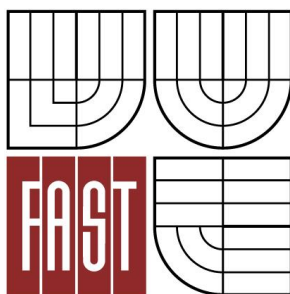




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA
ÚSTAV

FACULTY OF
INSTITUTE OF



STAVEBNÍ
GEODÉZIE

CIVIL ENGINEERING
GEODESY

DOKUMENTACE MTB TRASY MALHOSTOVICE - BRNO

DOCUMENTATION OF MTB TRAILS MALHOSTOVICE – BRNO

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

RICHARD SAMEK

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

BRNO 2015

Ing. JIŘÍ VONDRÁK, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje

V Brně dne 29.5.2015

.....

podpis autora

Richard Samek

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat mému vedoucí bakalářské práce Ing. Jiřímu Vondrákovi, Ph.D. a Ing. Radimu Kratochvílovi, Ph.D. za vedení při psaní této práce, cenné informace a za čas věnovaný konzultacím.

V Brně, dne 29.5.2015

Bibliografická citace VŠKP

Richard Samek *Dokumentace MTB trasy Malhostovice - Brno*. Brno, 2015. 66 s., 5 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.

Abstrakt

Cílem mé bakalářské práce bylo navrhnout a zaměřit několik MTB tras mezi Brnem a Malhostovicemi a jejich průběh porovnat se záznamem v turistických mapách různých měřítek a edicí. Zaměření tras bylo provedeno pomocí turistické GPS. Z měření byly vytvořeny směrové a výškové profily. Následně byly turistické mapy převedeny do digitální podoby a z nich rovněž vytvořeny směrové a výškové profily. Výsledkem práce je porovnání těchto profilů a zhodnocení vhodnosti použitých map pro MTB aktivity.

Klíčová slova

MTB trasa, GPS, UTM, Malhostovice, výškový profil

Abstract

The aim of my bachelor thesis was to design and measure a several of MTB trails between Brno and Malhostovice and to compare their course with draw in tourist maps of different scales and editions. Measurement trails was done by means of tourist GPS. Directional and altitude profiles were created from the measurements. Afterwards, the tourist maps were transformed to digital form. Directional and altitude profiles were also created from the digital form. Result of this thesis is comparison of the profiles and evaluation whether used maps designed for MTB activities are suitable or not.

Keywords

MTB trail, GPS, UTM, Malhostovice, altitude profile

OBSAH

ÚVOD	10
1 MTB	12
1.1 MTB cyklistika	12
1.2 Cyklotrasy	13
1.2.1 Cyklotrasy v Brně a okolí	14
1.3 MTB trasy	16
2 LOKALITA	17
2.1 Brno	18
2.2 Malhostovice	19
3 PŘÍPRAVNÉ PRÁCE	20
3.1 Mapa	20
3.1.1 Rozdělení map	21
3.2 Turistická mapa	22
3.3 Návrh trasy	23
3.4 Mapové podklady	24
4 MĚŘICKÉ PRÁCE	25
4.1 Navigace	25
4.1.1 Družicové systémy - GNSS	25
4.1.2 GPS	26
4.1.3 Princip určování polohy	27
4.1.4 Přesnost GPS	28
4.1.5 Souřadnicové systémy	29
4.2 Použitý přijímač	30
4.2.1 Technické údaje	31

4.3	Postup měření trasy.....	32
4.4	Měření identických bodů	32
5	KANCELÁŘSKÉ PRÁCE	33
5.1	Zpracování měřených dat.....	33
5.1.1	Ověření přesosti přístroje	35
5.2	Zpracování mapových podkladů	36
5.2.1	Transformace.....	37
5.3	Směrové profily	41
5.4	Výškové profily	42
5.5	Přesnost použitých map	44
5.6	Trasy	46
5.6.1	Městská spojka	46
5.6.2	MTB trasa 1.....	47
5.6.3	MTB trasa 2.....	51
6	ZÁVĚR.....	59
7	SEZNAM LITERATURY.....	60
7.1	Zdroj použitých obrázků	61
8	SEZNAM OBRÁZKŮ	63
9	SEZNAM ZKRATEK.....	65
10	SEZNAM PŘÍLOH.....	66

ÚVOD

V současné době cyklistika patří mezi nejvíce rozšířené sportovní odvětví. Bez nadsázky lze tvrdit, že se jedná o masový sport. Na jízdním kole se učí jezdit děti již od útlého věku a na druhé straně využívají bicykl i nejstarší senioři. Spolu s pěší turistikou a různými běžeckými disciplínami (jogging, cross apod.) cyklistika nevyžaduje speciální podmínky a dá se provozovat téměř všude.

Masovost této disciplíny jistě souvisí s využitím kola jako dopravního prostředku. Jízdní kolo je unikátní dopravní prostředek vhodný na kratší vzdálenosti, který je dostupný takřka každému. Jeho velkou výhodou je ekologická šetrnost a skladnost. V dnešní době, kdy dochází k velkému nárůstu počtu automobilů - zvláště ve větších aglomeracích se stává doprava a zejména parkování velkým problémem. Jízdní kolo se tak stává výhodnou alternativou individuální i hromadné dopravy.

