

**UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA EKONOMICKO-SPRÁVNÍ**

**VYUŽITÍ TECHNOLOGIE GIS PŘI MONITORINGU
TURISTICKÝCH STEZEK V CHKO BROUMOVSKO**

Bc. Renáta Berková

**DIPLOMOVÁ PRÁCE
2009**

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Ústav systémového inženýrství a informatiky
Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Renáta BERKOVÁ**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Regionální a informační management - Regionální management**

Název tématu: **Využití technologie GIS při monitoringu turistických stezek v CHKO Broumovsko**

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

1. Zhodnocení stávajícího stavu
2. Návrh datového modelu
3. Sběr dat pomocí GPS a implementace do GIS
4. Kartografická vizualizace v digitální i analogové podobě

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

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

Seznam odborné literatury:

KOMÁRKOVÁ J., KOPÁČKOVÁ H. Geografické informační systémy: pro kombinovanou formu studia. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2005. 55 s. ISBN 80-7194-819-5.


KONEČNÝ, G. Geoinformation: remote sensing, photogrammetry and geographic informatic systems. London: Taylor & Francis, 2003. 248 s.

RAPANT, P. Úvod do geografických informačních systémů. Skripta PGS [online]. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2002.

TOLLINGEROVÁ, D. GIS: Geografické informační systémy. Ostrava: VŠB- TU Ostrava, 1996. 25 s. ISBN 80-7078-377-X.

TUČEK, J. Geografické informační systémy: principy a praxe. Praha: Computer Press, 1998. 424 s. ISBN 80-7226-091-X.

VOŽENÍLEK, V. Zásady tvorby mapových výstupů [online]. Ostrava, 2002.



Vedoucí diplomové práce:

Mgr. Pavel Sedlák, Ph.D.

Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání diplomové práce:

6. října 2008

Termín odevzdání diplomové práce:

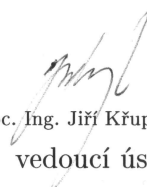
1. května 2009



doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.

děkanka

L.S.



doc. Ing. Jiří Křupka, Ph.D.

vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 6. října 2008

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

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

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 2. srpna 2009

Renáta BERKOVÁ

Poděkování

Děkuji Mgr. Pavlu Sedlákov, Ph.D., za odborné vedení, cenné rady, zapůjčení GPS přístroje a trpělivost při tvorbě této diplomové práce. Dále děkuji Bc. Tomáši Křehlíkovi, informačnímu techniku správy CHKO Broumovsko, za poskytnutí některých dat a ochotu pomoci. Můj dík také patří mým rodičům za jejich podporu a pochopení při studiu.

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na využití technologie GIS při monitoringu turistických tras vybraného území v CHKO Broumovsko. K lokalizování turistických cest a dalších souvisejících prvků je využit systém GPS. Editace dat probíhá podle předem definovaného modelu a je realizována v prostředí programu ArcGIS Desktop firmy ESRI. Ve stejném programu jsou nasbíraná data kartograficky vizualizována.

KLÍČOVÁ SLOVA

Datový model, GPS, GIS, Geoprvek, ArcMap.

TITLE

Using of GIS technology to monitoring of tourist routes in protected landscape area named Broumovsko

ABSTRACT

This thesis is focused on using of GIS technology to monitoring of tourist routes in selected area of protected landscape area named Broumovsko. GPS system is used for localization of tourist routes and other related elements. Data editing is performed according to predefined model and implemented in ArcGIS Desktop software developed by ESRI company. The same software is used for cartographic visualization of collected data.

KEYWORDS

Data model, GPS, GIS, Feature, ArcMap.

Obsah

Úvod a cíle práce	9
1 Vymezení a charakteristika zájmového území	10
1.1 Fyzickogeografická charakteristika	11
1.2 Turismus	12
1.2.1 Negativní vlivy turismu	17
1.2.2 Zásahy a opatření	18
2 Zhodnocení stávajícího stavu	19
2.1 Existující řešení	19
2.2 Geoinformatika na CHKO	20
2.2.1 Používaná geodata	20
2.2.2 Používaný software	22
3 Návrh datového modelu	23
3.1 Geografické prvky	23
3.2 Souřadnicové systémy	25
3.2.1 WGS 84	25
3.2.2 S-JTSK	25
3.3 Logický a fyzický model	26
3.3.1 Turistické trasy	26
3.3.2 Informační tabule	27
3.3.3 Směrovníky	27
3.3.4 Vyhlídky	28
3.3.5 Zajímavosti	28
3.3.6 Turistická infrastruktura	29
3.4 Geografické datové modely	29
4 Sběr dat pomocí GPS a implementace do GIS	31
4.1 Global Positioning System	31
4.2 Garmin GPSMAP 60 CSx	32
4.3 MapSource	33
4.4 DNRGarmin	35
4.5 Zpracování naměřených dat	36
4.5.1 ArcCatalog 9.1	36
4.5.2 ArcMap 9.1	37

4.5.3	Přiřazení souřadnicového systému	38
4.5.4	Spojení dvou vrstev turistických tras	39
4.5.5	Rozdělení a spojení liniového prvku.....	40
4.5.6	Rozdělení bodů do tematických vrstev	41
4.5.7	Editace nového bodu.....	43
4.5.8	Výpočet délky turistických tras	46
4.5.9	Změna symbolů	47
4.6	Fotodokumentace	49
5	Kartografická vizualizace v digitální i analogové podobě.....	51
5.1	Tvorba mapových výstupů v ArcMap 9.1	51
5.2	Popis jednotlivých mapových výstupů	57
	Závěr.....	60
	Seznam literatury	62
	Seznam obrázků	65
	Seznam tabulek	67
	Seznam zkratk	68
	Seznam příloh.....	69

Úvod a cíle práce

V roce 2008 byla autorce zadána Ústavem systémového inženýrství a informatiky na Fakultě ekonomicko-správní Univerzity Pardubice diplomová práce na téma Využití technologie GIS při monitorování turistických stezek v CHKO Broumovsko. Téma bylo autorkou navrženo na základě domluvy se zaměstnanci správy CHKO Broumovsko se sídlem v Polici nad Metují, kde by měla najít tato diplomová práce svoje uplatnění. Cílem práce je zaměřit pomocí technologie GPS turistické stezky ve vybrané lokalitě CHKO Broumovsko a nasbíraná data dále zpracovat a vizualizovat v programu ArcGIS Desktop.

V rámci práce se mají vytvořit různé mapové vrstvy, jež najdou další využití ve správě CHKO Broumovsko. Jednou z nich je vrstva s prvky turistické infrastruktury, které jsou nainstalované v přírodě a musí být udržovány, aby se předcházelo možným zraněním turistů. Proto se všechny tyto prvky při turistických cestách mají lokalizovat a na základě pozorování popsat jejich stav. Díky lokalizaci prvků, které se nacházejí ve špatném technickém stavu, může správa CHKO provést jejich opravu.

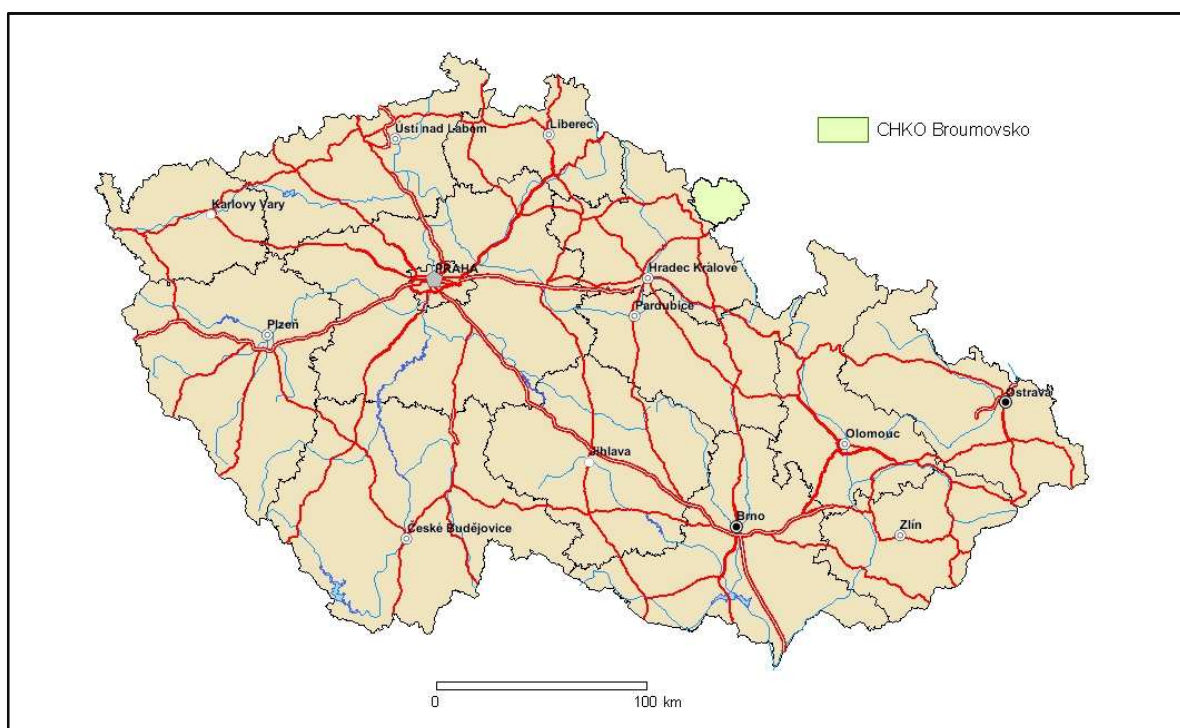
Dalším výstupem práce je soubor map, které mají obsahovat vytvořené mapové vrstvy a vhodně prezentovat terénním průzkumem zjištěné informace.

Práce je koncipována tak, aby se čtenáři vždy nejdříve seznámili se základními pojmy používanými v dané kapitole a aby následně zjistili, jak bylo postupováno při získávání dat a jejich implementaci do geografického informačního systému, jak byla data zpracována a vizualizována.

Pro zpracování dat a tvorbu mapových výstupů je použit především program ArcMap 9.1 od firmy ESRI. Částečně tak diplomová práce může čtenářům sloužit jako manuál pro práci s tímto programem.

1 Vymezení a charakteristika zájmového území

Chráněná krajinná oblast¹ Broumovsko leží na severovýchodě Královéhradeckého kraje, kde zahrnuje severní část bývalého okresu Náchod a východní okraj bývalého okresu Trutnov. Severní a východní hranici CHKO tvoří státní hranice s Polskou republikou. Rozlohou zabírá přibližně 410 km². CHKO Broumovsko byla zřízena v roce 1991 Ministerstvem životního prostředí s cílem udržet přírodní hodnoty, šetrně využívat přírodní zdroje, obnovovat krajinu i trvale udržitelný život v ní. Správa CHKO Broumovsko má sídlo v Polici nad Metují, ale organizačně spadá pod Agenturu ochrany přírody a krajiny České republiky² se sídlem v Praze.[28]



Obrázek 1 - Poloha CHKO Broumovsko v rámci ČR. Podkladová data byla získána z mapového serveru CENIA.

(zdroj: vlastní)

Broumovsko je známé především svými přírodními krásami. Leží tu národní přírodní rezervace³ Adršpašsko-teplické skály a Broumovské stěny. NPR Broumovské stěny by měla být v roce 2009 rozdělena na Národní přírodní památku Polické stěny a NPR Broumovské stěny. K dalším

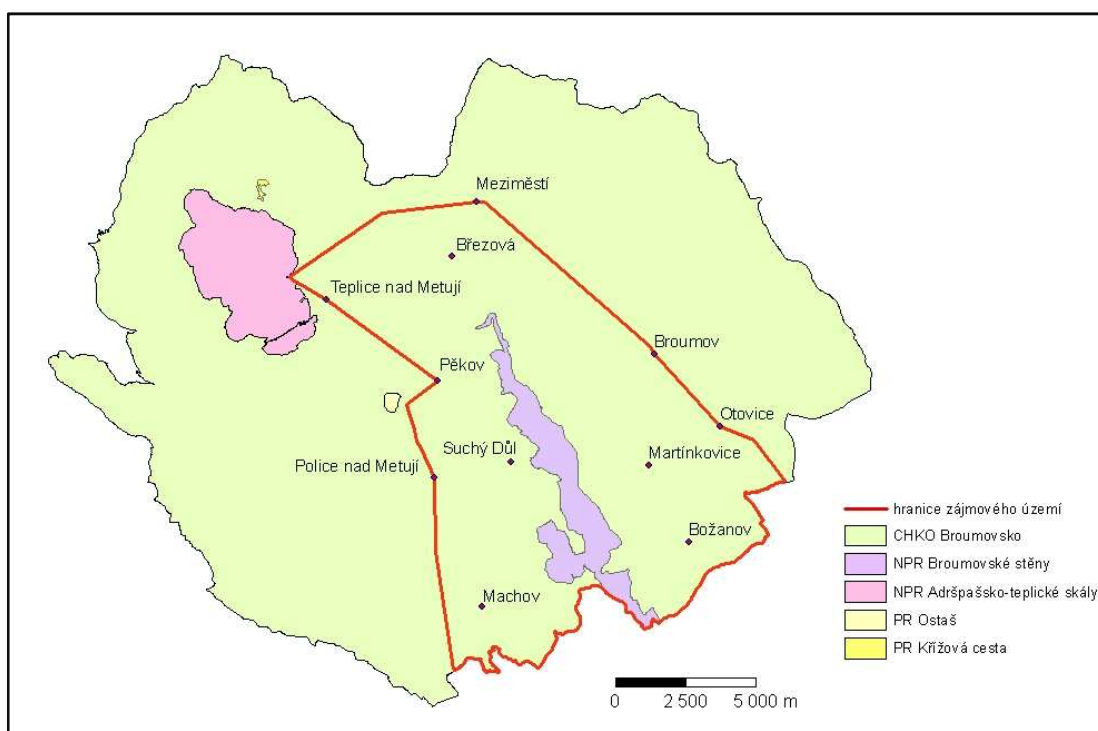
¹ dále jen „CHKO“

² dále jen „AOPK ČR“

³ dále jen „NPR“

maloplošným chráněným územím patří přírodní rezervace⁴ Ostaš, Křížová cesta a Farní stráž, přírodní památky Borek, Kočičí skály, Pískovcové sloupky a Mořská transgrese. Podle Spíška (2002) tu leží více jak 300 evidovaných lokalit vzácných druhů rostlin a živočichů i zajímavých jevů neživé přírody.

Diplomová práce je zpracována pro interní potřeby správy CHKO Broumovsko. Po domluvě se zaměstnanci byla vymezena zájmová oblast na území Národní přírodní rezervace Broumovské stěny a její okolí. Okolí je ohraničeno městy, ze kterých směrem k Broumovským stěnám vycházejí turistické trasy a sahá až k PR Ostaš a k NPR Adršpašsko-teplické skály.



Obrázek 2 - Vymezení zájmového území v rámci CHKO Broumovsko (zdroj: vlastní)

1.1 Fyzickogeografická charakteristika

Téměř celá zájmová oblast se z geomorfologického hlediska nachází v Polické vrchovině a zbytek oblasti leží v Broumovské kotlině. Podle Podhorského (1998) na východě tvoří Polickou vrchovinu Broumovské stěny a z polského území do ní zasahují stolové hory. Součástí Polické vrchoviny je Polická pánev, kterou vyplňují tabulové plošiny s pískovcovými skalními městy na Ostaši a v Adršpašsko-teplických skalách.[22]

⁴ dále jen „PR“

Broumovské stěny tvoří přirozený předěl mezi oblastí polickou a broumovskou a z hlediska geomorfologie patří k nejhodnotnějším částem území CHKO Broumovsko, a proto je zde vytvořena NPR. Broumovské stěny jsou budovány převážně kvádrovými pískovci. Vznikl zde členitý a pestrý pseudokrasový reliéf skalních hřebenů, kaňonů, roklí a soutěsek, skalních stěn, věží a útvarů, jeskyní i propastí. Tato oblast je velmi bohatá na rostlinné i živočišné fosílie.[28]

Hřeben Broumovských stěn je orientován ve směru SZ-JV a je dlouhý přibližně 12 km. Zatímco jsou svahy směrem do Polické pánve mírné, tak do rovinaté Broumovské kotliny spadá hřeben příkrými skalními stěnami a prudkými svahy s převýšením i přes 300 metrů. Nejzajímavější skalní partie a vyhlídky na hřebeni jsou zpřístupněné hustou sítí značených turistických cest, které umožňují průchod jinak těžko průstupným terénem. Broumovské stěny nejsou výjimečné jen svým reliéfem, ale i klimatickým režimem, který umožňuje život pozoruhodné květeny a zvířeny. Vlhké a chladné mikroklima kaňonů, soutěsek a jeskyní umožňuje výskyt některých glaciálních reliktních druhů. Z přirozených lesních společenstev se v území dochovaly fragmenty původních smrkových borů, jedlových a klenových bučin, smrkových bučin a jedlin.[25]

Polická pánev patří mezi nejvydatnější zásobárny podzemních vod v ČR, a proto byla v roce 1981 vyhlášena Chráněnou oblastí přirozené akumulace vod (CHOPAV). Tuto vodu pijí lidé z celého broumovského výběžku a Náchodska i dotuje se jí vodovodní síť města Hradce Králové.[22]

1.2 Turismus

Pro zájemce o aktivní pohyb v přírodě jsou Broumovské stěny a jejich okolí velmi vhodnou lokalitou, která láká turisty nejen svými přírodními ale i kulturně-historickými podmínkami. Pro turisty se zde nachází desítky turistických cest, jejichž značení má na starost Klub českých turistů⁵. Již v osmdesátých letech 19. století byla vyznačena Hřebenová trasa po Broumovských stěnách, která spojovala Hvězdu s Hejšovinou. O počátcích turistického značení píše Kopecký (2006). Tato trasa je stále pro turisty velmi atraktivní. Další lokalitou s výrazným turistickým zatížením je Kovářova rokle. Na hřebenových cestách se nachází velké množství vyhlídek. Z hlavního hřebene Broumovských stěn je možno vidět do Broumovské kotliny a dále na pohraniční pohoří České a Polské republiky. Východisky značených tras jsou obce

⁵ dále jen „KČT“

ohraničující zájmovou oblast: Machov, Suchý Důl, Police nad Metují, Teplice nad Metují, Meziměstí, Broumov a Otovice. Další dvě významná východiska leží uvnitř zájmového území a jsou jimi Hvězda a Slavný. Obě mají k dispozici velká parkoviště.

V následujícím textu je uveden výčet značených turistických cest, jež jsou evidovány v rámci diplomové práce a který je rozdělen podle barevného označení. Výčet je částečně převzat z Plánu péče o NPP Polické stěny, který sestavili Servus a Zifčák (2006). Trasám byla v rámci diplomové práce přiřazena náročnost na základě subjektivního hodnocení při terénním průzkumu. Náročnost byla určována na základě převýšení na trase a povrchu terénu.

Červeně značené trasy:

- **Teplice nad Metují (vstup do skal) - Meziměstí:** 10 km dlouhá nenáročná trasa, která pokračuje dál do města Broumov.
- **Broumov – Křínice – chata Hvězda - Kovářova rokle – Hlavňov – Police nad Metují:** trasa má přibližně 13 km a je součástí dálkové tzv. Jiráskovy cesty, která vede z Broumova přes Polici nad Metují do Hronova, rodného města spisovatele Aloise Jiráska.
- **Chatová osada Ostaš – Hlavňov - Hrubou roklí na chatu Hvězda,** kde se napojuje na Jiráskovu cestu. Trasa měří asi 6 km.
- **Machov – chata Hvězda:** 15 km dlouhá hřebenová trasa s řadou výhledů do Broumovské kotliny vedoucí po tzv. „strážní stezce“ a částečně po staré poutní Vambeřické cestě. Trasa je v diplomové práci evidována jen částečně.
- **Machov – Závrchy:** 3,5 km dlouhá část turistické trasy, která vede z Machova do Hronova.

Modře značené trasy:

- **Otovice - Božanov - Machovský kříž - Řeřišný - Slavný - Kovářova rokle dolní rozcestí:** trasa je evidovaná kromě úseku Horní Božanov – rozcestí U Zabitého a měří přibližně 20 km.
- **Machov - Vyhlídka pod Borem - Závrchy:** trasa částečně prochází přes území Polské republiky a je 9 km dlouhá. Tato trasa vede okolo skanzenu v obci Pstrážna, kde jsou ukázky architektury a lidového umění oblasti Sudet.

- **Honské sedlo Na Pasách - Vernéřovice:** 5 km dlouhá pohodová trasa vedoucí většinou po polních a lesních cestách přes obec Březová.

Zeleně značené trasy:

- **U Nového dvora - Bohdašín - Honské sedlo na Pasách - chata Hvězda - Supí hnízdo:** trasa s větším převýšením, nejnáročnější je v posledním úseku od chaty Hvězda k Supímu hnízdu. Trasa měří přibližně 10,5 km. Cestou se lze občerstvit na turistické chatě Hvězda, která byla postavena v padesátých letech 19. století ve švýcarském stylu. Letní terasa poskytuje výhled na město Broumov a v pozadí na Javoří hory.
- **Chatová osada Ostaš - Police nad Metují - Suchý Důl - Nad Slavným - Pelovka - Pánův kříž - U Zabitého:** trasa poskytující mnoho krásných výhledů především v úseku Nad Slavným - Pelovka, kde lze pozorovat i nejvyšší horu Krkonoš, Sněžku. Trasa je 15 km dlouhá.
- **Broumov - Zaječí rokle:** nenáročná 7 km dlouhá trasa, která vede částečně po silnici a pak po široké polní a lesní cestě.

Žlutě značené trasy:

- **Machov - Bledné skály (PI):** náročná trasa 4 km dlouhá s převýšením přes 300 m, která končí v Bledných skalách v Polsku, kde mezi mohutnými skalními bloky je vytvořen labyrint. Na tomto území je vytvořena přírodní rezervace, která je přístupná po zaplacení vstupného.
- **U Zabitého - Machovská Lhota - Bor (odbočka k vyhlídce):** 5 km dlouhá trasa s převýšením asi 200 m končí pod vyhlídkou na Boru, kde se napojuje na modrou turistickou trasu.
- **Božanov - Zelený hájek - Zaječí rokle - Slavný - Suchý Důl:** turistická cesta dlouhá 10 km s dvěma odbočkami k rozhledovým bodům na Koruně a na Velké Kupě.
- **Suchý Důl – Ovčín,** pouze 2 km dlouhá trasa s vyhlídkou na Broumovsko a Javoří hory.
- **Bezděkov nad Metují - Bělý - Nad Bělým:** nenáročná trasa 4,5 km dlouhá, vedoucí převážně po silnici. Nad Bělým se napojuje na Linhartovu stezku.

- **Ochoz - Pánova cesta - Nad Roklí:** Necelých 5 km dlouhá nenáročná turistická trasa vedoucí kolem dřevěné kaple v Ticháčkově lese, která byla postavena z darů poutníků na konci 19. století jako připomínka mariánských zjevení.
- **Hony - Strážná hora - chata Hvězda:** cesta vedoucí po severozápadní části hřebene Broumovských stěn s řadou výhledů do Broumovské kotliny a na Javoří hory. Trasa měří 3,5 km.

Kromě cest pro pěší turisty prochází zajímavým územím i síť značených cest cyklistických. Přejezdy Broumovských stěn jsou náročné a sjízdné jen na horských kolech. Zajímavým územím vede část trasy každoročního významného závodu horských kol „Rallye Sudety“, kterého se účastní až tisíc závodníků. Tato trasa má vlastní specifické značení.

V textu níže jsou uvedeny cyklostezky, které křížují evidované turistické trasy, díky čemuž také byly zaevidovány některé jejich směrové ukazatele. Na konci podkapitoly je umístěna mapa s cyklostezkami v NPR Broumovské stěny a v jejich nejbližším okolí.

- Červeně značená **cyklostezka č. 4000**, zvaná „**Okruh Broumovské stěny**“, která měří 52,5 km a je doprovázena naučnými tabulemi. Okruh vede z Police nad Metují od správy CHKO přes Suchý Důl do Hlavňova, přes Honské sedlo Na Pasách do Křinic, dále přes Martínkovice a Božanov do Radkówa v Polsku a přes Karlów zpět do České republiky do Machova z něho přes Bělý opět do Police nad Metují. V Polsku trasa prochází národním parkem Stolové hory.
- Modře značená **trasa č. 4001**, zvaná „**Vyhlídková cesta**“, která je také provázena naučnými tabulemi začíná u Správy CHKO Police nad Metují. Trasa pokračuje na Slavný k Pelovce, pod Korunou zahýbá na sever a vede kolem SV hranice NPR Broumovské stěny do Křinic (Amerika). Trasa v zajímavém území leží celá. Trasa je náročná a měří 16,5 km.
- Modře značená **cyklostezka č. 4002** začínající na Mýtě vedoucí přes Nízkou Srbskou do Machova a přes Řeřišný stoupá k Machovskému kříži, odkud pokračuje do Božanova a dále do Otovic. Trasa dále vede přes Šonov, pod Janovičky a obloukem objíždí Heřmánkovice do Hynčic, odkud pokračuje do Ruprechtic a na Ruprechtický špičák, kde opouští Českou republiku do Polska. Na území ČR měří zhruba 40 km.

- Zeleně značená **cyklostezka č. 4003** vedoucí z Křinic (z osady Amerika) přímo přes hřeben Broumovských stěn Pánovou cestou. Přes Klůček pokračuje do Bukovice a nahoru k osadě Ostaš. Z Ostaše klesá do Žďára nad Metují a pokračuje přes Českou Metuji a Vlášenu a končí ve Skalách (Bischofstein). Trasa měří asi 20 km.
- Zeleně značená **cyklostezka č. 4004** začínající na rozcestí U Božanova a dále vedoucí na rozcestí s modrou cyklostezkou Pod Velkou kupou, odtud překonává hřeben Broumovských stěn a ústí pod Pánovým křížem na rozcestí Pelovka. Trasa měří pouze 6 km.
- Zeleně značená **cyklostezka č. 4005** spojuje cyklostezku č. 4002 u Machovského kříže s modrou cyklostezkou č. 4001. Trasa je dlouhá jen půl kilometru.
- Zeleně značená **cyklostezka č. 4150** začínající Na Mýtě a pokračující přes Bezděkov a Bělý k Barešově kříži. Trasa končí v Suchém Dole a měří přibližně 10 km.
- Červeně značená **cyklostezka č. 4036**, zvaná **Teplicko-adršpašský okruh**, který má 35 km a vede z Teplic nad Metují přes Zdoňov a Libnou do Adršpachu, dále na Skály a zpět do Teplic nad Metují. Trasa vede mimo zájmové území, dotýká se ho pouze v Teplicích nad Metují.

Správa CHKO se aktivně podílela na vytyčení a značení cyklostezek a na odborné přípravě i financování naučných tabulí, které jsou při nich umístěny. Tabule obsahují mapu česko-polského příhraničí, kde jsou cyklostezky zakresleny. Na tabuli vedle mapy jsou umístěny informace o botanice, zoologii, geologii a geomorfologii daného území. Jejich čtenář se seznámí s architekturou a památkami, s kulturně-historickými souvislostmi, s vývojem zemědělství a turistiky. Tabule, které jsou umístěny na souběhu cyklistických a turistických cest, jsou zaevidovány ve vrstvě infotabule a jsou fotograficky zdokumentovány.

