je založeno na pevných matematických základech, které se nazývají relační algebra (Kolář 2003). Dle relační teorie lze veškeré činnosti s daty uskutečnit pomocí základních operací (sjednocení, kartézský součin, rozdíl, selekce, projekce a spojení), ostatní operace jsou již jen kombinacemi těchto pěti (Žák 2001).

Operace nad relacemi můžeme rozdělit na unární a n-ární (množinové). Unární operace jsou prováděné jen nad jednou relací a patří mezi ně (Klimánek et Suk 2008; Tuček 1998):

- Selekce – výběrem z jedné relace vznikne relace nová, která má stejné atributy, avšak obsahuje jen entity vyhovující zadané logické podmínce.
- Projekce – z relace s atributy A_1, \dots, A_n je výběrem některých atributů získána nová relace s atributy A_1, \dots, A_m , kde $m < n$.

N-ární operace jsou prováděné nad více relacemi a to jen tehdy, jsou-li atributy v relacích shodné a ve stejném pořadí. Jsou to (Klimánek et Suk 2008; Tuček 1998):

- Sjednocení – operace, při níž dochází k vytvoření nové relace, která obsahuje entity z obou výchozích relací.
- Průnik – výsledná tabulka obsahuje jen ty entity, které jsou uvedeny v obou výchozích tabulkách.
- Rozdíl – množinový (výsledná tabulka obsahuje všechny entity první tabulky, které se nevyskytují v druhé tabulce) a symetrický (ve výsledné tabulce jsou všechny entity z obou výchozích tabulek kromě těch, které se vyskytovaly v obou tabulkách).
- Spojení – ze dvou relací, které mají společný minimálně jeden atribut je vytvořena nová tabulka.

Normalizační pravidla

Nástrojem pro zkvalitnění struktury dat je tzv. normalizace (Tuček 1998). Normalizované tabulky musí splňovat pravidla shrnutá do 4 základních normálních forem, přičemž platí, že pro splnění formy vyšší úrovně je třeba splnit všechny požadavky forem nižších úrovní (Klimánek et Suk 2008; Skřivan 2000).

1. normální forma (1NF) říká, že všechny atributy jsou atomické, tj. dále nedělitelné. Každá informace určitého datového typu tvoří vlastní atribut (např. informace o adrese bude rozdělena do sloupců: ulice, č.p., PSČ, město, ...).

2. normální forma (2NF) je splněna, pokud každý atribut, který není primárním klíčem, je na primárním klíči úplně závislý. U tabulek s jedním primárním klíčem je toto pravidlo splněno automaticky. Problém 2NF se tedy týká pouze tabulek s více definovanými primárními klíči. V případě nesplnění podmínky, je nutné danou tabulku rozdělit na dvě či více relací a vzájemně je propojit cizími klíči. Tento rozpad se odborně nazývá dekompozice relačního schématu. Splněním 2NF je zamezeno i redundanci údajů.

3. normální forma (3NF) je splněna, pokud žádný neklíčový atribut není funkčně závislý na jiném neklíčovém atributu. Odstranění tohoto problému proběhne opět dekompozicí.

Poslední prakticky užívanou formou je tzv. **Boyce-Coddova normální forma (BCNF)**. Tabulka splňuje BCNF, právě když pro dvě množiny atributů A a B platí: pokud B je funkčně závislá na A a zároveň B není podmnožinou A, pak množina A obsahuje primární klíč tabulky. Tato forma je splněna automaticky, pokud je při tvorbě tabulek dbáno na splnění třech předchozích forem.

Datové typy

Relace bývá tvořena libovolným počtem atributů, které často reprezentují velice rozličné vlastnosti objektů – od identifikačního čísla (ID) přes název, popis, geometrické parametry, datum uložení záznamu až například k fotografii daného objektu. Jednotlivé atributy proto mívají rozdílné podoby zápisu svých hodnot – tzv. datové typy – v závislosti na tom, jakou informaci daný atribut reprezentuje (text, datum, číslo, apod.). Každý datový typ je zcela jednoznačně určen množinou povolených hodnot a množinou povolených operací (Klimánek et Suk 2008). Kompletní výčet datových typů je uveden v České technické normě ČSN ISO/IEC 9075-9. Vzhledem k tématu této práce byly vybrány a popsány datové typy velmi rozšířeného databázového jazyka SQL, který bude následně použit pro řešení zadaného úkolu. Vybrané datové typy a jejich stručné charakteristiky jsou uvedeny v Příloze 1.

Pro ukládání prostorových údajů (geodat) existují navíc ještě speciální datové typy spadající do třídy Geometry. V případě vektorových datových modelů se jedná o bod (point), čáru (line) a plochu (area), pro rastrové datové modely je to pixel neboli buňka (Jacobson 1998).

Dotazovací jazyk SQL

Ke komunikaci mezi uživatelem a databází slouží tzv. databázové jazyky, mezi něž se řadí:

- jazyky pro definici dat,
- jazyky pro řízení dat,
- jazyky pro manipulaci s daty.

Speciálním případem manipulačního jazyka je jazyk dotazovací, který slouží k výběru dat z databáze. Novější standardy dotazovacích jazyků však obsahují kromě schopnosti výběru údajů z databáze i schopnost definice a tvorby databáze, definování přístupových práv atd. (Tuček 1998). Nejrozšířenějším dotazovacím jazykem je jazyk SQL (Structured Query Language).

SQL je standardizovaný dotazovací jazyk používaný pro práci s daty v relačních databázích (Klimánek et Suk 2008). S jeho pomocí je možné také definovat data (tedy strukturu tabulky), naplňovat sloupce tabulky daty a definovat vztahy mezi jednotlivými položkami dat. Dále umožňuje řízení přístupu k datům, tedy udělování a odebírání přístupových oprávnění na různých úrovních, čímž chrání data před náhodným nebo úmyslným zničením, neautorizovaným čtením nebo manipulací s nimi. Rovněž také umožňuje sdílení využívání dat a zajišťuje hladký průběh činností, přistupuje-li k datům více uživatelů současně (Ozłowski et Farana 1997).

Manipulace s daty se v jazyku SQL provádí pomocí příkazů. Každý příkaz se skládá z klíčového slova (orientační vyjádření činnosti daného příkazu) a z jedné nebo více volitelných klauzulí (bližší specifikace vykonávané činnosti). Příkazy SQL se dělí do 4 základních skupin (Klimánek et Suk 2008):

Příkazy pro definici dat (DDL), kterými se vytvářejí, upravují a odstraňují struktury databáze (tabulky, indexy, pohledy atd.):

- CREATE – vytváření nových objektů,
- ALTER – provádění změn existujících objektů,
- DROP – odstraňování objektů.

Příkazy pro manipulaci s daty (DML), které slouží k získání dat z databáze a k jejich úpravám:

- SELECT – výběr dat z databáze (s možností výběru podmnožiny a řazení dat),
- INSERT – vložení nových dat do databáze,
- UPDATE – editace dat v databázi,
- DELETE – odstranění dat (záznamů) z databáze.

Příkazy pro řízení dat (DCL) umožňující nastavování přístupových práv a řízení transakcí:

- GRANT – přidělení oprávnění uživateli k určitým objektům,
- REVOKE – odnětí práv uživateli,
- BEGIN – zahájení transakce,
- COMMIT – potvrzení transakce,
- ROLLBACK – zrušení transakce.

Ostatní příkazy, které nejsou standardizovány a jejich konkrétní syntaxe tudíž závisí na databázovém systému.

3.5.5 Objektově orientovaný databázový systém

Všechny tři modely databázových systémů uvedené v kapitole 3.5.3 se řadí mezi záznamově orientované. To znamená, že zaznamenávají data postupně, podobně jako v kartotéce, přičemž geometrická data bývají často oddělena od popisných a uložena ve vlastní databázi. Z tohoto důvodu nejsou pro vyjadřování modelu krajiny příliš vhodné (Kolář 2003). Proto byl pro účely modelování a strukturování informací o geografických objektech vyvinut další typ databázového systému – tzv. objektově orientovaný model (Tuček 1998).

V objektově orientovaném modelu jsou data spravována jako objekty, což více přibližuje model reálnému světu (Břehovský et Jedlička 2002). Každý objekt působí jako homogenní nezávislá jednotka a má automaticky systémem přidělen jednoznačný identifikátor obvykle označovaný jako OID (Object Identifier). Objekty je možné jednoduše vytvářet i aktualizovat (tzv. za běhu) a údaje o nich stačí v celé databázi opravit jen na jednom místě. Nevýhodou objektově orientovaného modelu je prozatím nedostatek zkušeností a standardů (například neexistuje obdoba jazyka SQL) (Klimánek et Suk 2008; Kolář 2003).

3.5.6 Databáze pro správu geografických dat

Data v GIS bývají zpravidla velice početná a často dochází k jejich obměně, což vyžaduje kvalitní strukturu souborů. Proto je databáze jednou ze základních součástí geografických informačních systémů (Kolář 2003).

Jednotlivé systémy se liší vnitřní organizací dat, respektive propojením geografické a atributové složky dat. Existují tři základní přístupy k organizaci dat v GIS (Kolář 2003):

- **jeden databázový systém obsahující obě datové skupiny** (např. integrovaný model využívaný systémem Geomedia od firmy Intergraph, či objektový model aplikace Smallworld),
- **dva oddělené databázové systémy** (tzv. hybridní model, na jehož principu pracuje systém ARC/INFO od firmy ESRI a další významné GIS),
- **jedna databáze pro grafická data spojená s několika různými databázemi atributů** (tzv. objektově-relační přístup, který je základem softwaru ArcGIS od verze 8.x).

Každý ze způsobů organizace dat v GIS má své výhody a nevýhody a je vhodný pro jiný účel využití. Co se týče užitečných vlastností všeobecně, je za nejkvalitnější považován model objektově-relační. Nejpoužívanějším z nich je pak model hybridní (Břehovský et Jedlička 2002).

3.6 MOŽNOSTI PREZENTACE GEODAT NA INTERNETU

V souvislosti s rapidním rozvojem jak geoinformačních technologií, tak internetu, se prezentace geografických dat v prostředí World Wide Web stává stále častějším fenoménem a těší se čím dál větší oblibě uživatelů internetu.

Všeobecně se publikací digitálních dat rozumí buď jejich umístění na internet s možností stažení do vlastní desktopové aplikace, nebo jejich vystavení umožňující práci s daty přímo v prostředí WWW. V prvním případě je v podstatě jedinou podmínkou, aby byla data uložena ve formátu podporovaném desktop aplikací, poté už lze s nimi bez problémů pracovat (Cajthaml 2006). Druhý způsob publikace geodat na internetu lze uskutečnit pomocí některé z následujících metod.

3.6.1 Prosté umístění dat na WWW

Nejjednodušším způsobem prezentace geodat je vložení objektu do HTML kódu webové stránky. Takto publikovaný obrázek je součástí stránky a nelze jej nijak upravovat. Jedná se především o rastrové obrázky ve formátu JPEG, PNG apod. Publikace vektorových obrázků (formát SVG či SWF) většinou vyžaduje použití plug-inu (Flash). Jistým vylepšením je vytvoření náhledového tlačítka pro odkaz na stránku s obrázkem. Další nadstavbou této metody jsou tzv. klikací mapy, které umožňují rozdělit obrázek na definované odkazové oblasti, přičemž každá z nich pak funguje jako odkazové tlačítko (Cajthaml 2006).

3.6.2 *Flash a Zoomify*

Flash je grafický vektorový program vyvinutý firmou Macromedia a dnes provozovaný společností Adobe. Používá se především pro tvorbu interaktivních animací, prezentací a her a pro jejich umístění na webové stránky (Bidgoli 2004). Na internetu se nachází bezpočet mapových aplikací založených na technologii Flash. Zajímavým příkladem je aplikace Flash Earth (<http://www.flashearth.com>), která umožňuje zobrazení satelitních a leteckých snímků z různých mapových portálů v jediném prostředí právě na bázi technologie Flash (Neave 2010).

Vhodným způsobem pro prezentaci rozměrných rastrů je použití programu Zoomify, který umožňuje zobrazení rastrového záznamu ve vysokém stupni rozlišení bez možnosti zkopírování obrázku jako celku. Základním principem je převod jednoho rastrového souboru do množiny dílčích rastrových souborů a jejich postupné načítání podle zvětšení (zoom in) či zmenšení (zoom out) a posunu v rámci obrázku (Brůna et Křováková 2006). Na této bázi je založen například sklad historických map UJEP v Ústí nad Labem (<http://oldmaps.geolab.cz>).

3.6.3 *Web mapping*

Web mapping je metoda umožňující na internetu publikovat georeferencované (tj. souřadnicově umístěné) mapy. Jejím principem je spolupráce webového serveru s tzv. mapovým serverem, který je schopen zpracovat geografická data uložená na straně serveru dle parametrů z webového formuláře (Čepický 2005). Na geodata je pak možné nahlížet skrze webové mapové aplikace prostřednictvím internetových prohlížečů (s případnými plug-iny). Metoda zajišťuje načítání vždy jen potřebných dat, mapy lze snadno posunovat, zvětšovat, zmenšovat, apod. (Cajthaml 2006).

Mezi nejpoužívanější komerční mapové servery patří ArcIMS (ESRI), GeoMedia WebMap (Intergraph), MapXtreme (MapInfo) a MapGuide (Autodesk). Alternativou jim jsou mapové servery s uvolněnou licencí (open source), z nichž nejoblíbenějším je UMN Mapserver vyvinutý na University of Minnesota.

3.6.4 *Webové mapové služby*

Nejnovejším trendem v oblasti publikace dat na internetu jsou webové mapové služby. Pod tímto souhrnným názvem se skrývá celá řada služeb, z nichž nejvýznamnějšími jsou Web Map Service (WMS) a Web Feature Service (WFS) – obě služby jsou standardem Open Geospatial Consortium (OGC). Na našem území je rozšířenější služba WMS, která zprostředkovává on-line sdílení geografických informací v podobě georeferencovaných rastrových obrázků (formáty JPEG, TIFF, PNG, atd.). Služba WFS umožňuje obdobně přenos vektorových dat ve formát GML (Cajthaml 2006).

Data webových mapových služeb je možné zobrazit buď v internetovém prohlížeči, nebo v desktopové GIS aplikaci. Podmínkou je pouze kvalitní připojení k internetu. Uživatelům je tak umožněno sdílení geografických dat bez nutnosti fyzického umístění příslušných dat na vlastním počítači či serveru (Talich 2004). Zároveň je možné zobrazit kombinaci dat i z několika serverů najednou a vytvořit si tak vlastní tematickou mapu.

V České republice patří mezi nejvýznamnější především Mapové služby Portálu veřejné správy ČR (Cenia Web Services) a Webová mapová služba pro katastrální mapy (WMS KN) poskytovaná Českým úřadem zeměměřickým a katastrálním.

3.6.5 Keyhole Markup Language

Velice elegantním způsobem prezentace vektorových i rastrových geodat na internetu je využití jazyka KML (Keyhole Markup Language), který je od roku 2008 standardem OGC, což rapidně zvýšilo jeho popularitu. KML byl vyvinut firmou Keyhole, Inc., nyní je v rukách společnosti Google a je využíván pro prezentaci a distribuci geografických informací v mapových aplikacích Google Earth (virtuální glóbus) a Google Maps (mapový server). Na internetu již existuje nesmírné množství zajímavých aplikací využívající jazyk KML (Google 2010). Význam KML dokazuje například i možnost přímého exportu vrstev z aplikace ArcGIS do formátu KML pomocí open source nástroje Export to KML (Burian 2007). Rovněž konverze z formátu GPX (GPS eXchange Format) je prostá a existuje pro ni již mnoho rozličných nástrojů. Výhodou KML je jeho jednoduchost a v uživatelsky příjemném prostředí aplikací Google Maps a Google Earth tak zvládne publikaci alespoň prostých geodat i úplný laik.

3.7 VYUŽITÍ GIT V CESTOVNÍM RUCHU

Cestovní ruch zaznamenal v posledních desetiletích mohutný rozvoj. Ruku v ruce s růstem HDP, s rozvojem a zpřístupněním dopravy (zejména automobilové a letecké), a v mnoha zemích navíc i díky otevření hranic, se cestovní ruch stal důležitým odvětvím národního hospodářství vyspělých zemí světa. Neopomenutelný vliv na rozvoj cestovního ruchu však měl i rozvoj výpočetní techniky a informačních technologií, jelikož informace jsou základním prostředkem cestovního ruchu.

Informace v cestovním ruchu lze rozdělit podle následujících aspektů (Jonáš et Zelenka 1998):

- typický interval změny (od informací relativně stálých až po informace neustále se měnící, které vyžadují on-line aktualizaci),
- druh informace (informace tištěná, textová, obrazová, zvuková, multimediální atd.),
- kvalita a rozsah informace (odkaz na jiný zdroj, částeční informace, úplná informace).

Toto rozdělení je důležitým vodítkem pro možnost zpracování informace v cestovním ruchu pomocí výpočetní techniky a pro vytváření informačních (resp. rezervačních) systémů (Jonáš et Zelenka 1998).

Ať se jedná o možnosti a ceny ubytování a stravování, textové informace o turistických atrakcích či o fotografie a videa, jsou téměř všechny informace v cestovním ruchu vázány k určitému místu na Zemi. Lze je proto všeobecně považovat za informace geografické, z čehož vyplývá i význam geografických informačních technologií pro cestovní ruch. Dokladem může být například vznik předmětu Geografické informační technologie v cestovním ruchu vyučovaného na Mendelově univerzitě v Brně v rámci projektu Inovace vzdělávání v oblasti cestovního ruchu se zaměřením na praxi. Více informací o projektu lze nalézt na <http://www.profi-tour.cz>.

3.7.1 GIS a mapové portály

Geografické informační systémy jsou v rámci cestovního ruchu využívány zejména jako vizualizační prostředek databáze významných turistických atrakcí (Ruda 2009). Kromě pouhé vizualizace dat jsou nejčastěji používanými funkcemi zejména výpočet optimální trasy a vyhledání databázových informací podle různých kritérií (např. nejbližší hotel s možností koupání apod.) (Jonáš et Zelenka 1998). Nosičem těchto tzv. mapových software byly ještě do nedávna především CD-ROM, dnes je hlavní doménou pro prezentaci geografických dat souvisejících s turismem jednoznačně internet, přičemž jsou využívány metody popsané v kapitole 3.6.