Cyklistika se jako každé jiné odvětví během svého vývoje specializovala. Z pohledu sportovního se dá rozdělit na silniční, terénní a halovou cyklistiku. Největší rozmach v posledních 20 letech doznala terénní cyklistika a to příchodem horského kola. Horské kolo – mountain bike (MTB) je obrovský fenomén, který posunul aktivní využití jízdního kola mimo silnice a zpevněné cesty. MTB nese prvky terénního stroje a umožňuje jízdu i v dost náročném terénu.

MTB spojuje hned dva prvky. Jedním prvkem je klasická cykloturistika, kdy kolo slouží jako dopravní prostředek pro pohyb v přírodě a návštěvy různých cílů. Druhým aspektem je vlastní jízda. Při jízdě jste v přímém kontaktu se všemi nerovnostmi a překážkami cesty na něž musíte včas reagovat. Nezřídka vás překvapí kořeny, kameny, příkré výjezdy a náročné sjezdy. To je ještě okořeněno vodou, od brodů po louže a bláto, v zimě sníh a led. Nejvíce to připomíná motokros nebo enduro, ale bez hluku a kouře.

Je nezapomenutelným zážitkem projíždět údolím Bílého potoka, který všechny jmenované nástrahy spojuje. Letní ráno vlakem z Brněnského hlavního nádraží do stanice Vlkov u Tišnova a pak ještě za rosy pěšinou kolem potoka. Brodů přes potok je tam asi čtrnáct a bahna si biker také užije. Na Šmelcovnu pak dojedete mokří, špinaví a popálení od kopřiv, ale s nepopsatelným zážitkem z cesty. Protože tohle všechno mám opravdu rád, nebylo složité vybrat si téma bakalářské práce.

Cílem bakalářské práce je navrhnout a zmapovat několik MTB tras mezi Brnem a Malhostovicemi za použití turistické GPS. Určit přesnost metody měření a naměřené údaje porovnat se zákresem tras v turistických mapách různých vydavatelů.

V úvodu bakalářské práce je stručně popsán vznik a vývoj MTB, cyklotrasy v dané oblasti a charakter MTB tras. Následuje charakteristika lokality v níž jsou MTB trasy vedeny. Další část popisuje přípravné práce jako je výběr vhodných map a návrh trasy. Potom následuje popis vlastního měření se stručnou charakteristikou GPS technologie a použité aparatury. Ke konci práce je rozebráno zpracování měřených dat, úprava mapových podkladů, vyhodnocení přesnosti měření a popis jednotlivých tras. Závěr práce je věnován zhodnocení přesnosti jednotlivých map.

1 MTB

1.1 MTB cyklistika

Historie jízdního kola začíná ve Francii v roce 1791, kdy se objevil nový dopravní prostředek sestávající z dřevěné lavice a dvou loukoťových kol. Dostal název celeriféra. Byl poměrně těžký, do pohybu ho jezdec uváděl střídavě odrážením nohama, a protože neměl řídicí mechanismus, dalo se s ním jezdit jen rovně.

Významným počinem bylo v roce 1818 doplnění stroje říditelným předním kolem a řídítky. Autorem vynálezu byl baron Karl Drais a po něm byl i pojmenován - draisina. Byl velmi těžký (až 40 kg) a špatně ovladatelný. V roce 1861 zámečník Pierre Michaux draisinu doplnil pedály na předním kole a po několika dalších úpravách světlo světa spatřil velociped. Velociped byl už celoželezný a později byl vybaven ráfkovou brzdou. Ke známým osobnostem vlastnícím velociped patřili Alexandre Dumas či Charles Dickens. Protože pedály byly umístěné na předním kole napevno, rychlost se dala zvyšovat jen větším průměrem předního kola. To vedlo v roce 1870 ke vzniku vysokého kola. Vysoké kolo mělo zásadní nevýhodu v poloze těžiště a nebezpečí pádu z kola. V roce 1879 byl vynalezen řetězový převod pohánějící zadní kolo a od té doby jízdní kola

vyhlízejí víceméně stejně až do dnes. [1]

Vzhledem ke konstrukci jízdních kol se dalo k jízdě využívat téměř výhradně zpevněných komunikací. Mimo komunikace tak kolo bylo převážně vedeno, neboť jízda byla obtížná až nebezpečná.

Touha pohybovat se na kole volným terénem byla naplněna až v 80.letech. Tehdy Gary Fisher a Joe Breeze stál u zrodu závodů "repack", které byly počátkem dnešního MTB. Jezdilo se na starých robustních kolech Schwin Cruiser, které se v průběhu závodů upravovaly a vylepšovaly. Kola dostaly přehazovačku, řazení na řídítkách a silnější pneumatiky. Velkým popularizátorem tohoto sportu se stal Charlie Kelly, mnoho technických řešení navrhl Tom Ritchie. Prvním sériově vyráběným horským kolem byl Stumpjumper firmy Specialized. Pro tato kola se vžila zkratka MTB – Mountain Bike. V následujících letech se technický vývoj v oblasti MTB

rozběhl naplno a kola dostala přední i zadní odpružení, kotoučové brzdy, karbonové rámy a další vylepšení.