Na zájmovém území se také nacházejí velmi atraktivní horolezecké terény s různými stupni obtížnosti. Prvopočátky výstupů na pískovcové věže se datují do období mezi světovými válkami. Popularita lezení v Broumovských stěnách a na stolové hoře Ostaš je menší než v Adršpašsko-Teplických skalách, což je dáno specifickým charakterem pískovce (hrubozrnnost a slabá členitost), obtížnou dostupností a menší koncentrací lezeckých cest.[25]



Obrázek 3 - Značené turistické a cyklo-turistické stezky NPR Broumovské stěny (Turistické mapy 1 : 100 000, SHOCart. Převzato z[25])

1.2.1 Negativní vlivy turismu

Turistická návštěvnost s sebou nese negativní vlivy na stav sledovaného území. Někteří turisté se pohybují mimo značené cesty a v širším okolí vyhlídkových bodů, což způsobuje sešlap vegetace a zvyšuje erozi. Někdy jsou tato místa znečištěna odpady. Bez povolení byla prováděna opatření na zpřístupnění částí území mimo turisticky značené trasy. Cyklisté nerespektují zákazy vjezdu na turistické trasy pro pěší, zvyšují tak erozní zatížení cest a dokonce

tímto počínáním ohrožují pěší turisty. Oblast je tradičně využívána ke sběru lesních plodů a k nelegálnímu táboření.[26]

1.2.2 Zásahy a opatření

Je důležité sledovat stav sítě značených turistických cest, vyhlídek a odpočinkových míst a kde bude zjištěna nějaká závada, je třeba stav napravit, aby nedocházelo k erozi, nebo sešlapu vegetace v okolí turistických cest. Opatřením může být např. boční omezení cest, tvorba zábradlí, v rašelinných a podmáčených místech povalových chodníků či můstků, v písčitých svažitých sedimentech zemních žebříků. Stav této tzv. turistické infrastruktury na turistických cestách je sledován v rámci této práce, jednotlivé prvky jsou pomocí GPS zaměřeny a jejich stav zhodnocen.

Důležité je turisty seznámit s tím, že vstupují do zvláště chráněných míst NPP nebo NPR, a proto je třeba údržba sloupků s označníky. U vstupů je třeba podat informaci o pravidlech návštěvnosti. Tyto prvky jsou opět v diplomové práci lokalizovány a jejich stav popsán. Zaměřené prvky jsou umístěny ve vrstvě infotabule.

Aby turisté nescházeli z cest, je potřeba trasy kvalitně označit. Značení provádí KČT. V zamokřených oblastech je nutné zbudovat povalové chodníky, aby při obcházení těchto míst nedocházelo k poškozování vegetace. V tradičních rozhledových bodech je vhodné obnovovat výhled odtěžením jednotlivých stromů, aby turisté kvůli výhledu nescházeli z cest.

Sít turistických cest i cyklostezek je dostatečná, není třeba ji rozšiřovat, ale je nutné tu stávající udržet v dobrém stavu. Správa CHKO se na opatřeních regulujících pohyb návštěvníků podílí z finančních prostředků Programu péče o krajinu.[26]

Tabulka 1 - Předpokládané náklady v letech 2008 – 2015 (upraveno podle [26])

Druh zásahu (práce)	Orientační náklady za rok (Kč)	Orientační náklady za období platnosti plánu péče (Kč)
Jednorázové a časově omezené zásahy		
Orientační tabule s pokyny pro návštěvníky (např. s vyznačením povolených horolezeckých terénů)		60 000
Obnova označnicků a pruhového značení	-----	150 000
Opakované zásahy		
Opatření k regulaci návštěvnosti (opravy turistických chodníků, zábradlí, závor apod.)	300 000	2 400 000
C e l k e m (Kč)	300 000	2 610 000

2 Zhodnocení stávajícího stavu

V následujícím textu je uveden výčet prací, které byly vypracovány na podobné téma, jako má tato diplomová práce. Dále jsou v kapitole uvedeny data a programy, které využívá správa CHKO Broumovsko a data, která jsou k dispozici pro vypracování této práce.

2.1 Existující řešení

Indrák Tomáš v roce 2007 vypracoval bakalářskou práci na téma Turistické a naučné stezky v CHKO Bílé Karpaty, jejímž cílem bylo vytvoření interaktivní mapy turistických a naučných stezek dané oblasti. Autor vytvářel jednotlivé datové vrstvy pomocí on-screen digitalizace, které doplnil o nové atributy. Tyto informace o jednotlivých prvcích byly zjištěny terénním průzkumem. Při tomto průzkumu byla pořízena fotodokumentace rozcestníků a tabulí naučných stezek.

Kateřina Lišková vytvořila v roce 2007 diplomovou práci na téma Popis turistických tras v Novohradských horách a jejich podhůří. Popis tras byl prováděn v textové podobě a pomocí tabulek. Analyzovány byly turistické a naučné stezky, cyklistické, lyžařské a vodní trasy. U značených turistických tras byly popsány následující vlastnosti (atributy): Název barva a kód cesty, možná nástupní místa, významná místa, délka (v km), délka spojnice výchozích míst (v km), délka (hod), nejvyšší a nejnižší nadmořská výška naměřená na trase, rozdíl nadmořských výšek, sklonitost terénu (ve stupních – úseky s maximálním stoupáním/klesáním), složení povrchu (v %), obslužná vybavenost, převažující krajinný ráz, struktura krajinného pokryvu (v %).

Jan Petr v rámci magisterské práce, kterou vypracoval v roce 2005 na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze, vytvořil podrobnou turistickou mapu Jizerských hor v měřítku 1 : 25 000. Mapu tvořil na podkladě vojenských map v digitální podobě. Tematické vrstvy editoval v prostředí ArcGIS a OCAD.

Josef Kadubec se v roce 2007 zabýval GPS mapováním geomorfologicky zajímavých lokalit Novohradských hor při vypracovávání diplomové práce.

2.2 Geoinformatika na CHKO

2.2.1 Používaná geodata

Pro interní potřeby správy CHKO Broumovsko byly vytvořeny v digitální podobě mapy lyžařských tras a také cyklotras, které vznikly ve spolupráci s firmou SHOCart. Turistické trasy jsou digitalizovány pouze u maloplošných zvláště chráněných území. V rámci této diplomové práce bude provedeno měření v terénu pomocí GPS a bude vytvořena nová vrstva turistických tras v NPR Broumovské stěny a dále navazujících okolních turistických tras. Dojde tak k propojení tří maloplošných zvláště chráněných území (NPR Broumovské stěny, PR Ostaš a NPR Ardšpašskoteplické skály).

Zaměstnanci správy CHKO často využívají analogové mapy turistických tras. V současnosti je nejaktuálnější turistická mapa Chráněné krajinné oblasti Broumovsko v měřítku 1 : 25 000, kterou vydalo nakladatelství ROSY v květnu 2008. Kromě turistických tras jsou v této mapě vyznačeny i cyklotrasy a lyžařské trasy. Dalším vydavatelem turistických tras a cyklotras na Broumovsku v měřítku 1 : 50 000 je firma SHOCart. Klub českých turistů vydal v roce 2007 turistickou mapu Broumovsko, Góry Kamienne a Stołowe také v měřítku 1 : 50 000.

K různým analýzám používají zaměstnanci správy CHKO vrstvu s vrstevnicemi, jejichž majitelem je topografická služba Armády ČR. Vychází z Digitálního modelu území v měřítku 1 : 25 000. Minimálně jsou při práci využita vektorová data ZABAGED. Používají se hlavně k vytváření prezentačních výstupů (jedná se o vrstvy vodních toků, silnic, lesů apod). Nejvíce z dat ZABAGED jsou používány hranice katastrálních území. Dále jsou na správě CHKO využívány pozemkové mapy. Od roku 2008 Český úřad zeměměřičský a katastrální zprostředkovává WMS službu, s aktuálním katastrem nemovitostí. Neméně důležité jsou pro práci ve správě CHKO ortofotomapy a lesnické mapy. Vrstvy s geologickou tematikou používá správa CHKO od České geologické služby. Ve spolupráci s Ústavem pro hospodářskou úpravu lesů v rámci Oblastního plánu rozvoje lesa vznikla vrstva Územního systému ekologické stability. Pro sledování změn v čase jsou využívány historické mapy a to konkrétně mapy 1., 2. a 3. vojenského mapování a mapa stabilního katastru.

Zaměstnanci správy CHKO si vytvořili vlastní vrstvy. Jedná se o zonaci CHKO (zonace CHKO Broumovsko je součástí Vyhlášky o zřízení CHKO č. 157/91 Sb.), dále o vrstvu mapování biotopů, mapování Natura2000, o vrstvu chráněných území, hranice CHKO, vrstvu tzv. evidovaných

lokalit (cenná území ze zoologického, botanického nebo geologického pohledu – potencionální nové maloplošné zvláště chráněné území). V rastrové podobě je k dispozici studie krajinného rázu. Česká informační agentura životního prostředí poskytuje vrstvu památných stromů.

V současné době probíhá mapování návštěvnické infrastruktury (stezník, lavičky, zábradlí apod.) pro interní potřeby Agentury ochrany přírody a krajiny ČR, z kterého vznikne nová vrstva. Na zájmovém území bude toto mapování provedeno v rámci této diplomové práce.

Pro účely vypracování diplomové práce byla poskytnuta některá podkladová data správou CHKO Broumovsko. Jedná se o část **Rastrové základní mapy ČR 1 : 50 000**, pokrývající CHKO Broumovsko o rozsahu 15 mapových listů ve variantě barevného „bezešvého“ obrazu území. Měrnou jednotkou jednotlivých listů je čtverec o straně 10 km. Data jsou poskytována v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému baltském-po vyrovnání. Mapové listy jsou ve formátu TIFF a do souřadného systému jsou umístěny pomocí souborů s příponou TFW.

Dalším podkladem je **ortofoto** CHKO Broumovsko, kterou správa CHKO zakoupila od firmy Geodis Brno s.r.o. Tato mapa je vytvořena z barevných leteckých měřických snímků, pořízených v měřítku snímkování 1 : 20 000. Data jsou ukládána ve formátu JPG a jsou georeferencována po mapových listech v souřadnicovém systému S-JTSK pomocí textového souboru JGW. Mapové listy jsou obdélníky o rozměrech 2,5 km x 2 km.

Dalším zdrojem jsou vektorová data **ArcČR 500** pro území České republiky, která jsou zpracována v měřítku 1 : 500 000.

Některé podklady lze čerpat z **mapového serveru**, který je součástí **Portálu veřejné správy**. Provoz mapového serveru zajišťuje CENIA, česká informační agentura životního prostředí. Stačí se připojit k arcIMS serveru pomocí URL adresy <http://geoportal.cenia.cz>.

Správa CHKO Broumovsko dále poskytla několik shapefile souborů obsahující polygon CHKO Broumovsko a polygony jednotlivých zvláště chráněných území. Jedná se o NPR Adršpašsko-teplické skály, NPR Broumovské stěny, PR Ostaš, PR Křížová cesta, PR Farní stráž, přírodní památka⁶ Borek, PP Pískovcové sloupky, PP Kočičí skály, PP Mořská transgrese.

⁶ dále jen „PP“

2.2.2 Používaný software

Nejvíce využívaným softwarovým nástrojem na správě CHKO Broumovsko je **Kristýna GIS 2.11**, který je nainstalován na 8 PC. Kristýna GIS systém 2.11 je český levný shareware, jednoduchý GIS nástroj s českou lokalizací a s možností tvorby skriptů ve vlastním skriptovacím jazyce. Možnosti tohoto softwaru pokryjí asi 90 % potřeby pracoviště správy CHKO. V březnu roku 2009 bude uvolněna další verze Kristýna GIS systém 3.0, která by měla umožňovat lepší mapové výstupy (legenda, severka atd.), lepší zobrazení grafů.

Pro tvorbu mapových výstupů a některých analýz je využíván od firmy ESRI **ArcGIS Desktop 9.2**. Jeho využití bude pravděpodobně menší po uvolnění nové verze Kristýny GIS systému 3.0. AOPK ČR, pod kterou správa CHKO Broumovsko spadá, vlastní 2 plovoucí licence ArcInf. To znamená, že současně v celé organizaci mohou používat plnou verzi ArcInfo pouze 2 lidé.

ArcGIS Desktop i Kristýna GIS systém jsou využívány pro zobrazování a práci s lesnickými mapami v rastrové podobě. Ve vektorové podobě se s lesnickými mapami pracuje ve specifickém lesnickém GIS software, kterým je **HeleTAX** (prohlížečka lesní hospodářské osnovy a lesního hospodářského plánu) a **Topolík**.

Někteří zaměstnanci využívají **Nálezovou databázi ochrany přírody (NDOP)**, což je vizualizační nástroj pomocí mapového serveru, do kterého je přístup neveřejný.

3 Návrh datového modelu

Datový model představuje zjednodušený pohled na část reálného světa. Při datovém modelování jsou tedy nepodstatné prvky reálného světa vypuštěny. Jak uvádí Tuček (1998), lze proces datového modelování rozložit na čtyři úrovně. První úroveň je **realita**, která obsahuje všechny objekty a vztahy mezi nimi. Na druhé úrovni jsou vybrány podstatné objekty, tzv. **geoprvky**, určí se jejich vlastnosti (atributy). Dále se řeší geometrická reprezentace geoprvků a jejich lokalizace. Na této úrovni vzniká tzv. **konceptuální model**, pro jehož popis lze využít ER diagramy popisující vztahy mezi entitami. Na třetí úrovni vzniká **logický datový model** (databázový model), kdy dochází k detailnímu popisu entit a jejich atributů. Na poslední úrovni se vytváří **fyzický (implementační) model**, kde jsou geografické údaje strukturovány tak, aby mohly být zpracovávány na počítači. Soubory a záznamy v nich jsou uloženy pomocí bitů.

3.1 Geografické prvky

Geoprvek je základní prostorová entita, která je dále nedělitelná na jednotky stejného typu a která je popisována prostorovými daty. Z geoprvků je složeno prostředí, v němž se pohybuje člověk. Každý geoprvek musí být popsán z mnoha hledisek, aby byl v GIS správně reprezentován a zpracován. Velmi důležitý je popis polohy (lokalizace) geoprvku v prostoru a jeho geometrických vlastností. Dále se popisují negeometrické vlastnosti, tzv. atributy. Může se zaznamenávat i trvání daných geoprvků v čase a jeho vztahy k okolním geoprvkům.[23]

Hlavním tématem práce je monitoring turistických stezek v CHKO Broumovsko. Takže prvořadým geoprvkem je zde turistická trasa. Na turistických cestách se vyskytují další geoprvky, které s trasou souvisejí. Jsou jimi turistické směrové ukazatele, různé informační tabule a označníky, prvky turistické infrastruktury jako např. povalové chodníky, lávky, zábradlí. Dalšími geoprvky mohou být vyhlídky (místa dalekého rozhledu), různé sakrální památky nebo nějaké přírodní zajímavosti, např. skalní útvary. Všechny vyjmenované geoprvky byly v zájmovém území zmapovány.

Poloha geoprvků v této práci je stanovena přímo pomocí souřadnicových systémů (tzv. georeferencování). Při měření polohy na Zemi pomocí GPS byl využit světový geodetický referenční systém 1984 (WGS 84) a pro tvorbu mapových výstupů byl využit souřadnicový

system Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK). Více o těchto souřadnicových systémech je uvedeno v následující podkapitole.

Prostorovou vlastností je například u evidovaných turistických tras jejich délka. Prostorové vlastnosti se nemusejí týkat pouze jednotlivých geoprvků ale i jejich skupin. Lze pak zjišťovat jejich statistické charakteristiky (např. průměr, maximum, minimum).

Tematická složka popisu geoprvcu je tvořena atributy. Každý atribut nese název a může nabývat určitých hodnot. Každý geoprvek může mít právě jednu hodnotu pro každý atribut. Vlastnost, pro kterou má každý geoprvek unikátní hodnotu, je označována jako identifikační vlastnost a odpovídající hodnota jako klíčová hodnota. Atributy evidovaných geoprvků jsou popsány v logickém modelu.

Prostorové vztahy geoprvků studuje topologie. Základními topologickými prvky jsou:

- **Bod** - je vektor nulové délky, takže počáteční a koncový bod splývá. Všechny geoprvky kromě turistických tras jsou zaevidované jako body.
- **Linie** – je to čára, otevřená posloupnost vektorů. První a poslední bod se označují jako počáteční a koncový uzel (angl. nod), mezilehlé body jako vrcholy (angl. vertex). Liniovými prvky v práci jsou turistické trasy.
- **Polygon** – je to plocha, kterou tvoří uzavřená posloupnost orientovaných linií, resp. vektorů. V práci polygony nebyly vytvářeny, ale byly využity jako podkladová data. Jako příklad lze uvést jednotlivá zvláště chráněná území.[24]

Vztahy mezi topologickými prvky jsou většinou studovány pomocí teorie grafů. Topologické vlastnosti jsou předmětem modelování a návrhu struktury geodatabáze, což nebylo v této práci vykonáno. Příkladem vztahů mezi topologickými prvky by mohly být:

- **Konektivita** (spojitost) - spojení dvou objektů jakýmsi způsobem (návaznost turistických cest v místech kde se nachází rozcestník).
- **Orientace** - směr (z – do), v grafové reprezentaci odpovídá orientovaným hranám. V práci není využita, protože turistické trasy lze procházet oběma směry.
- **Přilehlost** - sousednost ploch jako jsou například území sousedních obcí nebo států.
- **Obsahování** - Nějaký prvek obsahuje jiný, např. na turistické trase leží vyhlídka. [9]

3.2 Souřadnicové systémy

Souřadnicový systém je nástroj k určování polohy bodu v geografickém prostoru (na povrchu Země). Rozlišují se dva typy souřadnicových systémů:

- **Globální souřadnicové systémy**, které se snaží postihnout celý geografický prostor. Prostor globálního souřadnicového systému je povrch elipsoidu. Nevýhodou globálních souřadnicových systémů je jejich nepřesnost, lze je však převést do jiných systémů. V této práci je využit **WGS 84** (World Geodetic System 1984).
- **Lokální souřadnicové systémy** nepostihují celý geografický prostor, ale pouze jeho část. Jsou přesnější než globální souřadnicové systémy. V práci je využit **S-JTSK**.

3.2.1 WGS 84

V globálním systému WGS 84 se určuje zeměpisná šířka a délka. Zeměpisná šířka udává úhel, který svírá bod na povrchu Země s rovinou rovníku. Počátek souřadné osy zeměpisné šířky je rovník (0°), který rozděluje planetu na dvě polokoule – severní a jižní. Severní šířka má kladné znaménko. Zeměpisná délka je úhel, který svírá poledníková rovina bodu s rovinou nultého poledníku. Nultý poledník byl stanoven na úroveň hvězdárny v Greenwich nedaleko Londýna. Od nultého poledníku směrem na východ má délka kladné znaménko.[9]

Zájmová oblast se nachází v rozmezí $50^\circ 28' - 50^\circ 37'$ severní šířky a $16^\circ 10' - 16^\circ 23'$ východní délky.

3.2.2 S-JTSK

Lokální **souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK)** je v ČR závazným souřadnicovým systémem. S-JTSK používá **Besselův elipsoid**, který je transformován pomocí Křovákova kartografického zobrazení, které je konformní a kuželové v obecné poloze. Konformní znamená, že úhel měření v terénu odpovídá úhlu na mapě. Toto zobrazení zohledňuje polohu a tvar České republiky.

Pro převod souřadnic mezi oběma souřadnicovými systémy lze použít různé programy. Jako příklad lze uvést program **Wgs84.exe** nebo pro jednosměrný převod z WGS 84 do S-JTSK lze použít **WGS84toSJTSK.exe**. Výpočet tohoto jednosměrného převodu je ukázán ve skriptech ČVUT s názvem Transformace souřadnic ze systému WGS-84 do systému S-JTSK, které napsal Hrdina Zdeněk (1997).

3.3 Logický a fyzický model

Před sběrem dat v terénu pomocí GPS je nutné zvolit geoprvky, které se budou zaměřovat a také jejich atributy (vlastnosti). V zájmovém území budou zaměřeny a popsány následující objekty a z nich vytvořeny jednotlivé vrstvy. Všechny vrstvy budou obsahovat atribut s identifikačním číslem, který bude určovat jednotlivé záznamy (objekty) v tabulkách. Data budou ukládána v souřadném systému S-JTSK.

3.3.1 Turistické trasy

Největší důraz v této práci je kladen na liniovou vrstvu **turistických tras**. Účelem je vektorově znázornit polohu jednotlivých tras a podat informace o náročnosti a barevném označení podle KČT. Jednotlivé prvky v této vrstvě budou popsány následujícími atributy.

Tabulka 2 - Tabulka s atributy liniové vrstvy turistických tras

Název atributu	Datový typ (délka; počet desetiných míst)	Význam atributu	Hodnoty atributu
OBJECTID	Object ID (4)	Identifikační číslo objektu	
BARVA	String (20)	Barva trasy podle KČT	– červená – modrá – žlutá – zelená
DELKA	Double (5; 0)	Délka trasy v celých metrech	
NAROČNOST	String (10)	Náročnost trasy určená podle převýšení a terénu	– lehká – střední – těžká
MAX_NADVYSKA	Short Integer (3)	Maximální nadmořská výška naměřená na trase v celých metrech	
MIN_NADVYSKA	Short Integer (3)	Minimální nadmořská výška naměřená na trase v celých metrech	

3.3.2 Informační tabule

V bodové vrstvě s názvem infotabule jsou zaevidovány nejen informační tabule, ale i různé označníky nebo hraniční značení. Účelem je vektorově znázornit polohu jednotlivých těchto prvků a podat informace především o stavu těchto tabulí.

Tabulka 3 - Tabulka s atributy vrstvy s informačními tabulemi

Název atributu	Datový typ (délka; počet desetinných míst)	Význam atributu	Hodnoty atributu
OBJECTID	Object ID (4)	Identifikační číslo objektu	
STAV_TAB	Text (10)	Stav tabule (v pořádku a čitelná nebo nějak poškozená)	– dobrý – špatný
ZRIZOVATEL	Text (50)	Určuje instituce zodpovědné za zřízení a údržbu tabulí	
POPIS	Text (50)	Popis tabule udává, co je na ni uvedeno.	
IMAGE	Text (50)	Cesta k digitální fotografii daného bodu	

3.3.3 Směrovníky

Při turistických trasách se nacházejí směrové ukazatele. Většina se jich nachází v místech křížení turistických cest. Bodová vrstva směrovníků ve vektorové reprezentaci má za úkol znázornit polohu jednotlivých prvků a sdělit informace o technickém stavu. Sbírání se budou následující atributy:

Tabulka 4 - Tabulka s atributy bodové vrstvy směrovníků

Název atributu	Datový typ (délka; počet desetinných míst)	Význam atributu	Hodnoty atributu
FID	Object ID (4)	Identifikační číslo objektu	
NAZEV	Text (50)	Název směrovníků (pokud je na nich uveden) nebo místo umístění	
STAV	Text (50)	Zhodnocení technického stavu směrovníku	– dobrý – špatný – chybějící
DRUH	Text (50)	Rozlišuje směrovníky turistické a cyklistické. Někdy se na jednom sloupcu mohou vyskytnout oba dva	– turistický – cyklistický – kombinace

3.3.4 Vyhledky

K turistickým cílům patří nesporně vyhlídky a místa dalekého rozhledu. Proto jsou tyto prvky lokalizovány. Dále jsou podány informace o nadmořské výšce a názvu vyhlídky. Tato bodová vrstva má vektorovou reprezentaci prvků.

Tabulka 5 - Tabulka atributů vrstvy s vyhlídkami

Název atributu	Datový typ (délka; počet desetinných míst)	Význam atributu
FID	Object ID (4)	Identifikační číslo objektu
NADM_VYSKA	Short integer (3)	Naměřená nadmořská výška daného místa
NAZEV	Text (50)	Název vyhlídky nebo místo, kde se vyhlídka nachází

3.3.5 Zajímavosti

Dalšími geoprvky, které se nacházejí při turistických cestách a mají pro turisty význam, jsou různé přírodní nebo člověkem vytvořené **zajímavosti**. Cílem je znázornit polohu jednotlivých prvků a podat základní informaci o jakou zajímavost se jedná. Je použita vektorová reprezentace.

Tabulka 6 - Tabulka s atributy vrstvy zajímavostí

Název atributu	Datový typ (délka; počet desetinných míst)	Význam atributu	Hodnoty atributu
FID	Object ID (4)	Identifikační číslo objektu	
DRUH	Text (20)	Bližší určuje, o jakou zajímavost se jedná	<ul style="list-style-type: none">– skanzen– zajímavá stavba– kaple– kostel– sakrální památka– skalní útvar– památný strom– jeskyně– studánka
NAZEV	Text (50)	Název prvku, pokud je znám	

3.3.6 Turistická infrastruktura

Poslední bodovou vrstvou, však hodně důležitou pro správu CHKO, jsou **prvky turistické infrastruktury**. Cílem je vektorově znázornit polohu jednotlivých prvků a informovat o jejich technickém stavu.

Tabulka 7 - Tabulka s atributy vrstvy s turistickou infrastrukturou

Název atributu	Datový typ (délka; počet desetinných míst)	Význam atributu	Hodnoty atributu
OBJECTID	Object ID (4)	Identifikační číslo objektu	
DRUH_INFR	Text (20)	Druh infrastruktury blíže určuje jaký prvek je zaevidován, kategorizuje prvky	<ul style="list-style-type: none">– lávka– lavice– odpočívadlo– povalový chodník– zábradlí– závora
STAV_INFR	Text (20)	Technický stav infrastruktury	<ul style="list-style-type: none">– dobrý– špatný– chybí
ZRIZ_INFR	Text (50)	Určuje instituce zodpovědné za zřízení a údržbu infrastruktury	
POPIS_INFR	Text (50)	Popis prvku (např. druh použitého materiálu)	

3.4 Geografické datové modely

V rastrovém modelu je reálný svět reprezentován jako povrch rozdělený do pravidelné mřížky pixelů. Pomocí souřadnic minimálně jednoho rohu rastru, může být model lokalizován v geografickém prostoru. Každý pixel obsahuje hodnotu, která ho řadí do určité kategorie nebo může znamenat naměřenou hodnotu. Tento model je vhodný k ukládání a analýze dat, která se kontinuálně rozprostírají na nějakém území. [5]

V práci mají rastrový model dat pouze podkladová data, jimiž jsou rastrové obrazy: ortofotomapa a RZM 50. V práci je tedy převážně využit druhý - vektorový model dat.