Zajímavým příkladem specializované internetové mapové aplikace související s cestovním ruchem je environmentální informační portál Eye on Earth, který byl vytvořen Evropskou agenturou životního prostředí (EEA) a firmou Microsoft pro usnadnění výběru pláží a nádrží vhodných ke koupání. Aplikace Eye on Earth Water Watch zobrazuje poslední informace o jakosti vod ke koupání z více než 22 tisíc monitorovacích míst v Evropě. Semaforový systém značení vypoovídá o kvalitě vody založené na výsledku národního testování vod a je doplněn o hodnocení a komentáře uživatelů (GeoBusiness 2009). Portál je veřejnosti přístupný na adrese <http://eyeonearth.cloudapp.net>.

Kromě pouhé prezentace geodat se pomalu začíná využívat i potenciál GIS pro plánování udržitelného cestovního ruchu a hodnocení jeho vlivu na krajinu (Ruda 2009).

3.7.2 Využití GNSS v cestovním ruchu

Téměř základním vybavením na cesty se pomalu ale jistě stávají navigační přístroje. Dlouhé cesty autem do neznámých krajů nám podstatně zjednodušují autonavigace, na výletech do přírody jsou pomocníkem pro snadnou orientaci v terénu navigace turistické.

Dynamický rozvoj GNSS dal vznik nové netradiční formě cestovního ruchu – geocachingu. Geocaching je outdoorová aktivita na pomezí sportu a turistiky, která spočívá v hledání ukrytých schránek (cache) podle jejich přesných zeměpisných souřadnic za pomoci GPS navigace (Jančík 2009a).

Další kapitolou ve využití turistických navigací jsou tzv. body zájmu (POI – Points of Interest). Jedná se o místa na Zemi, která jsou něčím zajímavá (často turisticky) a jejichž lokace by mohla být užitečná. Souřadnice POI jsou různými uživateli umísťovány na speciální webové portály, odkud si je lze snadno stáhnout do GPS navigace. Body zájmu jsou rozříděny do kategorií, což částečně usnadňuje orientaci v jejich obrovském množství. Databáze POI celé České republiky je dostupná na portálu <http://www.poi.cz>.

Jedním z nejnovějších způsobů využití GIT v cestovním ruchu jsou tzv. digitální průvodce, které pracují na platformě PDA s GPS modulem. Příkladem je aplikace Prague Digital Guide vyvinutá českou společností Digital Urban Legends. Více informací a možnost stažení aplikace se nachází na stránce <http://www.digital-guide.cz>.

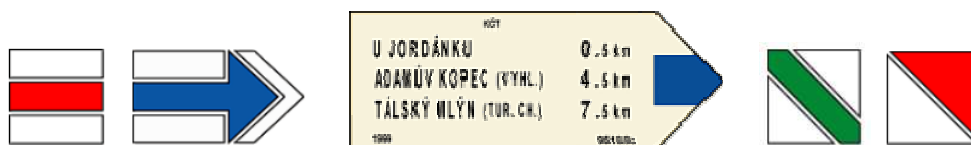
3.8 TRASY PRO PĚŠÍ A CYKLISTY

Pěší turistika má v naší zemi dlouholetou tradici. Díky aktivitám Klubu Českých turistů (KČT), který se už od roku 1889 věnuje značení pěších tras, se naše země může chlubit jednou z nejkvalitnějších sítí pěších značených tras (KČT 2009a). Cykloturistika je podstatně mladší záležitostí, její značení bylo započato až v roce 1997, v posledních letech však zájem o cyklistiku neustále roste, což zapříčinilo mohutný rozvoj cyklistické infrastruktury (Bílová 2007a). Vzniká tak nezměrné množství tras, které lze roztřídit do několika typů podle způsobu jejich evidence.

3.8.1 Turistické trasy

Nejvýznamnějším typem tras pro pěší a cyklisty jsou turistické značené trasy (TZT), jejichž značení a evidence spadá do kompetencí Klubu českých turistů. Turistické značené trasy se dělí na pěší trasy (PZT), cyklistické trasy (CZT) a lyžařské trasy (LZT). Jelikož turistický region Český ráj nezasahuje do oblastí s hustou sítí lyžařských tras, nebude o tomto typu podrobněji pojednáno.

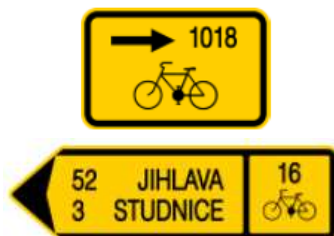
Pěší trasy jsou v terénu značeny pásovými značkami a šípkami. Na turisticky významných místech a rozcestnících je značení navíc doplněno o turistické tabulky a směrovky. Dalším typem tras pro pěší jsou naučné stezky a místní trasy. Ukázkou značení pěších tras uvádí Obrázek 11.



Obrázek 11. Ukázkou značení pěších tras.

Zleva: pásová značka, šípka, směrovka, značka naučné stezky a místní značka (zdroj: KČT 2009a).

Cyklistické trasy lze rozdělit na cyklotrasy, které vedou po silnicích a dobrých místních a účelových komunikacích a jsou značené dopravními značkami pro cyklisty (Obrázek 12), a cykloturistické trasy, které vedou většinou po horších polních a lesních cestách či terénem a jsou značené pásovými značkami a směrovkami (Obrázek 13) (KČT 2009a).



Obrázek 12. Ukázkou dopravního značení pro cyklisty.

(Zdroj Obrázek 12 a Obrázek 13: KČT 2009a.)



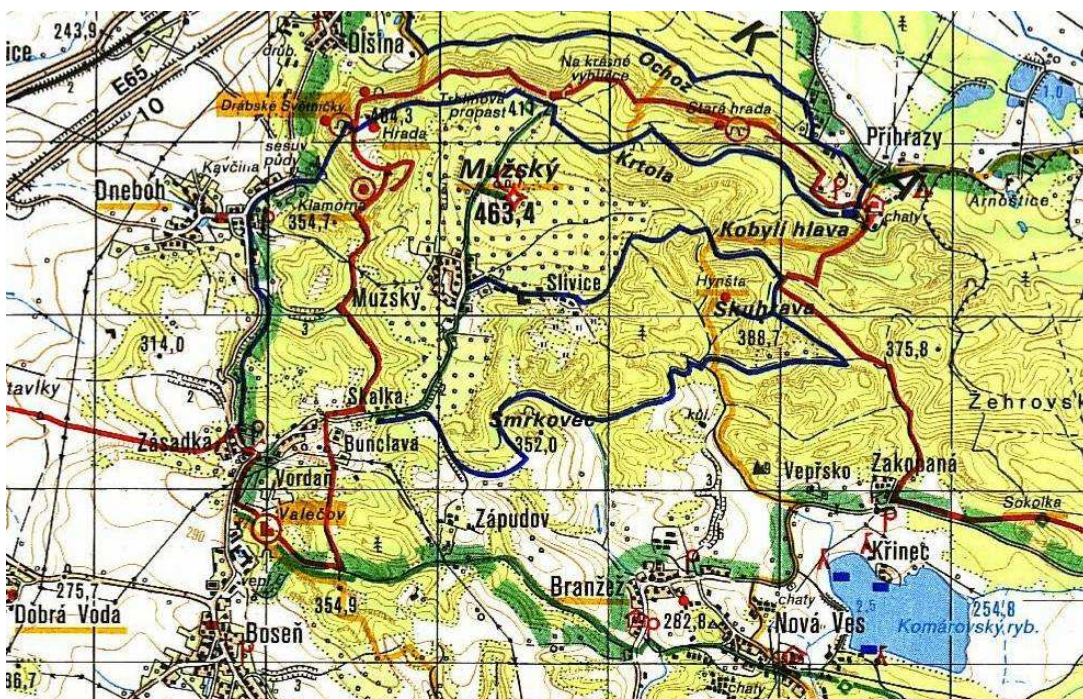
Obrázek 13. Ukázkou pásových značek a směrovky.

Všechny turistické trasy spadající pod správu KČT mají své evidenční číslo. Čísla cyklistických tras jsou jednociferná (I. třída) až čtyřciferná (IV. třída). Pěší trasy jsou číslovány vždy čtyřmístným čísly. Zatímco čísla cyklistických značených tras jsou běžně používána v mapách i v terénu, čísla pěších značených tras se v běžné praxi příliš nepoužívají a jsou těžko dohledatelná. Informace o nich by měly

poskytnout krajské značkařské komise KČT, které jsou vybaveny počítačovým programem ETZT (Evidence turistických značených tras). V terénu je možné čísla pěších tras vyčíst z evidenčních čísel směrovek (KČT 2007).

Data o turistických trasách lze v současné době získat v podobě tištěných turistických map od několika vydavatelů, z nichž nejvýznamnějším je samotný Klub českých turistů. KČT vydává pěší turistické mapy v měřítku 1:50 000 a cykloturistické mapy pak v měřítku 1:100 000. Kartografický podklad tvoří mapy Zeměměřičského úřadu, které jsou doplněny o turistickou nástavbu, tedy o skupinu mapových prvků, které nesou informaci o turistických značených trasách, rozcestnících, ubytovacích a stravovacích možnostech, zajímavostech apod. Tyto informace se však neustále mění, vznikají nové trasy (především cyklistické) a dochází ke změnám ve vedení tras stávajících, což sebou nese potřebu aktualizace, která je v případě tištěných map velice náročná a nákladná (Jančík 2009b; KČT 2009b).

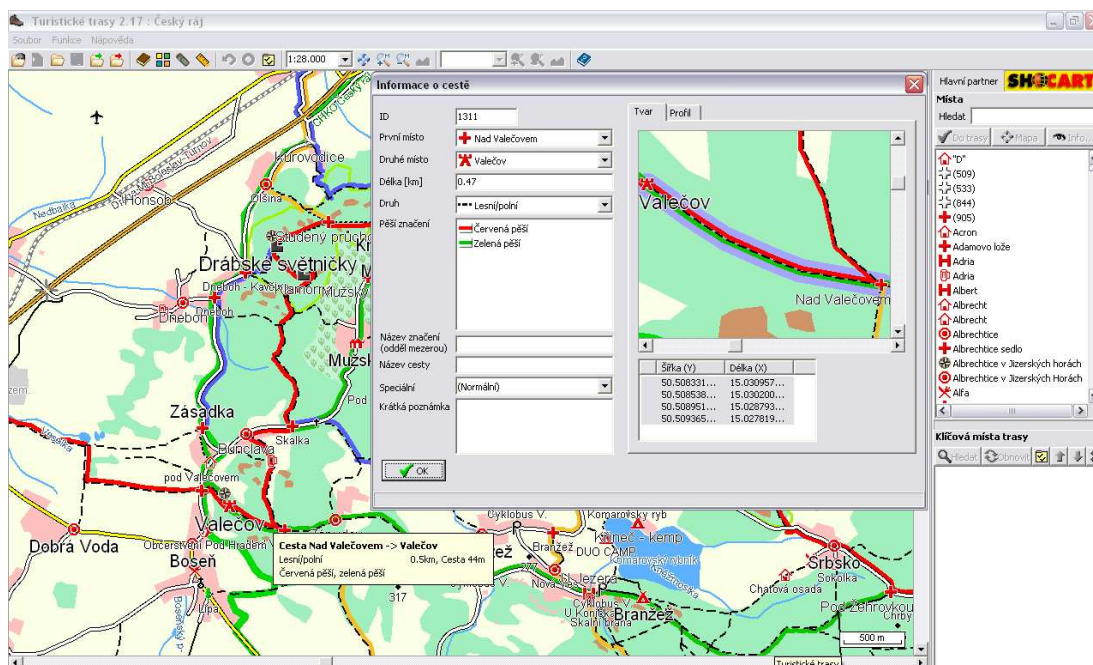
Zároveň stále více turistů vyráží do terénu s GPS přístroji. Pro jejich částečné uspokojení byly do nových edic turistických map přidány GPS souřadnice. Ačkoliv papírové turistické mapě (Obrázek 14) nelze upřít její půvab, je na čase zpřístupnit turistům data v ní obsažená i v digitální podobě.



Obrázek 14. Výřez turistické mapy 1:50 000
(zdroj: KČT 1996 – Turistická mapa č. 19: Český ráj).

O uskutečnění tohoto kroku se již snaží například firma EAGLE Software ve spolupráci s kartografickým vydavatelstvím SHOcart (významnější vydavatel turistických map). Jejich společným produktem je program Turistické trasy (<http://www.trasy.net>), který koncepčně vychází z předcházejícího programu Cyklotrasy (<http://www.cyklotrasy.info>); k dostání je rovněž software Běžecké tratě (<http://www.bezecketrata.info>). Aktuální verze programu Turistické trasy 2.17 dle slov výrobce umožňuje na digitálním mapovém podkladu zobrazit pěší značení, místní značení a naučné stezky. O místech zobrazuje informace jako zeměpisnou polohu, nadmořskou výšku, krátké popisy,

případně i fotografie a podrobné texty. Mezi další funkce patří plánování tras dle zadaných požadavků (nejkratší trasa, nejmenší stoupání atd.). Vytvořenou trasu je možno mimo jiné exportovat do formátu GPX, což umožňuje její následné nahrání do GPS přístroje (Ubík 2010). Cena samotného programu momentálně činí 149 Kč a celková cena závisí na počtu zakoupených map (69 Kč/ks). Aktualizace map je bezplatná a probíhá i několikrát do roka. Ukázka programu Turistické trasy je na Obrázku 15.



Obrázek 15. Ukázka programu Turistické trasy.

Na internetu je rovněž přístupný bezpočet on-line aplikací obsahujících turistické mapy. Kvalita těchto aplikací se značně různí. Mezi uznávanější z nich patří například Turistika.cz (<http://www.turistika.cz>) či Cykloserver (<http://www.cykloserver.cz>), který pochází opět z dílny vydavatelství SHOCart. Samotný Klub českých turistů zatím na digitalizaci dat nepřistoupil.

3.8.2 Zelené stezky – Greenways

Dalším významným typem tras pro pěší, cyklisty i jinou bezmotorovou dopravu, jsou Zelené stezky – Greenways, které vznikají z grantových programů Nadace Partnerství. Jedná se o trasy, komunikace nebo přírodní koridory využívané v souladu s jejich ekologickou funkcí a potenciálem pro sport, turistiku a rekreaci. Cílem programu Greenways je vytvořit síť organizací a projektů, které si mohou navzájem vyměňovat zkušenosti a spolupracovat jak mezi sebou, tak s partnerskými organizacemi doma i v zahraničí (Nadace Partnerství 2010).

3.8.3 Ostatní typy tras pro pěší a cyklisty

Mezi další typy tras pro pěší se řadí například místní a lázeňské okruhy, v případě komunikací pro cyklisty se jedná o místní okruhy, cyklistické naučné stezky a trasy pro horská kola. Zcela specifickou kategorií v cyklistické infrastruktuře jsou pak cyklostezky. Na rozdíl od cyklotras, které mohou být

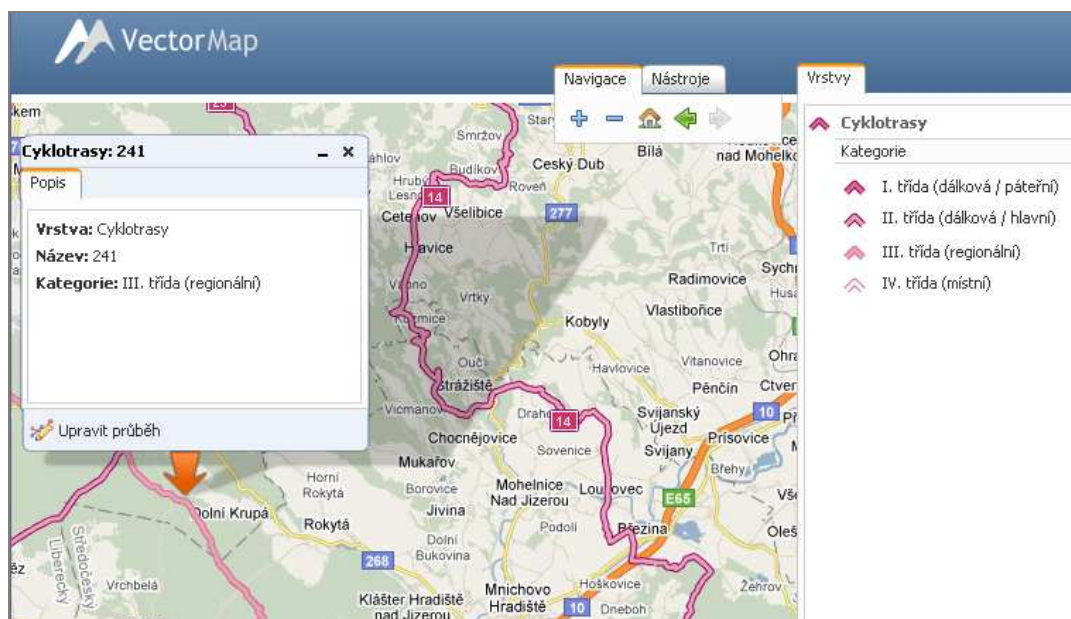
vedeny po různých silnicích, místních i účelových komunikacích, je cyklostezka definována jako pozemní komunikace nebo její jízdní pás označený dopravní značkou a vyhrazený pouze pro jízdu na kole, popřípadě na in-line bruslích nebo pro běh na lyžích. Využití cyklostezek nemusí vždy souviset s turistikou, často slouží pro běžnou dojížďku do zaměstnání a do škol (Bílová 2007a).

Budování a evidence těchto typů komunikací pro pěší a cyklisty není na národní úrovni nijak koordinována, často vznikají nahodile na základě dotací získaných obcemi a mikroregiony. Výsledkem je síť různě značených a vzájemně nenavazujících tras, což je nežádoucí zejména v případě tras cyklistických. Tento nedostatek si již uvědomily krajské úřady, které přebírají role koordinátorů budování a správy cyklistické infrastruktury na svém území (Bílová et al. 2007a). U pěších tras lze, vzhledem k jejich menším délkám, tento nedostatek pominout.