Tím, že se cyklistika posunula ze silnic do přírody, tak se stala zajímavou pro velké množství lidí, kteří silniční cyklistiku příliš nemusí a patří dnes k nejrozšířenějším sportovním aktivitám. [2]

1.2 Cyklotrasy

Cyklotrasa je trasa pro cyklisty, která je označená dopravním nebo turistickým značením a měla by spojovat místa, které jsou spojená komunikací vhodnou pro jízdu na silničním jízdním kole. Cyklistická trasa může být vedena po stezce pro cyklisty, po vozovce nebo vyhrazeném jízdním pruhu. Trasy u kterých převažuje turistický význam se užívá název cykloturistická trasa. [3]

Všechny trasy jsou značené podobným způsobem. Základem značení je podkladní žlutá barva. Cyklotrasy jsou značeny směrovými cedulemi se symbolem kola, číslem trasy a kilometrové vzdálenost k cíli. Jsou umístěny na samostatných sloupcích, lampách nebo společně na dopravních značkách.



Obr. 1-1 Značení cyklotrasy – návěst před křižovatkou, směrová tabulka; zdroj [a]

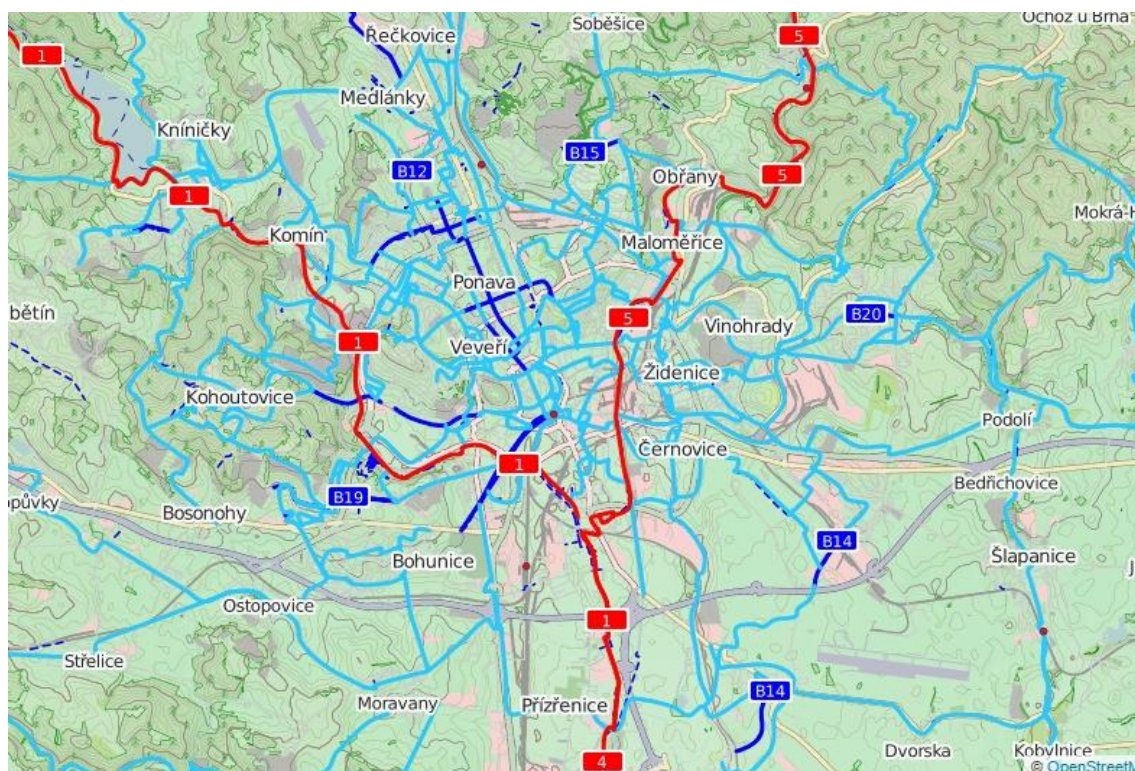
Cykloturistické trasy vedou většinou přírodním terénem, po nezpevněných cestách a jsou proto značeny obdobně jako turistické stezky pásovými značkami s tím rozdílem, že mají žlutý podklad. Toto značení je doplněno směrovkami [4].



Obr. 1-2 Značení cykloturistické trasy – pásové značení, směrovka; zdroj [b]

1.2.1 Cyklotrasy v Brně a okolí

V Brně bylo započato s výstavbou cyklotras v roce 1992. Jako první byl vybudován úsek Komín - Bystrc přístaviště. Aby budování cyklotras neprobíhalo chaoticky, byla zpracována studie cyklotras na území celého Brna. v roce 1994 byla schválena jako směrná část územního plánu města Brna. V roce 2006 byla zpracována nová studie která zmapovala stávající stav cyklostezek a možnosti nových cyklotras.



Obr. 1-3 Cyklotrasy Brno a okolí; zdroj [c]

Cyklistické trasy jsou rozděleny do čtyř tříd, třídě odpovídá počet cifer v číselném označení trasy.

- I. třída (mezinárodní dálkové) – trasy mezinárodní úrovně propojující velká města v Evropě
- II. třídy (dálkové) – trasy nadregionálního významu
- III. třída (regionální) – propojení regionálních cílů
- IV. třída (místní) – lokální propojení

Mezinárodní cyklotrasy

Brnem prochází dvě značené trasy mezinárodní významu. Trasa č.1 je významnou mezinárodní trasou, která součástí systému Eurovelo č.4. Navazuje na cyklostezku Brno - Vídeň a prochází Brnem souběžně s řekou Svatkou až k Brněnské přehradě. Trasa č.5 je součástí systému Eurovelo č.9 a mezinárodního tahu Krakov – Vídeň. Prochází průmyslovou oblastí města podél řeky Svitavy.