Vektorové datové modely reprezentují geografické jevy pomocí bodů, linií a polygonů. Tento model je vhodný k reprezentaci a ukládání diskretních objektů, proto byl použit ve všech

vytvořených vrstvách. Atributy, které se vážou k objektům, jsou uloženy v datových tabulkách.[5]

Každá tabulka má své unikátní jméno. Je organizovaná do řádků a sloupců. Každý sloupec má v rámci tabulky své unikátní jméno a definovanou délku. Množina hodnot, z které jsou vybírány hodnoty ukládané v položce, je označována jako doména položky. V relačních datových strukturách lze tabulky logicky propojovat prostřednictvím položek v různých tabulkách se stejnou doménou.[30]

ArcGIS podporuje vektorové modely založené na souborech i na databázově řízených systémech. V práci je využit model shapefile založený na souborech. Každý shapefile obsahuje útvary pouze jednoho geometrického typu. V tomto modelu je každému geoprvcu přiřazen jednoznačný identifikátor, který zprostředkovává vazbu mezi geometrickou složkou popisu geoprvcu a tematickou složkou, jež jsou vedeny zcela odděleně. Soubory typu shapefile neukládají úplné topologické vztahy mezi různými prvky a třídami prvků. Shapefile se skládá ze sady souborů, přičemž jsou následující nutné k zobrazení v aplikaci ArcMap:

- **nazev-vrstvy.shp** - soubor obsahující geometrické popisy prostorových prvků,
- **nazev-vrstvy.dbf** - soubor obsahující atributová data vztahující se k prostorovým prvkům,
- **nazev-vrstvy.shx**

Každý soubor, který je součástí shapefile, musí nést jeho jméno.[5]

4 Sběr dat pomocí GPS a implementace do GIS

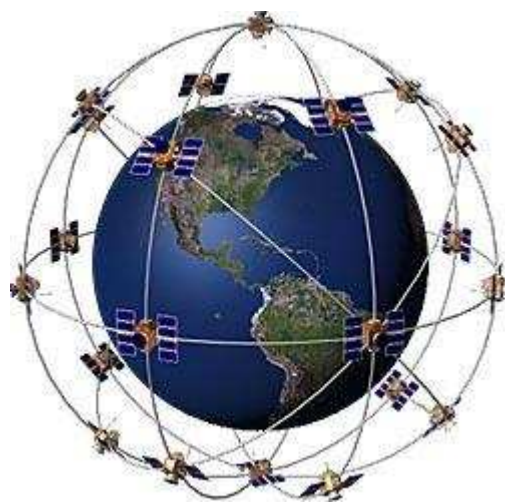
Zdroje údajů pro GIS jsou získány přímým měřením geografických objektů, k čemuž je použit **GPS systém**, který je dostatečně přesný. Jinou možnost poskytuje **fotogrammetrie**, kdy se získávají geometrické informace o objektech ze snímků vytvořených např. letecky. Právě tak vznikla podkladová ortofotomapa. Použitá podkladová rastrová základní mapa vznikla zpracováním dat z vektorového ZABAGED.

4.1 Global Positioning System

Při monitoringu turistických tras byl využit systém GPS, pomocí kterého byly lokalizovány jednotlivé objekty a byly zaznamenány prošlé turistické trasy. Proto je mu věnován následující text.

Global Positioning System (GPS) je celosvětový systém pro určování polohy a času. Původně byl vyvinut v USA pro vojenské účely a v 90. letech 20. století se uvolnil pro civilní uživatele, ale přesnost systému byla úmyslně zhoršována jako opatření proti zneužití. Od roku 2000 byla tato degradace navigačních signálů zrušena.

Zemi obíhá 24 navigačních družic v šesti kruhových drahách ve výšce přibližně 20 200 km nad zemským povrchem. V každé oběžné dráze se vyskytují čtyři družice. Oběžná doba GPS družic vychází přibližně na 11 hodin a 58 minut. Další družice jsou doplňkové, vylepšují přesnost výpočtů GPS přijímačů. Rozmístění družic je takové, aby uživatel kdekoli na Zemi mohl přijímat signál z dostatečného počtu družic.[1]



Družice jsou sledovány monitorovacími stanicemi.

Obrázek 4 - Rozmístění GPS družic (Zdroj: [1])

Pravidelně jsou každé GPS družici posílána aktualizovaná navigační data, která synchronizují družicové atomové hodiny s přesností do jedné mikrosekundy a upravují družicové efemeridy, které jsou posléze vysílány družicí.

Družice vysílají směrem k Zemi signály v podobě elektromagnetických vln. Družice jsou seřizeny tak, že všechny vyšlou signál v přesně definovaný okamžik. Přijímač umístěný na Zemi vypočítá svou pozici na základě toho, s jakým zpožděním přijme signál z jednotlivých družic. Tato koncepce se často označuje zkratkou TDOA (Time Difference of Arrival). K určení zeměpisné šířky, délky a nadmořské výšky potřebuje přijímač zachytit signál alespoň ze 4 družic.[16]

Elektromagnetický signál o frekvenci 1575,42 MHz, který vysílají družice, zeslabují nepatrně meteorologické vlivy (déšť, sníh, kroupy či mlha). Tento signál nedokáže projít skalami, bujnou vegetací či korunami stromů. Podmínkou pro příjem signálu je tedy přímá viditelnost oblohy. Přesnost závisí především na uspořádání družic při měření. Přijímač si vždy vybere nejvhodnější čtveřici družic. Vhodnost rozmístění udává parametr PDOP. Při výpočtu pozice se zjišťují tři souřadnice a rozmístění družic způsobuje, že pro každou souřadnici vychází jiná odchylka. Obecně lze říci, že stanovení výšky je méně přesné než určování zeměpisných souřadnic. Rozmístění družic se neustále mění, a proto pokud není při měření v danou chvíli signál, může být k dispozici v jinou dobu.[17]

4.2 Garmin GPSMAP 60 CSx

Pro měření v terénu byl zapůjčen Ústavem systémového inženýrství a informatiky na Fakultě ekonomicko-správní Univerzity Pardubice GPS přijímač Garmin GPSMAP 60 CSx. Jedná se o velmi citlivý přijímač s tyčkovou anténou, barevným displejem, a s mapami, které jsou nahrány na standardní microSD datové kartě. Dále má tento přístroj zabudovaný barometrický výškoměr a elektromagnetický náměrový kompas. Velkou výhodou je ovládání v českém jazyce. Pro připojení k PC byl využit USB datový kabel.

Po zapnutí přijímače se vyhledává signál z jednotlivých družic. Když má signál z alespoň třech družic, tak zobrazí pozici pomocí souřadnic v systému WGS 84 a také ukáže přesnost měření udávanou v metrech.

Jednotlivé geoprvky byly v terénu zaměřeny tak, že bylo těsně k nim přistoupeno a pak pomocí tlačítka MARK se zobrazila obrazovka pro uložení bodu. Zde lze navolit symbol pro zobrazení bodu na mapě v GPS, bod pojmenovat, napsat poznámku. Před uložením pozice byly hodnoty



Obrázek 5 - Garmin GPSMAP 60 CSx
(Převzato z [6])

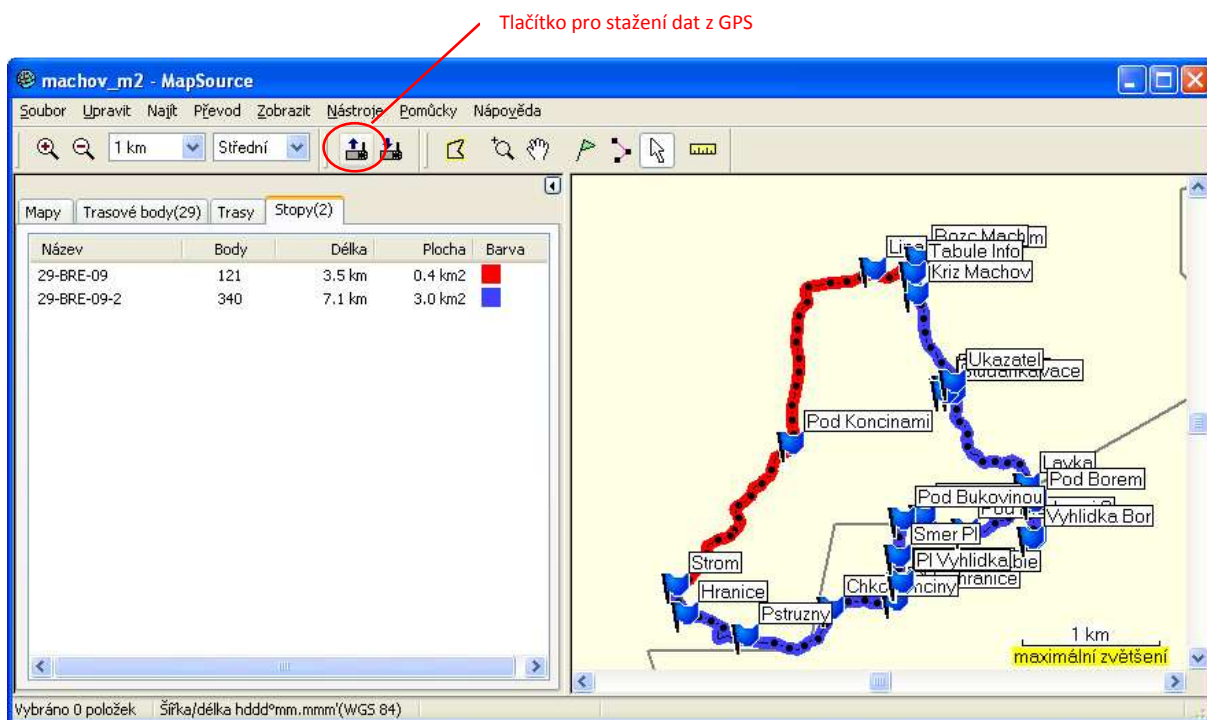
měření průměrovány, takže proběhlo několik měření za sebou, byl udělán jejich průměr a výsledná hodnota pozice byla potom uložena. Kromě pozice byla uložena ještě nadmořská výška. Vytvořené body lze později vyhledat a editovat změny.

Při pohybu se trasa zaznamenává do tzv. tracklog. Tracklog obsahuje časové, výškové a lokalizační informace o bodech podél trasy, které se ukládají automaticky. Jednotlivé tracklogy lze uložit. Při ukládání lze zvolit název a barva, kterou se prvek v mapě GPS přijímače zobrazí. Uložené trasy a body se zobrazují na nahraném mapovém podkladu. Při procházení tras lze zobrazit výškový profil trasy.

Uložená data byla stahována z GPS pomocí USB kabelu a speciálního softwaru MapSource.

4.3 MapSource

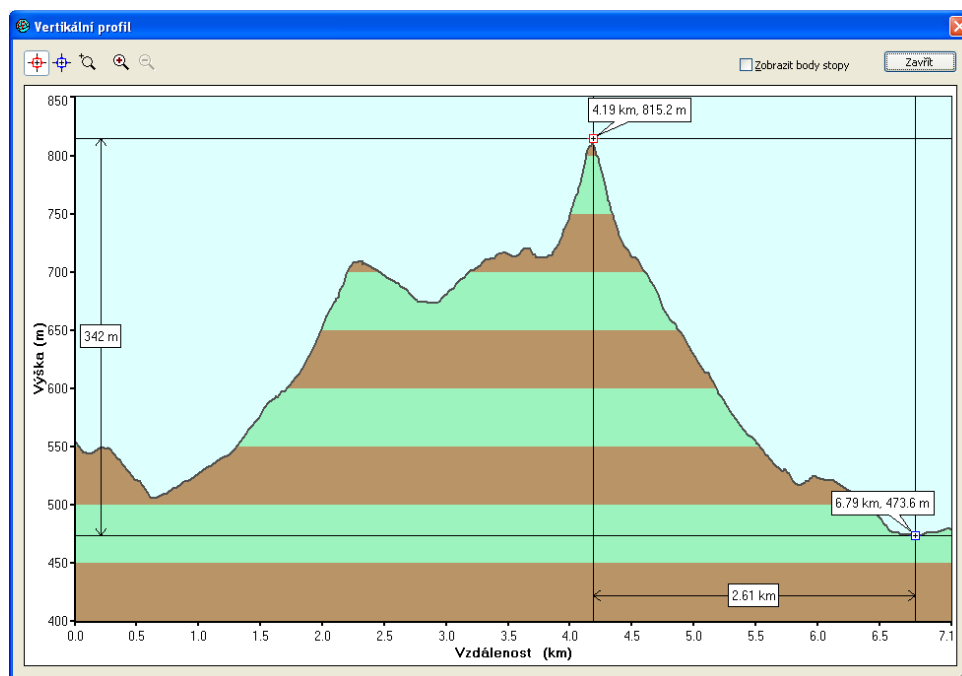
Software MapSource od firmy Garmin byl zapůjčen Ústavem systémového inženýrství a informatiky na FES Univerzity Pardubice. Tento program byl využit k přenosu dat mezi GPS přijímačem a počítačem. Program obsahuje nepodrobnou mapu a jiné lze k němu dokoupit a nahrát. Pomocí tohoto programu může uživatel plánovat trasy a nahrát si je do GPS přístroje. Tento program lze využít k archivaci GPS dat pro budoucí použití.



Obrázek 6 – Základní obrazovka programu MapSource (Zdroj: vlastní)

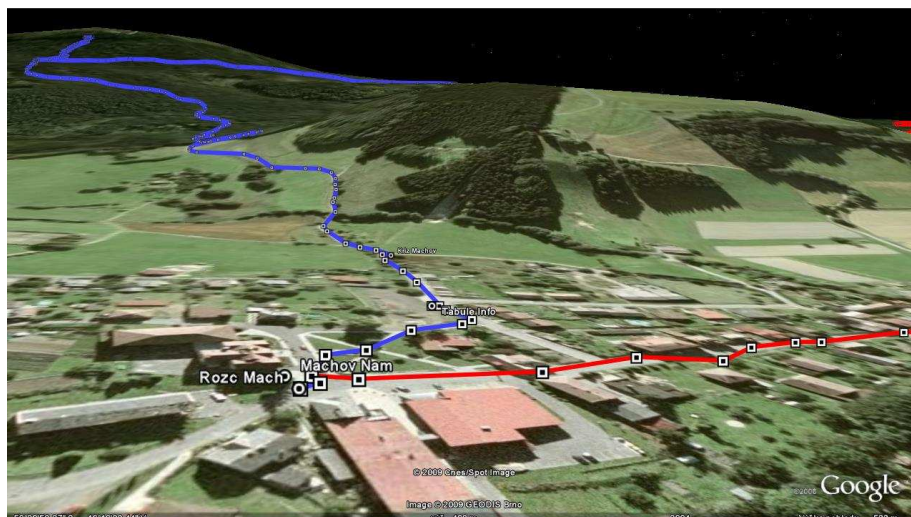
Pomocí tlačítka pro stažení dat z GPS přístroje si uživatel může navolit, jaká data chce stahovat, zda jen body nebo trasy či vše najednou. Po úspěšném stažení dat se data hned zobrazí. Data jsou načtena ve stejném souřadném systému, jako byla zaměřena, tedy ve WGS 84. Pomocí tohoto programu lze dělat na datech změny, třeba rozdělit trasu na více úseků.

Pomocí programu MapSource lze zobrazit k jednotlivým trasám vertikální profil. Na obrázku níže je zobrazena modrá turistická trasa, která vede od Bohadlový lípy v Závrchách do městyse Machova. Tato trasa vede přes vyhlídku Pod Borem, která má na dané trase nejvyšší nadmořskou výšku. Na obrázku je zobrazen i bod s nejnižší nadmořskou výškou a je vypočítán výškový rozdíl těchto dvou bodů. Kromě výšky je zde uvedeno na kterém kilometru od začátku trasy se daný bod nachází.



Obrázek 7 - Vertikální profil modré turistické trasy vedoucí ze Závrch do Machova přes vyhlídku pod Borem (Zdroj: vlastní)

Přes tlačítko zobrazit lze vybrat možnost zobrazit v Google Earth a pokud má uživatel danou aplikaci nainstalovanou, otevřená data se zde zobrazí. Výhodou je, že Google Earth dokáže data zobrazit na podkladu ortofotomapy, která se po zaškrtnutí tlačítka zobrazí v 3D.



Obrázek 8 - Zobrazení dat v Google Earth (Zdroj: vlastní)

Data mohou být v programu MapSource ukládána v různých formátech. Jako první se nabízí formát *.gdb, což je databáze Garmin GPS. Dalším vhodným je formát GPS eXchange (*.gpx).

4.4 DNRGarmin

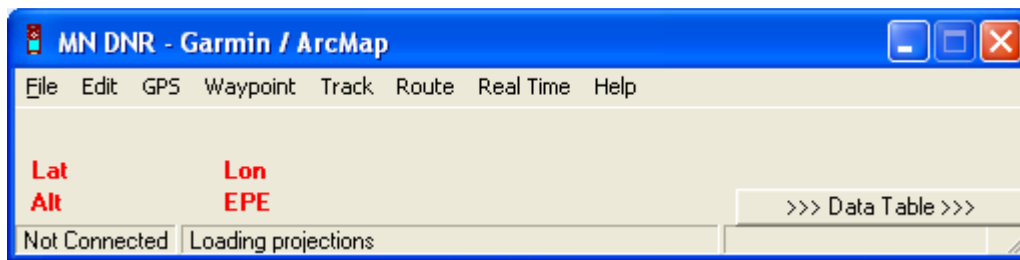
DNR Garmin je volně dostupný software, který umožňuje výměnu dat mezi GPS přijímačem firmy Garmin a aplikací ArcMap. Pomocí tohoto programu lze exportovat data z GPS přijímače přímo do shapefile.

Po instalaci programu byl spuštěn ArcMap a byla aktivována nástrojová lišta DNR Garmin. Dále byl propojen GPS přijímač s počítačem pomocí USB kabelu a přístroj byl zapnut. Pak se spustil program DNR Garmin tlačítkem na nástrojové liště.



Obrázek 9 - Nástrojová lišta DNRGarmin v ArcMap (Zdroj: vlastní)

Po zobrazení základní obrazovky programu musí být nastavena projekce (příkaz Set Projection v menu File). Na záložce Projection v kolonce Datum byl vybrán WGS 84. Poté byla vybrána položka, která se měla stáhnout (*waypoint*) a bylo označeno tlačítko *Download*. Po načtení dat byl soubor uložen jako ArcView Shapefile (Projected).



Obrázek 10 - Základní obrazovka programu DNRGarmin spuštěného v ArcMap (Zdroj: vlastní)

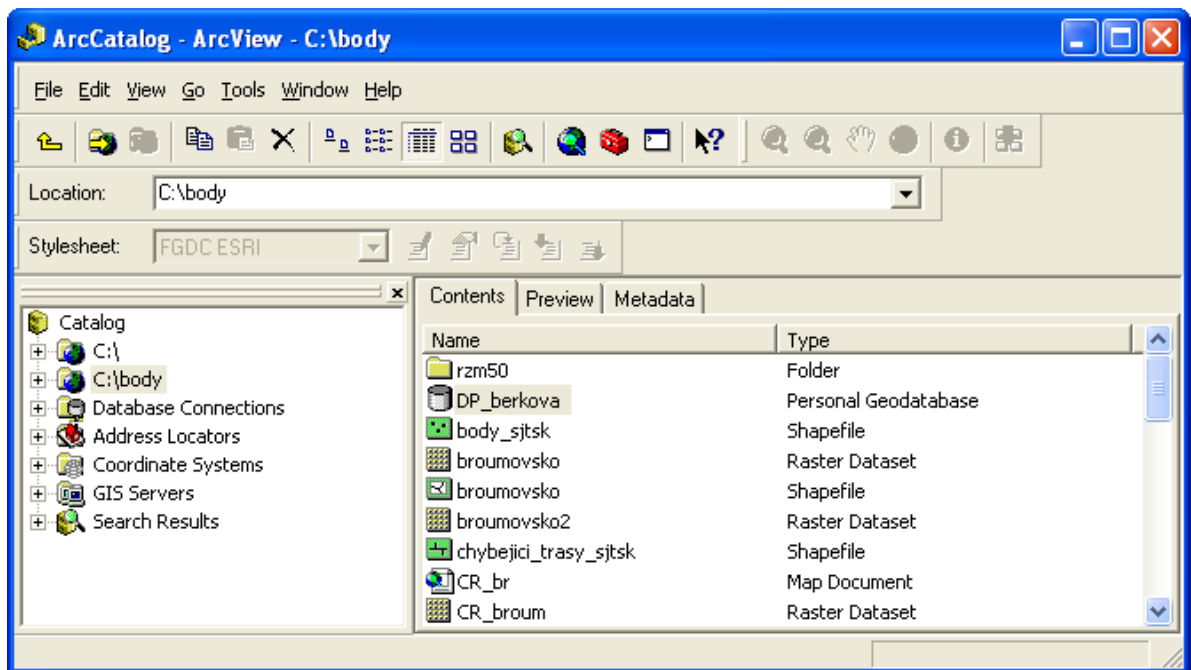
Po stažení dat z GPS přijímače byly vytvořeny dva shapefile - **body_sjtsk.shp** a **trasy_sjtsk.shp**. Protože GPS přijímač neobsahoval z kapacitních důvodů všechny prošlé trasy, tak byly zbývající trasy dodatečně do shapefile převedeny ze zálohovaných dat a byl vytvořen třetí soubor s názvem **chybejici_trasy_sjtsk.shp**. V následujícím textu je popsán postup při zpracování naměřených dat.

4.5 Zpracování naměřených dat

Pro zpracování naměřených dat i tvorbu mapových výstupů byly využity aplikace, které jsou součástí ArcGIS Desktop od firmy ESRI, ArcMap 9.1 a ArcCatalog 9.1. ArcGIS Desktop je k dispozici ve třech úrovních funkčnosti, z nichž byla využita ta nejjednodušší - ArcView, která nabízí komplexní sadu nástrojů na mapování a analýzu a dále nástroje k jednoduché editaci a zpracování geodat.

4.5.1 ArcCatalog 9.1

Prostředí ArcCatalogu je zobrazeno na obrázku níže. Na levé straně okna je zobrazen navigační strom. Vyhledávání a organizace dat v něm je obdobou průzkumníku. Obsah zatržené větve je zobrazen na pravé straně okna aplikace, která má tři záložky. Na záložce *Content* se zobrazuje seznam položek ve vybrané složce, záložka *Preview* slouží k zobrazení náhledů geografických a tabulkových dat a na záložce *Metadata* jsou zobrazeny popisné informace k vybraným složkám nebo souborům.

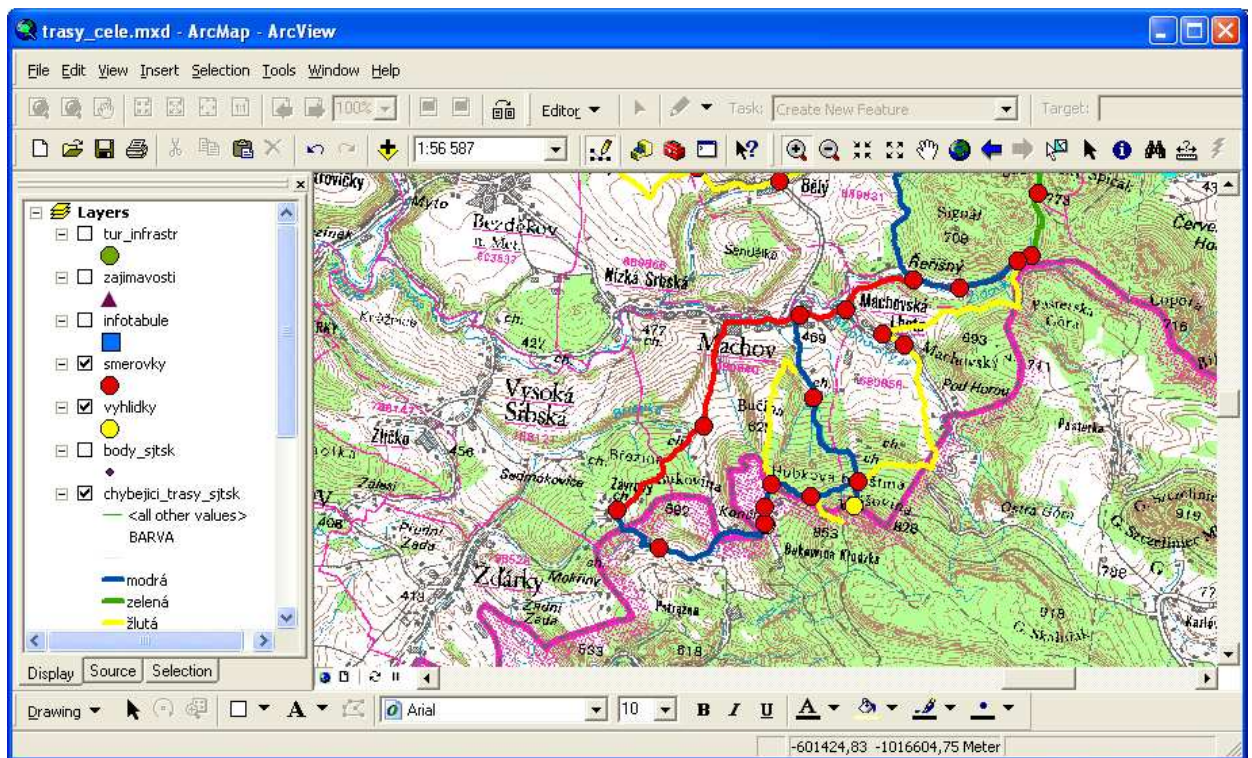


Obrázek 11 - Obrazovka aplikace ArcCatalog (Zdroj: vlastní)

V ArcCatalogu byla vytvořena osobní geodatabáze, která je vhodná pro ukládání, správu dat a pro přístup k datům. Vytvoření je snadné - stačí pravým tlačítkem kliknout na místo ve stromové struktuře adresářů, kam se má geodatabáze uložit a vybrat kolonku *New - Personal Geodatabase* a pak ji lze pojmenovat. Jelikož vytvořená geodatabáze má obsahovat jen několik tříd prvků, tak nebylo nutné použít datové sady prvků.

4.5.2 ArcMap 9.1

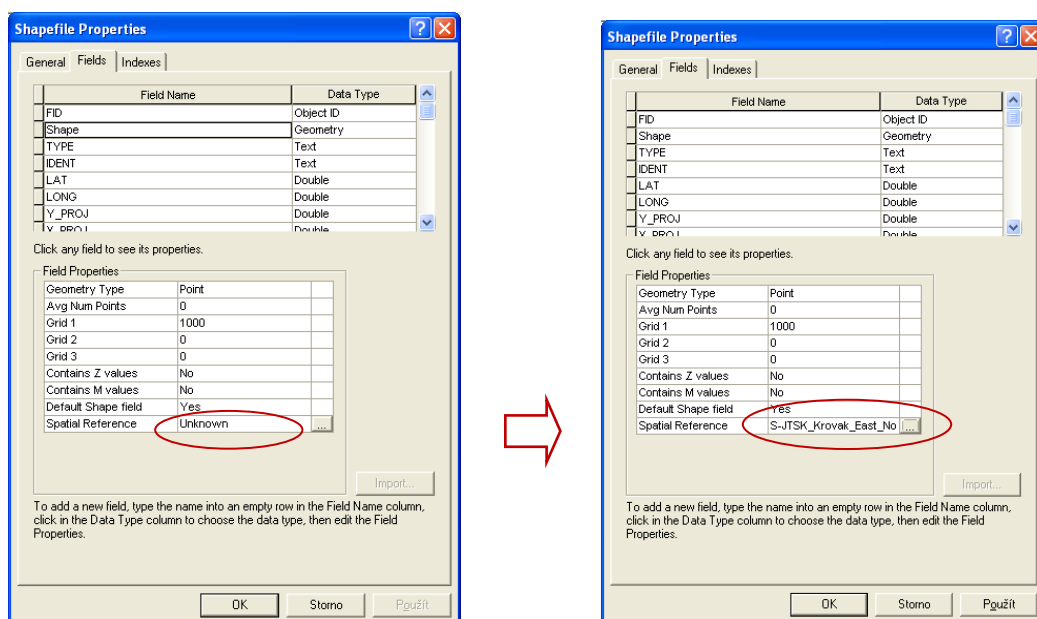
Aplikace ArcMap posloužila k editaci, zobrazení dat a tvorbě mapových výstupů. Prostředí ArcMap lze vidět na následujícím obrázku, přičemž ho lze rozdělit na tři hlavní části. Nahoře jsou lišty s nástroji (nástrojové menu), nalevo je tzv. Tabulka obsahu, která zobrazuje jednotlivé vrstvy, které lze pomocí zatrhávacích políček zapínat nebo vypínat a napravo je pole pro zobrazení dat.