Jednotná GIS databáze cyklistické infrastruktury ČR

Za účelem odstranění nedostatků při sdílení a srovnávání dat o cyklistické infrastruktuře mezi jednotlivými kraji byla v roce 2007 Centrem dopravního výzkumu vydána metodika Jednotná GIS databáze cyklistické infrastruktury ČR (JGD). Metodika by měla zajistit sjednocení průběhu, návaznosti a popisné složky dat o cyklotrasách a pomoci krajským úřadům efektivně plánovat a spravovat cyklistickou infrastrukturu, a to i v návaznosti na sousední regiony (Bílová 2007a). Obsahem metodiky je jednotná struktura popisných údajů, popis systému mapování cyklotras, návod na zpracování dat v GIS a doporučení pro zprávu a vizualizaci. Metodiku JGD a další informace o rozvoji cyklistiky v České republice lze nalézt na adrese <http://www.cyklostrategie.cz>.

Zároveň s JGD byla Centrem dopravního výzkumu vyvinuta i mapová aplikace VectorMap (Obrázek 16), která slouží poskytovatelům dat ke kontrole návaznosti vedení tras a jejich atributové kompatibility (Bílová et al. 2007b). Aplikace je dostupná na adrese <http://www.vectormap.cz/cyklo>.



Obrázek 16. Ukázka aplikace VectorMap.
(zdroj: <http://www.vectormap.cz/cyklo>).

4. Metodika

4.1 POŽADAVKY SDRUŽENÍ ČESKÝ RÁJ

Práce vychází z požadavku Sdružení Český ráj, kterým bylo zkvalitnění organizace dat o pěších a cyklistických trasách na území turistického regionu Český ráj a jejich doprovodné infrastruktury, zejména rozcestníků.

Splnění tohoto požadavku zahrnuje dílčí kroky, kterými jsou: návrh databáze pro efektivní skladování dat, návrh vhodných atributů pro jednotlivé typy objektů, vyplnění eventuálních hodnot kvalitativních vlastností objektů a tvorba metodiky sběru a zpracování dat. Přáním SČR bylo rovněž, aby v rámci této diplomové práce proběhlo mapování části území regionu a záznam zjištěných údajů do databáze.

Dodatečným požadavkem bylo rozšíření databáze o vrstvu bodů zájmu (POI) a návrh jejího propojení s vrstvami cyklistických a pěších tras.

4.2 POPIS EXISTUJÍCÍCH DAT A METODIKY JEJICH SBĚRU A ZPRACOVÁNÍ

Mezi aktivity Sdružení Český ráj patří prezentace a propagace turisticky významného území, zajištění a optimalizace turistického informačního systému a zajištění analytické činnosti (SČR 2008). Za efektivním plněním těchto bodů stojí mimo jiné i kvalitní zdroje prostorových dat týkajících se zejména tras pro pěší a cyklisty, turistických informačních míst (TIM) a bodů zájmu. Donedávna byly tyto informace zpracovávány pouze v papírové podobě (tvorba vlastních map a plánků), nyní se sdružení nachází ve fázi přechodu na digitální zpracování prostorových dat. Pro tyto účely pracuje SČR hned s několika GIS aplikacemi, z nichž je v nejvyšší míře používána aplikace JanMap systému Janitor.

Datový sklad SČR obsahuje liniové vrstvy částečně zmapovaných pěších a cyklistických stezek regionu Český ráj a rozpracovanou liniovou vrstvu komunikací. Atributová data tvoří zatím pouze čísla cyklistických tras (resp. barvy pěšího značení) a případné souběhy s jinými trasami. K tvorbě atributové části vrstvy komunikací zatím nedošlo.

Výše uvedené vrstvy vznikají buď sběrem dat v terénu, nebo vektorizací map v GIS aplikaci. Sběr geometrických dat v terénu je uskutečňován pomocí turistického navigačního přijímače, konkrétně Garmin GPS 60. Po návratu z terénu je trasa stažena z GPS přístroje do stolního počítače a uložena ve formátu SHP. V případě dočasného odbočení z trasy či ztráty signálu GPS je trasa opravena nad ortofotomapou či jiným vhodným mapovým podkladem. Atributová data jsou případně zaznamenávána na papír pomocí interních zkratk. Tento způsob sběru dat je momentálně pro SČR vyhovující – k mobilním GIT typu PDA s GNSS modulem zatím nemají důvěru zejména z důvodu nízké výdrže baterií a citlivosti k povětrnostním podmínkám. Záznam atributových dat přímo do GPS přístroje (např. pomocí systému kódů) je časově náročný a nepohodlný. Vrstva komunikací vzniká vektorizací vhodných map (ortofotomap, map silniční a dálniční sítě ČR atd.).

4.3 NÁVRH DATABÁZE A JEJÍHO PLNĚNÍ

Při návrhu databáze bylo postupováno především dle výše uvedených požadavků Sdružení Český ráj a zároveň byl kladen důraz na soulad s dostupnými metodikami. V případě cyklistických tras bylo při návrhu databáze postupováno dle metodiky JGD. Na základě konzultace se SČR byly navíc přidány ještě některé atributy a hodnoty. Tento systém byl následně implementován na trasy pro pěší, přičemž byly použity atributy vyhovující oběma typům tras a přidány atributy týkající se výhradně tras pro pěší. Dalším užitečným materiálem pro tvorbu databáze byly Učební texty pro značkáře vydané Klubem českých turistů. S cyklistickou infrastrukturou souvisejí zejména díly B, G a N, pěších tras se týkají díly B, F a G. Učební texty pro značkáře se vztahují téměř výhradně k turistickým trasám, které jsou spravovány Klubem Českých turistů, informace v nich uvedené však lze implementovat i na ostatní komunikace pro pěší a cyklisty. Část databáze týkající se rozcestníků byla vytvořena na základě Učebních textů pro značkáře (díl C) a konzultace se SČR.

Mimo výše uvedené byla při návrhu databáze zohledněna ještě následující fakta:

- Sběr prostorových dat v terénu bude probíhat pomocí turistického GPS přijímače, atributové údaje budou zapisovány do papírových formulářů.
- Pro efektivní práci s evidencí je žádoucí, aby byly informace o geobjektech snadno přístupné přímo z GIS aplikace.
- Plněním databáze se bude zabývat GIS specialista.

4.3.1 Výběr platformy pro realizaci databáze

Vzhledem k tomu, že je ve Sdružení Český ráj pro účely zpracování geografických dat již zaběhnut systém Janitor, bude realizace projektu provedena v tomto programu. Pro práci s databázemi využívá systém Janitor dotazovací jazyk SQL92 a podporuje databázové servery MySQL a PostgreSQL.

Databáze bude tedy navržena v jazyce SQL na platformě databázového serveru MySQL 5, který je kompatibilní se systémem Janitor.

4.3.2 Použité aplikace a jejich instalace

Po výběru vhodné platformy pro realizaci databáze byly nainstalovány všechny potřebné aplikace. Nejprve bylo nutné nainstalovat SQL server kompatibilní se systémem Janitor. Zvolen byl MySQL Server 5, jehož aktuální verze je dostupná na <http://dev.mysql.com/downloads/mysql>. Po instalaci serveru následovala jeho konfigurace, která spočívá v definování správce SQL serveru (root) a hesla (root password) pro přístup do databází MySQL. Dále byla nainstalována poslední dostupná verze systému Janitor J/2 (Janitor 2.5.1). Tento balíček obsahuje všechny potřebné součásti (SQLTools, Connection Admin, JanMap, JanDat a DataBuilder) a je volně ke stažení na <http://Janitor.cenia.cz>.

Pro konstrukci databáze v digitální podobě byla zvolena freeware verze programu Toad Data Modeler 3 od firmy Quest Software, který lze získat na <http://www.toadsoft.com>.

4.3.3 Návrh databáze

Hned v úvodu práce bylo rozhodnuto rozdělit databázi na dvě části, přičemž první z nich se bude týkat pěších a cyklistických tras a druhá rozcestníků. Tyto části budou vzájemně propojeny prostorově v GIS, tudíž není nutné propojovat je ještě atributově v databázi.

V první části budou zaznamenávány údaje o pěších a cyklistických trasách. Údaje vztahující se k celému průběhu trasy budou ukládány do tabulek *pesí*¹ a *cyklo*. Jedná se především o identifikační údaje, jako je číslo trasy, název, barva atd. Údaje týkající se základní infrastruktury (např. typ komunikace, typ povrchu apod.) a bezpečnosti se vztahují k dílčím částem trasy, neboli úsekům, a budou proto ukládány do tabulek *pesí_usek* a *cyklo_usek*. Tyto dvě tabulky budou zároveň atributovými tabulkami liniových vrstev pěších a cyklistických tras. Druhá část databáze je vztažena k bodové vrstvě rozcestníků, která je reprezentována tabulkou *rozcestnik*. Na tabulku rozcestníků je navázána tabulka *smervka_tabulka*, která bude obsahovat údaje o konkrétních směrovkách a tabulkách umístěných na rozcestníku. Hlavní tabulky databáze i s vysvětlivkami jejich atributů jsou obsahem Přílohy 6.

Při návrhu bylo dbáno na dodržení zásad správné tvorby relačních databází. Kromě pravidel normálních forem, byla implementována i zásada atomizace. Jejím principem je, že informace, které mohou být společné pro více záznamů, jsou uloženy ve zvláštních tabulkách, tzv. číselnicích atributů. Eliminuje se tak výskyt chybných záznamů (způsobených překlepy) i různých tvarů jednoho slova (nový x nové apod.). Jedná se zejména o informace reprezentující kvalitativní vlastnosti objektů (např. typ povrchu, bezpečnost, značení apod.). Názvy číselníků atributů související výhradně s cyklistickou infrastrukturou mají podobu *cyklo_xxx*², s pěší pak *pesí_xxx*. Číselníky společné pro pěší i cyklotrasy jsou pojmenovány *usek_xxx*. Analogicky pak názvy číselníků souvisejících s rozcestníky mají tvar *rozc_xxx*, se směrovkami – *smerv_xxx* a údaje společné pro směrovky a tabulky jsou obsahem tabulek s názvem *smertab_xxx*. Číselníky jsou zpravidla tvořeny atributem odpovídajícím konkrétní vlastnosti objektu (např. *povrch*) a jeho zkratkou (např. *pov*).

Podstatná část návrhu databáze pak spočívala ve vyplnění všech eventuálních hodnot těchto atributů (např. *asfalt*) a vhodných zkratk (většinou byly použity iniciály, v našem případě tedy *A*). Souhrnný obsah všech číselníků atributů obsahuje Příloha 7.

4.3.4 Konstrukce databáze v Toad Data Modeler

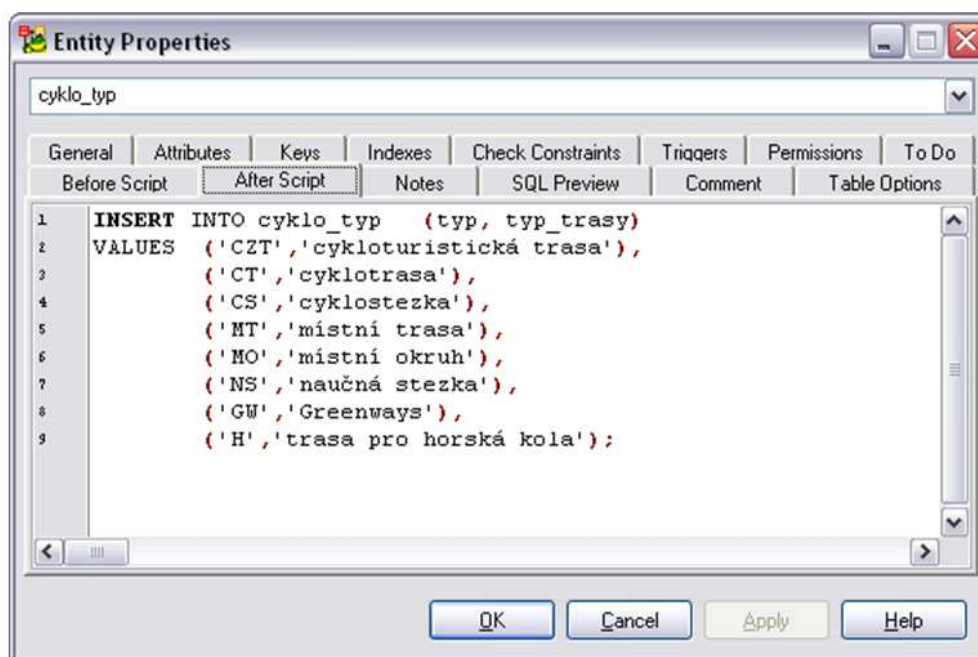
Ke konstrukci digitálního modelu databáze byl použit program Toad Data Modeler. Tento program slouží k tvorbě grafického návrhu databáze, tzv. Entity-Relationship diagramu (ERD), který je následně možné převést do zdrojového kódu v jazyce SQL.

¹ Názvy tabulek databáze a jejich atributů jsou pro přehlednost vysazeny kurzívou. Zároveň jsou uvedeny shodně jako v SQL kódu, tedy bez diakritiky.

² Symbol *xxx* zastupuje druhou část názvu tabulek, která se liší v závislosti na svém obsahu.

Nejprve byl založen nový model typu MySQL 5.0. Jelikož freeware verze programu Toad Data Modeler dovoluje vytvoření databáze o maximálním počtu 25 tabulek, musely být založeny modely dva – v souladu s výše popsaným rozdělením databáze na dvě části.

Postupně byly pomocí nástroje Entity³ do obou modelů vkládány všechny tabulky databáze dle návrhu. V dialogovém okně Entity Properties byl v záložce General vyplněn název každé tabulky a jako typ (Table Type) byl zvolen MyISAM, který je nejpoužívanějším formátem úložiště dat v databázovém serveru MySQL. V záložce Attributes byly nadefinovány všechny příslušné atributy – jejich názvy, datové typy, případně byly připsány komentáře. V poli Key byl pak označen atribut zastávající funkci primárního klíče tabulky. U tabulek představujících číselníky atributů byl navíc v záložce After Script vepsán příkaz INSERT (příklad viz. Obrázek 17), pomocí něhož jsou do tabulky vkládány eventuelní hodnoty atributů.



Obrázek 17. Ukázka použití formule INSERT v dialogovém okně Entity Properties.

Následně byly tabulky propojeny, čímž byl vytvořen kompletní ER diagram databáze. Vztahy 1:N byly realizovány pomocí nástroje Relationship. Do tabulky typu potomek tak byl vložen sekundární klíč odpovídající hodnotě primárního klíče tabulky typu rodič. Pro vytvoření vztahu M:N byl použit nástroj M:N Relationship, který automaticky založil i dekompoziční tabulku obsahující kombinace klíčů obou tabulek vstupujících do vazby.

Entity-Relationship diagram databáze tvoří Přílohu 2 diplomové práce. Primární klíče tabulek jsou vyznačeny červenou barvou, sekundární klíče barvou zelenou. Modrou barvu mají klíče v dekompozičních tabulkách. Pro přehlednost byly navíc hlavní tabulky databáze zvýrazněny tučným ohraničením.

³ Nástroje, funkce a jiné součásti softwarových aplikací jsou pro přehlednost od ostatního textu odlišeny podtržením.

Fáze tvorby databáze v Toad Data Modeler byla zakončena verifikací modelu (funkce Verify Model) a prostřednictvím funkce Generate DDL script byl vygenerován zdrojový kód databáze v jazyce SQL. Na začátek kódu bylo nutné vepsat příkaz k vytvoření databáze a k jejímu následnému použití:

```
CREATE DATABASE IF NOT EXISTS ceskyraj
DEFAULT CHARACTER SET cp1250 COLLATE cp1250_czech_cs;
USE ceskyraj;4
```

Kompletní zdrojový kód databáze je obsahem Přílohy 3.

4.3.5 Zprovoznění databáze v SQLTools

Pro práci s daty uloženými v databázovém SQL serveru slouží v systému Janitor aplikace SQLTools. Připojení k databázovému serveru se provádí v aplikaci Connection Admin, která je spustitelná přímo z SQLTools pomocí funkce Connection v základním menu. V panelu Properties byly vyplněny vlastnosti připojení (shodně s nastavením v konfiguraci MySQL serveru) a tlačítkem Use bylo připojení realizováno. Zdrojový kód databáze vyexportovaný z Toad Data Modeler byl prostřednictvím tlačítka Load načten do SQL editoru a následně poslán databázovému serveru kliknutím na tlačítko Execute.

4.3.6 Návrh plnění databáze

Při práci s databázemi je velmi důležité, aby jejich plnění bylo co možná nejefektivnější. To znamená, aby bylo intuitivní a rychlé, a zároveň aby byly maximálně eliminovány chyby při zápisu. Jak již bylo zmíněno v úvodu kapitoly 4.3, v případě databáze turistického regionu Český ráj je navíc žádoucí, aby byly vyplněné informace o geoobjektech snadno přístupné přímo z GIS aplikace. Nejjednodušším způsobem je jejich zobrazení v atributových tabulkách daných shapefile vrstev, které jsou uloženy ve formátu DBF. Aby v nich bylo možné zobrazit údaje z SQL databáze, je nutné tyto údaje nejprve vyexportovat z jazyka SQL do formátu DBF.

Vzhledem k výše uvedeným faktům a k různorodému charakteru tabulek v databázi, byly navrženy dva postupy plnění databáze:

- plnění SQL tabulek pomocí elektronických formulářů a jejich následný export do DBF,
- export prázdných SQL tabulek (záhlaví tabulek) a jejich plnění přímo ve formátu DBF.

První postup bude aplikován na tabulky *pesi*, *cyklo*, *rozcestnik* a *smerovka_tabulka*. Pro plnění tabulek *pesi_usek* a *cyklo_usek* byl zvolen postup druhý. Způsoby plnění databáze jsou pro přehlednost zrekapitulovány v Tabulce 1.

Tabulka 1. Způsoby plnění tabulek v databázi.

Způsob plnění	Název tabulky
Elektronický formulář	<i>cyklo</i> , <i>pesi</i> , <i>rozcestnik</i> , <i>smerovka_tabulka</i>
Přímý zápis do DBF	<i>cyklo_usek</i> , <i>pesi_usek</i>

⁴ Části zdrojového kódu jsou od běžného textu odlišeny použitím fontu Courier New.

4.3.7 Tvorba formulářů v aplikaci DataBuilder

Část tabulek databáze bude plněna pomocí sestav elektronických formulářů, tzv. formsetů, prostřednictvím aplikace DataRuntime, která je součástí systému Janitor. K tvorbě těchto formulářů je určena aplikace DataBuilder.