Regionální cyklotrasy

K regionálním cyklotrasám lze zařadit trasy propojující město s významnými rekreačními oblastmi. Jedná se zejména o oblasti Moravského krasu, Slavkovského bojiště, Ždánického lesa nebo Bobravy.

Místní trasy

Místní trasy tvoří síť základních městských cyklotras podél řek Svatky a Svitavy doplněná o systém doplňkových tras které zajišťují rovnoměrné pokrytí města [5].

Nutno dodat, že je v Brně poměrně dost míst, které jsou po dopravní stránce nedořešená a pro cyklisty nebezpečná. Jako příklad bych uvedl přejezd přes ulici Hladíkova podél Svitavy.

1.3 MTB trasy

Zvláštní skupinu cyklotras tvoří MTB trasy. Jsou určeny pro ty cyklisty, kteří vyznávají jízdu ve volné přírodě a dávají přednost nezpevněným cestám před asfaltovou silnicí. Dá se říct, že správná MTB trasa se asfaltu přímo vyhýbá. Volným terénem se pochopitelně dost dobře jezdit nedá, tak se tyto trasy vážou na polní a lesní cesty, pěšiny a velmi často sledují turistické stezky pro pěší turisty. Protože tyto stezky vedou často dost náročným terénem, je nezbytná dobrá fyzická kondice a zejména zkušenost. Přecenění vlastních sil a odhadu pak vede k vážným úrazům. Stejně tak jako u jiných cyklistických aktivit je vhodné používat ochrannou přilbu, tak v případě MTB je to naprostá nezbytnost.

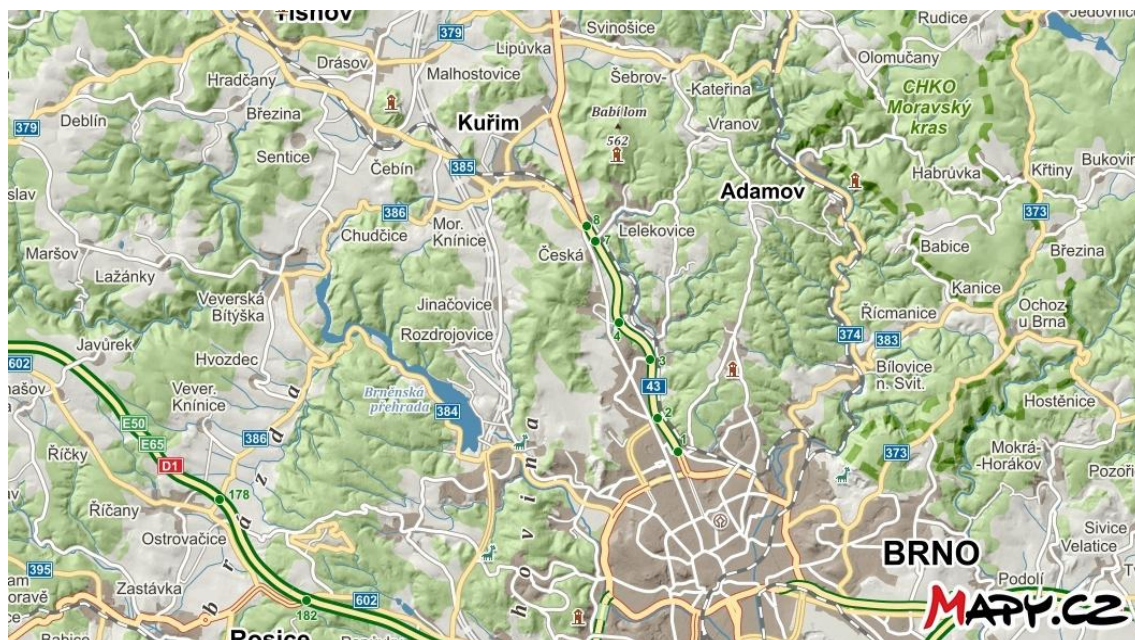
MTB trasy nejsou oficiálně vedeny v žádných mapách, existují však servery, kde příznivci tohoto sportu svoje trasy ukládají a doplňují. Jedním z nich je například <http://mtbmap.cz/>. Jelikož MTB trasy nejsou v terénu samostatně nijak značené, pro orientaci využíváme existující značení, zejména pásové značky KČT.

Samostatnou kapitolou jsou singltreky. Jsou to uměle vybudované stezky převážně v lesních porostech sloužící výhradně pro MTB ježdění. Jak již z názvu vyplývá jsou jednosměrné, takže jezdec si může maximálně užít jízdu terénem. Často jsou doplněny různými lávkami a překážkami. Mezi nejznámější patří singltrek v Rychlebských horách, v Novém městě pod Smrkem a nedávno jeden přibyl ve Vysočina aréně v Novém městě na Moravě.

2 LOKALITA

Realizovaná MTB trasa se nachází v Jihomoravském kraji, Brněnském Regionu. Trasa vychází z Brna, vede severně do Malhostovic a západně až Domašovu.