Obrázek 12 - Prostředí aplikace ArcMap (Zdroj: vlastní)

4.5.3 Přřazení souřadnicového systému

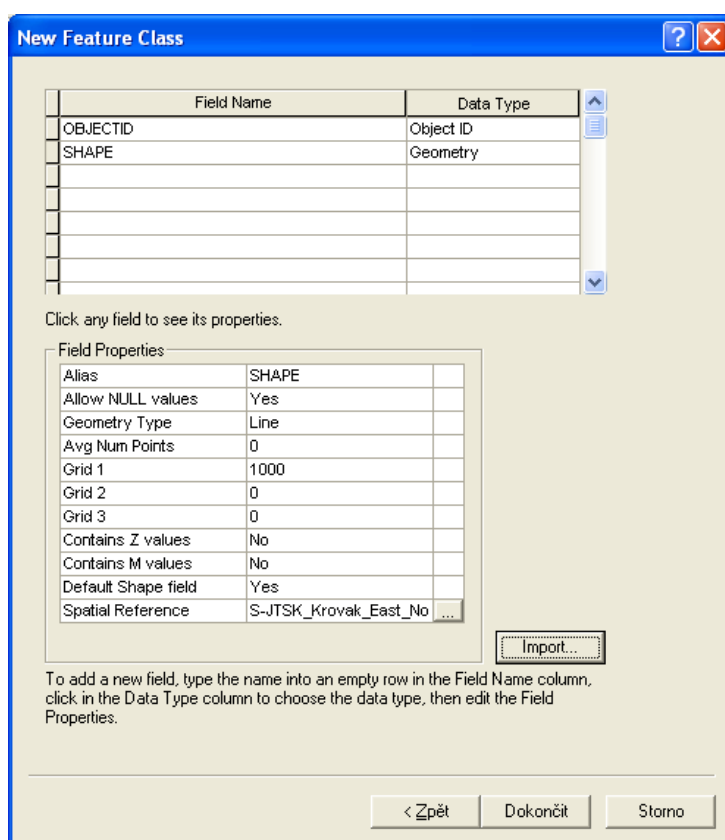
Jednotlivým shapefilům byl přiřazen souřadnicový systém. V následujícím textu je popsán postup jeho nastavení. Nastavení bylo provedeno v ArcCatalogu, kde byly na shapefile pomocí pravého tlačítka myši zobrazeny *Properties* a na záložce *Fields* v poli *Shape* a jeho vlastnosti s názvem *Spatial Reference* změněno z *Unknown* na vybraný souřadnicový systém S-JTSK.



Obrázek 13 - Definování souřadnicového systému k vybrané vrstvě (Zdroj: vlastní)

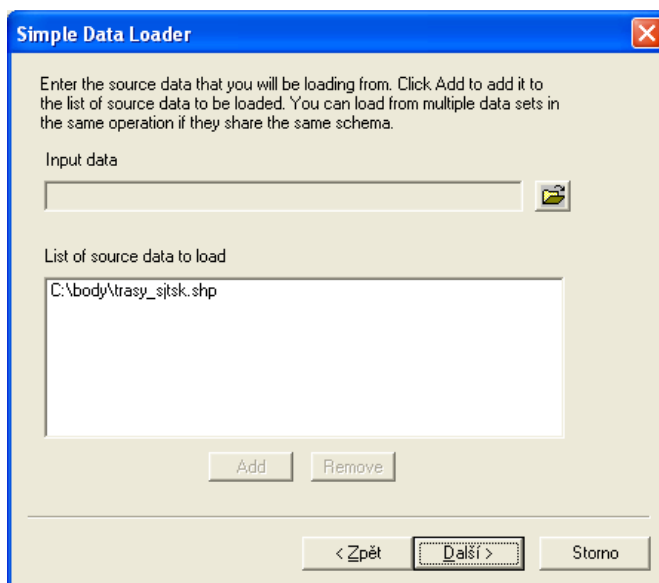
4.5.4 Spojení dvou vrstev turistických tras

Vrstva trasy_sjtsk byla vyexportována přímo z GPS přístroje a pomocí programu DNR Garmin byla uložena ve formátu shapefile. Protože se všechny projité trasy nevešly do paměti GPS přístroje, tak byly zálohovány na PC a chybějící trasy tak mohly být do formátu shapefile dány dodatečně. Byly pak tedy vytvořeny 2 vrstvy různých turistických tras se shodnými atributy. Spojení vrstev turistických tras proběhlo následovně. V personální geodatabázi v aplikaci ArcCatalog byla vytvořena nová třída prvků, která byla pojmenována „trasy“. V následujícím okně byl nastaven typ geometrie na linie. Dále byl pro novou třídu prvků definován souřadný systém podle jedné z vrstev na systém S-JTSK.



Obrázek 14 - Okno pro nastavení vlastností nové třídy prvků (Zdroj: vlastní)

V dalším kroku byly importovány pole jedné z vrstev (přes tlačítko *Import* na obrázku výše), a tak se dokončila editace a došlo k vytvoření nové třídy prvků osobní geodatabáze. Do této třídy byla postupně načtena data z obou vrstev turistických tras. Dělo se tak v ArcCatalogu, kde na vytvořené třídě prvků trasy po kliknutí na pravé tlačítko myši byl vybrán příkaz *Load Data* a pak byla vybrána jako vstupní data jedna z vrstev s turistickými trasami. Pak stejným způsobem byla načtena i data z druhé vrstvy.



Obrázek 15 - Nastavení vstupních dat do třídy prvků trasy (Zdroj: vlastní)

Obdobným způsobem byly v geodatabázi vytvořeny bodové třídy prvků, do kterých byla načtena data upravených a připravených shapefile souborů jednotlivých témat.

4.5.5 Rozdělení a spojení liniového prvku

Měřené trasy byly ukládány v GPS po barvách. Při změně barvy turistické trasy byla trasa uložena. Několikrát se omylem stalo, že trasa uložena nebyla. Pak byla složena ze dvou úseků barev různých. Proto se trasa musela rozdělit až v ArcMap. Jako příklad lze uvést trasu naměřenou v jednom kuse z Otovic až na Slavný. Na rozcestníku u Božanova se však měla rozdělit. Nejdříve byl zapnut editační proces. V poli *Target* se musela vybrat vrstva, která se měla změnit. Pomocí nástroje *split* se označilo místo, kde měla být trasa rozdělena. Poté se musela editace uložit a po doplnění atributové tabulky ukončit.



Obrázek 16 - Editor toolbar (Zdroj: vlastní)

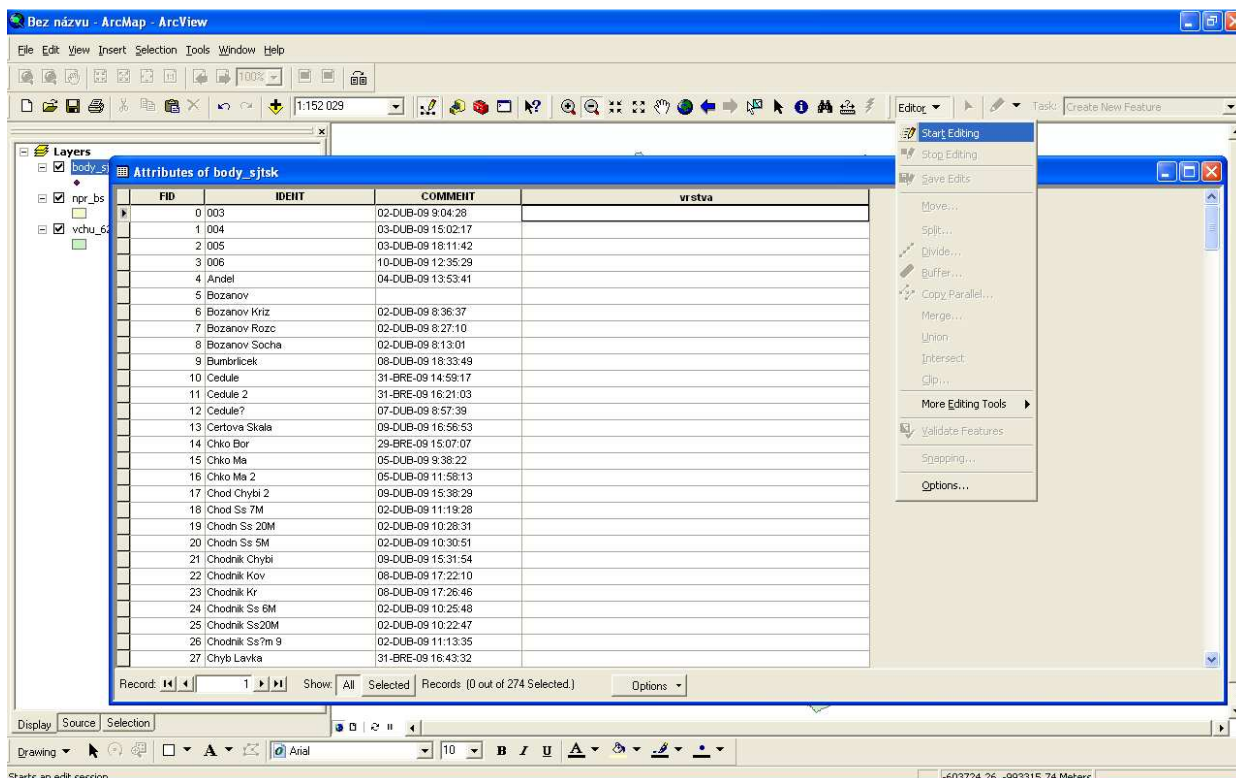
Pokud je třeba spojit nějaké dva prvky z jedné vrstvy, tak musí být zahájena editace a označeny prvky, které se mají spojit. Označení více prvků lze s podrženou klávesou Shift. Pak se musí aktivovat funkce *Merge*, která se skrývá pod tlačítkem *Editor*. Následně se vybere prvek, ke kterému se mají ostatní připojit. Zbývá už jen editaci uložit a ukončit.

4.5.6 Rozdělení bodů do tematických vrstev

Samotné rozdělení bodů bylo učiněno v ArcMap. V atributové tabulce vrstvy *body_sjtsk.shp* byl přidán nový sloupec kliknutím na *Options* a řádek *Add Field*. Po zobrazení dialogového okna (obrázek vpravo) pro nové pole byl vyplněn název pole („vrstva“) a typ pole („text“) a délka pole na 50 znaků. Po potvrzení se vytvořil nový sloupec. Pro vyplňování hodnot tohoto sloupce byl zahájen editační proces kliknutím na tlačítko *Editor* v nástrojové liště *Editor* a zvoleno políčko *Start Editing*. Následně byly vyplněny hodnoty nového sloupce pro všechny řádky.



Obrázek 17 - Editace nového sloupce v aplikaci ArcMap (Zdroj: vlastní)



Obrázek 18 - Zahájení editace v ArcMap, v pozadí atributová tabulka s novým sloupcem (Zdroj: vlastní)

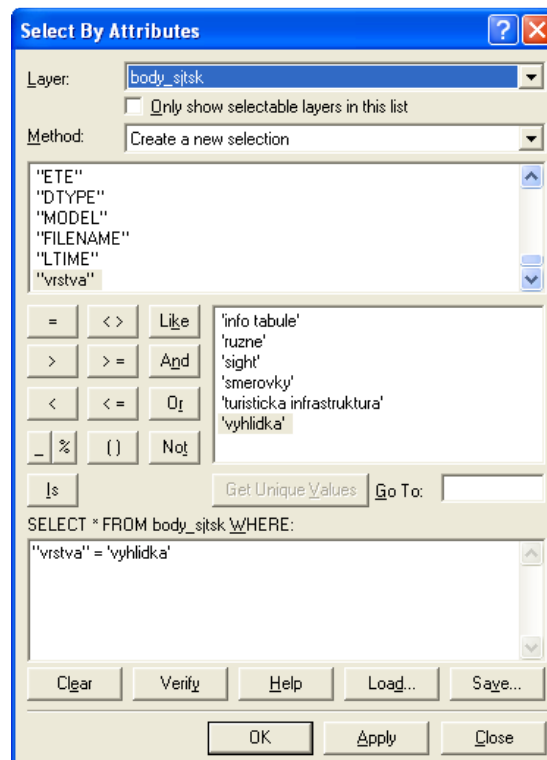
Doménami položek byly pojmy:

- „sight“ označující turistickou atrakci, pozoruhodnost, pamětihodnost apod.,
- „vyhlídka“ označující vyhlídku nebo vyhlídkové místo,
- „smerovky“ označující rozcestníky nebo ukazatele,

- „**turistická infrastruktura**“ označující vytvořené prvky umístěné v přírodě jako např. povalový chodník, lávka, zábradlí, závora, lavička, odpočívadlo,
- „**info tabule**“ označující všemožné označičky a Informační tabule u turistických cest.

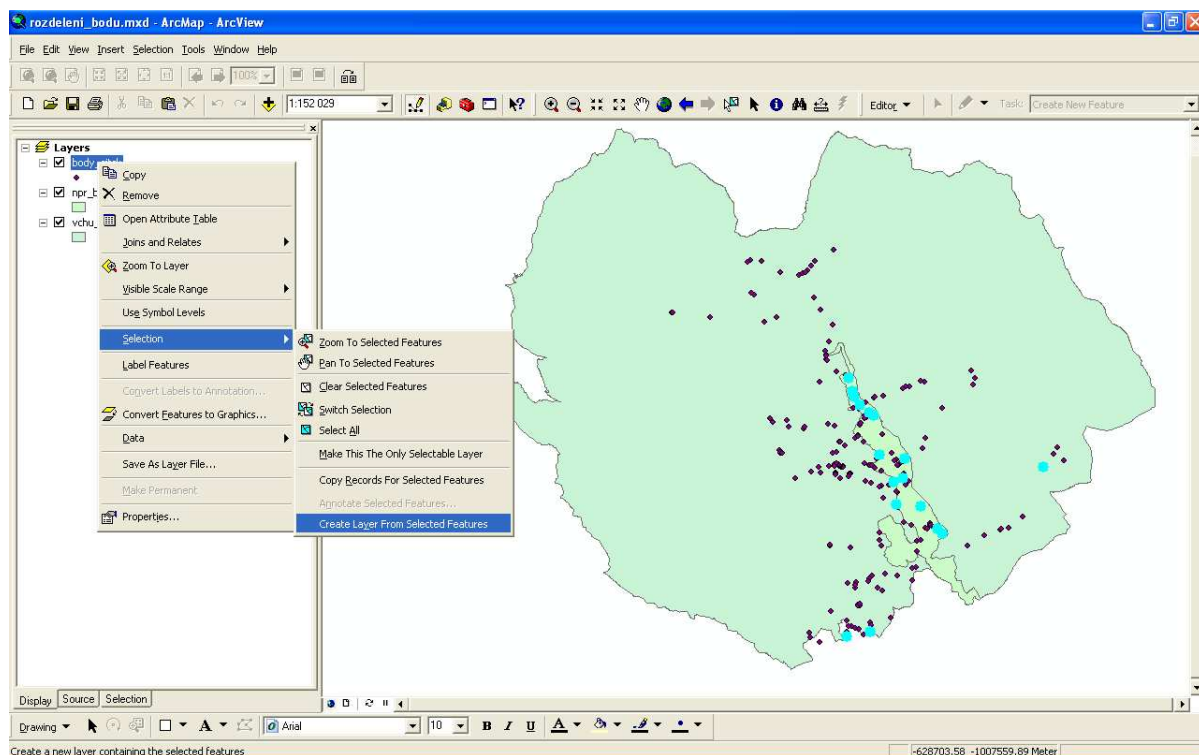
Po dokončení editace kliknutím na tlačítko *Editor* v liště Editor a zvolením políčka *Stop Editing* byly postupně vybírány jednotlivé skupiny bodů pomocí atributového dotazu.

V menu *Selection* byl vybrán příkaz *Select By Attributes*, po kterém se zobrazilo dialogové okno, ve kterém se musela nastavit vrstva, ze které se měl dělat výběr (*body_sjtsk*). Dále bylo zvoleno pole (sloupec v atributové tabulce), podle kterého měl být udělán výběr („*vrstva*“). Po kliknutí na tlačítko *Get Unique Values* se zobrazily všechny hodnoty, kterých dané pole nabývá. A potom se sestavil SQL dotaz výběru prvků podle hodnoty zvoleného atributu (obrázek níže).



Obrázek 19 - Vytvoření atributového dotazu (Zdroj: vlastní)

Po potvrzení dotazu se zvýraznily vybrané body. Z tohoto výběru byla vytvořena vrstva příkazem *Create Layer From Selected Features* v nabídce *Selection* zobrazené po kliknutí na pravé tlačítko myši na vrstvě *body_sjtsk*.



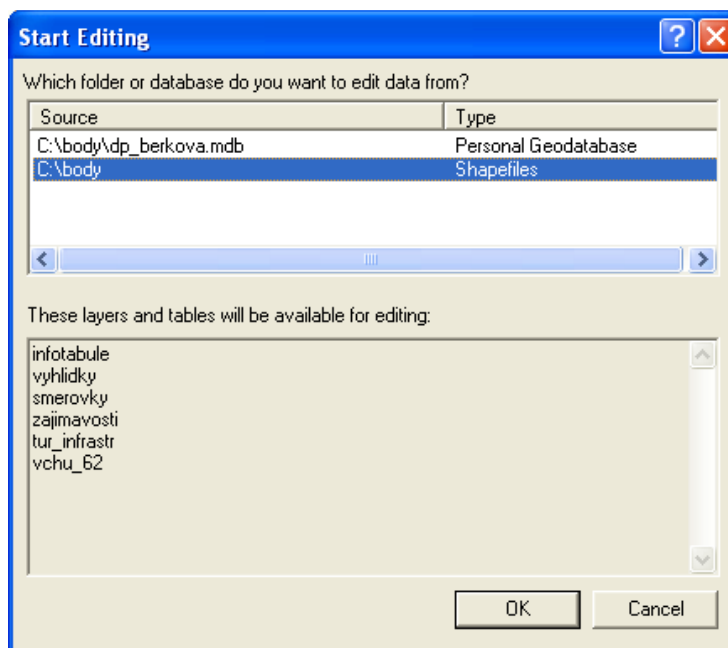
Obrázek 20 - Vytvoření nové vrstvy z předešlého výběru prvků (Zdroj: vlastní)

Protože data byla stále ve spojení s původní vrstvou, tak byl obsah této nové vrstvy vyexportován do nové a samostatně oddělené vrstvy. Export byl proveden následujícím způsobem: na vrstvě s vybranými body bylo pomocí pravého tlačítka myši vybráno tlačítko *Data* a následně příkaz *Export Data*. Pak v okně exportu stačilo nastavit místo uložení vyexportované vrstvy a její název „vyhlidky“. Tato nová vrstva byla uložena ve stejném souřadném systému jako původní vrstva. K nové vrstvě vyhlídek byly přidávány atributy stejným způsobem, jako k vrstvě *body_sjtsk*. Atributy a datové typy byly evidovány podle modelu uvedeného ve 3. kapitole.

Stejným způsobem byly vytvořeny ostatní bodové vrstvy a byly přidány atributy k liniové vrstvě turistických tras. Z vrstvy *body_sjtsk* tak vznikly vrstvy s názvy „vyhlidky“, „smerovky“, „infotabule“, „zajímavosti“ a „tur_infrastr“.

4.5.7 Editace nového bodu

Protože některé body byly špatně zaměřeny a nepodařil se jejich export z GPS přístroje, tak byly dodatečně vytvořeny v ArcMap. Postup jejich tvorby je popsán v následujícím textu při tvorbě bodu ve vrstvě *infotabule*. Na liště editor se musí zahájit editace a vybrat složka, ve které se nacházejí data, která mají být upravována.



Obrázek 21 - Výběr složky, ve které se nachází vrstva, která má být editována (Zdroj: vlastní)

Na liště editor se vybere příkaz *Create New Feature* (Vytvořit nový prvek) a určí se cílová vrstva, kam se má nový bod vytvořit. V tomto případě byla vybrána vrstva Infotabule.



Obrázek 22 - Lišta s editačními nástroji (Zdroj: vlastní)

Následně se klikne na liště editace na nástroj *Sketch tool* (symbol tužky na vedlejším obrázku) a označí se kliknutím v mapě na místo, kde se má prvek nacházet (obr. 21 uprostřed). V následujícím kroku musí uživatel editaci uložit a pak může editaci ukončit - vše pod tlačítkem *Editor* (*Save Edits* a *Stop Editing*). Po ukončení editace získá bod symbol stejný, jako mají ostatní body ve stejné vrstvě. (Obrázek 21 vpravo)



Obrázek 23 - Doplnění nového bodu ve vrstvě infotabule (Zdroj: vlastní)

Když je prvek vytvořen, musí se k němu doplnit jeho vlastnosti. Ty se doplňují do atributové tabulky, ve které po editaci prvku v mapě přibyl nový řádek s identifikačním číslem prvku.

Lze tak učinit pouze v editačním režimu. Po vyplnění hodnot se musí editace uložit, pak se může teprve ukončit.

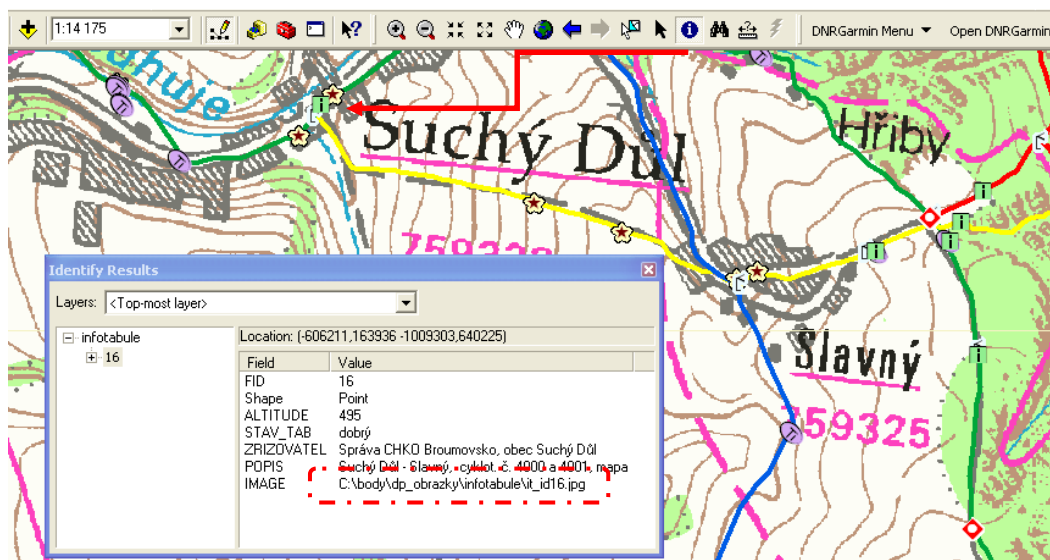
FID	IDEIT	STAV_TAB	ZRIZOVATEL	POPIS
45	Info_kaple	dobrý	Královéhradecká kraj	Poklady Broumovska - Kaple Panny Marie
46				

FID	IDEIT	STAV_TAB	ZRIZOVATEL	POPIS
45	Info_kaple	dobrý	Královéhradecká kraj	Poklady Broumovska - Kaple Panny Marie
46	Lesy CR	dobrý	Lesy ČR, s.p.	Pokyny pohybu po lese

Obrázek 24 - Část atributové tabulky před a po editaci (Zdroj: vlastní)

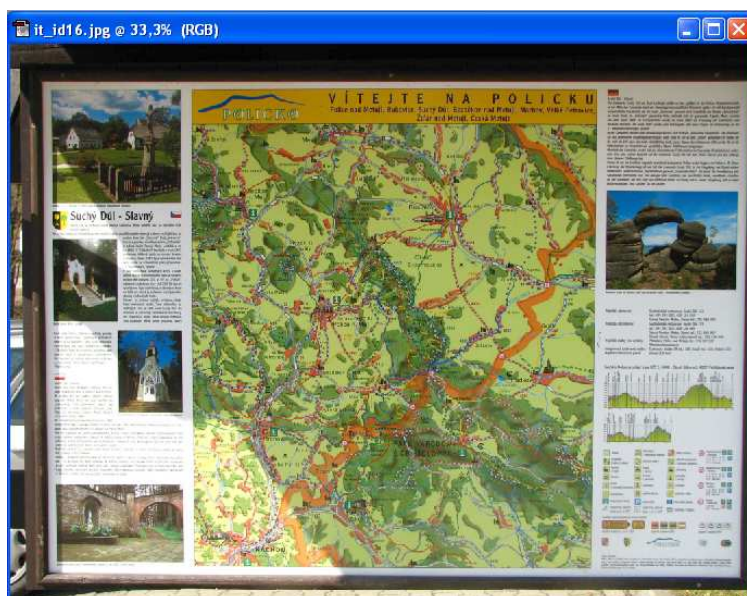
Když byly všechny body ve vrstvě infotabule zaevidovány, tak ke každému bodu byla přiřazena fotografie, která byla pořízena při GPS mapování v terénu. V atributové tabulce bylo přidáno nové pole s názvem IMAGE s datovým typem text a délkou 50 znaků. Po zahájení editace byla napsána ke každému bodu cesta, k uložené fotografii. A pak byla editace opět ukončena.

Když se klikne na ikonu *Identify* a pak je vybrán nějaký bod ve vrstvě infotabule, zobrazí se okno *Identify Results*, kde jsou vypsány informace o daném bodu, např. v jaké vrstvě leží, jeho identifikační číslo, a ostatní atributy.



Obrázek 25 - Nástroj Identify a výsledek jeho použití (Zdroj: vlastní)

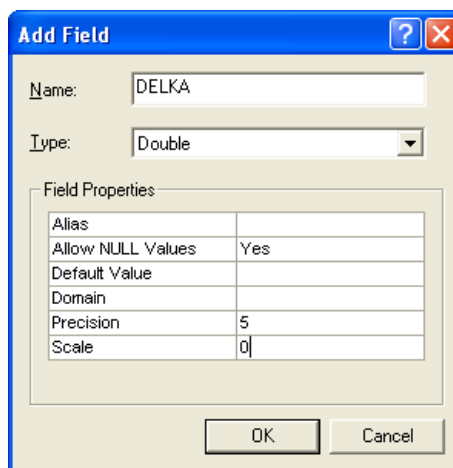
Poslední atribut je naposledy vložená cesta k fotografii. Po kliknutí na ni se otevře daná fotografie.