Pomocí formsetů budou plněny tabulky obsahující všeobecné údaje o trasách (*cyklo*, *pesi*) a související číselníky atributů. Rovněž pro plnění tabulek vázaných k bodové vrstvě rozcestníků (*rozcestnik* a *smerovka_tabulka*) se tento způsob ukázal jako příhodný. Systém Janitor totiž umožňuje komunikaci mezi formuláři a vrstvami v aplikaci JanMap, a to ve formě zápisu souřadnic bodu vybraného v JanMap do příslušného formuláře.

Postup tvorby jednotlivých formulářů se příliš nelišil a je proto popsán všeobecně. Nejprve byl založen nový projekt s názvem „ceskyraj“ (Project → New) a pomocí funkce Add → Connection bylo definováno připojení k příslušnému MySQL serveru. Následně již bylo možné vložit do projektu nové formuláře (Add → Form). Každý formulář byl pojmenován shodně s názvem tabulky, kterou má plnit. V poli Inspector pak bylo nutné nadefinovat u všech formulářů připojení k databázi (Connection, Database), příslušnou tabulku (Table) a pole odpovídající primárnímu klíči tabulky (Id).

Formulář je možné zobrazit kliknutím pravého tlačítka myši na daný objekt v panelu Explorer a vybráním funkce Show Form v kontextovém menu. Do prázdného formuláře pak byly postupně vkládány objekty z nástrojové lišty. Pro přímý zápis dat do tabulky bylo použito editační okno (Edit), výběr hodnot z číselníků atributů byl realizován rozbalovacím polem (Combobox). Vztahy M:N byly řešeny objektem ListBox, do kterého je možné vkládat seznam hodnot. Dále byly vloženy popisky k jednotlivým objektům (Label) a pole Navigator, které obsahuje tlačítka k ovládní formuláře (listování, editace, ukládání atd.). Tlačítka (Button) se symbolem „+“ byla vložena pro zobrazení navázaných formulářů (reprezentujících číselníky atributů). Pro lepší orientaci ve formuláři byly některé objekty sdruženy umístěním na tzv. GroupBox. U objektů, jejichž prostřednictvím se budou plnit jednotlivá pole tabulky (Edit, Combobox), bylo nutné vyplnit správné údaje v panelu Inspector a identifikovat tak konkrétní pole tabulky, které se bude z daného objektu vyplňovat. U objektu typu Button byly pro změnu v poli OnClick vyplněny operace, které nastanou po zmáčknutí tlačítka. Dále bylo do každého formuláře vloženo tlačítko „Export“ a objekt SQL2DBF, které, jak jejich názvy napovídají, zajišťují export dat z formuláře do formátu DBF.

Pro zrychlení manipulace s formuláři *cyklo* a *pesi* byl navíc přidán objekt Combobox, který je napojen na pole *cyklo_cislo* (resp. *pesi_cislo*) a díky němuž lze velice rychle vybrat trasu, jejíž údaje mají být ve formuláři zobrazeny, případně editovány.

Formulář *rozcestnik* byl doplněn o pole s názvem „Souřadnice rozcestníku“, jehož hodnoty (X a Y) lze vyplnit vložení souřadnic z aplikace JanMap. Pro tento účel bylo do formuláře vloženo tlačítko Locality a skrytý objekt Blob. Posledním použitým je objekt SqlVar, který automaticky vyplňuje ID rozcestníku a který je rovněž skrytý.

4.3.8 Export tabulek do formátu DBF a jejich propojení s GIS

Údaje, které se váží přímo k liniovým vrstvám pěších a cyklistických tras (tj. tabulky *pesi_usek* a *cyklo_usek*) budou vyplňovány přímo do tabulek ve formátu DBF.

Prvním krokem je export tabulek, respektive jejich záhlaví, z SQL do formátu DBF. Konverze byla uskutečněna v aplikaci SQLTools, a to kliknutím pravého tlačítka myši na příslušnou tabulku a zvolením nabídky Save as. Vyexportované tabulky je možné buď vyplnit v aplikaci JanDat (či jiné aplikaci umožňující editaci DBF tabulek) a až posléze je propojit s atributovými tabulkami vrstev, nebo nejprve uskutečnit propojení a údaje vyplňovat již přímo do atributových tabulek vrstev.

Tabulky *pesi_usek*, *cyklo_usek* a *rozcestnik* jsou v několika případech propojeny s číselníky atributů pomocí vztahu M:N, což je v SQL databázi řešeno dekompozičními tabulkami. Tyto atributy by tedy nebyly obsaženy v záhlaví vyexportovaných tabulek. Po konzultaci s Mgr. Jiřím Chroustem z LabGIS Cenia, bylo navrženo eliminovat dekompoziční tabulku a vytvořit sloučený atribut při exportu dat z SQL databáze. Jako optimální řešení bylo pro tento případ doporučeno použití funkce GROUP BY a operátoru GROUP_CONCAT. SQL příkaz by pak obecně vypadal takto:

```
SELECT table.column, ...,
GROUP_CONCAT(related_table.related_column SEPARATOR ';')
AS new_column
LEFT JOIN decomposition_table ON
(decomposition_table.column = table.column)
LEFT JOIN related_table ON (related_table.related_column =
decomposition_table.related_column)
GROUP BY column;
```

Během zkušebního exportu do DBF se však ukázalo, že sloučený atribut není vyplněn. Důvodem byl datový typ, který je v MySQL při použití operátoru GROUP_CONCAT automaticky generován jako VARCHAR (1024). S datovým typem takového rozsahu si systém Janitor zatím neumí poradit (v příští verzi by tento problém již měl být odstraněn). Proto bylo nutné upravit definici sloučeného pole pomocí funkce SUBSTRING a definovat tak rozsah datového typu maximálně na 255:

```
SUBSTRING(GROUP_CONCAT(related_table.related_column
SEPARATOR ';'), 1, 255) AS new_column
```

Všechny SQL příkazy použité při exportu do DBF jsou uvedeny v Příloze 5.

4.3.9 Příprava papírových formulářů pro sběr dat v terénu

Atributová data budou v terénu zaznamenávána do předem připravených papírových formulářů. Jejich realizace proběhla v aplikaci MS Excel a bylo přitom dbáno, aby jejich vyplňování v terénu bylo co nejintuitivnější a nejrychlejší.

Jedná se o Formulář pro mapování pěších tras a Formulář pro mapování cyklistických tras. Oba jsou koncipované tak, že se do jejich sloupců budou vyplňovat pouze zkratky hodnot atributů jednotlivých úseků trasy a případně stručné poznámky. V obou formulářích jsou navíc mezi jednotlivými řádky (odpovídajícími úsekům trasy) vloženy kolonky pro záznam údajů o bodech na trase (např. rozcestnících).

Na každé stránce formuláře je vloženo záhlaví obsahující podstatné údaje, jako číslo mapované trasy, barva značení, datum mapování a číslo strany formuláře. První strana je navíc doplněna o hlavičku pro vyplnění podrobnějších údajů o mapování (vypracoval, metoda, mapováno od do) a všeobecných údajů o mapované trase. Toto bude sloužit jako základní metadata v případě, že budou formuláře uskladněny jako jistá forma zálohy dat.

Ukázky formulářů pro sběr dat v terénu jsou obsahem Přílohy 8.

4.4 ZKUŠEBNÍ NAPLNĚNÍ DATABÁZE

Zkušební naplnění databáze zahrnovalo zmapování části pěší a cyklistické trasy a souvisejících rozcestníků, dále zpracování naměřených geometrických dat a následné vložení zjištěných atributových údajů do databáze.

Mapování proběhlo ve dnech 17. a 18. 4. 2010 v okolí města Mnichovo Hradiště a jeho objektem byla pěší turistická trasa č. 0020 (červené značení), a to v úseku od mostu přes řeku Jizeru v Mnichově Hradišti na nádvoří hradu Valečov. Rovněž byla zmapována část cyklistické trasy č. 223 od jejího počátku v obci Klášter Hradiště nad Jizerou po křižovatku v obci Březina. Mapování pěší trasy probíhalo za chůze, cyklistická trasa byla mapována z automobilu.

4.4.1 Příprava na mapování

Před výjezdem do terénu bylo nutné seznámit se s vedením mapovaných tras a s charakterem území, kterým procházejí. Posléze byla zvolena vhodná metoda mapování a odhadnuta časová náročnost terénních prací.

Vybavení do terénu zahrnovalo GNSS přijímač, digitální fotoaparát, turistickou mapu, vytištěné formuláře pro mapování pěších a cyklistických tras (v dostatečném počtu stran), seznam zkratek pro sběr dat, pevné desky a tužky.

4.4.2 Sběr dat v terénu

Ke sběru polohových dat byl použit GPS přijímač Garmin eTrex H, atributové údaje byly zaznamenávány do předem připravených papírových formulářů. Mapování probíhalo za neustálého příjmu signálu GPS, pouze v dlouhých přímých úsecích s konstantními vlastnostmi byla navigace vypínána. V místě změny jakékoliv sledované vlastnosti trasy (typ povrchu, bezpečnost, atd.) byl

do GPS navigace vložen nový bod (waypoint). Jeho číslo bylo zaznamenáno do příslušné kolonky ve formuláři (Počáteční bod GPS) a následně byly vyplněny vlastnosti úseku a případné poznámky. Atributové údaje o rozcestnících nebyly v terénu zapisovány, místo toho byly pořizovány kvalitní digitální fotografie rozcestníků. Do GPS byl v místě rozcestníku vložen nový waypoint a do formuláře pak bylo zapsáno jeho číslo, číslo fotografie a poznámka R (rozcestník).

4.4.3 Zpracování dat v aplikaci JanMap

Po příchodu z terénu byla geografická data stažena z GPS přístroje do aplikace JanMap. Tlačítkem Download/Upload data bylo otevřeno okno GPS Connector a v poli GPS Data byly zatrženy možnosti Get Waypoints a Get Tracks. Tím byly do aplikace přidány dvě SHP vrstvy – bodová (waypoints) a liniová (tracklogs). Obě vrstvy bylo nutné transformovat z projekce WGS-84 do projekce S-JTSK. Následně bylo nutné provést generalizaci liniových vrstev odstraněním nadbytečných lomových bodů (pomocí nástroje Remove vertex v Editor Toolbar). Obě vrstvy pak byly zkontrolovány nad ortofotomapou načtenou z Cenia WMS, případně upraveny (Modify object) a vzájemně přichytnuty. Pro tento účel bylo nejprve nutné nastavit parametry přichytávání v okně Snapping environment, které je spustitelné tlačítkem Snapping. Pomocí nástroje Split line byly postupně vytvořeny jednotlivé úseky trasy. Při tomto kroku je důležité postupovat od počátku mapování a pečlivě vybírat jednotlivé body, ve kterých se má linie dělit. Pro usnadnění práce byly u bodové vrstvy zobrazeny čísla waypointů.

Do atributové tabulky liniových vrstev tras byl v dialogovém okně Field editor přidán nový sloupec datového typu N-Number (11). Původní sloupce tabulky byly odstraněny. Sloupec byl následně vyplněn pomocí nástroje Create Numerical Series tak, aby jeho hodnoty odpovídaly číslům úseků v papírových formulářích. V tuto chvíli je atributová tabulka připravena na propojení s příslušnou tabulkou vyexportovanou z SQL databáze (pesi_usek.dbf a cyklo_usek.dbf). Tento krok byl uskutečněn funkcí Join Related Table, která je od minulého roku součástí aplikace JanMap. Při této operaci se zobrazilo okno s varováním souvisejícím s absencí údajů v relované tabulce, propojení však úspěšně proběhlo. Jakmile je záhlaví atributové tabulky kompletní, je možné přistoupit k plnění databáze. Předtím je však žádoucí takto připravenou mapovou kompozici uložit.

4.4.4 Plnění databáze

Při plnění databáze bylo postupováno přesně dle návodu k běžnému používání databáze, který je popsán v následující kapitole.

5. Výsledky

Výsledkem práce je především samotná databáze a řešení jejího plnění. Jelikož mají výsledky charakter elektronických dat, bude tato kapitola koncipována spíše jako návod k běžnému používání databáze. Veškeré výstupy jsou umístěny na CD-ROM, které je přílohou této diplomové práce.

5.1 ZPROVOZNĚNÍ DATABÁZE

Předpokladem pro úspěšné zprovoznění databáze je v první řadě připojení k MySQL serveru. Postup jeho instalace a konfigurace je popsán v kapitole 4.3.2. Pokud při konfiguraci dojde ke komplikaci s nastavením FireWall Windows, je třeba nastavit pro FireWall výjimku pro port 3306. Konfiguraci je kdykoliv možné změnit v MySQL Server Instance Configuration Wizard. Dále je nutné mít nainstalovanou poslední verzi všech potřebných aplikací systému Janitor (JanMap, JanDat, SQLTools, DataRuntime a Connection Admin).

V aplikaci SQLTools je pak nutné databázi zkompileovat, při čemž lze postupovat podle kapitoly 4.3.5. Příslušný zdrojový kód (ceskyraj.sql) je na CD umístěn ve složce SQL.

5.2 PLNĚNÍ DATABÁZE

Plnění databáze se skládá ze třech částí: záznamu údajů o trase do elektronického formuláře, vyplnění vlastností jednotlivých úseků trasy do atributové tabulky a záznam údajů o rozcestnicích – opět pomocí formulářů.

5.2.1 Formulář pro záznam údajů o trase

Jako první je vhodné vyplnit všeobecné údaje o mapované trase. K tomu jsou určeny elektronické formuláře v aplikaci DataRuntime. Po otevření projektu ceskyraj.dbp (který je na CD umístěn ve složce Formset) se v záložce Form hlavního menu vybere příslušný formulář: „Pěší trasa“ nebo „Cyklistická trasa“. Záznam údajů bude předveden na příkladu cyklotrasy č. 223, jejíž formulář je zobrazen na Obrázku 18.

Pokud byla trasa v minulosti již mapována, lze si její údaje zobrazit výběrem čísla trasy v poli „Výběr trasy“ (1). Ve formuláři se automaticky vyplní vlastnosti příslušné trasy. V případě, že jsou objeveny nesrovnalosti, je možné formulář upravit kliknutím na tlačítko „Editace“ (2) a následným přepsáním editačních polí či změnou výběru v comboboxech. Tlačítkem „Uložit“ (3) jsou změny zaneseny do databáze.

Pokud číslo trasy nebylo v poli „Výběr trasy“ nalezeno, je nutné založit nový formulář kliknutím na tlačítko „Nový“ (4) a vyplnit údaje o trase. Výběr typu trasy je opatřen tlačítkem „+“ (5), pod kterým se skrývá jednoduchý formulář pro přidání nového typu trasy. U ostatních vlastností vyplňovaných pomocí výběrových oken je předpokládáno, že jsou předdefinované hodnoty již kompletní. Údaje z formuláře jsou uloženy do SQL databáze stisknutím tlačítka „Uložit“ (3). Export veškerých doposud

uložených dat do formátu DBF pak zprostředkovává tlačítko „Export“ (6). Tlačítko s obrázkem glóbu (7) slouží k otevření aplikace JanMap, ve které jsou následně vyplněny údaje o jednotlivých úsecích trasy.

Obrázek 18. Ukázka formuláře pro záznam údajů o trase.

5.2.2 Vyplnění vlastností úseků trasy v atributové tabulce

Aby bylo možné pracovat s atributovou tabulkou, musí být příslušná vrstva v režimu editace. Údaje o jednotlivých úsecích trasy jsou přepisovány z papírových formulářů vyplněných v terénu. Rovněž do atributové tabulky jsou vyplňovány pouze zkratky hodnot. Pro urychlení práce je možné některé atributy hromadně předvyplnit. Jedná se zejména o atributy, které mají ve všech úsecích trasy konstantní hodnotu (*pesi_cislo* resp. *cyklo_cislo*), nebo u kterých je jedna z hodnot značně převládající (např. *bezpecnost: B*). Tyto konstanty lze vyplnit pomocí nástroje Function pod záložkou Calculate Attributes, jak je předvedeno na příkladě atributu *pesi_cislo* na Obrázku 19. Ostatní atributy byly vyplněny ručně. Práci je vhodné průběžně ukládat a po ukončení editace ještě jednou přezkontrolovat.

Obrázek 19. Ukázka použití nástroje Function pro hromadné vyplnění atributu.

5.2.3 Záznam údajů o rozcestníku

K záznamu údajů o rozcestnicích je v aplikaci DataRuntime určen formulář s názvem Rozcestník (Obrázek 21). Jeho vyplnění bude vysvětleno na příkladu rozcestníku z Obrázku 20.

Formuláře Rozcestník se v zásadě neliší od formulářů pro trasy. Rozdílem je možnost záznamu údajů o poloze v panelu „Souřadnice rozcestníku“. Souřadnice X a Y v projekci S-JTSK_Krovak_East_North jsou do formuláře vloženy pomocí tlačítka s obrázkem glóbu (1), které otvírá aplikaci JanMap. V příslušné mapové kompozici je nutné nástrojem Select Feature vybrat bod odpovídající danému rozcestníku a tlačítkem Send Feature poslat jeho prostorové údaje do formuláře. V případě, že již existuje evidence rozcestníků s údaji o poloze, lze souřadnice vložit rovněž ručně – stisknutím tlačítka „Zápis X, Y“ (2) a přímým zápisem souřadnic do příslušných kolonek.

Další specialitou formuláře je panel „Směrovky a tabulky“, jehož obsahem je seznam směrovek a tabulek umístěných na rozcestníku a tlačítka pro jejich přidávání, zobrazení a mazání. Vložení směrovek a tabulek do seznamu bylo uskutečněno tlačítkem „Přidat“ (3), které otvírá formulář Směrovka/Tabulka, a následným vyplněním a uložením tohoto formuláře.



Obrázek 20. Fotografie rozcestníku.

Obrázek 21. Formulář pro záznam údajů o rozcestníku.

Po uložení posledního rozcestníku je možné údaje vyexportovat do DBF, aby mohly být následně vloženy do aplikace JanMap jako bodová shapefile vrstva pomocí nástroje Import Table to Shape. Ukázka vyplněného dialogového okna je na Obrázku 22.