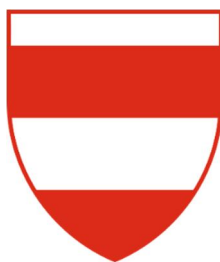
Brno se rozprostírá na rozmezí Hercynského a Alpsko - Himalajského systému. Území od jihozápadu po severovýchod tvoří oblouk nazývaný se souhrnně Brněnská vrchovina. Na severu je dělena Řečkovicko – Kuřimským prolomem na dvě oblasti. Na západě Bobravská vrchovina a z východu Dražanská vrchovina jejíž součástí je známý Moravský kras. Středovou část Brna vyplňují sníženiny nazývané Brněnská kotlina. Z jihu a jihovýchodu do města zasahuje dyjskosvratecký úval, který náleží k Alpsko – Himalajskému systému. Územím protéká řeka Svratka, která na severozápadně od Brna zásobuje vodou Brněnskou přehradu. Území leží v nadmořské výšce od 200 m na jihu po 500 m na západě a severu [6].



Obr. 2-1 Lokalita; zdroj [d]

2.1 Brno

Brno je centrem jižní Moravy a krajským městem Jihomoravského kraje. Město se rozkládá na ploše 230,22 km² nad soutokem řeky Svatavy a Svitavy. Ve městě žije téměř 400 000 obyvatel a hned po Praze je druhým největším městem České republiky. Brno je významným dopravním uzlem jak železničním, tak silničním. Město je centrem vědy, vzdělání a kultury. Ve městě působí řada vysokých škol k nejvýznamnějším patří Vysoké učení technické nebo Masarykova univerzita. Brno je centrem soudní moci – sídlí zde Ústavní soud a Nejvyšší soud. Dominanty města tvoří hrad Špilberk a katedrála svatého Petra a Pavla na vršku Petrov, která bývá zobrazována jako symbol Brna. Z historických památek je rovněž třeba zmínit hrad Veveří, který se vypíná nad řekou Svatavou, dnes nad Brněnskou přehradou. Další významnou památkou na území města je funkcionalistická vila Tugendhat, která je zapsána na seznamu UNESCO [7].



Obr. 2-2 Znak města Brna; zdroj [e]



Obr. 2-3 Katedrála sv. Petra a Pavla; zdroj [f]

2.2 Malhostovice

Obec Malhostovice se nachází v Jihomoravském kraji v okrese Brno – venkov, mezi Kuřimí a Tišnovem. Součástí obce je také sousední vesnice Nuzířov. Z geografického hlediska leží Malhostovice na rozhraní Českomoravské vysočiny a Moravského krasu. Obcí protéká říčka Lubě.

V obci žije téměř 1000 obyvatel. První písemná zmínka o obci pochází z roku 1320. Hlavní dominantou obce je kostel sv. Vavřince pocházející z 13. století. Jižně od obce se nalézá vápencový kopeček – Malhostovická pecka, který je chráněnou přírodní památkou [8].



Obr. 2-4 Znak obce Malhostovice; zdroj [g]



Obr. 2-5 Malhostovická pecka

3 PŘÍPRAVNÉ PRÁCE

Tato část je věnována definování pojmu mapa, základnímu rozdělení map a problematice použitých map pro zpracování zaměřených tras.

3.1 Mapa

Termín „mapa“ je pravděpodobně punského původu nebo byl převzat z fénického jazyka a znamenal šátek, roušku, plátěnou pokreslenou tkaninu. Přes latinu pak přešel do ostatních evropských jazyků. Jako kartografické znázornění se datuje k 9. století, kdy je z kláštera St. Gallen zmíněna mappa mundi (mapa světa). V Českých zemích pak zdomácněl pojem mapa od 16. století.

Jednotná definice mapy v podstatě neexistuje. Je to dáno zejména místními zvyklostmi a obdobím vzniku.

Podle mezinárodní kartografické asociace (ICA) je mapa „symbolický (znakový) obraz geografické reality zobrazující vybrané jevy a charakteristiky, je výsledkem tvořivého úsilí autora, který provedl výběr; je určená k takovému užívání, při němž mají prostorové vztahy primární důležitost“ [9].

Česká národní definice: „Mapa je zmenšený generalizovaný konvenční obraz Země, nebeských těles, kosmu, či jejich částí, převedený do roviny pomocí matematicky definovaných vztahů (kartografickým zobrazením), ukazující podle zvolených hledisek polohu, stav a vztahy přírodních, socioekonomických a technických objektů a jevů“ [10].

3.1.1 Rozdělení map

Mapy lze posuzovat podle nejrůznějších kritérií. Z kartografického hlediska je možné mapy rozdělit například podle těchto faktorů:

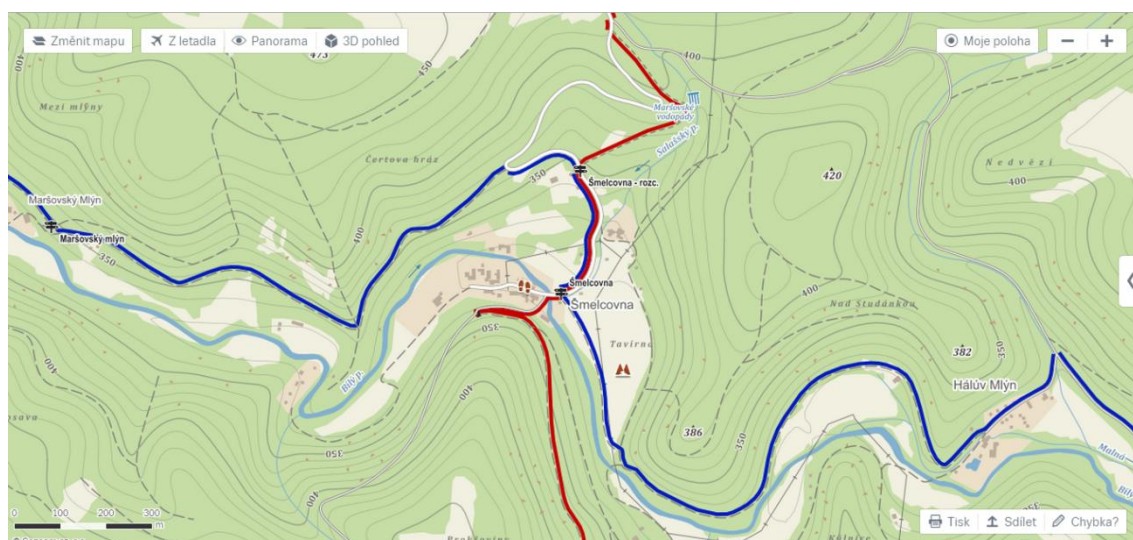
- Podle způsobu vzniku
 - o mapy původní - originální, vznikají mapováním v terénu
 - o mapy odvozené - vznikají z původních map většinou zmenšením měřítka
 - o mapy částečně odvozené – např. doplněním výškopisu do polohopisné mapy
- Podle měřítka
 - o mapy velkých měřítek do 1:5000
 - o mapy středních měřítek 1:10 000 – 1:200 000
 - o mapy malých měřítek nad 1:200 000
- Podle kartografických vlastností
 - o konformní – zachovávají úhlové poměry
 - o ekvidistantní – zachovávají délky definované měřítkem mapy
 - o ekvivalentní - zachovávají výměry definované měřítkem mapy
 - o vyrovnávací – zkreslují úhly, délky i plochy
- Podle obsahu
 - o mapy s polohopisným obsahem
 - o mapy s výškopisným obsahem
 - o mapy s polohopisným a výškopisným obsahem
- Podle účelu a funkce – mapy jsou vytvářeny pro konkrétní skupinu uživatelů, proto mají specifický obsah – např.
 - o turistické mapy
 - o automapy
 - o vojenské mapy
- Podle formy vydání
 - o Analogové – papírové
 - o Digitální

Možností rozdělení mapových děl je mnohem víc, zde jmenované jsou jen výběrem [9].

3.2 Turistická mapa

Turistická mapa je druh mapy, která je cílena na konkrétní skupinu uživatelů - na turisty. Jedná se o tematickou mapu převážně středního měřítka, obsahující polohopisnou, výškopisou složku a popis. Měřítko těchto map je zpravidla od 1:10 000 do 1:50 000, cykloturistické mapy mívají měřítko menší 1:50 000 – 1:100 000, podkladem těchto map bývají topografické mapy. Turistická mapa je určena pro pěší turisty, je proto velmi podrobná. Vedle všeobecného obsahu je mapa doplněna o prvky tematického charakteru jako jsou značené turistické trasy a cyklotrasy, turisticky významná místa - rozhledny, muzea, ubytovny, restaurační zařízení, historické památky a pod. Výškopis v mapě je vyjádřen vrstevnicemi, výškovými kótami význačných bodů. Mapa je pro lepší orientaci doplněna kilometrovou sítí a po obvodu mapového rámu souřadnicemi v systému WGS84 nebo UTM. Součástí mapy je obsáhlý mapový klíč. Na rubové straně bývají některé mapy doplněny o popisné informace turisticky významných míst (mapy KČT 1:50 000). V současnosti je významným prvkem používání map v digitální podobě ať v navigačních přístrojích nebo mobilních telefonech.

Česká a Slovenská republika se může pyšnit nejhustší a nejlépe značenou sítí turistických tras. Turistické mapy jsou v ČR vydávány od 30. let minulého století [11].



Obr. 3-1 Digitální turistická mapa; zdroj [h]

3.3 Návrh trasy

V zadání bakalářské práce je požadováno navrhnout několik tras vhodných pro sportovní jízdu MTB charakteru v celkové délce cca 80 km. Pro návrh tras byl využit mapový server mapy.cz, který je volně dostupný. Pod kartou „body a měření“ se nachází užitečný nástroj, kterým jde trasu po bodech naplánovat, editovat a následně uložit do souboru gpx. Trasa je zobrazena v mapě včetně vzdálenosti a výškového profilu. Po důkladném prostudování lokality bylo navrženo několik možných tras, které by nejlépe odpovídaly charakteru MTB trasy.

Při volbě trasy bylo přihlíženo k několika zásadám.

- o dodržení předepsané vzdálenosti
- o pro následné porovnání s mapou je trasa vedená po komunikacích vyznačených v mapě
- o vedení trasy v maximální míře mimo zpevněné komunikace
- o střídání náročných pasáží s lehčími
- o průběh trasy zajímavým územím

Výsledkem plánování jsou dvě MTB trasy a jedna tzv. městská spojka.