Obrázek 26 - Zobrazení fotografie v Adobe Photoshop (Zdroj: vlastní)

4.5.8 Výpočet délky turistických tras

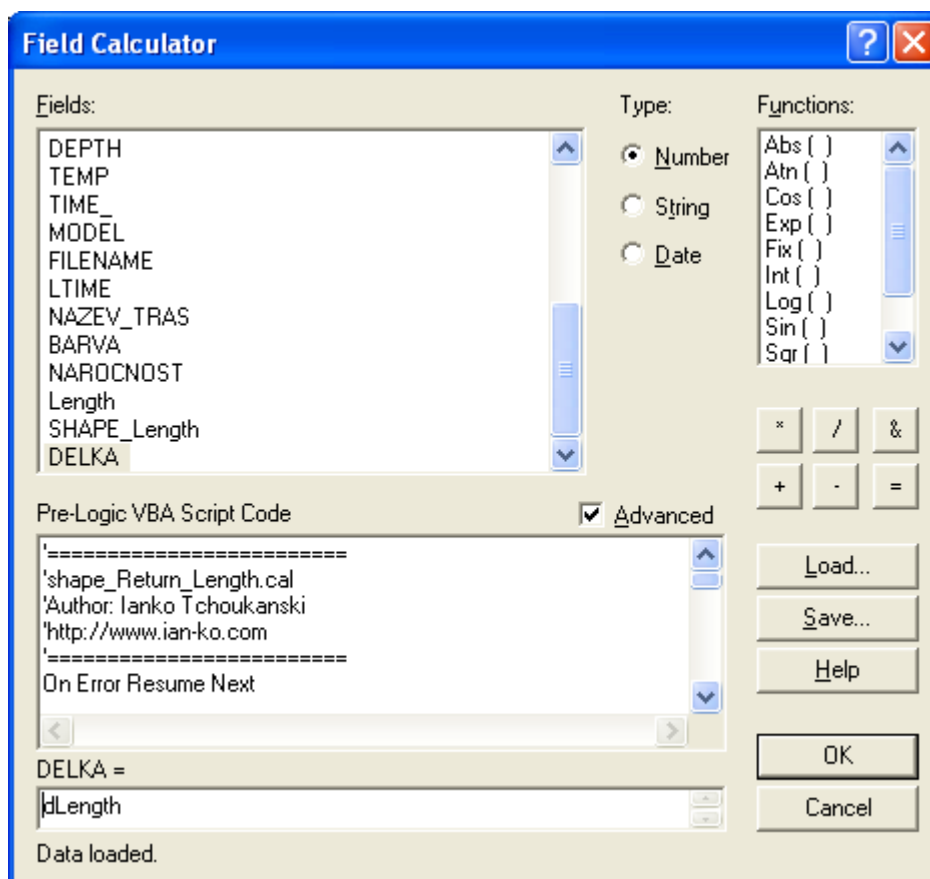
Nejdříve se v atributové tabulce tras vytvořilo nové pole, které se pojmenovalo DELKA. Protože má být délka vyjádřena v celých metrech, tak byl zvolen typ double a u něho se nastavil počet číslic před desetinou čárkou na 5 a za 0.



Obrázek 27 - Přidání nového pole DELKA ve vrstvě trasy (Zdroj: vlastní)

Následně byla zahájena editace. Kliknutím pravého tlačítka myši na název nového sloupce se zobrazí nabídka, ze které se vybere *Calculate Values* (funkce pro výpočet hodnot) a potom se zobrazí dialogové okno kalkulátoru. V něm se vybere pole DELKA, do kterého bude délka načtena. Pak se kliknutím na tlačítko *load* vybere skript pro výpočet délky linie (`shape_Return_Length.cal`) a potvrdí se výpočet. Do výše vytvořeného pole se vypočítají a vloží

délky odpovídající jednotlivým liniím. Tento skript počítá v jednotkách, které jsou nastaveny pro výkres.

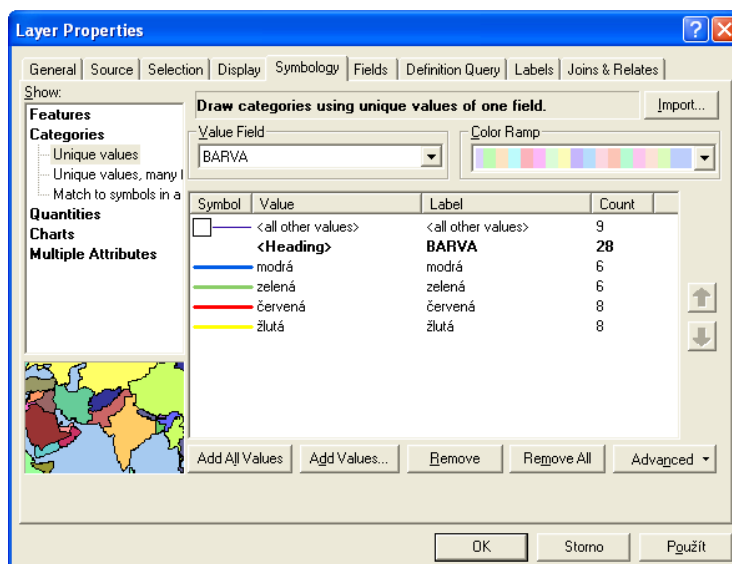


Obrázek 28 - Okno Kalkulátoru s načteným skriptem pro výpočet délky linií (Zdroj: vlastní)

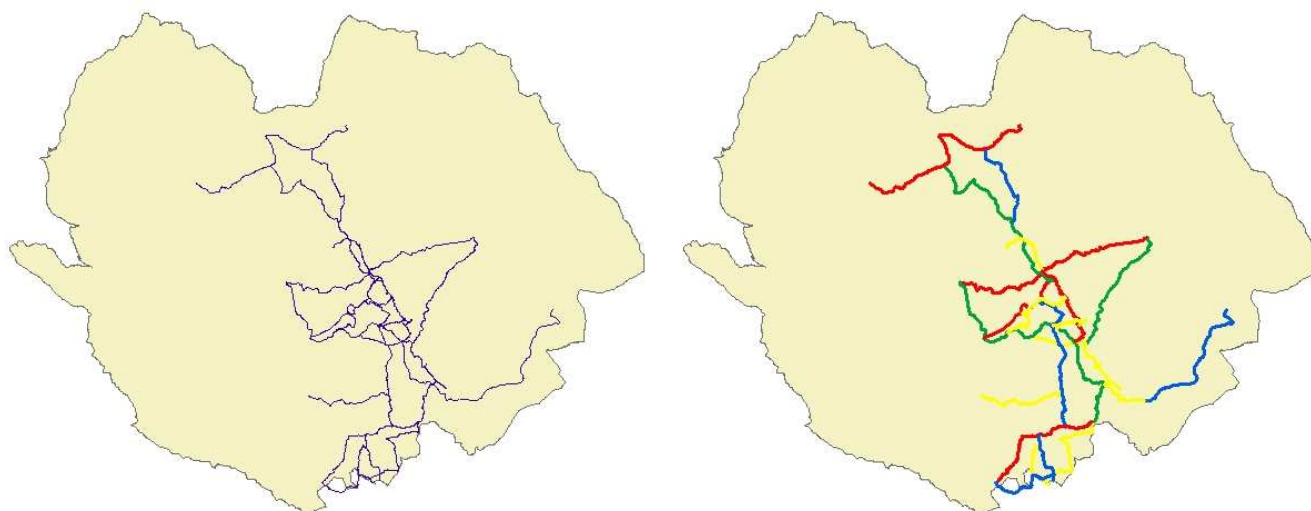
4.5.9 Změna symbolů

Třída prvků trasy byla přidána do ArcMapu. Trasy se náhodně vykreslily modrou tenkou čarou, a proto byla nutná další modifikace. Trasy by měly mít barvu stejnou, jak jsou skutečně označeny KČT.

Na vrstvě trasy byly zobrazeny její vlastnosti. Na záložce Symbology byly trasy rozděleny do kategorií pomocí jedinečné hodnoty v poli BARVA. Všechny hodnoty, které dané pole obsahuje se načety po kliknutí na tlačítko *Add All Values*. Pak byla každé kategorii přiřazena poklepáním na ukázkou symbolu barva a šířka linie byla nastavena na dva body.

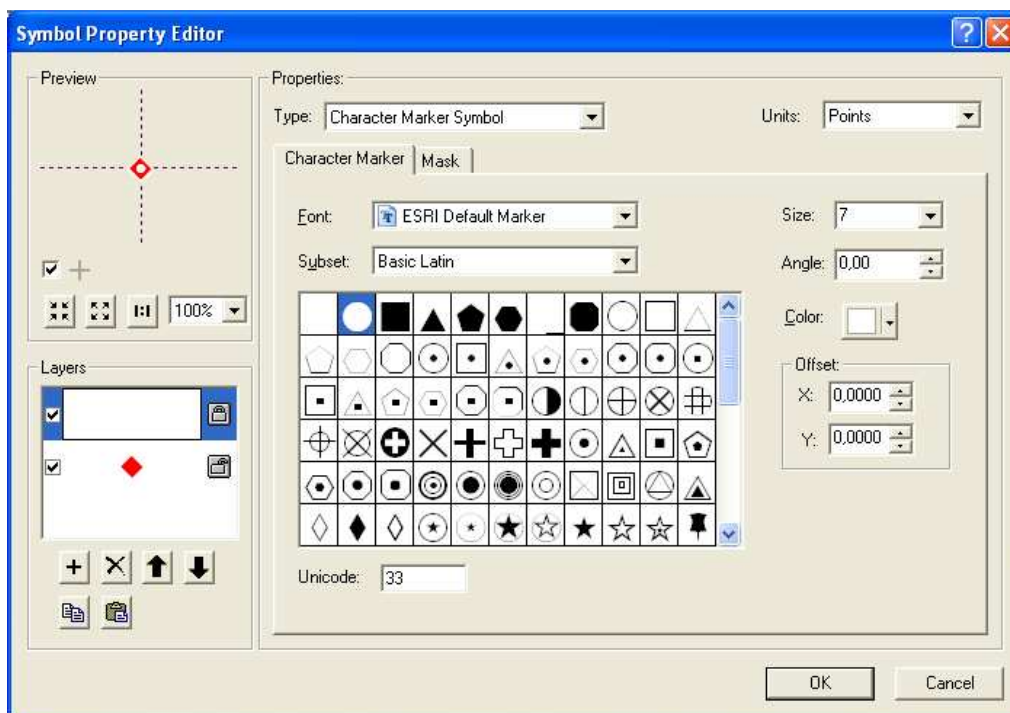


Obrázek 29 - Přiřazení symbolů jedinečným hodnotám v poli BARVA (Zdroj: vlastní)



Obrázek 30 - Zmapované turistické trasy v CHKO Broumovsko před a po změně symbolů (Zdroj: vlastní)

Dále byly přiřazeny bodové znaky pro prvky v bodových vrstvách. V aplikaci ArcMap lze vytvářet vlastní bodové znaky. Dvojitým kliknutím na symbol u vrstvy v Tabulce obsahu se otevře okno *Symbol Selector*, kde si uživatel může vybrat z přednastavených symbolů nebo kliknutím na políčko *Properties* si může vytvořit svoje vlastní symboly v Editoru symbolů. Na následujícím obrázku je vidět, jak byl vytvořen symbol pro vrstvu s vyhlídkami. Tento symbol je složen z červeného čtverce otočeného o 45° a menšího bílého kruhu uprostřed. Okolo je použita bílá úzká maska.



Obrázek 31 - Editor symbolů (Zdroj: vlastní)

4.6 Fotodokumentace

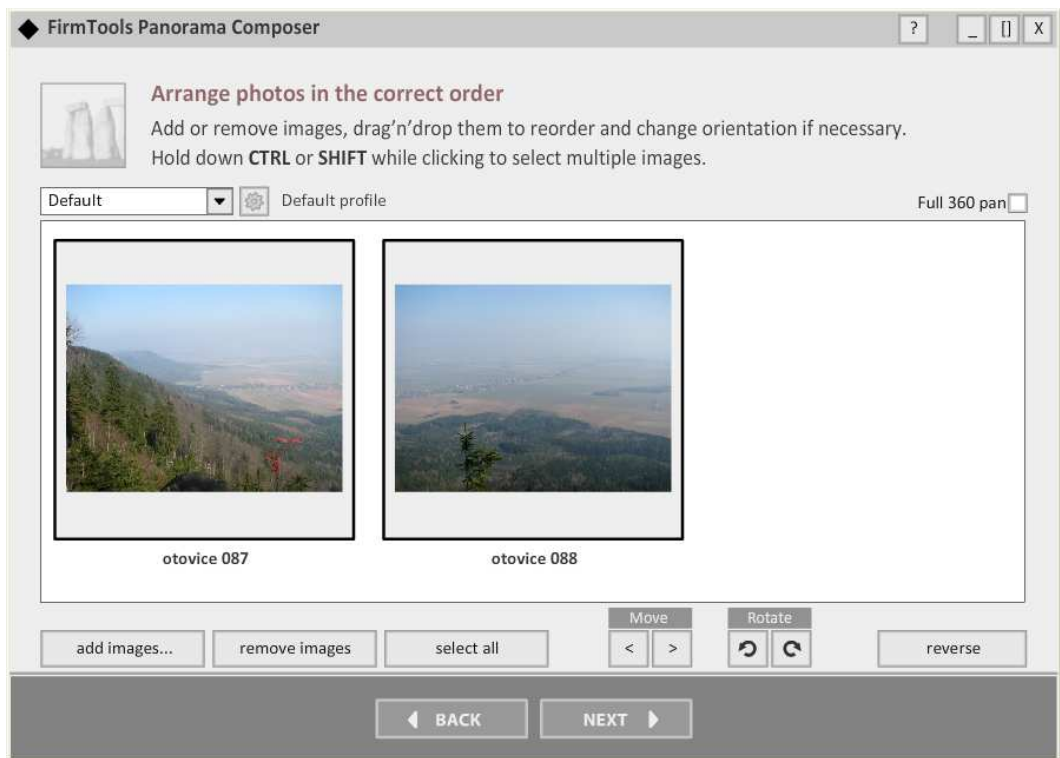
Při zaměřování jednotlivých bodů v terénu byla pořízena jejich fotografie. Ty byly užívány při zápisu vlastností prvků do atributové tabulky, protože z nich lze vyčíst hodně informací.

Fotografie byly pořízeny digitálním fotoaparátem **CANON Power Shot S5 IS**. Tento fotoaparát má snímač s rozlišením 8 megapixelů, objektiv disponuje dvanáctinásobným optickým zoomem, používá technologii optické stabilizace obrazu.

Soubory formátu JPG s digitálními fotografiemi jsou tematicky organizovány do složek, které mají název podle témat vrstev. Jednotlivé fotografie jsou pojmenovány podle identifikačního čísla prvku, ke kterému patří. Organizace souborů a jednoduché úpravy fotografií byly prováděny v programu **Zoner Photo Studio 9**.

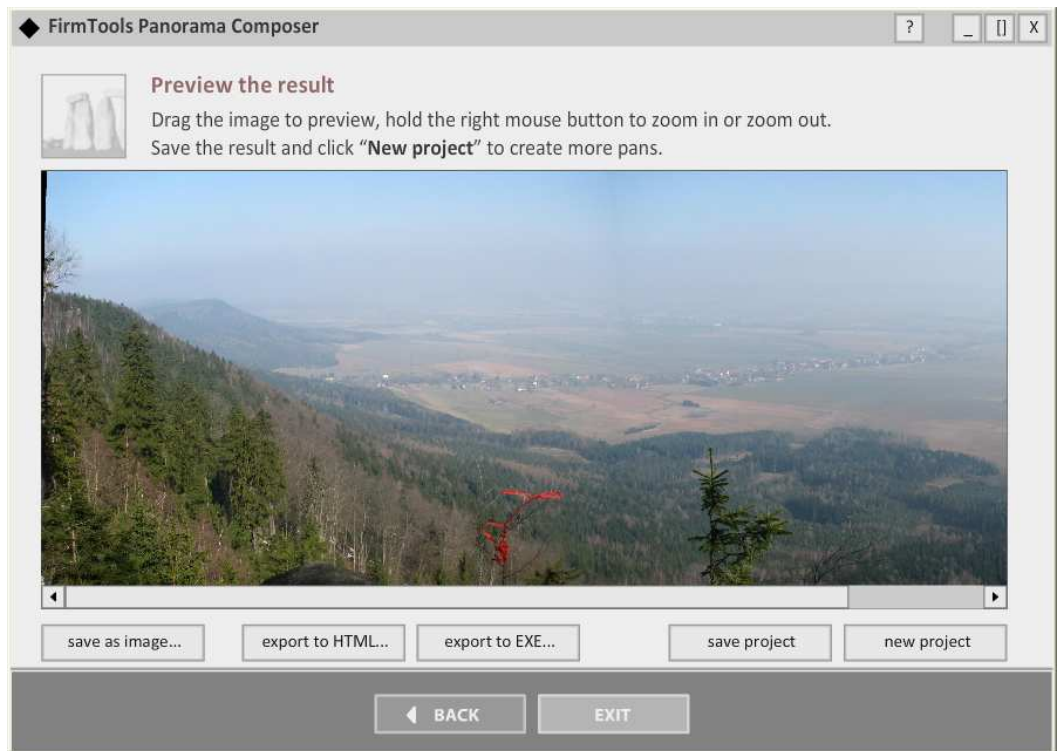
Z některých snímků byla vytvořena panoramata. K tomu byl použit program firmy FirmTools **Panorama Composer 3.1**, který byl ve zkušební verzi stažen z internetu zdarma. Tento program umožňuje tvořit 360° panoramata. Nevýhodou tohoto programu je, že nelze zadávat kontrolní body ručně.

Tvorba panorama je velmi jednoduchá. Nejdříve se načtou snímky, které se mají spojit a seřadí se do správného pořadí. Snímky lze v programu otočit.



Obrázek 32 - Panorama Composer - načtení snímků a jejich seřazení (Zdroj: vlastní)

Následně se klikne na tlačítko *NEXT* a během chvilky dojde ke spojení snímků. Pro uložení do formátu JPG se označí tlačítko *save as image*. Další možností je exportovat obraz do HTML nebo do formátu EXE. Projekt lze uložit ve formátu FMP a pak znovu otevřít.



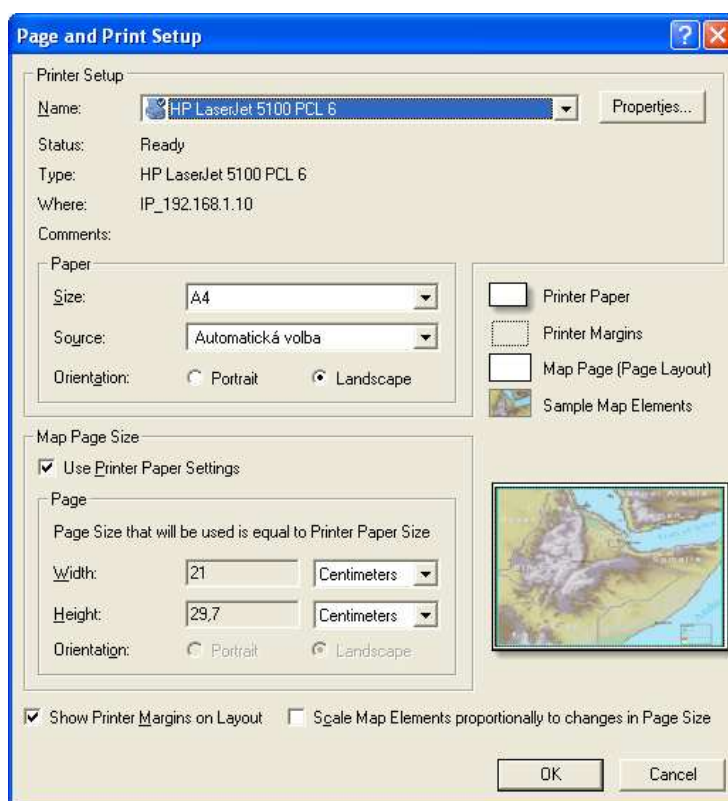
Obrázek 33 - Panorama Composer - vytvoření panorama (Zdroj: vlastní)

5 Kartografická vizualizace v digitální i analogové podobě

Upravená data byla následně použita při tvorbě kartografické vizualizace v podobě map, které byly vyexportovány jako obrázky ve formátu JPG a vloženy na konec práce jako přílohy. V následujícím textu je popsána tvorba mapových výstupů.

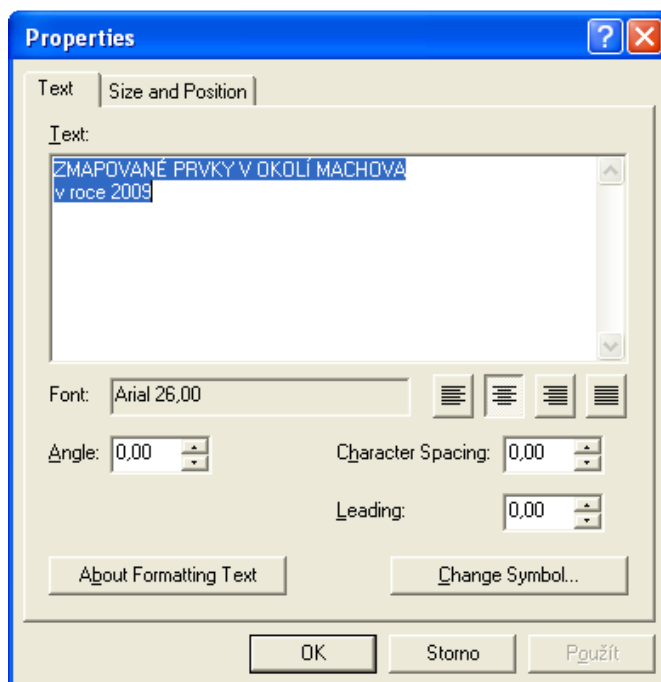
5.1 Tvorba mapových výstupů v ArcMap 9.1

Mapové výstupy byly vytvořeny v aplikaci ArcMap 9.1, kde lze pracovat v zobrazení výkresu (*Layout View*). V tomto zobrazení je vidět stránka mapy s datovým rámcem, v němž jsou zobrazeny vrstvy, které jsou zapnuty. Nejprve byla přizpůsobena velikost stránky. Stačilo pravým tlačítkem myši kliknout na stránce nebo přes menu soubor (*File*) a vybrat nastavení stránky (*Page and Print Setup*). Zobrazilo se dialogové okno, kde se nastavila velikost stránky, rozložení stránky a byly vybrány měrné jednotky. Pro mapu, která zobrazuje najednou všechny vytvořené vrstvy, byla vybrána lokalita okolí městyse Machov (Příloha č. 1). Byl zvolen formát stránky A4 a rozložení na šířku.



Obrázek 34 - Okno pro nastavení stránky a tisku (Zdroj: vlastní)

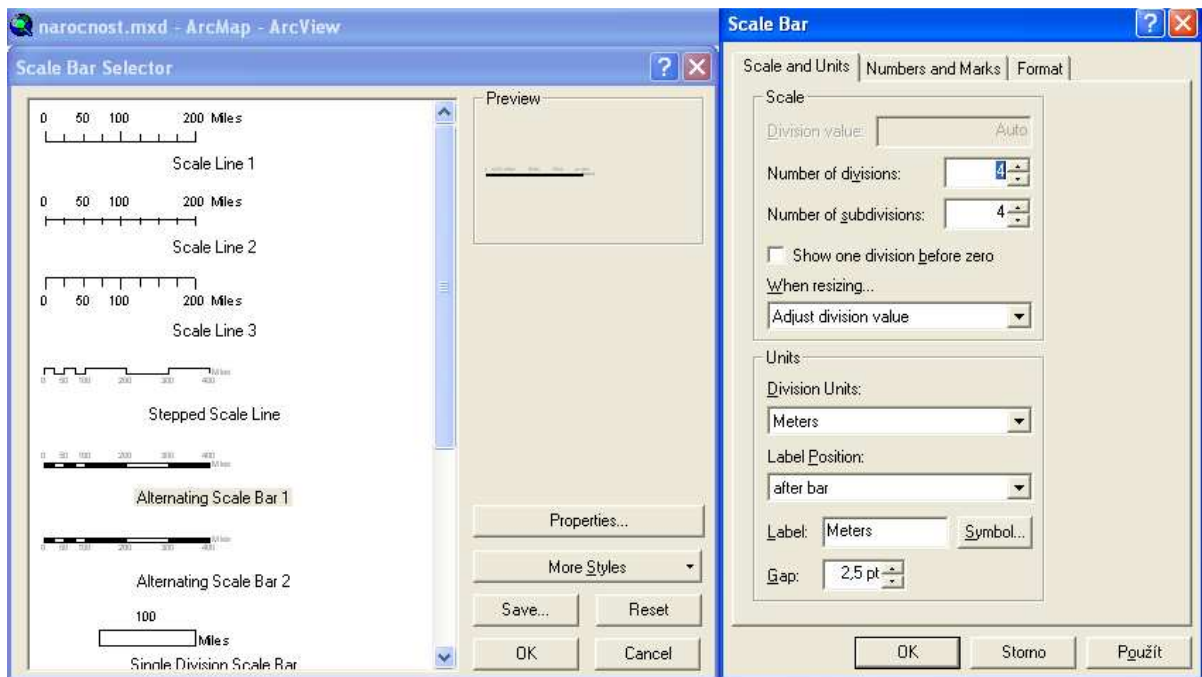
Vytvořená data byla zobrazena na podkladu rastrové základní mapy České republiky v měřítku 1 : 50 000, která byla zapůjčena správou CHKO Broumovsko pro účely diplomové práce. Všechny tyto vrstvy byly zobrazeny v datovém rámci. Dále na stránku byly přidány ostatní kompoziční prvky. Mapě byl dán **název** Zmapované prvky v okolí Machova v roce 2009 a bylo tak učiněno přes menu *Insert (vložit)*, kde byl vybrán *Titulek (Title)*. Dvojitým poklepáním na titulek se zobrazilo okno, ve kterém se mohl měnit nadpis, jeho styl, velikost a umístění. Byl zvolen font písma Arial, velikost 26 bodů a umístění textu na střed.