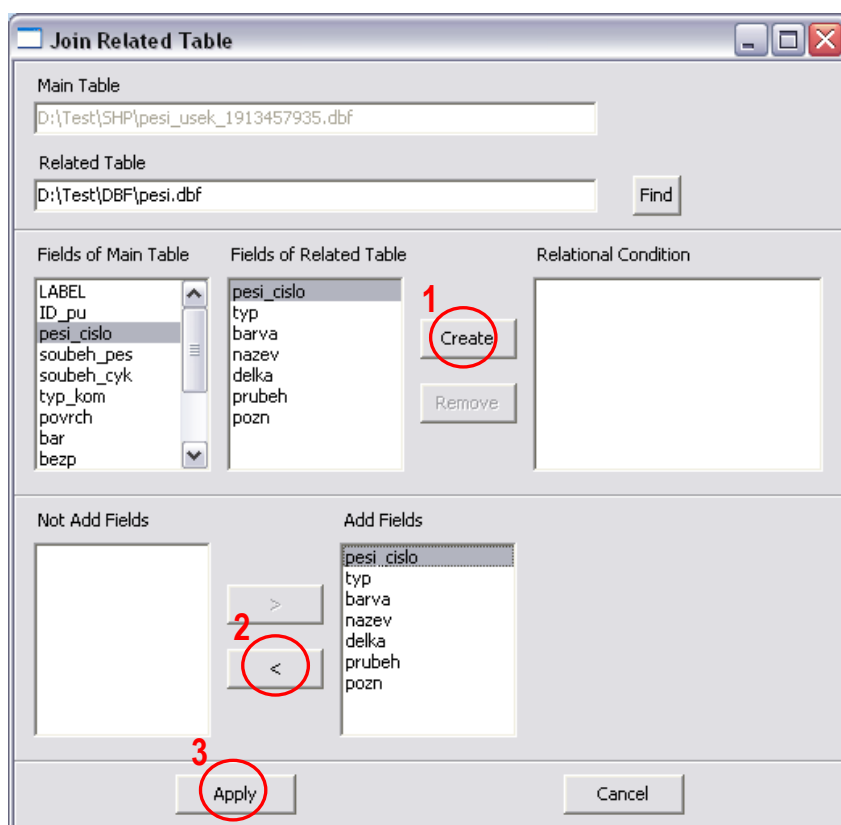
Obrázek 22. Dialogové okno pro import tabulky do vrstvy SHP.

5.3 PRÁCE S DATY

Zaznamenané údaje lze prohlížet a editovat několika různými způsoby v závislosti na formě jejich plnění.

Nejvhodnějším prostředím pro prohlížení a editaci hlavních charakteristik pěších a cyklistických tras jsou formuláře v aplikaci DataRuntime. Formuláři lze listovat tlačítky v panelu Navigator (|<<, <, >, >>|), podstatně rychlejším způsobem je však výběr čísla trasy v poli „Výběr trasy“. Po exportu formulářů do formátu DBF je možné záznamy prohlížet v aplikaci JanDat, nebo je propojit s atributovými tabulkami úseků tras pomocí atributu *pesi_cislo* resp. *cyklo_cislo*, jak znázorňuje Obrázek 23. Všechny úseky dané trasy pak mají shodné hodnoty takto vložených atributů.

Záznamy o úsecích tras lze prohlížet v aplikaci JanMap (či jiné GIS aplikaci), a to buď pomocí tlačítka Identify nebo přímo v atributových tabulkách vrstev. Záznamy jsou tvořeny pouze zkratkami hodnot. V případě, že je žádoucí jejich plné znění (např. pro účely sdílení dat s jinou organizací), stačí atributové tabulky propojit se souvisejícími číselníky atributů pomocí funkce Join Related Table podobně jako na Obrázku 23.



Obrázek 23. Ukázka dialogového okna pro připojení relované tabulky.

Problém nastane pouze tehdy, je-li v poli atributové tabulky vstupující do relace vyplněno více údajů, tedy pokud byl vztah k číselníku definován jako M:N. Jako příklad lze uvést bezpečnost úseku cyklistické trasy, která může být zároveň narušena rušným provozem aut i příkrým klesáním. Dané pole v atributové tabulce je pak vyplněno: R;K. V tomto případě operace Join neproběhne a plné znění

hodnot je nutné vyplnit ručně. K filtrování záznamů se používá nástroj Select By Attributes. V případě výběru pomocí atributů, které mohou obsahovat více údajů v jednom poli, je vhodné použít operátor LIKE, který je v JanMapu reprezentován znaménkem ~.

Prohlížení údajů o rozcestnících lze provádět oběma výše popsanými způsoby. Vhodnějším z nich jsou jednoznačně formuláře, které umožňují rychlé a přehledné zobrazení veškerých údajů jak o rozcestnících, tak o směrovkách a tabulkách umístěných na konkrétním rozcestníku. Naopak atributová tabulka vrstvy rozcestníků neobsahuje žádné údaje o směrovkách a tabulkách kromě jejich evidenčního čísla. Připojení tabulky obsahující tyto údaje pomocí Join Related Table nelze uskutečnit, pokud je na rozcestníku umístěna více než jedna směrovka či tabulka, což je v podstatě pravidlem. Prohlížení záznamů směrovek a tabulek by tedy muselo probíhat například v aplikaci JanDat, filtrace je možná pomocí atributu *ID_rozc*, který bylo pro tento účel do tabulky přidán.

5.4 PREZENTACE DAT NA INTERNETU

Prezentace zpracovaných dat bude s největší pravděpodobností uskutečněna ve spolupráci s Libereckým krajem, městem Jičín či městem Turnov, které mají v blízké době v plánu zprovoznění mapového serveru. S výstavbou samostatné mapové aplikace Sdružení Český ráj momentálně nepočítá. Zpřístupnění dat veřejnosti však lze uskutečnit i jejich prostým umístěním na web turistického regionu Český ráj (<http://www.cesky-raj.info>), a to například v podobě KML souborů, jejichž princip byl popsán v kapitole 3.6.5. Turisté si pak tyto soubory mohou velice jednoduše zobrazit v aplikaci Google Earth či na serveru Google Maps nebo je převést do formátu GPX a nahrát do své GPS navigace.

6. Diskuse

V průběhu práce nebyla zjištěna existence projektu s podobným zaměřením a způsobem zpracování, se kterým by bylo možné provést porovnání. Pro pasporty území využívají organizace obvykle rozsáhlé GIS aplikace, které jsou však finančně velice nákladné a jejich využití pro evidenci pěších a cyklistických tras by proto bylo neefektivní.

Alespoň částečné srovnání je možné s programem Turistické trasy, který byl krátce popsán v kapitole 3.8.1. Cílovým uživatelem tohoto software je však turista, jehož nároky na software se značně liší od potřeb organizace spravující prostorová data. Program nabízí podstatně propracovanější interface, neumožňuje však jakoukoliv editaci záznamů. Sdružení Český ráj by tak bylo odkázáno na činnost vydavatelství SHOcart, které provádí aktualizaci dat. Zároveň rozsah sledovaných vlastností objektů není pro SČR dostačující.

Během práce na jednotlivých částech projektu se objevovaly problémy či přicházely nové vize. V následujících odstavcích jsou stručně shrnuty původní myšlenky, důvody proč od nich bylo upuštěno a úskalí, která finální způsob řešení má.

Návrh databáze

Prvotním záměrem byla konstrukce jedné databáze vzájemně propojených tabulek. Jelikož hlavní tabulky databáze reprezentují GIS vrstvy, které spolu souvisí prostorově, bylo od jejich atributového propojení upuštěno. Výjimkou jsou atributy *soubeh_pesí* a *soubeh_cyklo*, které jsou součástí tabulek *pesí_usek* a *cyklo_usek*, a které mají pouze informativní charakter.

Plnění databáze

Původně bylo zamýšleno plnění všech tabulek databáze pomocí elektronických formulářů v aplikaci DataRuntime. V průběhu práce se však ukázalo, že tento způsob není pro všechny tabulky tím nejvhodnějším. Zejména pro tabulky, které se váží přímo k liniovým vrstvám pěších a cyklistických tras (tj. tabulky *pesí_usek* a *cyklo_usek*) by byl tento způsob zbytečně zdlouhavý a komplikovaný, a to zejména z následujících důvodů:

- Do tabulek budou zaznamenávány pouze atributové údaje. Informace o poloze budou obsaženy v GIS vrstvách vzniklých sběrem dat v terénu nebo vektorizací map.
- Atributových údajů bude velké množství a budou přepisovány z papírových formulářů, ve kterých budou zaznamenávány zkratky hodnot jednotlivých atributů.
- Systém Janitor zatím neumožňuje dostatečně elegantní propojení liniových vrstev s formuláři (možný je pouze zápis souřadnic centroidů).
- Údaje se váží přímo k jednotlivým úsekům liniové vrstvy a je tedy žádoucí, aby byly snadno zobrazitelné v GIS aplikaci, což by vyžadovalo neustálou konverzi z SQL a složité propojování s atributovými tabulkami.

Export z SQL do formátu DBF

Značným úskalím navrženého řešení je nutnost neustálého převodu z SQL databáze do tabulek formátu DBF, které lze zobrazit v GIS aplikaci. Dochází tak vlastně k dvojímu ukládání informací a v případě nevhodné editace záznamů by mohly vzniknout nesrovnalosti. Je proto nutné údaje editovat vždy v SQL a ve formátu DBF záznamy pouze prohlížet (to se netýká tabulek *pesi_usek* a *cyklo_usek*, jejichž záznamy jsou vedeny pouze v DBF formátu). Ideálním způsobem by bylo vyplňování DBF tabulek přímo z elektronických formulářů, tento krok však aplikace systému Janitor zatím neumožňuje.

Import tabulky do SHP

Tvorba vrstvy rozcestníků je v práci řešena exportem souřadnic bodů do SQL a následným importem tabulky do SHP. Při exportu souřadnic do SQL dochází k jejich zaokrouhlení. Ačkoliv byl tento efekt minimalizován volbou vhodného datového typu s dostatečným rozsahem, body importované do GIS nejsou umístěny přesně na svých původních souřadnicích a nejsou proto přichyceny k vrstvám tras. Pokud by toto přichycení bylo žádoucí, musel by být proveden snapping vertexů linií na rozcestníky.

Sběr dat v terénu

Úskalím navrženého způsobu sběru dat v terénu je záznam atributových údajů do papírových formulářů, které je po návratu z terénu nutné přepsat do digitální podoby. Tento krok je časově náročný a hrozí při něm zanesení chyb. Jisté usnadnění by mohly přinést zaškrťovací formuláře a jejich převod do digitální formy pomocí speciálního skeneru. Tímto zařízením však v tuto chvíli Sdružení Český ráj nedisponuje. Výhodou papírových formulářů je, že poskytují alespoň určitou formu zálohy dat v případě ztráty dat digitálních. Ideálním prostředkem pro mapování tras a doprovodné infrastruktury by bylo bezesporu PDA s GPS modulem. To by umožňovalo současný záznam atributových i polohových údajů o geoobjektech přímo do GIS. Rovněž fotografie rozcestníků by mohly být pořizovány pomocí PDA, pokud by jeho součástí byl digitální fotoaparát. Pořízení PDA je však relativně nákladné a jeho spolehlivost v terénu naopak nízká. Zejména co se týče výdrže baterií a odolnosti k povětrnostním podmínkám nemohou současné PDA některým byť i starším modelům turistických navigací konkurovat.

Nevyhnutelným krokem po příchodu z terénu je generalizace vrstev. Přesnost GPS signálu totiž u turistických navigací kolísá mezi 4 a 10 m, v případě mapování v zalesněném území či ve skalních údolích může klesnout až k 30 metrům.

Zmapování části území turistického regionu Český ráj

Přáním Sdružení Český ráj bylo, aby v rámci této diplomové práce proběhlo i zmapování části území turistického regionu. Přínos této činnosti pro diplomovou práci by však byl v poměru k její časové náročnosti minimální. Mapování bylo tedy provedeno pouze v rámci zkušebního naplnění databáze.

POI

Rozšíření databáze o vrstvu bodů zájmu a její propojení s vrstvami cyklistických a pěších tras, které bylo dodatečným požadavkem SČR, nebylo v rámci této diplomové práce, především z důvodu časové stísněnosti, uskutečněno. Pozornost byla zaměřena pouze na bodovou vrstvu rozcestníků. Tuto metodiku je však možné analogicky rozšířit i na ostatní kategorie bodů zájmu.

Pro další rozvoj vrstvy POI, především pro lokalizaci služeb (ubytování, stravování apod.), by byla vhodná spolupráce SČR s jednotlivými členskými subjekty, a to v podobě sběru dat na lokální úrovni (města a obce) a jejich následného sdílení se SČR. Vzhledem k současnému rozsahu využívání geoinformačních technologií na městských a obecních úřadech, je tento krok však zatím otázkou budoucnosti.

7. Závěr

Hlavním výsledkem práce je především samotná databáze, která umožňuje efektivní skladování dat o pěších a cyklistických trasách a jejich doprovodné infrastruktuře. Při návrhu databáze bylo dbáno na synchronizaci s dostupnými metodikami, zejména pak s Jednotnou GIS databází cyklistické infrastruktury ČR (JGD), která byla implementována na část projektu týkající se cyklistických tras. Součástí projektu je vyplnění eventuálních hodnot atributových vlastností objektů a návrh způsobu plnění databáze, které respektuje potřeby zadavatele projektu. Plnění databáze je řešeno komplexně – zahrnuje metodiku sběru dat v terénu, jejich zpracování v GIS, záznam atributových údajů do databáze a následné propojení geometrické a atributové složky dat. Návod k běžnému používání databáze je aplikován na podrobném popisu postupu prací při zkušebním naplnění databáze.

Z výše uvedeného shrnutí výsledků vyplývá, že bylo dosaženo všech cílů vytyčených v zadání – návrhu a konstrukce geodatabáze pěších a cyklistických tras a jejich doprovodné infrastruktury, návrhu a řešení vhodného způsobu naplňování geodatabáze a ověření navrženého modelu v praxi.

Zavedení projektu ve Sdružení Český ráj by mělo výrazně zefektivnit činnosti spojené s evidencí tras a rozcestníků, což lze považovat za hlavní přínos této diplomové práce.

Projekt lze využít v podstatě na celém území České republiky a jeho implementace nevyžaduje žádné investice, jelikož je plně provozován ve volně dostupných aplikacích systému Janitor. Databázi lze do budoucna analogicky rozšířit například na lyžařské trasy a hipotras, a část týkající se rozcestníků může být implementována na ostatní typy bodů zájmu.

8. Přehled literatury a použitých zdrojů

- BIDGOLI H., 2004: The Internet Encyclopedia, Volume 2. John Wiley & Sons, New Jersey, 849 s., ISBN 0-471-22204-6.
- BÍLOVÁ M., AMBROŽ J., BÍL M., MARTÍNEK J., 2007b: Nedostatky systému evidence cyklotras v ČR a návrh řešení. Centrum dopravního výzkumu, online: <http://www.cyklostrategie.cz/image/nedostatky-evidence-cyklotras>, cit. 6.3.2010.
- BÍLOVÁ M., BÍL M., KALA L., MARTÍNEK J., 2007a: Jednotná GIS databáze cyklistické infrastruktury ČR. Univerzita Palackého v Olomouci, 64 s., ISBN 978-80-244-2062-2.
- BRŮNA V., KŘOVÁKOVÁ K., 2006: Staré mapy v prostředí GIS a internetu. In: Talich M. (ed.): GEOS 2006. VÚGTK, online: http://www.vugtk.cz/odis/sborniky/jine/geos06/paper/41_bruna_krovakova/paper/41_bruna_krovakova.pdf, cit. 9.3.2010.
- BŘEHOVSKÝ M., JEDLIČKA K., 2002: Úvod do geografických informačních systémů. Západočeská univerzita v Plzni, online: <http://www.gis.zcu.cz/studium/ugi/e-skripta/ugi.pdf>, cit. 12.2.2010.
- BURIAN J., 2007: Nová verze nástroje pro export z prostředí ArcGIS do Google Earth. GeoBusiness, online: <http://www.geobusiness.cz/index.php?id=2664>, cit. 15.3.2010.
- CAJTHAML J., 2006: Kartografická data a jejich prezentace na internetu. ČVUT v Praze, online: http://projekty.geolab.cz/gacr/a/files/cajt_fmadvz05.pdf, cit. 8.3.2010.
- CCRS, 2008: Tutorial: Fundamentals of Remote Sensing. Canada Centre for Remote Sensing, online: http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/index_e.php, cit. 1.2.2010.
- CENIA, 2005: JANITOR, systém pro organizaci, analýzu a syntézu dat. Cenia LabGIS, online: http://janitor.cenia.cz/www/j2_html.php?id=2&lang=cze&idmn=24, cit. 6.3.2010
- CLEVERS J., 2006: Remote Sensing reader. Wageningen UR, online: <http://www.geo-informatie.nl/courses/GRS10306>, cit. 1.2.2010.
- ČÁBELKA M., 2007: GPS. Univerzita Karlova v Praze, online: [http://telmae.cz/Experiments/lectures.nsf/0/a7f193f5d947d5238025739c002db647/\\$FILE/gps.ppt](http://telmae.cz/Experiments/lectures.nsf/0/a7f193f5d947d5238025739c002db647/$FILE/gps.ppt), cit. 29.1.2010.
- ČEPICKÝ J., 2005: Mapový server snadno a rychle (1). Root.cz, online: <http://www.root.cz/clanky/mapovy-server-snadno-a-rychle-1>, cit. 13.3.2010.
- DANA P. H., 1997: Global Positioning System Overview. In: NCGIA Core Curriculum in GIScience. University of California Santa Barbara, online: <http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u017/u017.html>, cit. 17.1.2010.
- EEA, 2010: Eye on Earth. European Environment Agency, online: <http://eyeonearth.cloudapp.net>, cit. 6.4.2010
- ESA, 2004: GLONASS. European Space Agency, online: http://www.esa.int/esaMI/ESA_Permanent_Mission_in_Russia/SEMWMIW4QWD_0.html, cit. 18.1.2010.
- ESA, 2007: What is Galileo? European Space Agency, online: http://www.esa.int/esaNA/GGGMX650NDC_galileo_0.html, cit. 18.1.2010
- ESA, 2009: What is EGNOS? European Space Agency, online: http://www.esa.int/esaNA/GGG63950NDC_egnos_0.html, cit. 18.1.2010
- FARANA R., 2005: Databázové systémy, Microsoft Access 2.0. Vysoká škola báňská, Ostrava, online: <http://www.fs.vsb.cz/books/dbacc20/Welcome.htm>, cit. 7.2.2010.