Městská spojka je navržena jako bezpečné a rychlé spojení mezi centrem Brna a začátkem MTB tras. Začíná na parkovišti před Stavební fakultou na ul. Veverčí, prochází městskou částí Žabovřesky a končí v Králově Poli na ul. Kolejní na parkovišti studentskými kolejemi.

První MTB trasa je kratší a vede po hřebeni přes přírodní park Baba přes Kuřim na Zlobici a do Malhostovic.

Druhá trasa je delší a vede kolem letiště v Medlánkách do Kníniček, kolem přehrady, hradu Veverčí, přes Hvozdec, Javůrek, Veverskou Bitýšku, Sentice, Čebín do Malhostovic.

3.4 Mapové podklady

Pro porovnání zaměřených MTB tras byly zvoleny čtyři mapy. Protože MTB trasy sledují převážně pásové značení, vedou po lesních a polních cestách a pěšinách, dostali před cyklomapami přednost turistické mapy větších měřítek.

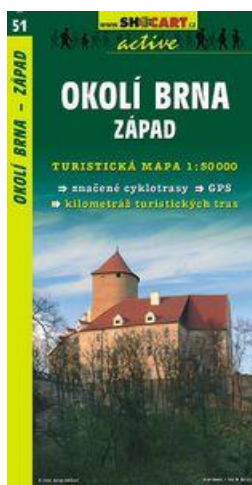
První použitou mapou je turistická mapa vydavatelství KČT v měřítku 1:50 000 č. 85 „OKOLÍ BRNA Svratecko“

Druhou mapou je turistická mapa vydavatelství SHOCART v měřítku 1:50 000 č. 51 „OKOLÍ BRNA ZÁPAD“

Třetí mapou je turistická mapa vydavatelství Geodézie On Line v měřítku 1:25 000 č. 85 „OKOLÍ BRNA – TIŠNOVSKO“

Poslední mapou je pak cyklistická mapa vydavatelství SHOCART v měřítkách 1:18 000 a 1:40 000 „BRNO CYKLISTICKÉ“. Ta je určena pro porovnání trasy městské spojky.

Protože se na mapy vztahuje autorský zákon, bylo třeba si vyžádat svolení k použití těchto map k bakalářské práci u jednotlivých vydavatelství.



Obr. 3-2 Turistická mapa SHOCART č. 51; zdroj [i]

4 MĚŘICKÉ PRÁCE

Tato kapitola je věnována použité technologii měření trasy, obecně metodě GNSS, konkrétně použitému přístroji a postupu měření.

4.1 Navigace

Potřeba určení polohy souvisí s tím, jak se začal člověk stěhovat z místa na místo. Později začal zjišťovat, že ke stejnému cíli se lze dostat více cestami. Tu kratší, tu bezpečnější, tu rychlejší. Na souši to většinou problém nebyl, byl zde dostatek orientačních bodů. Na moři však byla situace jiná. Tam byl orientačních bodů nedostatek a cestovatel se musel spolehnout na kompas a hvězdy. V době nedávno minulé se začalo využívat rádiových vln nejprve z pozemních vysílačů, později z družic obíhajících okolo Země. Postupně vznikly družicové navigační systémy jak je známe dnes.

4.1.1 Družicové systémy - GNSS

O využití družic pro potřeby navigace se začalo uvažovat koncem 50. let minulého století, bezprostředně po vypuštění Sputniku 1. Při zpracování vysílaných rádiových signálů z této družice bylo možné na základě Dopplerova jevu určit parametry její oběžné dráhy a zpětně pak i polohu pozorovatele.

V roce 1964 byl uveden v provoz globální navigační systém amerického námořnictva TRANSIT pracující na principu dopplerovských měření. Systém fungoval tak, že na každém místě na Zemi byla viditelná alespoň jedna družice každých 35 až 120 minut po dobu max. 18 minut. Toto omezení a dvourozměrné souřadnice vylučovalo použití v letecké dopravě, ale při relativně pomalé plavbě lodí bylo dostačující. V bývalém Sovětském svazu vývoj probíhal obdobně.

V sedmdesátých letech začali USA i SSSR pracovat na družicových navigačních systémech nové generace, které by pracovali s 3D souřadnicemi a byly využitelné i pro letectvo. V USA byl zahájen projekt GPS (Global Positioning System v SSSR pak obdobný systém GLONASS (Globalnaja Navigacionnaja Sputnikovaja Sistéma).

V současné době je realizována evropská podoba družicového navigačního systému GALILEO.

4.1.2 GPS

GPS nebo-li NAVSTAR se datuje od roku 1973 a jedná se v první řadě o vojenský projekt. Teprve později byl uvolňován i pro civilní využití. Systém je navržen tak, by umožnil všem uživatelům přesné určení trojrozměrné polohy, rychlosti a času 24 hodin denně, bez omezení a kdekoliv na Zemi. Systém je tvořen třemi základními segmenty.

Kosmický segment je tvořen 24 družicemi (21 navigačních a 3 záložní), které obíhají po čtyřech na šesti drahách ve výšce 20 200 km. Tyto dráhy jsou vzhledem k Zemi neměnné a svírají s rovníkem úhel okolo 55 stupňů. Doba oběhu je 11 h 58 min. Toto uspořádání zajišťuje, že na kterémkoli místě na Zemi jsou stále k dispozici signály ze čtyř družic. Družice vysílají dálkoměrné signály a navigační zprávu, která obsahuje údaje o čase, parametry oběžné dráhy (efemeridy), údaje o oběžných drahách ostatních družic (almanach), údaje o ionosféře a další.