Obrázek 35 - Okno vlastností titulku (Zdroj: vlastní)

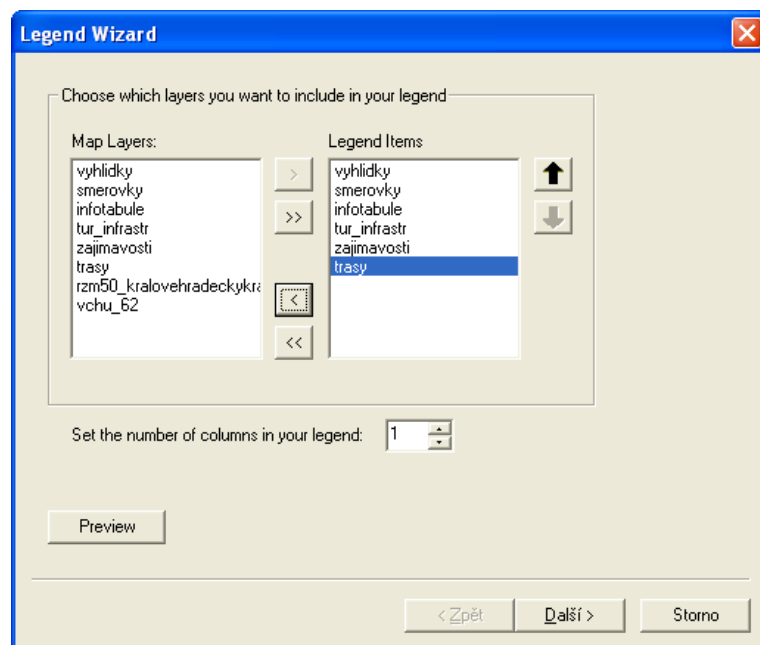
Obdobným způsobem, přes menu *Insert*, lze na stránku přidat **měřítko v číselné podobě** (*Scale Text*). V automaticky zobrazeném okně *Scale Text Editor* lze vybrat, zda má být měřítko absolutní či relativní a v jakých jednotkách. Dále lze vybrat, jakým druhem písma a jakou velikostí by mělo být měřítko znázorněno. Jinou formou měřítka je měřítko grafické, které bude použito u všech mapových výstupů. Výhodou grafického měřítka je, že při zvětšování a zmenšování mapy se měřítko automaticky přizpůsobuje.

Grafické měřítko bylo vloženo opět přes menu *Insert - Scale Bar*. ArcMap nabízí několik grafických měřítok předdefinovaných. Po označení nějakého z nich a po kliknutí na *Properties*, ho lze dále modifikovat. V okně *Scale Bar* se mimo jiné nastavuje v jakých jednotkách má být měřítko uvedeno a kde bude popisek jednotek zobrazen.



Obrázek 36 - Výběr a modifikace grafického měřítka (Zdroj: vlastní)

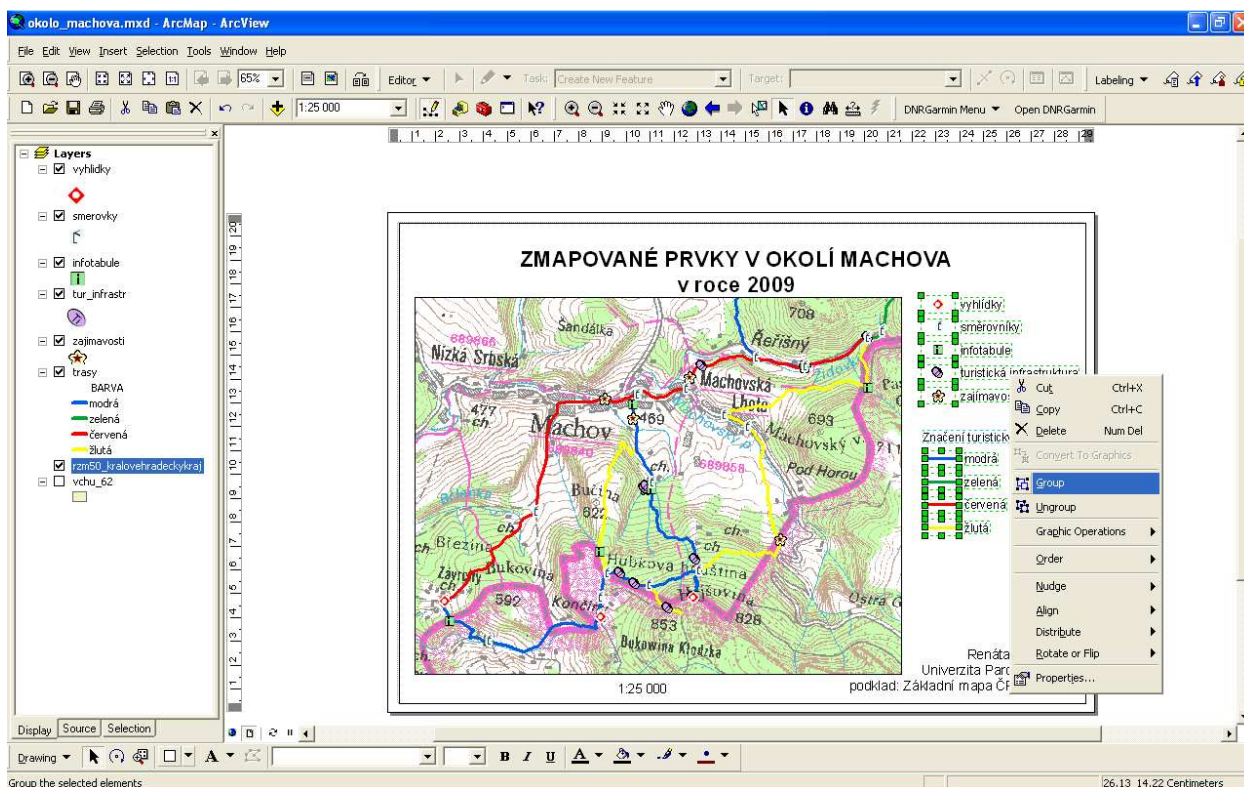
Dalším důležitým kompozičním prvkem je **legenda**. Legenda podává výklad použitých mapových znaků. Opět byla vložena přes tlačítko *Insert*, kde je vybráno pole *Legend*. Zobrazilo se okno *Legend Wizard*, kde byly vybrány vrstvy, které měly být v legendě zobrazeny.



Obrázek 37 - Výběr vrstev, které se mají zobrazit v legendě (Zdroj: vlastní)

Pomocí tlačítka *Další* se postupně lze dostat na další obrazovky a nastavit další vlastnosti legendy (např. její titulek, jeho pozadí a orámování, velikost mezer mezi řádky legendy atp.) a nakonec bylo zvoleno tlačítko *Dokončit*. Legenda se pak vygenerovala. Legenda byla dále

upravována tak, že se z ní udělal grafický prvek kliknutím pravého tlačítka myši a vybráním položky *Convert To Graphics*. Upravení názvu přiřazeného k nějakému symbolu, lze provést po rozdělení legendy na jednotlivé části. Učinilo se tak opět pravým tlačítkem myši, kde byla vybrána kolonka *Ungroup*. U jednotlivých částí lze měnit velikost, text i styl písma. Také lze některé části legendy vymazat. Nakonec byla legenda spojena v jediný prvek, aby se dala snadněji přemísťovat. Prvky, které se mají spojit, se musí tažením myši označit a pravým tlačítkem na ně kliknout a vybrat kolonku *Group*.



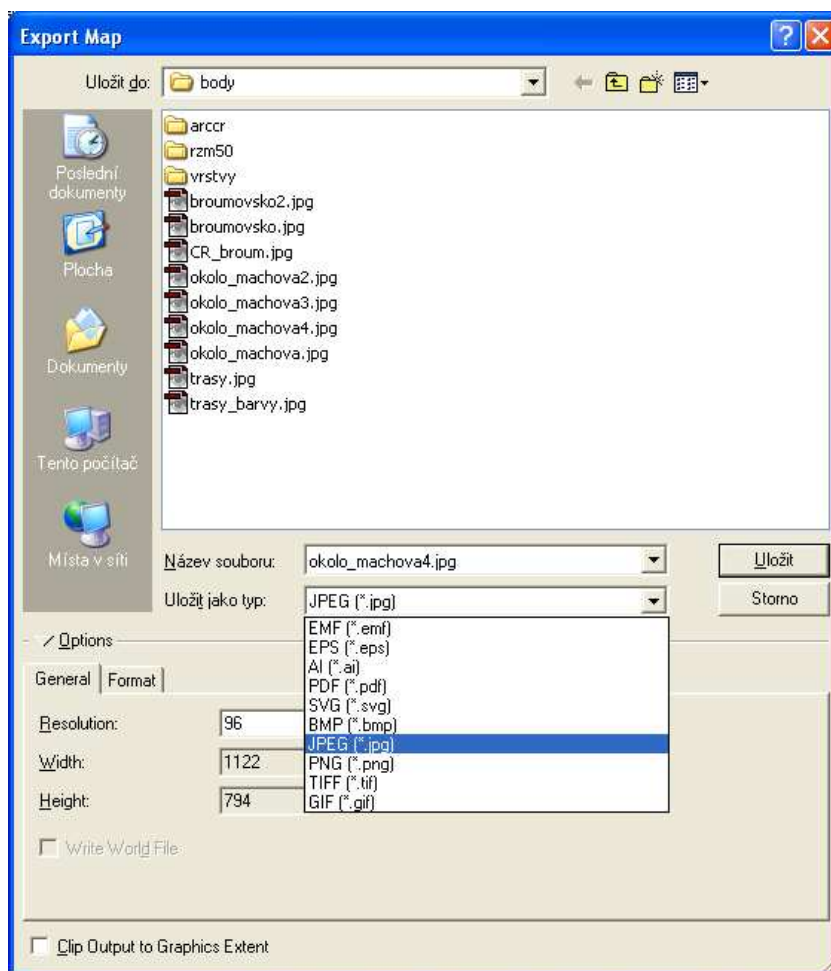
Obrázek 38 - Spojení prvků legendy v zobrazení výkresu aplikace ArcMap (Zdroj: vlastní)

Legenda byla umístěna na pravou stranu vedle datového rámce, pod nadpis. Pod legendu byla do mapového výstupu přidána tiráž. Tiráž byla vložena jako text opět přes tlačítko *Insert*. Obsahuje jméno autora, přičemž jméno autora je napsáno malými písmeny a příjmení velkými. Dále jsou uvedeny rok sestavení mapy a podkladový zdroj. Úprava textu je stejná jako u titulku.

Pro vylepšení vzhledu mapy, byla mapa orámována. V liště nástrojů kreslení bylo kliknuto na tlačítko *Nový obdélník (New Rectangle)* a pak byl myší vytvořen. Na mapě se objevil obrazec ve tvaru obdélníka, ale překrýval ostatní prvky. To bylo upraveno tak, že kliknutím na obdélník pravým tlačítkem myši byla vybrána kolonka *Pořadí (Order)* a zvolena možnost *Přenést dozadu*

(Send to Back). V liště nástrojů kreslení lze vybarvit obdélník nějakou barvou, kterou lze vybrat po kliknutí na ikonu Barva výplně (Fill Color).

Když je výstup hotov, tak lze mapu vyexportovat. Přes menu *File* se musí kliknout na políčko *Export Map*. Zobrazí se okno, kde se uvede umístění, kam se má daná mapa vyexportovat a název mapy. Dále lze vybrat typ souboru a rozlišení. Pro potřeby diplomové práce byl vybrán typ JPEG.

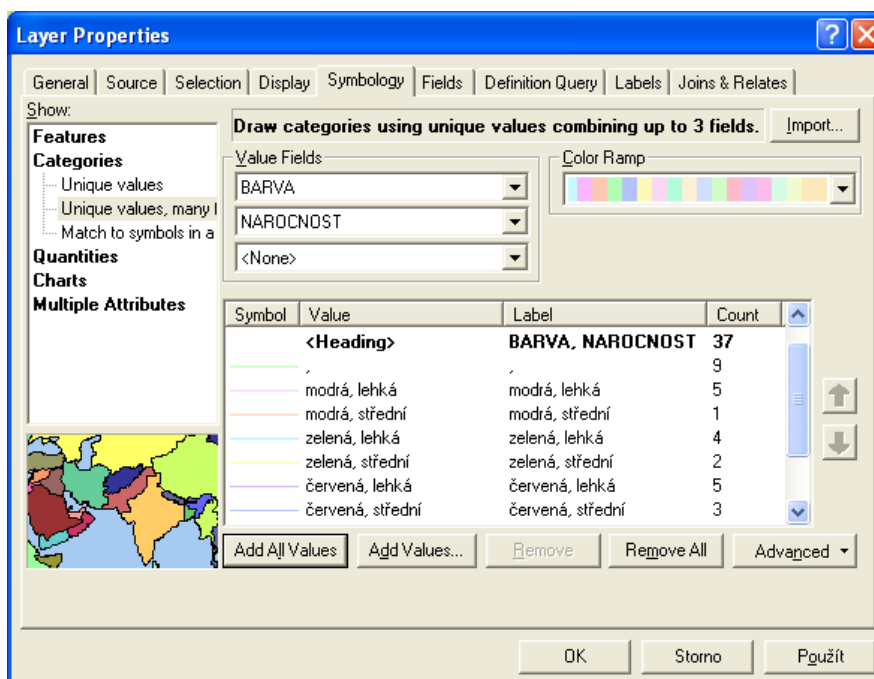


Obrázek 39 - Export mapového výstupu do formátu JPEG (Zdroj: vlastní)

Při tvorbě mapového výstupu, který má vypovídat o náročnosti zaměřených turistických tras, byl zvolen podklad sestavený z dat ArcČR 500. Byla využita vrstva sídel, vodních toků, silnic, železničních tratí a lesů. Dále byla využita polygonová vrstva s územím CHKO Broumovsko. Silnice byly pomocí jedinečné hodnoty rozděleny podle tříd.

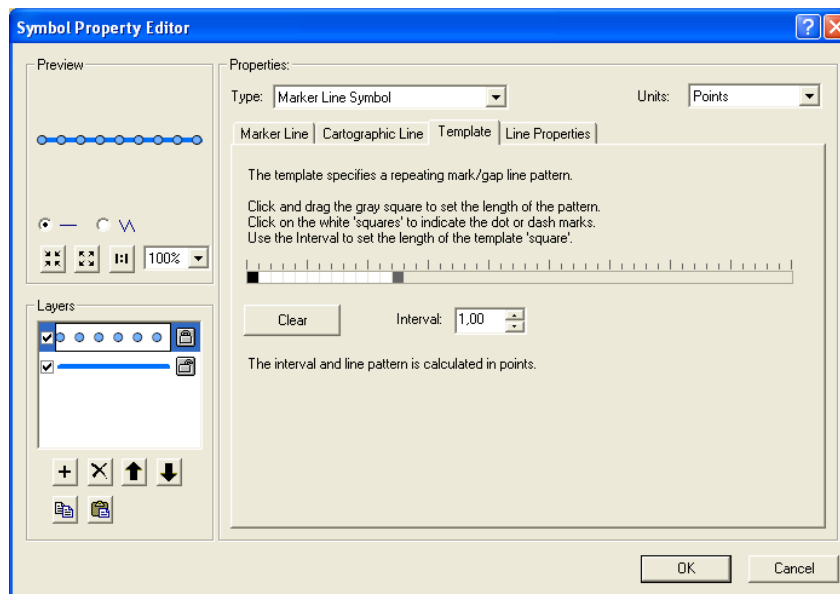
Dále byla načtena z databáze vrstva s turistickými trasami. Problém, jak zobrazit obtížnost tras a současně zobrazit trasy v barvách, které jim byly přiřazeny KČT, byl vyřešen následujícím způsobem. Po zobrazení vlastností vrstvy turistických tras byla vybrána karta *Symbology*. V levé

části okna bylo vybráno, že se mají ukázat kategorie podle jedinečné hodnoty více polí (*Categories - Unique values, many fields*). Dále bylo nastaveno, že třídění proběhne podle hodnot v polích BARVA a NAROČNOST. Po kliknutí na tlačítko *Add All Values*, se zobrazí všechny kategorie. Poklepáním na symboly kategorií, je lze změnit.



Obrázek 40 - Získání kategorií turistických tras současně podle barvy a náročnosti (Zdroj: vlastní)

Poklepáním na symbol kategorie trasy se zobrazí *Symbol Selector*. Po kliknutí na tlačítko *Properties*, se zobrazí *Editor pro tvorbu symbolů*. Zde bylo nadefinováno, jak má symbol vypadat. Lehké trasy jsou zobrazeny obyčejnou čarou v barvě trasy. Středně těžké trasy mají na linii ještě kruhy v barvě trasy a těžké trasy mají kruhy vyplněné černě. Na obrázku níže je vidět, že symbol pro středně těžkou modrou trasu je složen ze dvou vrstev symbolů. Tyto vrstvy lze samostatně upravovat. Na zobrazené kartě *template* se nastavuje hustota kruhů tažením za šedý čtverec na ose.



Obrázek 41 - Tvorba liniových symbolů (Zdroj: vlastní)

Když byly všechny symboly připraveny a přiřazeny kategoriím tras, tak byla příprava pro zobrazení hotová. Dále bylo pracováno v zobrazení výkresu. Na stránku byly umístěny jednotlivé kompoziční prvky stejným způsobem jako u předešlé přílohy.

5.2 Popis jednotlivých mapových výstupů

První příloha zobrazuje druhy prvků, které byly v terénu monitorovány. Pro přehlednost byla zvolena jen část zájmového území - okolí městyse Machov.

Druhá příloha se soustředí na získání informací o náročnosti turistických tras. Jelikož byla náročnost určována podle převýšení a terénu, tak není překvapivé, že všechny turistické trasy s vyšší obtížností se nacházejí při Broumovských stěnách a stolové hoře Bor. Náročnost těchto tras, i když jsou označeny jako středně náročné nebo velmi náročné, je relevantní pouze pro území ČR. Obtížné trasy v ČR jsou nepochybně jednodušší než obtížné trasy například v Alpách.

Příloha č. 3 zobrazuje informační tabule, které se nacházejí ve špatném technickém stavu. Bylo zjištěno, že všechny tyto tabule označují Státní přírodní rezervaci Broumovské stěny, které jsou již neplatné. Proto tyto tabule budou odstraněny a až dojde k rozdělení NPR Broumovské stěny na NPR Broumovské stěny a PP Polické stěny, bude se muset oblast označit novými tabulemi.

V terénu byly zaměřeny směrové ukazatele při turistických trasách, které jsou znázorněny na další mapové příloze č. 4. Z obrázku je patrné, že jich je v terénu opravdu velmi mnoho.

Lze konstatovat, že jsou trasy dobře značeny, ale i přesto se podařilo při terénním průzkumu nejednou sejít z cesty. Protože někdy turistické a cyklistické trasy vedou souběžně, tak byly zaměřeny i některé směrové ukazatele cyklostezek. Na mapovém výstupu jsou barevně rozlišeny.

Na 5. mapce jsou zobrazeny směrové ukazatele, které se nacházejí ve špatném technickém stavu. V jednom případě směrový ukazatel chyběl, v terénu byl jen holý sloupek. Za špatný technický stav směrových ukazatelů se považovala rozsáhlá koroze nebo znečištění lišejníky, kdy dochází ke špatné čitelnosti ukazatele. Jiným druhem poškození je špatný stav sloupku. Součástí přílohy jsou fotografie ukazatelů ve špatném technickém stavu.

Na následující mapce č. 6 je zobrazen technický stav turistické infrastruktury. Nejčastějším problémem je špatný stav povalových chodníků v Broumovských stěnách a pod Borem. Tyto chodníky je nutné opravit, aby nedocházelo k sešlapu okolní vegetace.

Mapová příloha č. 7 ukazuje rozložení zajímavých a vyhlídkových míst při turistických trasách. Nejvíce vyhlídek je samozřejmě ve vyšších polohách - na hřebeni Broumovských stěn.

Na podkladu ortofota u přílohy č. 8 jsou zobrazeny dvě, návštěvníky velmi oblíbené, turistické trasy vedoucí od Hvězdy k vyhlídce Supí hnízdo. Na trasách jsou zobrazeny všechny mapované prvky. Součástí mapové přílohy jsou fotografie pořízené z vyhlídek.

Příloha č. 9 ukazuje různé druhy zajímavostí naměřených při turistických trasách v okolí městyse Machov. Tyto zajímavosti jsou v mapě symbolicky vyznačeny na podkladu ortofota.

Následující příloha č. 10 ukazuje technický stav turistické infrastruktury na trasách v okolí města Police nad Metují. Jednotlivé prvky jsou znázorněny symbolicky na podkladu Základní mapy ČR. Prvky v dobrém stavu jsou znázorněny černou barvou a ve špatném stavu červenou barvou. Většina prvků turistické infrastruktury v okolí Police nad Metují je v pořádku.

Důležitým mapovým výstupem je příloha č. 11, kde je zakreslena poloha turistických tras v zónách CHKO Broumovsko. Většina tras je ve 3. a 4. zóně. Důležité je se zaměřit na trasy ve 2. a 1. zóně. Jsou to oblasti přísně chráněné, a proto by v těchto místech měly být trasy monitorovány pravidelně, aby byly včas případné problémy zjištěny. Při terénním průzkumu byly evidovány problémy na trase od vyhlídky Koruna k vyhlídce u Kamenné brány, a na žluté trase od Slavného na vyhlídku Ovčín. Obě trasy měly stejný problém - úplně rozbité nebo zcela

chybějící povalové chodníky. Dochází tak nejen k ničení okolní vegetace při obcházení těchto podmáčených míst, ale i k ohrožení zdraví turistů, kteří by lehce mohli dojít k úrazu.

Posledním mapovým výstupem je výběr zajímavých míst na Broumovsku, které jsou v mapě lokalizovány a jsou k nim přiřazeny fotografie.

Závěr

CHKO Broumovsko je vyhledávanou lokalitou pro zájemce o aktivní pohyb v přírodě. Proto je v zájmu správy CHKO Broumovsko monitorovat stav turistických tras a turistické infrastruktury. Turistickou infrastrukturou jsou označeny prvky nainstalované v přírodě pro šetrné zpřístupnění území. V této diplomové práci byl pro lokalizaci těchto prvků využit systém GPS.

Před vlastním terénním průzkumem, byl vytvořen datový model jednotlivých geoprvků a jejich atributů. Datový model je důležitý k tomu, aby bylo ujasněno, jaké atributy se budou sbírat a jakých hodnot budou nabývat. Při terénním průzkumu byla pořízena fotodokumentace všech mapovaných prvků. Ta byla nápomocná při vyplňování hodnot v atributových tabulkách.

Měření bylo časově náročné, probíhalo během prvních dvou týdnů v dubnu 2009. Terénu byl obtížný, ve vyšších polohách se ještě držel sníh a pod ním byly hluboké kaluže vody. Hodně času zabralo zaměřování bodů s pořízením fotodokumentace.

V práci bylo využito dvou programů pro stahování dat z GPS. Program MapSource v českém jazyce pro zálohování dat z GPS ve formátech GPX a GDB. Další výhodou tohoto programu je, že se v něm dá tvořit výškový profil projitých tras. Tyto trasy lze přes program MapSource zobrazit v internetové aplikaci Google Earth, kde je lze vidět v 3D terénu s ortofoto podkladem. Druhým využitým programem byla aplikace DNRGarmin, která úzce spolupracuje s aplikací ArcMap, takže data lze uložit ve formátu shapefile. Exportovaná data z GPS byla uložena do dvou shapefile souborů. Jeden obsahoval projité turistické trasy a druhý zaměřené body na trase. Těmto souborům byl přiřazen souřadnicový systém S-JTSK.

Data těchto souborů byla dále upravována v aplikaci ArcMap 9.1, kde jim byly přiřazovány jednotlivé atributy. Některé body se chybně exportovaly z GPS přístroje, proto byly v této aplikaci dodatečně editovány. Bodové prvky byly tematicky rozděleny do pěti shapefile souborů. Soubor se směrovými ukazateli obsahuje 100 objektů, se zajímavostmi 57 objektů, dále bylo zaměřeno 20 vyhlídkových míst, 68 objektů turistické infrastruktury a 56 informačních tabulí a označníků. Tyto soubory budou dále využity správou CHKO Broumovsko.

Připravená data byla načtena do geodatabáze, která byla vytvořena pomocí aplikace ArcCatalog 9.1. Dále byla data kartograficky vizualizována v prostředí aplikace ArcMap 9.1. Vytvořené mapy byly vyexportovány jako obraz ve formátu JPG a v práci uloženy jako přílohy.

Autorku práce velmi obohatila, zejména při praktickém využití GPS a návazném využití získaných dat v programu ArcGIS Desktop 9.1. Zdokonalila se ve způsobech vazeb mezi jednotlivými programy, v konverzích a druzích formátů datových souborů.

V neposlední řadě práce podpořila fyzickou kondici autorky při terénním průzkumu, kdy bylo zmapováno více jak 130 km turistických tras v náročném terénu.

Seznam literatury

- [1] BABČANÍK, Jan. *Jak funguje GPS?* [online]. 2006 [cit. 2009-04-14]. Dostupný z WWW: <<http://hw.cz/Teorie-a-praxe/ART1634-Jak-funguje-GPS.html>>.
- [2] BERGROVÁ, Zuzana. *Kartografické vyjadřovací prostředky v prostředí ArcGIS 9.1*. Pardubice, 2008. 46 s. Bakalářská práce.
- [3] BEYERHELM, Carl. Using DNRGarmin – A Quick Start Guide [online]. 2008 [cit. 2009-06-21]. Dostupný z WWW: <<http://www.fs.fed.us/database/gps/documents/DNRGarmin.pdf>>.
- [4] BŘEHOVSKÝ, M., JEDLIČKA, K. *Úvod do geografických informačních systémů* [online]. 1998- [cit. 2009-04-17]. Dostupný z WWW: <<http://gis.zcu.cz/studium/ugi/elearning/index1.htm>>.
- [5] CROSIER, Scott, et al. *ArcGIS 9 : Začínáme s ArcGIS*. 2004. 265 s.
- [6] *Garmin Shop : GPSMAP 60 CSX* [online]. c2009 [cit. 2009-03-29]. Dostupný z WWW: <<http://shop.garmin.cz/outdoor/mapove/gpsmap-60-csx.html>>.
- [7] *GPSMAP 60CSx : owner's manual* [online]. c2005 [cit. 2009-04-15]. Dostupný z WWW: <http://www8.garmin.com/manuals/GPSMAP60CSx_OwnersManual.pdf>.
- [8] HRDINA, Zdeněk. *Transformace souřadnic ze systému WGS-84 do systému S-JTSK*. Praha : ČVUT, 1997. 21 s. Dostupný z WWW: <http://www.geospeleos.com/Mapovani/WGS84toSJTSK/WGS_JTSK.pdf>.
- [9] HRUBÝ, M. *Geografické informační systémy – Studijní opora*. Brno: FIT, 2006. Dostupný z WWW: <<http://perchta.fit.vutbr.cz:8000/vyuka-gis/uploads/1/GIS-final2.pdf>>.
- [10] INDRÁK, Tomáš. *Turistické a naučné stezky v CHKO Bílé Karpaty*. Olomouc, 2007. 52 s. Bakalářská práce.
- [11] KADUBEC, Josef. *GPS mapování geomorfologicky zajímavých lokalit*. České Budějovice, 2007. 70 s. Diplomová práce.
- [12] KAPLAN, V., et al. *Kartografie a Geoinformatika - multimediální učebnice* [online]. [cit. 2009-02-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.geogr.muni.cz/ucebnice/kartografie/obsah.php>>.
- [13] *Kartografická generalizace a jazyk mapy* [online]. 2009 [cit. 2009-08-05]. Dostupný z WWW: <http://home.zcu.cz/~baranov/SPS_Kartografie/Kartografie.pdf>.