- GARMIN, 2010: Garmin Store. Garmin, online: <https://buy.garmin.com/shop>, cit: 17.1.2010.
- GEOBUSINESS, 2009: Oblíbené pláže si předem můžete zkontrolovat na mapě. GeoBusiness 2009/8: 5.
- GOODCHILD M. F., 1997: What is Geographic Information Science? In: NCGIA Core Curriculum in GIScience. University of California Santa Barbara, online: <http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u002/u002.html>, cit. 17.1.2010.
- GOOGLE, 2010: Uživatelská příručka aplikace Google Earth. Google, online: http://earth.google.com/intl/cs/userguide/v4/ug_kml.html, cit. 15.3.2010.
- HALOUNOVÁ L., PAVELKA K., 2005: Dálkový průzkum Země. Vydavatelství ČVUT, Praha, 192 s., ISBN 80-01-03124-1.
- JACOBSON C. R., 1998: Fundamentals of Data Storage. In: NCGIA Core Curriculum in GIScience, University of California Santa Barbara, online: <http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u037/u037.html>, cit. 7.3.2010.
- JANČÍK M., 2009a: Jak začít s geocachingem? GeoBusiness 2009/4+5: 35.
- JANČÍK M., 2009b: Turistická mapa. GeoBusiness 2009/6: 34-36.
- JONÁŠ R., ZELENKA J., 1998: Využití počítačů v cestovním ruchu. Grada Publishing, Praha, 216 s., ISBN 80-7169-414-2.
- KČT, 2007: Učební texty pro značkáře - díl G. Klub českých turistů, Rada značení, Praha, 52 s.
- KČT, 2009a: Turistické značení. Klub českých turistů, Praha, online: <http://www.klubturistu.cz/turisticke-znacení>, cit. 30.3.2010.
- KČT, 2009b: Mapy KČT. Klub českých turistů, Praha, online: <http://www.klubturistu.cz/mapy-kct>, cit. 30.3.2010.
- KLEČKOVÁ J., 2007: Databázové systémy FF. Západočeská univerzita v Plzni, online: http://www.kiv.zcu.cz/~kleckova/Predmety/DBH/download/DBH_2_2007.pdf, cit. 7.2.2010
- KLIMANEK M., SUK P., 2008: Geoinformační systémy - integrované využití. MZLU v Brně, online: http://mapserver.mendelu.cz/sites/default/files/data/skripta/GIS_IV/GISIV03.pdf, cit. 10.2.2010.
- KOLÁŘ J., 2003: Geografické informační systémy 10. Vydavatelství ČVUT, Praha, 161 s., ISBN 80-01-02687-6.
- NADACE PARTNERSTVÍ, 2010: Greenways. Nadace Partnerství, online: <http://www.nadacepartnerstvi.cz/greenways>, cit. 21.4.2010.
- NEAVE P., 2010: What is Flash Earth? Paul Neave, online: <http://www.flashearth.com/help>, cit. 9.3.2010.
- OLSZOWSKI P., FARANA R., 1997: Dotazovací jazyk SQL. Vysoká škola báňská, Ostrava, online: <http://www.fs.vsb.cz/books/SQLReference/Index.htm>, cit. 14.2.2010.
- RUDA A., 2009: Role GIS v plánování udržitelného cestovního ruchu. Masarykova Univerzita, Brno, ISBN 978-80-244-2290-9.
- SČR, 2008: Výroční zpráva Sdružení Český ráj za rok 2008. Sdružení Český ráj, Turnov, online: <http://www.cesky-raj.info/cs/info/sdruzeni-cesky-raj/dokumenty/vyrocní-zprávy>, cit. 7.12.2009
- SCHEJBAL C., HOMOLA V., STANĚK F., KAJZAR V., 2006: Geoinformatika. VŠB-TU, Ostrava, online: <http://geologie.vsb.cz/geoinformatika>, cit. 17.1.2010.

- SKŘIVAN J., 2000: Databáze a jazyk SQL. Interval.cz, online: <http://interval.cz/clanky/databaze-a-jazyk-sql>, cit. 4.3.2010.
- STREIT U., 1998: Einführung in die Geoinformatik. Universität Münster, online: <http://ifgivor.uni-muenster.de/vorlesungen/Geoinformatik/frames/fsteuer.htm>, cit. 17.1.2010.
- ŠÍMA J., 2010: Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí – obor geografická informace. VÚGTK, online: http://www.vugtk.cz/slovník/obor_GI_geograficka-informace, cit. 6.3.2010.
- ŠUNKEVIČ M., 2007a: Americký družicový navigační systém NAVSTAR GPS. Česká kosmická kancelář, online: <http://www.czechspace.cz/cs/galileo/aktuality-GPS-Glonass/GPS>, cit. 17.1.2010.
- ŠUNKEVIČ M., 2007b: EGNOS. Česká kosmická kancelář, online: <http://www.czechspace.cz/cs/galileo/aktuality-GPS-Glonass/EGNOS>, cit. 17.1.2010.
- TALICH M., 2004: Webové služby a aplikace XML. In: INFORUM 2004. VÚGTK, online: http://www.inforum.cz/pdf/2004/Talich_Milan.pdf, cit. 12.3.2010.
- TUČEK J., 1998: GIS. Geografické informační systémy. Principy a praxe. Computer Press, Praha, ISBN 80-7226-091-X
- TV-Novosti, 2009: GLONASS now covers all of Russia. ANO "TV-Novosti", online: http://rt.com/Top_News/2009-12-14/glonass-proton-launch-satellite.html, cit. 17.1.2010.
- UBÍK S., 2010: Turistické trasy. EAGLE Software, Praha, online: <http://www.trasy.net>, cit. 3.3.2010.
- ŽÁK K., 2001: Historie relačních databází. Root.cz, online: <http://www.root.cz/clanky/historie-relacnich-databazi>, cit. 8.2.2010.

Seznam použitých zkratk

1 2 3

1NF	First Normal Form (první normální forma)
2NF	Second Normal Form (druhá normální forma)
3NF	Third Normal Form (třetí normální forma)

A B C D

BCNF	Boyce-Codd Normal Form (Boyce-Coddova normální forma)
CCRS	Canada Centre for Remote Sensing
CZT	cyklistická značená trasa
ČÚZK	Český úřad zeměměřičská a katastrální
DBMS	Database Management System (řídící systém databáze, v čj též SŘBD)
DCL	Data Control Language (příkazy pro řízení dat)
DDL	Data Definition Language (příkazy pro definici dat)
DML	Data Manipulation Language (příkazy pro manipulaci s daty)
DPZ	dálkový průzkum Země

E F G H

EEA	European Environment Agency (Evropská agentura životního prostředí)
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service
ERD	Entity-Relationship diagram
ESA	European Space Agency (Evropská kosmická agentura)
ESRI	Environmental Systems Research Institute
GIS	Geographic Information System (geografický informační systém)
GIT	Geographic Information Technologies (geografické informační technologie)
GLONASS	Global Navigation Satellite System (Globální navigační satelitní systém)
GNSS	Global Navigation Satellite System (globální družicový navigační systém)
GPS	Global Positioning System (Globální polohový systém)
GPX	GPS eXchange Format
HTML	HyperText Markup Language

I J K L

ID	Identifier (identifikátor)
JGD	Jednotná GIS databáze cyklistické infrastruktury ČR
KČT	Klub českých turistů
KML	Keyhole Markup Language
LIDAR	Light Detection and Ranging
LZT	lyžařská značená trasa

M N O P

MEO	Medium Earth Orbit (střední oběžná dráha Země)
MO	místní okruh
OGC	Open Geospatial Consortium
OID	Object Identifier (identifikátor objektu)
PC	Personal Computer (osobní počítač)
PDA	Personal Digital Assistant (kapesní počítač)
POI	Point of Interest (body zájmu)
PZT	pěší značená trasa

R S T U V

RADAR	Radio Detection and Ranging
SČR	Sdružení český ráj
SDI	Spatial Data Infrastructure
SHP	ESRI Shapefile
SQL	Structured Query Language (strukturovaný dotazovací jazyk)
TIM	turistické informační místo
TZT	turistická značená trasa
UJEP	Univerzita Jana Evangelisty Purkyně

W X Y Z

WFS	Web Feature Service
WMS	Web Map Service (webová mapová služba)
WMS KN	Webová mapová služba pro katastrální mapy
WWW	World Wide Web

Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1.	Průběh hranice turistického regionu Český ráj	9
Obrázek 2.	Systém dálkového průzkumu Země.....	12
Obrázek 3.	Schéma globálního navigačního družicového systému	14
Obrázek 4.	Mapový GPS přijímač Garmin Oregon 400t.	15
Obrázek 5.	Nemapový GPS přijímač Garmin eTrex H.	15
Obrázek 6.	Garmin GPS 16x HVS.	16
Obrázek 7.	Garmin GPS 15H.	16
Obrázek 8.	Garmin GPS 10x BT.	16
Obrázek 9.	Zpracování dat v databázovém systému	19
Obrázek 10.	Uspořádání tabulky v relačním databázovém systému.....	21
Obrázek 11.	Ukázka značení pěších tras.....	29
Obrázek 12.	Ukázka dopravního značení pro cyklisty.....	29
Obrázek 13.	Ukázka pásových značek a směrovky.....	29
Obrázek 14.	Výřez turistické mapy 1:50 000.....	30
Obrázek 15.	Ukázka programu Turistické trasy.	31
Obrázek 16.	Ukázka aplikace VectorMap.	32
Obrázek 17.	Ukázka použití formule INSERT v dialogovém okně Entity Properties.....	36
Obrázek 18.	Ukázka formuláře pro záznam údajů o trase.	43
Obrázek 19.	Ukázka použití nástroje Function pro hromadné vyplnění atributu.	43
Obrázek 20.	Fotografie rozcestníku.	44
Obrázek 21.	Formulář pro záznam údajů o rozcestníku.....	45
Obrázek 22.	Dialogové okno pro import tabulky do vrstvy SHP.	45
Obrázek 23.	Ukázka dialogového okna pro připojení relované tabulky.....	46
Tabulka 1.	Způsoby plnění tabulek v databázi.	37

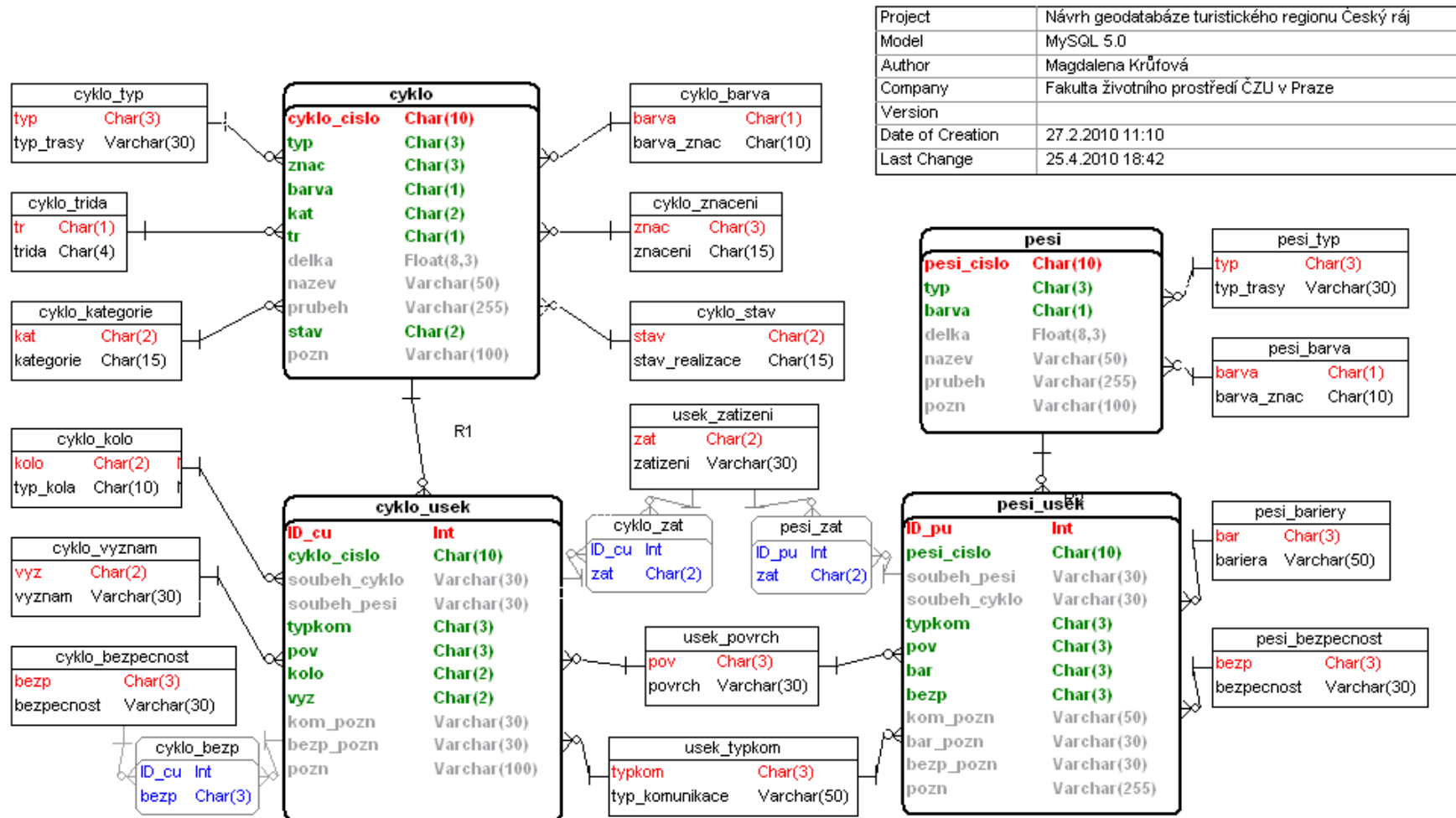
Přílohy

- Příloha 1. Vybrané datové typy a jejich charakteristiky.
- Příloha 2. Entity-Relationship diagram databáze – část 1.
- Příloha 3. Entity-Relationship diagram databáze – část 2.
- Příloha 4. Zdrojový kód databáze v jazyce SQL.
- Příloha 5. Doplnující SQL příkazy.
- Příloha 6. Hlavní tabulky databáze.
- Příloha 7. Číselníky atributů.
- Příloha 8. Ukázka formulářů pro záznam atributových dat v terénu.

Příloha 1. Vybrané datové typy a jejich charakteristiky.
(Zpracováno dle: Klimánek et Suk, 2008; Ozlowski et Farana 1997.)

Skupiny datových typů		Datový typ	Charakteristika
Řetězce		CHAR	Ukládá se vždy jako řetězec s daným počtem znaků. Pokud má záznam menší počet znaků, než bylo definováno, doplní se zbytek mezerami.
		VARCHAR	Ukládá se jako řetězec s proměnlivým počtem znaků – vždy je uložen řetězec i počet znaků, které zabírá.
		TEXT	Textový řetězec o maximálním počtu znaků $2^{16}-1$. Délka je nastavitelná, čímž lze zmenšit velikost záznamu.
Čísla	celá	TINYINT	Nejmenší celočíselný typ, který může nabývat hodnot od -128 do +127.
		SMALLINT	Častěji používaný typ – uloží celá čísla od -32 768 do +32 767.
		MEDIUMINT	Slouží pro uložení čísel od -8 388 608 do 8 388 607.
		INTEGER	Zkráceně INT. Nejčastější typ – s rozpětím -2 147 483 648 do +2 147 483 647 (32bitů).
		BIGINT	Je schopen pracovat s čísly o velikosti 64 bitů ($-9,22 \cdot 10^{18}$ až $+9,22 \cdot 10^{18}$).
	desetinná	FLOAT	Lze definovat požadovaný počet desetinných míst, maximálně však do velikosti 8 cifer, tedy 32 bitů. Například FLOAT(10,5) použije celkem 10 znaků k zobrazení, z toho 5 desetinných míst.
		DOUBLE	Má větší rozsah než FLOAT (64 bitů, tj. 16 cifer za desetinnou čárkou).
		DECIMAL	Ukládá přesná desetinná čísla (bez zaokrouhlování) jako řetězec s libovolným počtem číslic.
Datum a čas		DATE	Ukládá datum ve formátu den/měsíc/rok, a to od 1.1.1000 do 31.12.9999.
		TIME	Ukládá časový údaj ve formátu hodina:minuta:sekunda buď jako skutečný čas nebo jako interval mezi dvěma událostmi. Proto je jeho rozsah od -838:59:59 do +838:59:59.
		DATETIME	Kombinuje předchozí dva typy – ukládá jak datum, tak čas.
		YEAR	Slouží pro uložení roku.
		TIMESTAMP	Ukládá do databáze informace o tom, kdy byl daný řádek založen nebo aktualizován.
Logické		BOOLEAN	Datový typ, který je schopen pojmout jen dvě hodnoty: 0 a 1 (TRUE, FALSE).
		YESNO	Obdoba předchozího typu s hodnotami: YES, NO.
Speciální		BLOB	Binary Large Object. V klasických databázích je využíván především pro ukládání multimediálních souborů, v geodatabázích pak pro ukládání informace o poloze.
Geometry		POINT	Obsahuje jednu hodnotu pro každou souřadnici (x, y, z).
		LINE	Spojuje alespoň dva body – polohová data obsahují nejméně dvě hodnoty pro každou souřadnici.
		AREA	Obsahuje alespoň tři hodnoty pro každou souřadnici.
		PIXEL	Prvek rastrové sítě identifikovatelný svými souřadnicemi.

Příloha 2. Entity-Relationship diagram databáze – část 1.