- [14] KOPECKÝ, Jiří. *Památka na nejstarší turistické značení* [online]. c2006 [cit. 2009-02-13]. Dostupný z WWW: <<http://nase.broumovsko.cz/info/pamatka-na-nejstarsi-turisticke-znacen.html>>.
- [15] LIŠKOVÁ, Kateřina. *Popis turistických tras v Novohradských horách a jejich podhůří*. České Budějovice, 2007. 107 s. Diplomová práce.
- [16] MARTÍNEK, Jan. *GPS a komunikační protokol NMEA - 1 : princip, historie* [online]. 6.9.2006 [cit. 2009-03-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.abclinuxu.cz/clanky/ruzne/gps-a-komunikacni-protokol-nmea-1-princip-historie>>.
- [17] MARTÍNEK, Jan. *GPS a komunikační protokol NMEA - 2 : dostupnost, přesnost, Navilock* [online]. 6.9.2006 [cit. 2009-03-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.abclinuxu.cz/clanky/ruzne/gps-a-komunikacni-protokol-nmea-2-dostupnost-presnost-navilock>>.
- [18] MONMONIER, M. *Proč mapy lžou*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2000. 221 s. ISBN 80-7226-238-6.
- [19] PERENCSIK, Andrew, et al. *ArcGIS 9 : Building a Geodatabase* [online]. c1999-2004 [cit. 2009-07-22]. Dostupný z WWW: <http://www.humanitarianinfo.org/IMToolbox/03_Mapping_GIS_GPS/GIS/GIS_Reference/ESRI_Tool_Library/Managing_data_with_ArcGIS/ArcGIS9_Building_a_Geodatabase.pdf>.
- [20] PETR, Jan. *Jizerské hory 1:25 000 : tvorba podrobné turistické mapy*. Praha, 2005. 54 s. Diplomová práce.
- [21] PFAFF, Rhonda, et al. *ArcGIS 9 : Editing in ArcMap* [online]. c2000-2004 [cit. 2009-05-05]. Dostupný z WWW: <http://www.4shared.com/file/48386856/efd7a493/Editing_in_ArcMap.html?cau2=401w>.
- [22] PODHORSKÝ, Marek. *Broumovská vrchovina Góry stołowe - Nejkrásnější turistické trasy*. Praha : Freytag & berndt, 1998. 143 s. ISBN 80-85822-30-X.
- [23] RAPANT, Petr. *Geoinformatika a geoinformační technologie*. 1. vyd. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava , 2006. 513 s. ISBN: 80-248-1264-9.
- [24] RAPANT, Petr. *Úvod do geografických informačních systémů*. Ostrava: VŠB, 2002. 110 s. Dostupný z WWW: <<http://gis.vsb.cz/dokumenty/ugis>>
- [25] SERVUS, Michal, ZIFČÁK, Petr. *Plán péče o NPP Polické stěny : na období 2008 - 2015*. Olomouc : Ekologická projekce s.r.o., 2006. 102 s. Dostupný z WWW: <[http://www.mzp.cz/AIS/web-pub.nsf/\\$pid/MZPPMFNUM58Z](http://www.mzp.cz/AIS/web-pub.nsf/$pid/MZPPMFNUM58Z)>.

- [26] SERVUS, Michal, ZIFČÁK, Petr. *Plán péče o NPR Broumovské stěny : na období 2008 - 2015*. Olomouc : Ekologická projekce s.r.o., 2006. 102 s. Dostupný z WWW: <[http://www.mzp.cz/AIS/web-pub.nsf/\\$pid/MZPPMFNU4SA4?OpenDocument&Click=>](http://www.mzp.cz/AIS/web-pub.nsf/$pid/MZPPMFNU4SA4?OpenDocument&Click=>)>
- [27] SPÍŠEK, J., HÁJEK, A., KOPECKÝ, J. a kol. *Chráněná území CHKO Broumovsko*. 1. vyd. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2002.
- [28] *Správa CHKO Broumovsko* [online]. [2006] [cit. 2009-12-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.broumovsko.ochranaprirody.cz/>>.
- [29] *Správa prostorových dat v systému ArcGIS 9.2*. ARCREVUE [online]. 2005, č. 3. Dostupný z WWW: < <http://80.95.105.131/download/ArcRevue/2005/3/03-Sprava-prost-dat-ArcGIS-92.pdf>>.
- [30] TUČEK, J. *Geografické informační systémy: Principy a praxe*. 1. Vyd. Praha: Computer Press, 1998. 424 s. ISBN 80-7226-091-X.
- [31] VOŽENÍLEK, Vít. *Zásady tvorby mapových výstupů* [online]. Ostrava : Univerzita Palackého, 2002 [cit. 2009-07-12]. Dostupný z WWW: <http://gis.vsb.cz/PAN/Skoleni_Texty/TextySkoleni/kartogafie.pdf>.
- [32] *Základy geoinformatiky : Od reality ke GIS* [online]. 2005 [cit. 2009-02-15]. Dostupný z WWW: <<http://klobouk.fsv.cvut.cz/~kalika/gis/2zaklady1-5.pdf>>.

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Poloha CHKO Broumovsko v rámci ČR.	10
Obrázek 2 - Vymezení zájmového území v rámci CHKO Broumovsko	11
Obrázek 3 - Značené turistické a cyklo-turistické stezky NPR Broumovské stěny	17
Obrázek 4 - Rozmístění GPS družic	31
Obrázek 5 - Garmin GPSMAP 60 CSx	32
Obrázek 6 – Základní obrazovka programu MapSource	33
Obrázek 7 - Vertikální profil modré turistické trasy vedoucí ze Závrch do Machova přes vyhlídku pod Borem	34
Obrázek 8 - Zobrazení dat v Google Earth	35
Obrázek 9 - Nástrojová lišta DNRGarmin v ArcMap	35
Obrázek 10 - Základní obrazovka programu DNRGarmin spuštěného v ArcMap	36
Obrázek 11 - Obrazovka aplikace ArcCatalog	37
Obrázek 12 - Prostředí aplikace ArcMap	38
Obrázek 13 - Definování souřadnicového systému k vybrané vrstvě	38
Obrázek 14 - Okno pro nastavení vlastností nové třídy prvků	39
Obrázek 15 - Nastavení vstupních dat do třídy prvků trasy	40
Obrázek 16 - Editor toolbar	40
Obrázek 18 - Zahájení editace v ArcMap, v pozadí atributová tabulka s novým sloupcem	41
Obrázek 17 - Editace nového sloupce v aplikaci ArcMap.....	41
Obrázek 19 - Vytvoření atributového dotazu	42
Obrázek 20 - Vytvoření nové vrstvy z předešlého výběru prvků	43
Obrázek 21 - Výběr složky, ve které se nachází vrstva, která má být editována	44
Obrázek 22 - Lišta s editačními nástroji	44
Obrázek 23 - Doplnění nového bodu ve vrstvě infotabule	44
Obrázek 24 - Část atributové tabulky před a po editaci	45
Obrázek 25 - Nástroj Identify a výsledek jeho použití	45
Obrázek 26 - Zobrazení fotografie v Adobe Photoshop	46
Obrázek 27 - Přidání nového pole DELKA ve vrstvě trasy	46
Obrázek 28 - Okno Kalkulátoru s načteným skriptem pro výpočet délky linií	47
Obrázek 29 - Přiřazení symbolů jedinečným hodnotám v poli BARVA	48
Obrázek 30 - Zmapované turistické trasy v CHKO Broumovsko před a po změně symbolů.....	48
Obrázek 31 - Editor symbolů	49

Obrázek 32 - Panorama Composer - načtení snímků a jejich seřazení	50
Obrázek 33 - Panorama Composer - vytvoření panorama	50
Obrázek 34 - Okno pro nastavení stránky a tisku	50
Obrázek 35 - Okno vlastností titulku	52
Obrázek 42 - Výběr a modifikace grafického měřítka	53
Obrázek 37 - Výběr vrstev, které se mají zobrazit v legendě	53
Obrázek 38 - Spojení prvků legendy v zobrazení výkresu aplikace ArcMap	54
Obrázek 39 - Export mapového výstupu do formátu JPEG	55
Obrázek 40 - Získání kategorií turistických tras současně podle barvy a náročnosti	56
Obrázek 41 - Tvorba liniových symbolů	57

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Předpokládané náklady v letech 2008 – 2015.....	18
Tabulka 2 - Tabulka s atributy liniové vrstvy turistických tras	26
Tabulka 3 - Tabulka s atributy vrstvy s informačními tabulemi	27
Tabulka 4 - Tabulka s atributy bodové vrstvy směrovníků.....	27
Tabulka 5 - Tabulka atributů vrstvy s vyhlídkami.....	28
Tabulka 6 - Tabulka s atributy vrstvy zajímavostí.....	28
Tabulka 7 - Tabulka s atributy vrstvy s turistickou infrastrukturou	29

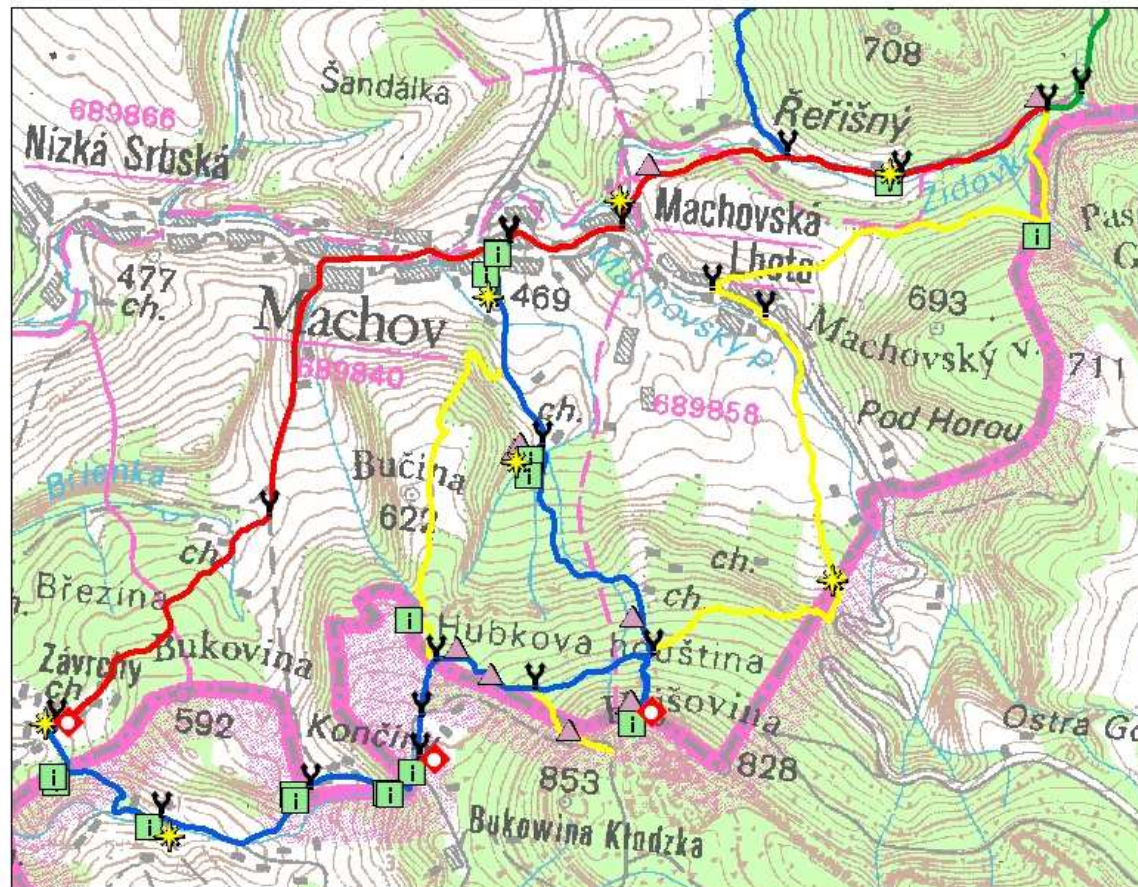
Seznam zkratek

AOPK ČR	Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky
GIS	Geografický informační systém
CHKO	Chráněná krajinná oblast
KČT	Klub českých turistů
NPR	Národní přírodní rezervace
PR	Přírodní rezervace
PP	Přírodní památka
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
WGS 84	World Geodetic System 1984

Seznam příloh

- Příloha č. 1 Zmapované prvky v okolí Machova v roce 2009
- Příloha č. 2 Náročnost turistických tras v zájmovém území v roce 2009
- Příloha č. 3 Stav informačních tabulí v zájmovém území v roce 2009
- Příloha č. 4 Druhy směrových ukazatelů v zájmovém území v roce 2009
- Příloha č. 5 Technický stav směrových ukazatelů v zájmovém území v roce 2009
- Příloha č. 6 Stav turistické infrastruktury v zájmovém území v roce 2009
- Příloha č. 7 Poloha vyhlídkových míst a zajímavostí v zájmovém území v roce 2009
- Příloha č. 8 Turistické trasy a vyhlídky z Hvězdy k Supímu hnízdu v roce 2009
- Příloha č. 9 Zajímavosti při turistických trasách v okolí Machova v roce 2009
- Příloha č. 10 Stav turistické infrastruktury při trasách vycházejících z Police nad Metují v roce 2009
- Příloha č. 11 Poloha turistických tras v zónách CHKO Broumovsko v roce 2009
- Příloha č. 12 Výběr zajímavých míst na Broumovsku v roce 2009

ZMAPOVANÉ PRVKY V OKOLÍ MACHOVA v roce 2009



-  vyhlídky
-  zajímavosti
-  směrovníky
-  infotabule
-  turistická infrastruktura

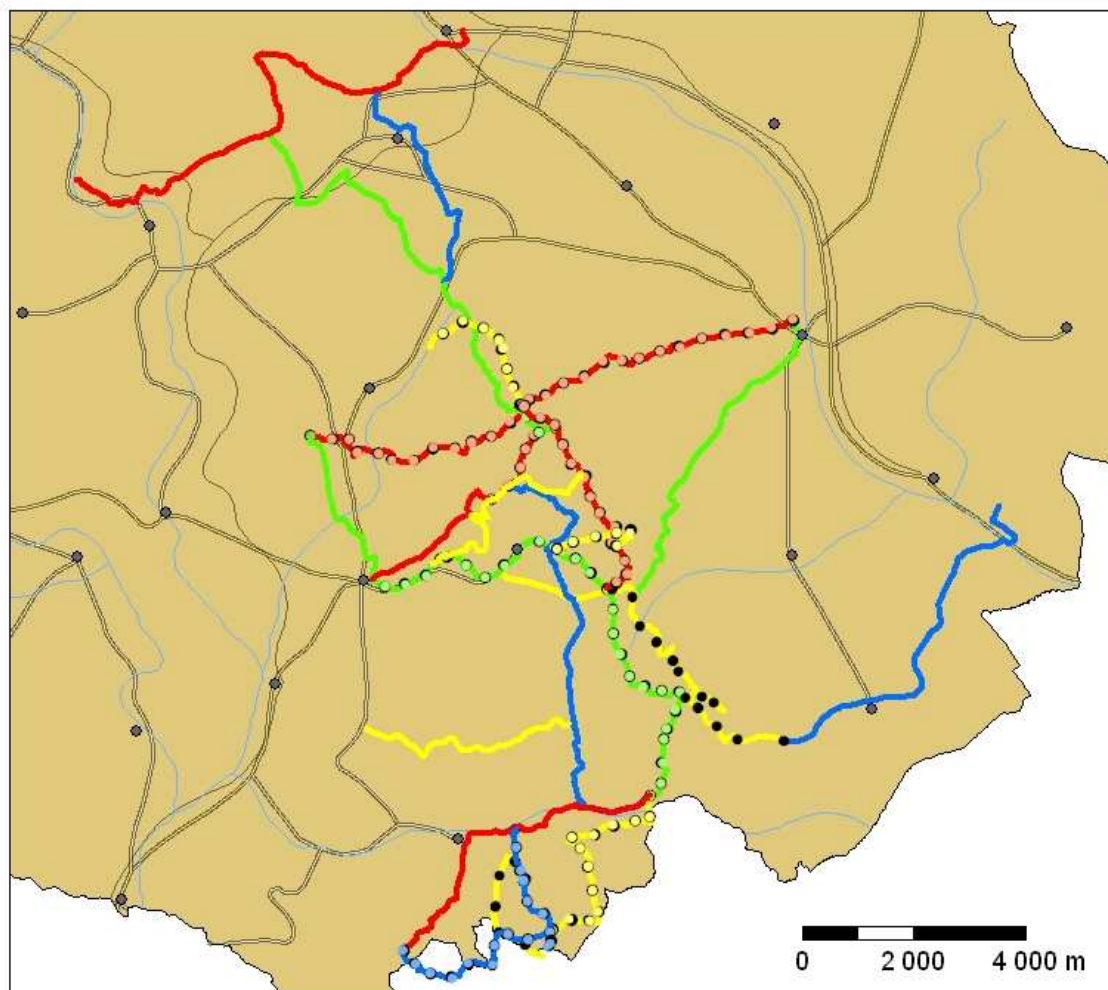
Značení turistických tras

-  modrá
-  zelená
-  červená
-  žlutá

0 1 000 2 000 m

Renáta BERKOVÁ
Univerzita Pardubice 2009
podklad: Základní mapa ČR 1 : 50 000
příloha č. 1

NÁROČNOST TURISTICKÝCH TRAS V ZÁJMOVÉM ÚZEMÍ v roce 2009



Značení turistických tras

- modrá
- zelená
- červená
- žlutá

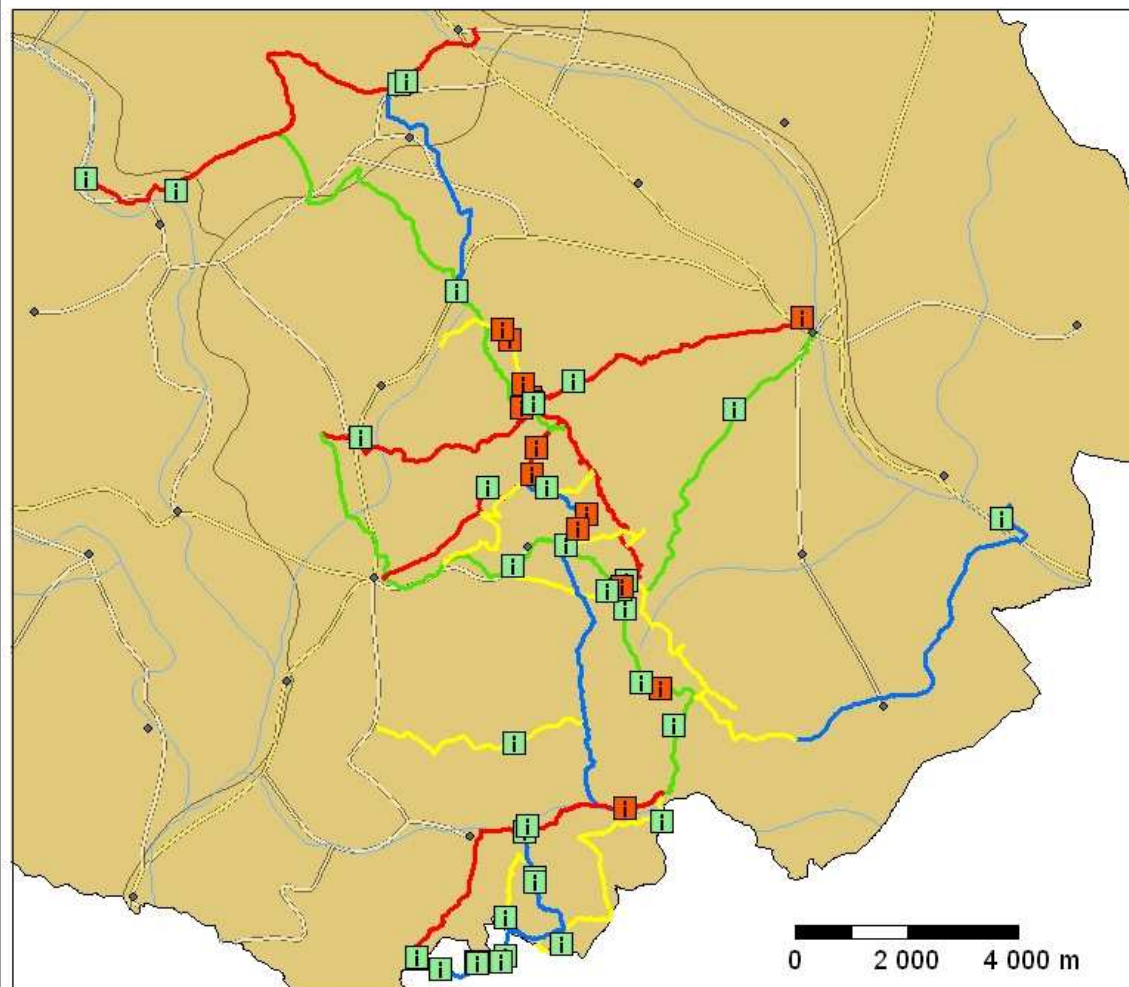
Náročnost turistických tras

- lehká
- - - střední
- těžká

- ◆ sídla
- řeky
- silnice II. třídy
- silnice III. třídy
- železniční trať
- území CHKO

Renáta BERKOVÁ
Univerzita Pardubice 2009
Příloha č. 2

STAV INFORMAČNÍCH TABULÍ V ZÁJMOVÉM ÚZEMÍ v roce 2009



Stav informačních tabulí

dobrý

špatný

Značení turistických tras

modrá

zelená

červená

žlutá

sídla

řeky

silnice II. třídy

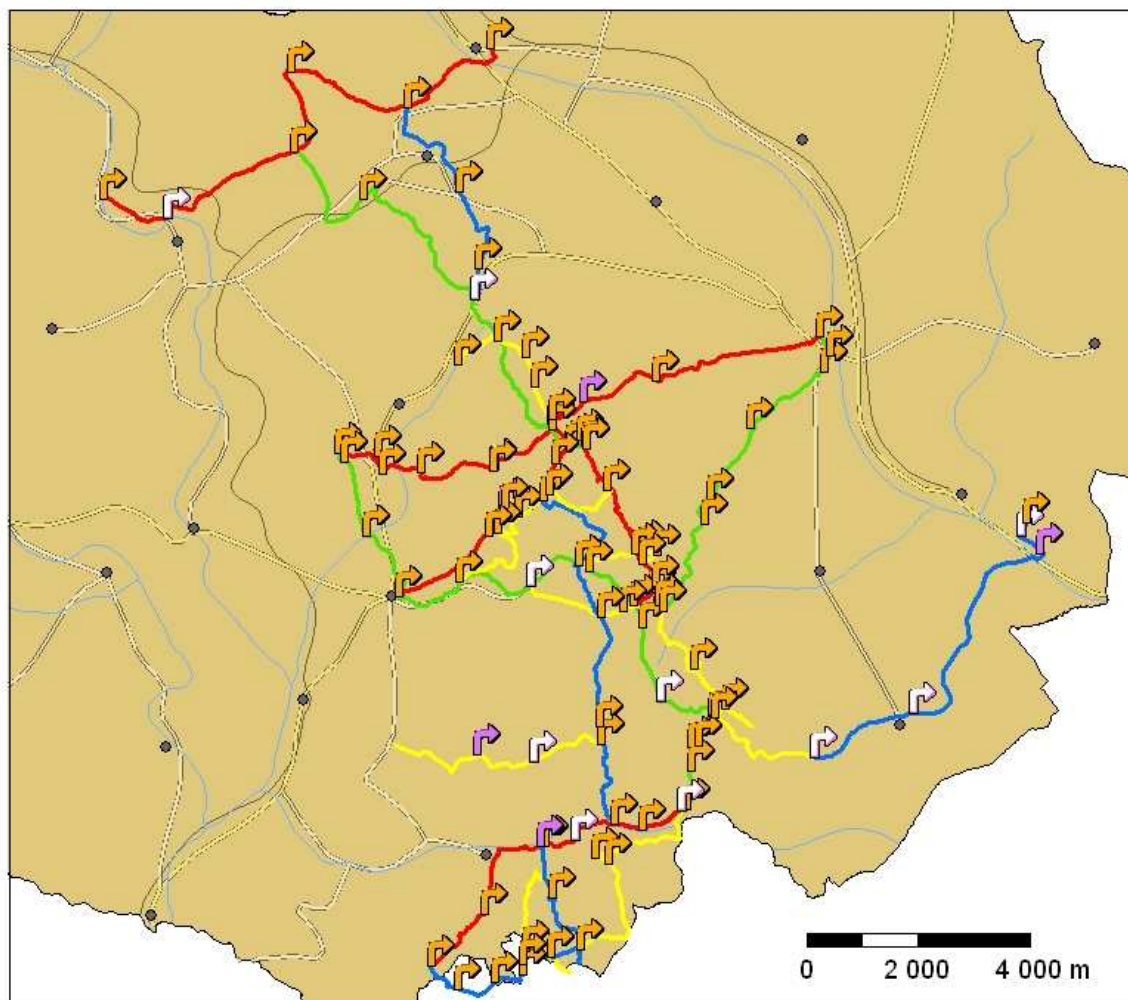
silnice III. třídy

železniční trať

území CHKO

Renáta BERKOVÁ
Univerzita Pardubice 2009
Příloha č. 3

DRUHY SMĚROVÝCH UKAZATELŮ V ZÁJMOVÉM ÚZEMÍ v roce 2009









Směrové ukazatele

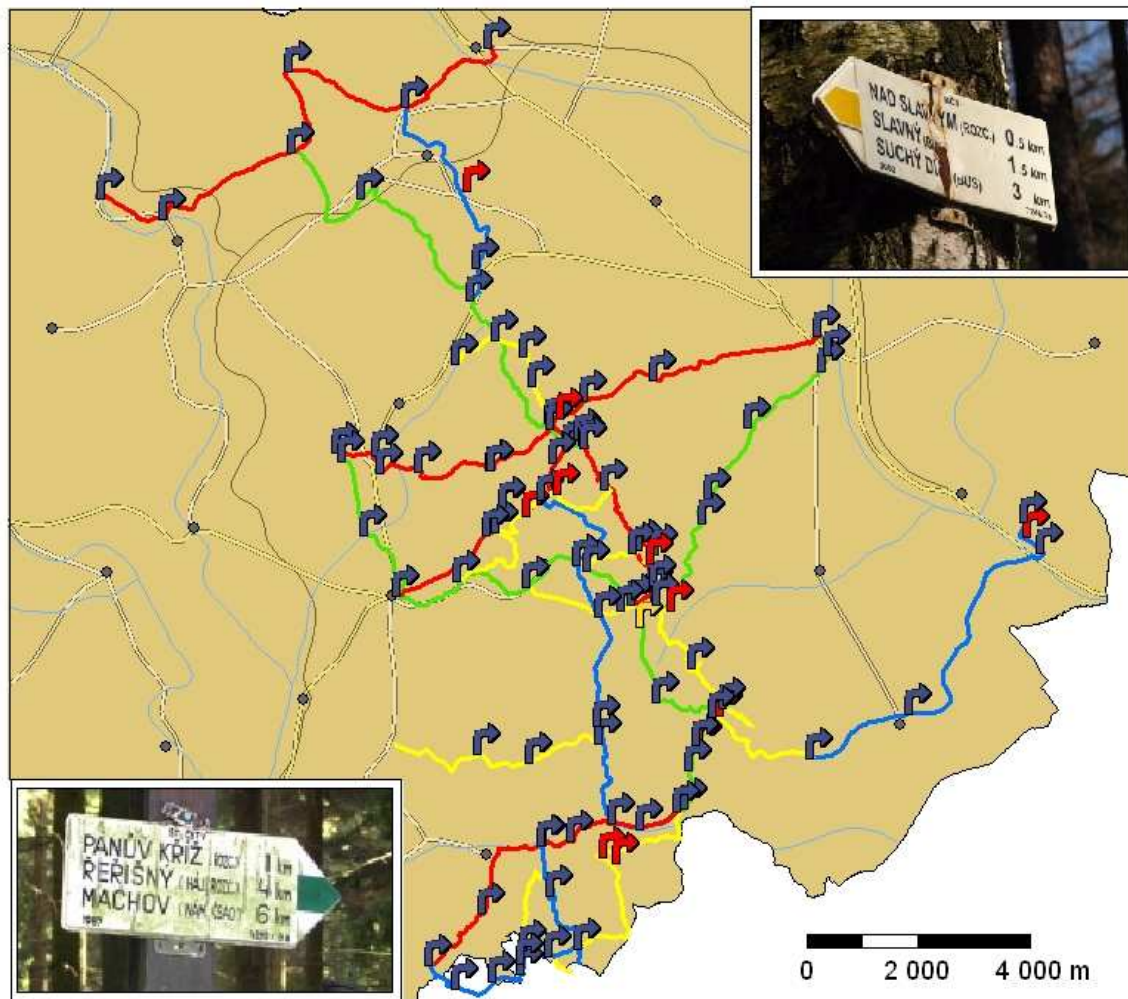
-  cyklistický
-  turistický
-  kombinovaný