Příloha 4. Zdrojový kód databáze v jazyce SQL.

```
/*
Created: 27.2.2010
Modified: 25.4.2010
Project: Návrh geodatabáze turistického regionu Český ráj
Model: MySQL 5.0
Company: Fakulta Životního prostředí ČZU v Praze
Author: Magdalena Krůfová
Database: MySQL 5.0
*/

-- Create database section --

CREATE DATABASE IF NOT EXISTS ceskyraj DEFAULT CHARACTER SET
cp1250 COLLATE cp1250_czech_cs;

USE ceskyraj;

-- Create tables section --

CREATE TABLE cyklo
( cyklo_cislo Char(10) NOT NULL,
  typ Char(3),
  znac Char(3),
  barva Char(1),
  kat Char(2),
  tr Char(1),
  delka Float(8,3),
  nazev Varchar(50),
  prubeh Varchar(255),
  stav Char(2),
  pozn Varchar(100)
) ENGINE = MyISAM;
ALTER TABLE cyklo ADD PRIMARY KEY (cyklo_cislo);

CREATE TABLE cyklo_usek
( ID_cu Int NOT NULL,
  cyklo_cislo Char(10),
  soubeh_cyklo Varchar(30),
  soubeh_pesi Varchar(30),
  typkom Char(3),
  pov Char(3),
  kolo Char(2),
  vyz Char(2),
  kom_pozn Varchar(30),
  bezp_pozn Varchar(30),
  pozn Varchar(100)
) ENGINE = MyISAM;
ALTER TABLE cyklo_usek ADD PRIMARY KEY (ID_cu);

CREATE TABLE usek_typkom
( typkom Char(3) NOT NULL,
  typ_komunikace Varchar(50) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
```

```

INSERT INTO usek_typkom
(typkom, typ_komunikace) VALUES
('K','komunikace s neodděleným provozem'),
('C','polní a lesní cesta'),
('B11','komunikace vyznačená dopravní značkou B11'),
('B1','komunikace vyznačená dopravní značkou B1'),
('JP','vyhrazený jízdní pruh pro cyklisty'),
('SC','stezka pro cyklisty'),
('SS','stezka pro chodce a cyklisty se sloučeným provozem'),
('SR','stezka pro chodce a cyklisty s rozděleným provozem'),
('SP','stezka pro chodce'),
('CH','chodník'),
('P','pěšina'),
('Z','pěší a obytná zóna');
ALTER TABLE usek_typkom ADD PRIMARY KEY (typkom);

```

```

CREATE TABLE cyklo_bezpecnost
( bezp Char(3) NOT NULL,
  bezpecnost Varchar(50) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
INSERT INTO cyklo_bezpecnost
(bezp, bezpecnost) VALUES
('B','bezpečný'),
('R','rušný provoz aut'),
('N','nevyhovující technický stav povrchu'),
('U','zúžení v úseku'),
('K','příkré klesání/stoupání'),
('S','křížení se silnicí'),
('Z','křížení se železnicí'),
('P','překážka na komunikaci'),
('C1','cyklista v protisměru (po směru trasy)'),
('C2','cyklista v protisměru (proti směru trasy)'),
('J','jiné nebezpečí');
ALTER TABLE cyklo_bezpecnost ADD PRIMARY KEY (bezp);

```

```

CREATE TABLE pesi_bezpecnost
( bezp Char(3) NOT NULL,
  bezpecnost Varchar(30) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
INSERT INTO pesi_bezpecnost
(bezp, bezpecnost) VALUES
('B','bezpečný'),
('R','rušný provoz aut'),
('S','křížení se silnicí'),
('Z','křížení se železnicí'),
('J','jiné nebezpečí');
ALTER TABLE pesi_bezpecnost ADD PRIMARY KEY (bezp);

```

```

CREATE TABLE usek_povrch
( pov Char(3) NOT NULL,
  povrch Varchar(30) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;

```

```

INSERT INTO usek_povrch
(pov, povrch) VALUES
('A','asfaltový'),
('D','dlážděný'),
('B','betonový'),
('SZ','štěrkový zpevněný'),
('JZ','jiný zpevněný'),
('N','nezpevněný'),
('T','travní porost');
ALTER TABLE usek_povrch ADD PRIMARY KEY (pov);

CREATE TABLE usek_zatizeni
( zat Char(2) NOT NULL,
  zatizeni Varchar(30) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
INSERT INTO usek_zatizeni
(zat, zatizeni) VALUES
('P','pěší'),
('C','cyklisti'),
('B','in-line bruslaři'),
('K','kočárky'),
('H','pejskaři');
ALTER TABLE usek_zatizeni ADD PRIMARY KEY (zat);

CREATE TABLE cyklo_kolo
( kolo Char(2) NOT NULL,
  typ_kola Char(10) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
INSERT INTO cyklo_kolo
(kolo, typ_kola) VALUES
('T','trekingové'),
('S','silniční'),
('H','horské');
ALTER TABLE cyklo_kolo ADD PRIMARY KEY (kolo);

CREATE TABLE cyklo_kategorie
( kat Char(2) NOT NULL,
  kategorie Char(15) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
INSERT INTO cyklo_kategorie
(kat, kategorie)VALUES
('M','místní'),
('R','regionální'),
('N','nadregionální');
ALTER TABLE cyklo_kategorie ADD PRIMARY KEY (kat);

CREATE TABLE cyklo_stav
( stav Char(2) NOT NULL,
  stav_realizace Char(15) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
INSERT INTO cyklo_stav
(stav, stav_realizace)VALUES
('R','realizovaná'),
('N','navrhovaná');
ALTER TABLE cyklo_stav ADD PRIMARY KEY (stav);

```



```

CREATE TABLE cyklo_znaceni
(  znac Char(3) NOT NULL,
   znaceni Char(15) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
INSERT INTO cyklo_znaceni
(znac, znaceni)VALUES
('P','pásové'),
('D','dopravní'),
('N','nestandardní');
ALTER TABLE cyklo_znaceni ADD PRIMARY KEY (znac);

CREATE TABLE cyklo_bezp
(  ID_cu Int NOT NULL,
   bezp Char(3) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
ALTER TABLE cyklo_bezp ADD PRIMARY KEY (ID_cu,bezp);

CREATE TABLE pesi
(  pesi_cislo Char(10) NOT NULL,
   typ Char(3),
   barva Char(1),
   delka Float(8,3),
   nazev Varchar(50),
   prubeh Varchar(255),
   pozn Varchar(100)
) ENGINE = MyISAM;
ALTER TABLE pesi ADD PRIMARY KEY (pesi_cislo);

CREATE TABLE pesi_usek
(  ID_pu Int NOT NULL,
   pesi_cislo Char(10),
   soubeh_pesi Varchar(30),
   soubeh_cyklo Varchar(30),
   typkom Char(3),
   pov Char(3),
   bar Char(3),
   bezp Char(3),
   kom_pozn Varchar(50),
   bar_pozn Varchar(30),
   bezp_pozn Varchar(30),
   pozn Varchar(255),
PRIMARY KEY (ID_pu)
) ENGINE = MyISAM;

CREATE TABLE pesi_typ
(  typ Char(3) NOT NULL,
   typ_trasy Varchar(30) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
INSERT INTO pesi_typ
(typ, typ_trasy) VALUES
('PZT','turistická značená trasa'),
('MT','místní trasa'),
('NS','naučná stezka'),
('LO','lázeňský okruh');
ALTER TABLE pesi_typ ADD PRIMARY KEY (typ);

```

```

CREATE TABLE cyklo_typ
( typ Char(3) NOT NULL,
  typ_trasy Varchar(30) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
INSERT INTO cyklo_typ
(typ, typ_trasy) VALUES
('CZT','cykloturistická trasa'),
('CT','cyklotrasa'),
('CS','cyklostezka'),
('MT','místní trasa'),
('MO','místní okruh'),
('NS','naučná stezka'),
('GW','Greenways'),
('H','trasa pro horská kola');
ALTER TABLE cyklo_typ ADD PRIMARY KEY (typ);

CREATE TABLE pesi_barva
( barva Char(1) NOT NULL,
  barva_znac Char(10) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
INSERT INTO pesi_barva
(barva, barva_znac) VALUES
('C','červená'),
('M','modrá'),
('Z','zelená'),
('Y','žlutá');
ALTER TABLE pesi_barva ADD PRIMARY KEY (barva);

CREATE TABLE cyklo_barva
( barva Char(1) NOT NULL,
  barva_znac Char(10) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
INSERT INTO cyklo_barva
(barva, barva_znac) VALUES
('C','červená'),
('M','modrá'),
('Z','zelená'),
('B','bílá');
ALTER TABLE cyklo_barva ADD PRIMARY KEY (barva);

CREATE TABLE pesi_bariery
( bar Char(3) NOT NULL,
  bariera Varchar(50) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
INSERT INTO pesi_bariery
(bar, bariera) VALUES
('S','schody'),
('K','příkré klesání/stoupání'),
('SK','skály'),
('SS','strmé srázy'),
('Z','žebříky'),
('R','sestupy/výstupy pomocí řetězů'),
('V','obtížná schůdnost za vyššího stavu vody'),
('U','zúžení v úseku'),
('T','obtížný terén'),
('J','jiná překážka');

```

```

ALTER TABLE pesi_bariery ADD PRIMARY KEY (bar);

CREATE TABLE cyklo_vyznam
( vyz Char(2) NOT NULL,
  vyznam Varchar(30) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
INSERT INTO cyklo_vyznam
(vyz, vyznam) VALUES
('T', 'turistický'),
('D', 'dopravní'),
('TD', 'převažující turistický'),
('DT', 'převažující dopravní');
ALTER TABLE cyklo_vyznam ADD PRIMARY KEY (vyz);

CREATE TABLE cyklo_trida
( tr Char(1) NOT NULL,
  trida Char(4) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
INSERT INTO cyklo_trida
(tr, trida) VALUES
('1', 'I.'),
('2', 'II.'),
('3', 'III.'),
('4', 'IV.');
```

```

ALTER TABLE cyklo_trida ADD PRIMARY KEY (tr);

CREATE TABLE cyklo_zat
( ID_cu Int NOT NULL,
  zat Char(2) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
ALTER TABLE cyklo_zat ADD PRIMARY KEY (ID_cu,zat);

CREATE TABLE pesi_zat
( ID_pu Int NOT NULL,
  zat Char(2) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
ALTER TABLE pesi_zat ADD PRIMARY KEY (ID_pu,zat);

CREATE TABLE rozcestnik
( ID_rozc Int NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  foto Varchar(30),
  typ Char(2),
  NP Char(3),
  stav Char(2),
  pozn Varchar(100),
  Y Float(15,6),
  X Float(15,6),
  datatyp Char(1),
  dataproj Smallint,
  dataprec Float(8,4),
  pol_rozc Blob,
  PRIMARY KEY (ID_rozc)
) ENGINE = MyISAM;
```

```

CREATE TABLE smerovka_tabulka
( poradi Int(2),
  ST Char(2),
  typ Char(2),
  dr Char(2),
  smer Char(1),
  barva Char(1),
  EC Char(10) NOT NULL,
  rok Int(4),
  zahlavi Varchar(30),
  zapati Varchar(30),
  text Varchar(255),
  stav Char(3),
  pozn Varchar(50)
) ENGINE = MyISAM;
ALTER TABLE smerovka_tabulka ADD PRIMARY KEY (EC);

```

```

CREATE TABLE rozc_nosny_prvek
( NP Char(3) NOT NULL,
  nosny_prvek Varchar(30) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
INSERT INTO rozc_nosny_prvek
(NP, nosny_prvek) VALUES
('S', 'strom'),
('OS', 'ocelový směrovník'),
('DS', 'dřevěný směrovník'),
('B', 'betonový nebo ocelový sloup'),
('T', 'trubkový držák'),
('D', 'dřevěný sloup nebo stavba'),
('Z', 'zděná nebo betonová stěna'),
('P', 'drátěný plot'),
('DH', 'dřevěný hranol');
ALTER TABLE rozc_nosny_prvek ADD PRIMARY KEY (NP);

```

```

CREATE TABLE rozc_stav
( stav Char(2) NOT NULL,
  stav_rozc Char(20) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
INSERT INTO rozc_stav
(stav, stav_rozc) VALUES
('Z', 'zachovalý'),
('P', 'poškozený'),
('CH', 'chybí');
ALTER TABLE rozc_stav ADD PRIMARY KEY (stav);

```

```

CREATE TABLE smertab_typ
( typ Char(2) NOT NULL,
  typ_trasy Char(5) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
INSERT INTO smertab_typ
(typ, typ_trasy) VALUES
('P', 'PZT'),
('C', 'CZT'),
('L', 'LZT');
ALTER TABLE smertab_typ ADD PRIMARY KEY (typ);

```

```

CREATE TABLE smer_tab
( ST Char(2) NOT NULL,
  smer_tab Char(10) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
INSERT INTO smer_tab
(ST, smer_tab) VALUES
('S', 'směrovka'),
('T', 'tabulka');
ALTER TABLE smer_tab ADD PRIMARY KEY (ST);

CREATE TABLE rozc_typ
( typ Char(2) NOT NULL,
  typ_rozc Char(12) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
INSERT INTO rozc_typ
(typ, typ_rozc) VALUES
('P', 'pěší'),
('C', 'cyklistický'),
('PC', 'obojí');
ALTER TABLE rozc_typ ADD PRIMARY KEY (typ);

CREATE TABLE smer_smerovani
( smer Char(1) NOT NULL,
  smerovani Char(6) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
INSERT INTO smer_smerovani
(smer, smerovani) VALUES
('P', 'pravá'),
('L', 'levá');
ALTER TABLE smer_smerovani ADD PRIMARY KEY (smer);

CREATE TABLE smer_barva
( barva Char(1) NOT NULL,
  barva_znac Char(10) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
INSERT INTO smer_barva
(barva, barva_znac) VALUES
('C', 'červená'),
('M', 'modrá'),
('Z', 'zelená'),
('Y', 'žlutá'),
('B', 'bílá'),
('X', 'bez barvy');
ALTER TABLE smer_barva ADD PRIMARY KEY (barva);

CREATE TABLE smertab_stav
( stav Char(3) NOT NULL,
  stav_ST Varchar(30) NOT NULL
) ENGINE = MyISAM;
INSERT INTO smertab_stav
(stav, stav_ST) VALUES
('Z', 'dokonale zachovalá'),
('P', 'částečně poškozená'),
('NT', 'podstatné části textu nečitelné'),
('NU', 'nesprávné údaje'),
('CH', 'chybí');

```

```
ALTER TABLE smertab_stav ADD PRIMARY KEY (stav);
```

```
CREATE TABLE smertab_druh  
( dr Char(2) NOT NULL,  
  druh Varchar(30) NOT NULL  
) ENGINE = MyISAM;  
INSERT INTO smertab_druh  
(dr, druh) VALUES  
( 'SP', 'směrovka pásového značení'),  
( 'SM', 'směrovka místního značení'),  
( 'SV', 'směrovka významového značení'),  
( 'SN', 'směrovka naučné stezky'),  
( 'SU', 'směrovka upozorňovací'),  
( 'SX', 'směrovka neznačkovávané trasy'),  
( 'SE', 'směrovka EDC'),  
( 'TM', 'tabulka místního názvu'),  
( 'TV', 'tabulka výstražná'),  
( 'TP', 'tabulka popisná'),  
( 'TZ', 'tabulka Lesy ČR');  
ALTER TABLE smertab_druh ADD PRIMARY KEY (dr);
```

```
CREATE TABLE rozc_st  
( ID_rozc Int NOT NULL,  
  EC Char(10) NOT NULL  
) ENGINE = MyISAM;  
ALTER TABLE rozc_st ADD PRIMARY KEY (ID_rozc,EC);
```

```
-- Create relationships section --
```

```
ALTER TABLE cyklo_usek ADD CONSTRAINT R5 FOREIGN KEY (pov)  
REFERENCES usek_povrch (pov) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE  
RESTRICT;
```

```
ALTER TABLE cyklo_usek ADD CONSTRAINT R6 FOREIGN KEY (typkom)  
REFERENCES usek_typkom (typkom) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE  
RESTRICT;
```

```
ALTER TABLE cyklo_usek ADD CONSTRAINT R8 FOREIGN KEY (kolo)  
REFERENCES cyklo_kolo (kolo) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE  
RESTRICT;
```

```
ALTER TABLE cyklo ADD CONSTRAINT R10 FOREIGN KEY (kat)  
REFERENCES cyklo_kategorie (kat) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE  
RESTRICT;
```

```
ALTER TABLE cyklo ADD CONSTRAINT R13 FOREIGN KEY (stav)  
REFERENCES cyklo_stav (stav) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE  
RESTRICT;
```

```
ALTER TABLE cyklo ADD CONSTRAINT R14 FOREIGN KEY (znac)  
REFERENCES cyklo_znaceni (znac) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE  
RESTRICT;
```

```
ALTER TABLE cyklo_bezp ADD CONSTRAINT D9 FOREIGN KEY (bezp)  
REFERENCES cyklo_bezpecnost (bezp) ON DELETE RESTRICT ON  
UPDATE RESTRICT;
```

```
ALTER TABLE cyklo_bezp ADD CONSTRAINT D10 FOREIGN KEY (ID_cu)
REFERENCES cyklo_usek (ID_cu) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE
RESTRICT;

ALTER TABLE pesi ADD CONSTRAINT R21 FOREIGN KEY (typ)
REFERENCES pesi_typ(typ) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE
RESTRICT;

ALTER TABLE pesi ADD CONSTRAINT R23 FOREIGN KEY (barva)
REFERENCES pesi_barva (barva) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE
RESTRICT;

ALTER TABLE pesi_usek ADD CONSTRAINT R31 FOREIGN KEY (pov)
REFERENCES usek_povrch (pov) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE
RESTRICT;

ALTER TABLE pesi_usek ADD CONSTRAINT R32 FOREIGN KEY (typkom)
REFERENCES usek_typkom (typkom) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE
RESTRICT;

ALTER TABLE cyklo ADD CONSTRAINT R18 FOREIGN KEY (typ)
REFERENCES cyklo_typ (typ) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE
RESTRICT;

ALTER TABLE cyklo ADD CONSTRAINT R19 FOREIGN KEY (barva)
REFERENCES cyklo_barva (barva) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE
RESTRICT;

ALTER TABLE pesi_usek ADD CONSTRAINT R37 FOREIGN KEY (bar)
REFERENCES pesi_bariery (bar) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE
RESTRICT;

ALTER TABLE cyklo_usek ADD CONSTRAINT R1 FOREIGN KEY
(cyklo_cislo) REFERENCES cyklo (cyklo_cislo) ON DELETE
RESTRICT ON UPDATE RESTRICT;

ALTER TABLE pesi_usek ADD CONSTRAINT R2 FOREIGN KEY
(pesi_cislo) REFERENCES pesi (pesi_cislo) ON DELETE RESTRICT
ON UPDATE RESTRICT;

ALTER TABLE cyklo ADD CONSTRAINT R12 FOREIGN KEY (tr)
REFERENCES cyklo_trida (tr) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE
RESTRICT;

ALTER TABLE pesi_usek ADD CONSTRAINT R9 FOREIGN KEY (bezp)
REFERENCES pesi_bezpecnost (bezp) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE
RESTRICT;

ALTER TABLE cyklo_zat ADD CONSTRAINT D1 FOREIGN KEY (zat)
REFERENCES usek_zatizeni (zat) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE
RESTRICT;

ALTER TABLE cyklo_zat ADD CONSTRAINT D2 FOREIGN KEY (ID_cu)
REFERENCES cyklo_usek (ID_cu) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE
RESTRICT;
```

```
ALTER TABLE pesi_zat ADD CONSTRAINT D3 FOREIGN KEY (zat)
REFERENCES usek_zatizeni (zat) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE
RESTRICT;
```

```
ALTER TABLE pesi_zat ADD CONSTRAINT D4 FOREIGN KEY (ID_pu)
REFERENCES pesi_usek (ID_pu) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE
RESTRICT;
```

```
ALTER TABLE cyklo_usek ADD CONSTRAINT R11 FOREIGN KEY (vyz)
REFERENCES cyklo_vyznam (vyz) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE
RESTRICT;
```

```
ALTER TABLE rozcestnik ADD CONSTRAINT R4 FOREIGN KEY (NP)
REFERENCES rozc_nosny_prvek (NP) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE
RESTRICT;
```

```
ALTER TABLE smerovka_tabulka ADD CONSTRAINT R6 FOREIGN KEY
(ST) REFERENCES smer_tab (ST) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE
RESTRICT;
```

```
ALTER TABLE smerovka_tabulka ADD CONSTRAINT R7 FOREIGN KEY
(smer) REFERENCES smer_smerovani (smer) ON DELETE RESTRICT ON
UPDATE RESTRICT;
```

```
ALTER TABLE smerovka_tabulka ADD CONSTRAINT R8 FOREIGN KEY
(typ) REFERENCES smertab_typ (typ) ON DELETE RESTRICT ON
UPDATE RESTRICT;
```

```
ALTER TABLE smerovka_tabulka ADD CONSTRAINT R10 FOREIGN KEY
(barva) REFERENCES smer_barva (barva) ON DELETE RESTRICT ON
UPDATE RESTRICT;
```

```
ALTER TABLE smerovka_tabulka ADD CONSTRAINT R12 FOREIGN KEY
(stav) REFERENCES smertab_stav (stav) ON DELETE RESTRICT ON
UPDATE RESTRICT;
```

```
ALTER TABLE smerovka_tabulka ADD CONSTRAINT R13 FOREIGN KEY
(dr) REFERENCES smertab_druh (dr) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE
RESTRICT;
```

```
ALTER TABLE rozcestnik ADD CONSTRAINT R16 FOREIGN KEY (stav)
REFERENCES rozc_stav (stav) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE
RESTRICT;
```

```
ALTER TABLE rozc_st ADD CONSTRAINT D4 FOREIGN KEY (ID_rozc)
REFERENCES rozcestnik (ID_rozc) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE
RESTRICT;
```

```
ALTER TABLE rozc_st ADD CONSTRAINT D3 FOREIGN KEY (EC)
REFERENCES smerovka_tabulka (EC) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE
RESTRICT;
```

```
ALTER TABLE rozcestnik ADD CONSTRAINT R3 FOREIGN KEY (typ)
REFERENCES rozc_typ (typ) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE
RESTRICT;
```