Značení turistických tras

-  modrá
-  zelená
-  červená
-  žlutá

-  sídlo
-  řeka
-  silnice II. třídy
-  silnice III. třídy
-  železniční trať
-  území CHKO

TECHNICKÝ STAV SMĚROVÝCH UKAZATELŮ V ZÁJMOVÉM ÚZEMÍ v roce 2009



Stav směrových ukazatelů

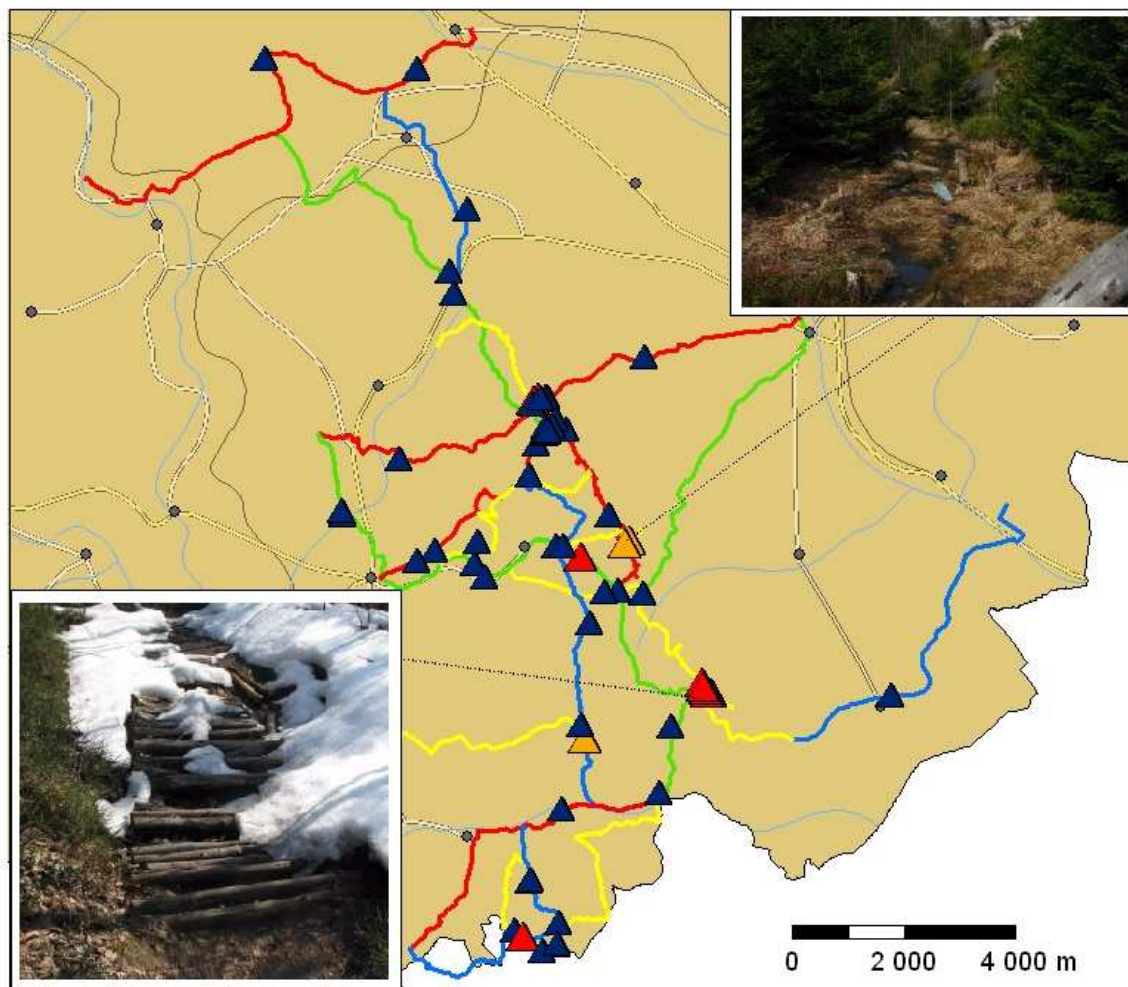
-  dobrý
-  špatný
-  chybějící

Značení turistických tras

-  modrá
-  zelená
-  červená
-  žlutá
-  sídlo
-  řeka
-  silnice II. třídy
-  silnice III. třídy
-  železniční trať
-  území CHKO

Renáta BERKOVÁ
Univerzita Pardubice 2009
Příloha č. 5

STAV TURISTICKÉ INFRASTRUKTURY V ZÁJMOVÉM ÚZEMÍ v roce 2009



Stav turistické infrastruktury

- ▲ dobrý
- ▲ špatný
- ▲ chybějící

Značení turistických tras

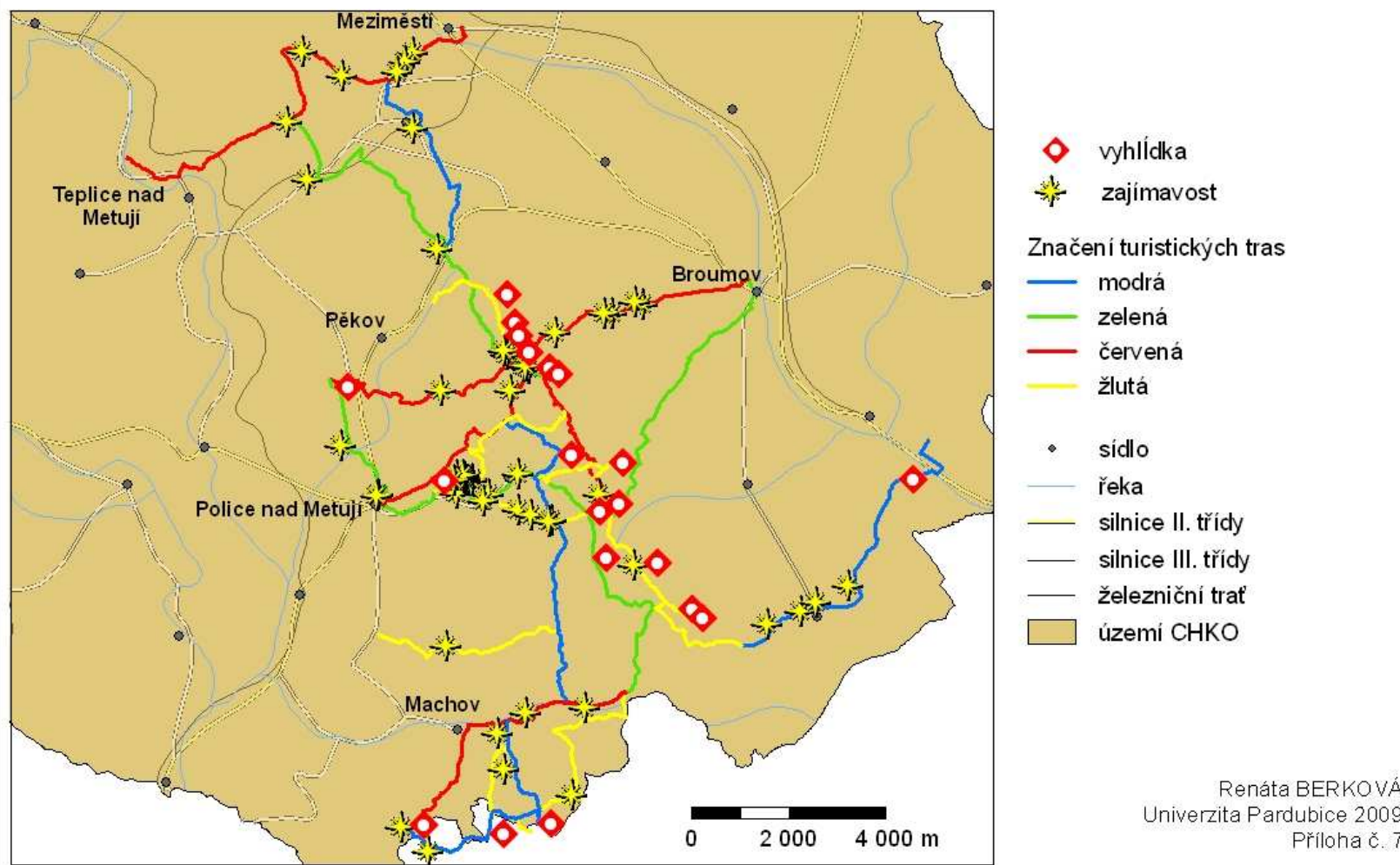
- modrá
- zelená
- červená
- žlutá

- sídlo
- řeka
- silnice II. třídy
- silnice III. třídy
- železniční trať
- území CHKO

0 2 000 4 000 m

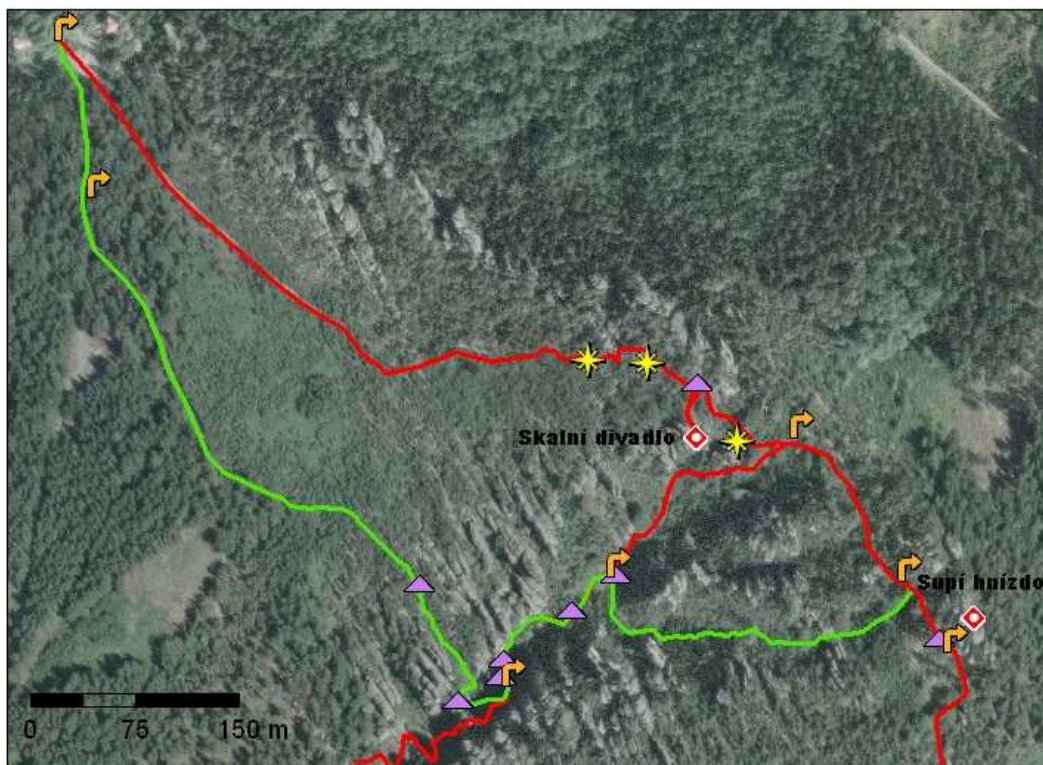
Renáta BERKOVÁ
Univerzita Pardubice 2009
Příloha č. 6

POLOHA VYHLÍDKOVÝCH MÍST A ZAJÍMAVOSTÍ V ZÁJMOVÉM ÚZEMÍ v roce 2009





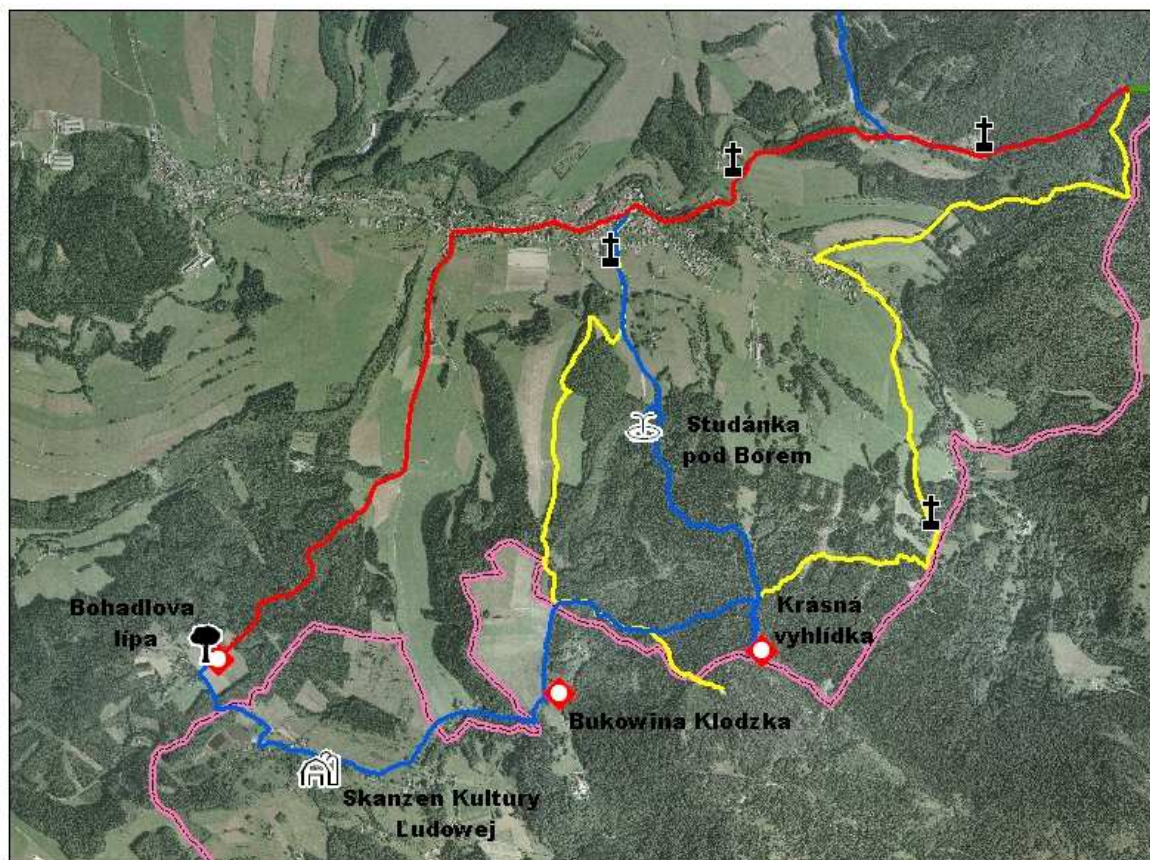
Turistické trasy a vyhlídky z Hvězdy k Supímu hnízdou v roce 2009



-  vyhlídka
-  zajímavost
-  směrový ukazatel
-  turistická infrastruktura
-  zelená turistická trasa
-  červená turistická trasa

Renáta BERKOVÁ
Univerzita Pardubice 2009
Příloha č. 8

ZAJÍMAVOSTI PŘI TURISTICKÝCH TRASÁCH V OKOLÍ MACHOVA v roce 2009

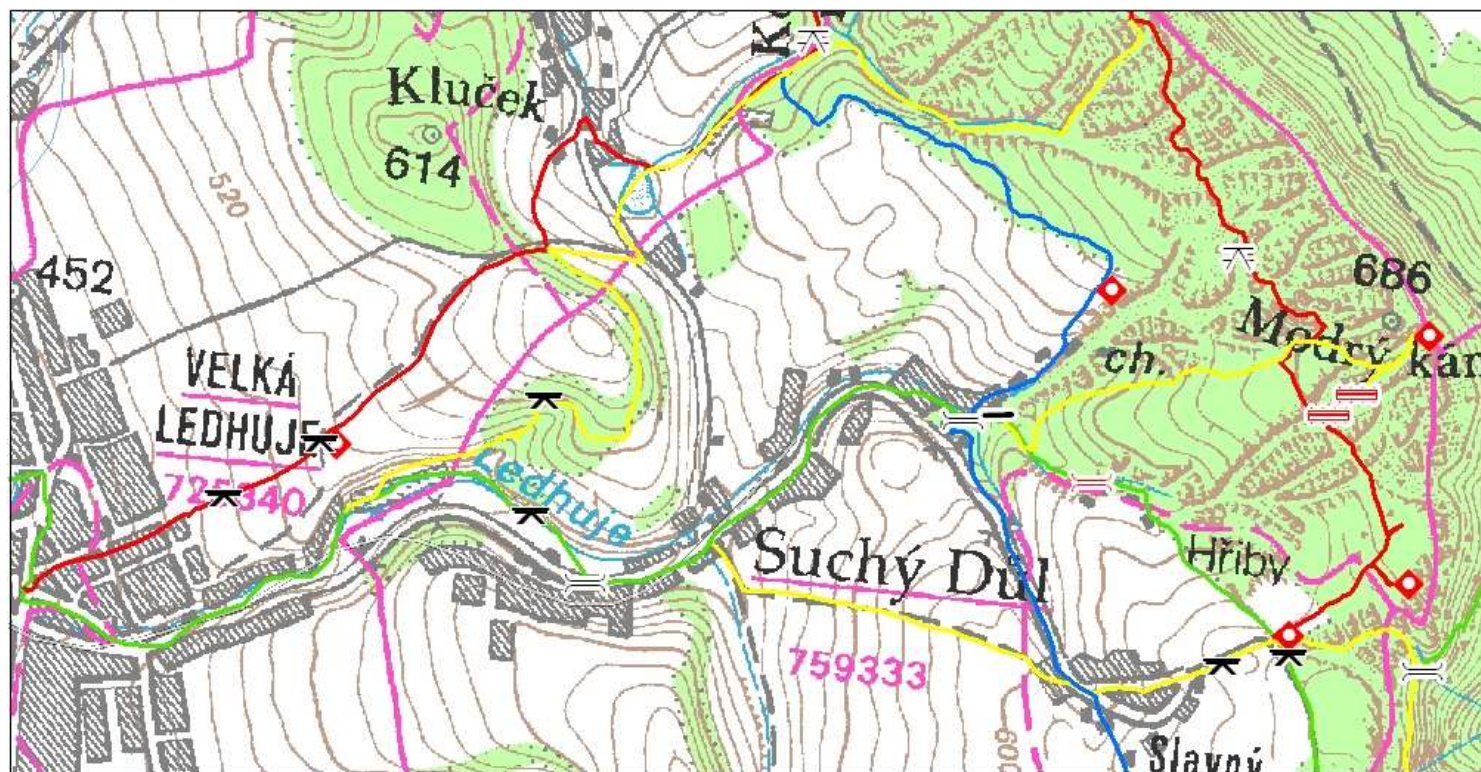


-  vyhlídka
 -  památný strom
 -  sakrální památka
 -  skanzen
 -  studánka
 -  státní hranice
- Značení turistických tras
-  modrá
 -  zelená
 -  červená
 -  žlutá

0 1 000 2 000 m

Renáta BERKOVÁ
Univerzita Pardubice 2009
Příloha č. 9

STAV TURISTICKÉ INFRASTRUKTURY PŘI TRASÁCH VYCHÁZEJÍCÍCH Z POLICE NAD METUJÍ v roce 2009



Turistická infrastruktura

- ⌘ lavice
- ⌘ odpočívadlo
- ⌘ lávka
- ⌘ povalový chodník
- ⌘ závora

Stav turistické infrastruktury

- ⌘ dobrý
- ⌘ špatný
- ⬠ vyhlídka

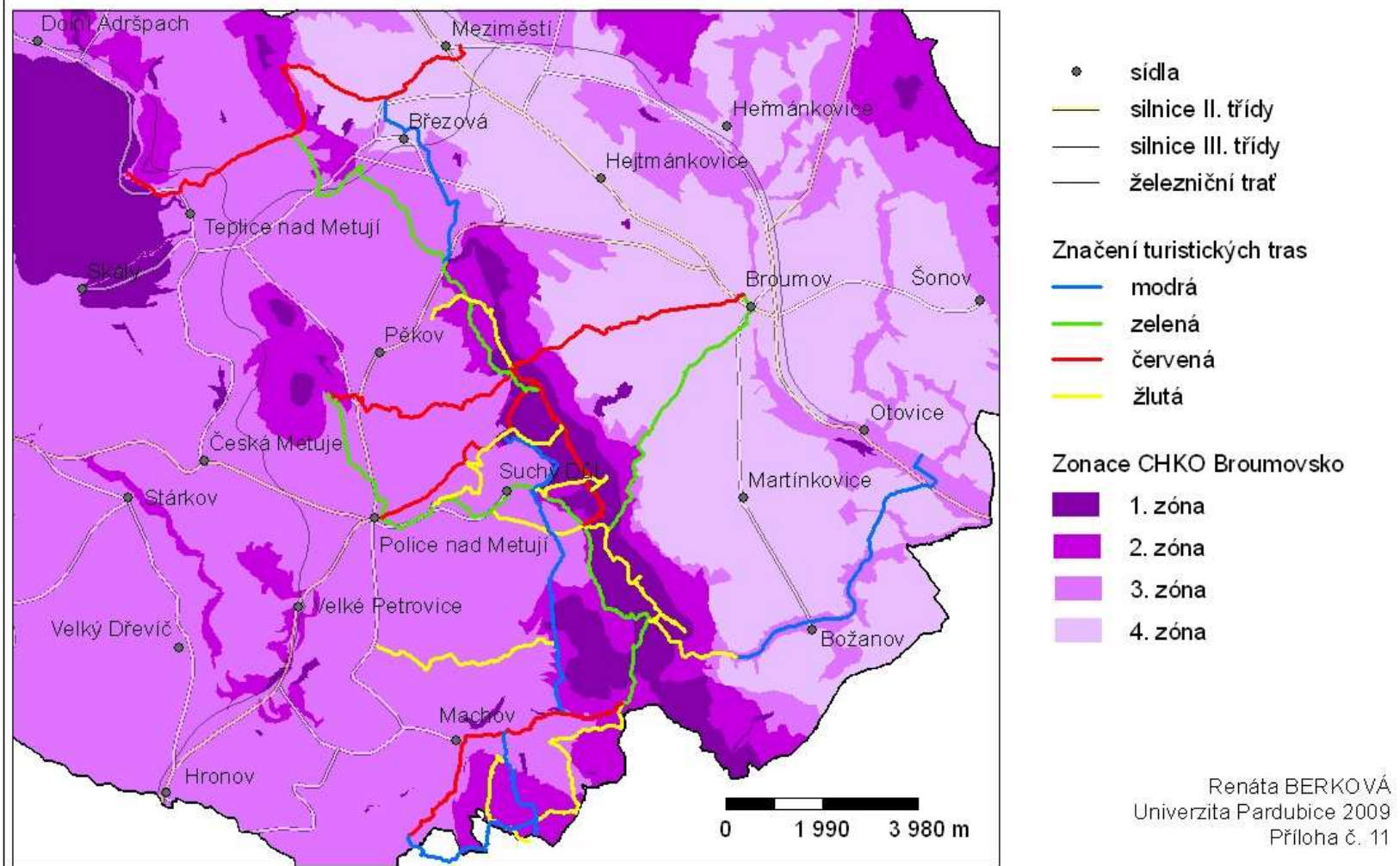
Značení turistických tras

- modrá
- zelená
- červená
- žlutá

0 475 950 m

Renáta BERKOVÁ
Univerzita Pardubice 2009
Podklad: Základní mapa ČR 1: 50 000
Příloha č. 10

POLOHA TURISTICKÝCH TRAS V ZÓNÁCH CHKO BROUMOVSKO v roce 2009



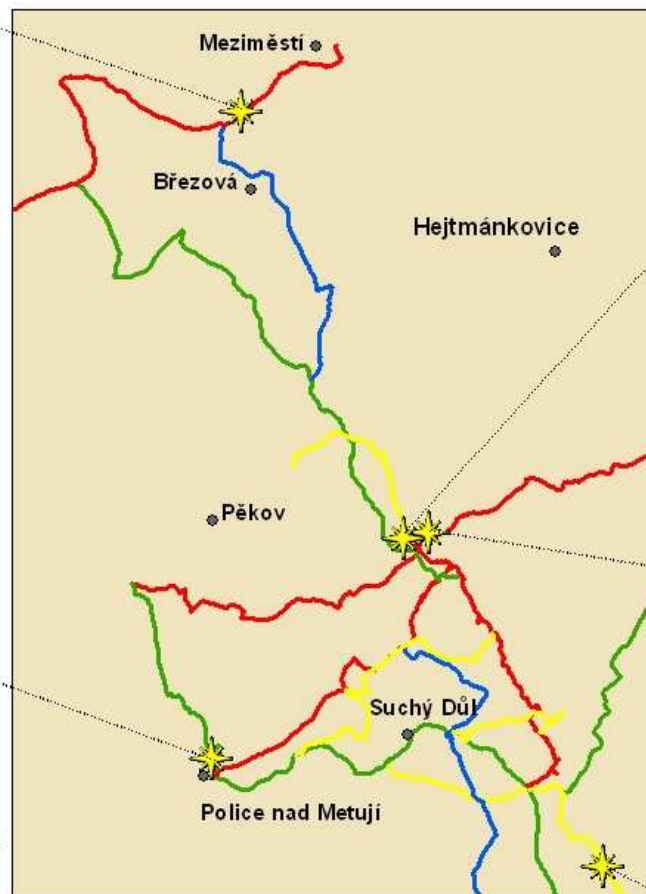
VÝBĚR ZAJÍMAVÝCH MÍST NA BROUMOVSKU v roce 2009



Verněřovická lípa



Kostel Nanebevzetí Panny Marie



0 1 250 2 500 3 750 5 000 m



Chata Hvězda



Kaple Panny Marie Sněžné



Kamenná brána