Příloha 5. Doplnující SQL příkazy.

```
-- Table pesi_usek --
SELECT pesi_usek.ID_pu, pesi_usek.pesi_cislo,
pesi_usek.soubeh_pesi, pesi_usek.soubeh_cyklo,
pesi_usek.typkom, pesi_usek.pov, pesi_usek.bar,
pesi_usek.bezp, SUBSTRING(GROUP_CONCAT(usek_zatizeni.zat
SEPARATOR ';'),1,10) AS zat, pesi_usek.kom_pozn,
pesi_usek.bar_pozn, pesi_usek.bezp_pozn, pesi_usek.pozn
FROM pesi_usek
LEFT JOIN pesi_zat ON (pesi_zat.ID_pu = pesi_usek.ID_pu)
LEFT JOIN usek_zatizeni ON (usek_zatizeni.zatizeni =
pesi_zat.zat) GROUP BY ID_pu;

-- Table cyklo_usek --
SELECT cyklo_usek.ID_cu, cyklo_usek.cyklo_cislo,
cyklo_usek.soubeh_cyklo, cyklo_usek.soubeh_pesi,
cyklo_usek.typkom, cyklo_usek.pov, cyklo_usek.kolo,
SUBSTRING(GROUP_CONCAT(cyklo_bezpecnost.bezp SEPARATOR
';'),1,20) AS bezp, SUBSTRING(GROUP_CONCAT(usek_zatizeni.zat
SEPARATOR ';'),1,20) AS zat, cyklo_usek.vyz,
cyklo_usek.kom_pozn, cyklo_usek.bezp_pozn, cyklo_usek.pozn
FROM cyklo_usek
LEFT JOIN cyklo_zat ON (cyklo_zat.ID_cu = cyklo_usek.ID_cu)
LEFT JOIN usek_zatizeni ON (usek_zatizeni.zat = cyklo_zat.zat)
LEFT JOIN cyklo_bezp ON (cyklo_bezp.ID_cu = cyklo_usek.ID_cu)
LEFT JOIN cyklo_bezpecnost ON (cyklo_bezpecnost.bezp =
cyklo_bezp.bezp) GROUP BY ID_cu;

-- Table rozcestnik --
SELECT rozcestnik.ID_rozc , rozcestnik.foto, rozcestnik.typ,
rozcestnik.NP, rozcestnik.stav, rozcestnik.pozn,
SUBSTRING(GROUP_CONCAT(smerovka_tabulka.EC SEPARATOR
';'),1,255) AS smer_tab, rozcestnik.Y, rozcestnik.X,
rozcestnik.datatyp, rozcestnik.dataproj, rozcestnik.dataprec,
rozcestnik.pol_rozc FROM rozcestnik
LEFT JOIN rozc_st ON (rozc_st.ID_rozc = rozcestnik.ID_rozc)
LEFT JOIN smerovka_tabulka ON (smerovka_tabulka.EC =
rozc_st.EC) GROUP BY ID_rozc;

-- Table smerovka_tabulka --
SELECT smerovka_tabulka.EC,
SUBSTRING(GROUP_CONCAT(rozcestnik.ID_rozc SEPARATOR ';'),1,11)
AS ID_rozc, smerovka_tabulka.poradi, smerovka_tabulka.ST,
smerovka_tabulka.typ, smerovka_tabulka.dr,
smerovka_tabulka.smer, smerovka_tabulka.barva,
smerovka_tabulka.stav, smerovka_tabulka.rok,
smerovka_tabulka.zahlavi, smerovka_tabulka.zapati,
smerovka_tabulka.text, smerovka_tabulka.pozn
FROM smerovka_tabulka
LEFT JOIN rozc_st ON (rozc_st.EC = smerovka_tabulka.EC)
LEFT JOIN smerovka_tabulka ON (smerovka_tabulka.EC =
rozc_st.EC) GROUP BY EC;
```

Příloha 6. Hlavní tabulky databáze.

Vysvětlivky:

PK	primární klíč tabulky
T-X	cizí klíč tabulky – údaje vkládány z tabulky č. X
A-X	cizí klíč tabulky – údaje vkládány z číselníku atributů č. X
(D)	údaje z číselníku/tabulky uloženy v dekompoziční tabulce

Tabulka 1.

<i>pesi</i>	<i>pozn.</i>	<i>tabulka pro záznam údajů o pěší trase</i>
pesi_cislo	PK	číslo trasy (dle KČT nebo jiné jedinečné označení)
typ	A-1	typ pěší trasy
barva	A-2	barva značení
delka		délka trasy (s přesností na desetiny km)
nazev		název trasy
prubeh		průběh vedení trasy
pozn		poznámka k pěší trase

Tabulka 2.

<i>cyklo</i>	<i>pozn.</i>	<i>tabulka pro záznam údajů o cyklistické trase</i>
cyklo_cislo	PK	číslo trasy (dle KČT nebo jiné jedinečné označení)
typ	A-3	typ cyklistické trasy
znac	A-4	způsob značení trasy
barva	A-5	barva značení (v případě pásového značení)
kat	A-6	kategorie významnosti
tr	A-7	třída trasy
delka		délka trasy (s přesností na desetiny km)
nazev		název trasy
prubeh		průběh vedení trasy
stav	A-8	stav realizace
pozn		poznámka k cyklistické trase

Tabulka 3.

<i>pesi_usek</i>	<i>pozn.</i>	<i>tabulka pro záznam údajů o úseku pěší trasy</i>
ID_pu	PK	identifikační číslo úseku
pesi_cislo	T-1	číslo trasy (dle KČT nebo jiné jedinečné označení)
soubeh_pesi		souběh s jinou pěší trasou (typ, barva, příp. číslo)
soubeh_cyklo		souběh s cyklistickou trasou (typ, číslo, příp. barva)
typkom	A-9	typ komunikace
pov	A-10	povrch
bar	A-11	bariéra
bezp	A-12	bezpečnost
zat	A-13(D)	zatížení
kom_pozn		poznámka k typu komunikace
bar_pozn		poznámka k bariéře
bezp_pozn		poznámka k bezpečnosti
pozn		poznámka k úseku

Tabulka 4.

cyklo_usek	pozn.	tabulka pro záznam údajů o úseku cyklistické trasy
ID_cu	PK	identifikační číslo úseku
cyklo_cislo	T-2	číslo trasy (dle KČT nebo jiné jedinečné označení)
soubeh_cyklo		souběh s jinou cyklistickou trasou (typ, číslo, příp. barva)
soubeh_pesi		souběh s pěší trasou (typ, barva, příp. číslo)
typkom	A-9	typ komunikace
pov	A-10	povrch
kolo	A-14	vhodnost pro typ kola
bezp	A-15(D)	bezpečnost
zat	A-13(D)	zatižení
vyz	A-16	význam
kom_pozn		poznámka k typu komunikace
bezp_pozn		poznámka k bezpečnosti
pozn		poznámka k úseku

Tabulka 5.

rozcestnik	pozn.	tabulka pro záznam údajů o rozcestníku
ID_rozcc	PK	identifikační číslo rozcestníku
foto		fotografie rozcestníku
typ	A-17	typ rozcestníku
NP	A-18	nosný prvek
stav	A-19	stav rozcestníku
smer_tab	T-6(D)	evidenční čísla směrůvek a tabulek na rozcestníku
pozn		poznámka k rozcestníku
Y		souřadnice Y rozcestníku
X		souřadnice X rozcestníku
datatyp		informace typu geometrie poslaná z aplikace JanMap
dataproj		informace o projekci poslaná z aplikace JanMap
dataprec		informace o přesnosti měření poslaná z aplikace JanMap
pol_rozcc		blob pro komunikaci mezi formuláři a aplikací JanMap

Tabulka 6.

směrovka_tabulka	pozn.	tabulka pro záznam údajů o směrovce a tabulce
EC	PK	evidenční číslo směrovky nebo tabulky
ID_rozcc	T-5(D)	identifikační číslo rozcestníku
poradi		pořadí na rozcestníku
ST	A-20	směrovka nebo tabulka
typ	A-21	typ směrovky nebo tabulky
dr	A-22	druh směrovky nebo tabulky
smer	A-23	směrování směrovky
barva	A-24	barva značení na směrovce
stav	A-25	stav směrovky nebo tabulky
rok		rok výroby směrovky nebo tabulky
zhlavi		záhlaví směrovky nebo tabulky
zapati		zápatí směrovky nebo tabulky
text		text směrovky nebo tabulky
pozn		poznámka ke směrovce nebo tabulce

Příloha 7. Číselníky atributů.

Číselník 1. pesi_typ

typ	typ_trasy
PZT	turistická značená trasa
MT	místní trasa
NS	naučná stezka
LO	lázeňský okruh

Číselník 2. pesi_barva

barva	barva_znac
C	červená
M	modrá
Z	zelená
Y	žlutá

Číselník 3. cyklo_typ

typ	typ_trasy
CZT	cykloturistická trasa
CT	cyklotrasa
CS	cyklostezka
MT	místní trasa
MO	místní okruh
NS	naučná stezka
GW	Greenways
H	trasa pro horská kola

Číselník 4. cyklo_znaceni

znac	znaceni
P	pásové
D	dopravní
N	nestandardní

Číselník 5. cyklo_barva

barva	barva_znac
C	červená
M	modrá
Z	zelená
B	bílá

Číselník 6. cyklo_kategorie

kat	kategorie
M	místní
R	regionální
N	nadregionální

Číselník 7. cyklo_trida

tr	trida
1	I.
2	II.
3	III.
4	IV.

Číselník 8. cyklo_stav

stav	stav_realizace
R	realizovaná
N	navrhovaná

Číselník 9. usek_typkom

typkom	typ_komunikace
K	komunikace s neodděleným provozem
C	polní a lesní cesta
B11	komunikace vyznačená dopravní značkou B11
B1	komunikace vyznačená dopravní značkou B1
JP	vyhrazený jízdní pruh pro cyklisty
SC	stezka pro cyklisty
SS	stezka pro chodce a cyklisty se sloučeným provozem
SR	stezka pro chodce a cyklisty s rozděleným provozem
SP	stezka pro chodce
CH	chodník
P	pěšina
Z	pěší a obytná zóna

Číselník 10. usek_povrch

pov	povrch
A	asfaltový
D	dlážděný
B	betonový
SZ	štěrkový zpevněný
JZ	jiný zpevněný
N	nezpevněný
T	travní porost

Číselník 11. pesi_bariery

bar	bariera
S	schody
K	příkré klesání/stoupání
SK	skály
SS	strmé srázy
Z	žebříky
R	sestupy/výstupy pomocí řetězů
V	obtížná schůdnost za vyššího stavu vody
U	zúžení v úseku
T	obtížný terén
J	jiná překážka

Číselník 12. pesi_bezpecnost

bezp	bezpecnost
B	bezpečný
R	rušný provoz aut
S	křížení se silnicí
Z	křížení se železnicí
J	jiné nebezpečí

Číselník 13. usek_zatizeni

zat	zatizeni
P	pěší
C	cyklisti
B	in-line bruslaři
K	kočárky
H	pejskaři

Číselník 14. cyklo_kolo

kolo	typ_kola
T	trekingové
S	silniční
H	horské

Číselník 15. cyklo_bezpecnost

bezp	bezpecnost
B	bezpečný
R	rušný provoz aut
N	nevyhovující technický stav povrchu
U	zúžení v úseku
K	příkré klesání/stoupání
S	křížení se silnicí
Z	křížení se železnicí
P	překážka na komunikaci
C1	cyklista v protisměru (po směru trasy)
C2	cyklista v protisměru (proti směru trasy)
J	jiné nebezpečí

Číselník 16. cyklo_vyznam

vyz	vyznam
T	turistický
D	dopravní
TD	převažující turistický
DT	převažující dopravní

Číselník 17. rozc_typ

typ	typ_rozc
P	pěší
C	cyklistický
PC	obojí

Číselník 18. rozc_nosny_prvek

NP	nosny_prvek
S	strom
OS	ocelový směrovník
DS	dřevěný směrovník
B	betonový nebo ocelový sloup
T	trubkový držák
D	dřevěný sloup nebo stavba
Z	zděná nebo betonová stěna
P	drátěný plot
DH	dřevěný hranol

Číselník 19. rozc_stav

stav	stav_rozc
Z	zachovalý
P	poškozený
CH	chybí

Číselník 20. smer_tab

ST	smer_tab
S	směrovka
T	tabulka

Číselník 21. smertab_typ

typ	typ_trasy
P	PZT
C	CZT
L	LZT

Číselník 22. smertab_druh

dr	druh
SP	směrovka pásového značení
SM	směrovka místního značení
SV	směrovka významového značení
SN	směrovka naučné stezky
SU	směrovka upozorňovací
SX	směrovka neznačované trasy
SE	směrovka EDC
TM	tabulka místního názvu
TV	tabulka výstražná
TP	tabulka popisná
TZ	tabulka Lesy ČR

Číselník 23. smer_smerovani

smer	smerovani
P	pravá
L	levá

Číselník 24. smer_barva

barva	barva_znac
C	červená
M	modrá
Z	zelená
Y	žlutá
B	bílá
X	bez barvy

Číselník 25. smertab_stav

stav	stav_ST
Z	dokonale zachovalá
P	částečně poškozená
NT	podstatné části textu nečitelné
NU	nesprávné údaje
CH	chybí

Příloha 8. Ukázka formulářů pro záznam atributových dat v terénu.

Číslo trasy: _____ Datum: _____ SČR: Formulář pro mapování pěších tras
 Barva značení: _____ str.1

Typ: Délka (km): Vypracoval:
 Název: Metoda:
 Poznámka: Mapováno od:
 Průběh: do:

Usek (label)	Počáteční bod GPS	Souběh - pěší	Souběh - cyklo	Typ komunikace	Povrch	Bariéry	Bezpečnost	Komunikace - poznámka	Bariéry - poznámka	Bezpečnost - poznámka	Poznámka
Bod: 1	Typ:	Foto:		Pozn:							
2	Typ:	Foto:		Pozn:							
3	Typ:	Foto:		Pozn:							
4	Typ:	Foto:		Pozn:							
5	Typ:	Foto:		Pozn:							
6	Typ:	Foto:		Pozn:							
7	Typ:	Foto:		Pozn:							
8	Typ:	Foto:		Pozn:							
9	Typ:	Foto:		Pozn:							
10	Typ:	Foto:		Pozn:							

Číslo trasy: _____ Datum: _____ SČR: Formulář pro mapování cyklistických tras
 Barva značení: _____ str.1

Typ: Délka (km): Vypracoval:
 Název: Metoda:
 Poznámka: Mapováno od:
 Průběh: do:

Usek (label)	Počáteční bod GPS	Souběh - cyklo	Souběh - pěší	Typ komunikace	Povrch	Typ kola	Bezpečnost	Komunikace - poznámka	Bezpečnost - poznámka	Poznámka
Bod: 1	Typ:	Foto:		Pozn:						
2	Typ:	Foto:		Pozn:						
3	Typ:	Foto:		Pozn:						
4	Typ:	Foto:		Pozn:						
5	Typ:	Foto:		Pozn:						
6	Typ:	Foto:		Pozn:						
7	Typ:	Foto:		Pozn:						
8	Typ:	Foto:		Pozn:						
9	Typ:	Foto:		Pozn:						
10	Typ:	Foto:		Pozn:						