Obr. 4-1 Družice GPS na oběžné dráze plánovaného bloku IIF (obrázek NASA); zdroj [j]

Řídící segment je zodpovědný za řízení celého systému. Jeho hlavním úkolem je aktualizovat údaje navigačních zpráv vysílaných družicemi. Je tvořen pěti pozemními monitorovacími stanicemi umístěnými na vojenských základnách. Monitorovací stanice

měří signály vysílané družicemi a ty následně přenáší do Hlavního řídicího centra. Zde se vypočítávají přesné údaje oběžných drah a korigují se hodiny pro jednotlivé družice.



Obr. 4-2 Rozmístění pěti řídicích pozemních stanic; zdroj [k]

Uživatelským segmentem jsou vlastní navigační přístroje, které tvoří přijímací anténa, počítač pro zpracování přijímaných dat a výstupní zařízení. Můžou to být navigační zařízení pro leteckou a námořní dopravu, kompaktní zařízení v podobě turistických a automobilových navigací nebo integrovaná do mobilních telefonů.

4.1.3 Princip určování polohy

Družicové polohové systémy jsou budované jako pasivní dálkoměrné systémy. V praxi to znamená, že přijímač určuje svoji vzdálenost k několika družicím a poloha je následně vypočtena protínáním. Určování vzdálenosti probíhá na základě kódových, fázových nebo dopplerovských měření. Pro určování polohy se používají jen fázová a kódová měření, dopplerovská měření se využívají hlavně k určování rychlosti.

Kódová měření využívají pro určení vzdálenosti dálkoměrné kódy vysílané jednotlivými družicemi. Dálkoměrné kódy jsou přesné časové značky, umožňující zjistit přijímači kdy byla daná část signálu odvysílána. Přijímač identifikuje dálkoměrný kód příslušné družice, zjistí čas odeslání a přijetí části kódu a z časového rozdílu a rychlosti šíření rádiových vln vypočítá vzdálenost. Protože hodiny přijímače nejsou přesně zesynchronizovány s hodinami družice, jsou tudíž zatíženy chybou, určíme jen **zdánlivou vzdálenost**. Frekvence dálkoměrných signálů se pohybuje v jednotkách MHz pro standartní přesnost a desítkách MHz pro vysokou přesnost. Délka vlny je

pak 300 resp. 30 m. Z toho se odvíjí i přesnost měření, která je v prvním případě 3 – 6 m a ve druhém případě 0,3 – 0,6 m. Vysoká přesnost je prakticky pro veřejnost nedostupná.

Fázová měření zpracovávají vlastní nosné vlny. Zjednodušeně se dá říct, že přijímač spočítá počet celých vlnových délek mezi přijímačem a družicí, který se určuje dost obtížně a desetinnou část vlny, kterou lze určit naopak velmi přesně. Fázová měření proto vykazují jistou nejednoznačnost (ambiguitu) v určení počtu celých vln na počátku měření.

Pro určování celočíselné nejednoznačnosti byla vypracována celá řada postupů, umožňujících její stanovení buďto při následném zpracování, nebo i přímo v reálném čase. Jakmile přijímač počáteční hodnotu celočíselné nejednoznačnosti určí, je již schopen průběžně sledovat změny fázového posunu a počtu celých vln a tím i svojí polohu, resp. její změny. Jelikož vlnové délky nosných vln jsou desítky centimetrů (19 a 86 cm) a přesnost měření je odvozena od délky vlny je potom přesnost měření až v řádu mm. Pro výpočet polohy je třeba min. čtyř družic, které jsou nad obzorem výš než 5 - 10° (elevační maska).

4.1.4 Přesnost GPS

Do roku 2000 byla z důvodu národní bezpečnosti USA záměrně do signálu GPS zaváděna promělivá chyba, což mělo za následek snížení přesnosti na 100 m. Toto opatření se nazývalo selektivní dostupnost. Zrušení tohoto opatření znamenalo pro běžné uživatele až pětinasobné zvýšení přesnosti.

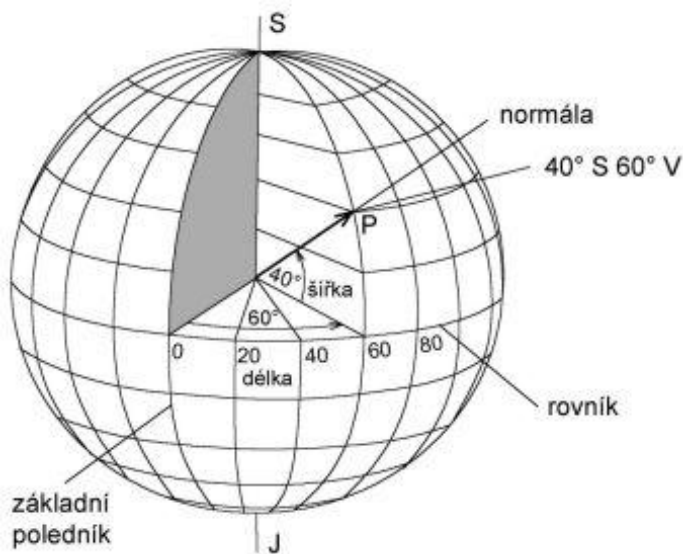
Přesnost měření se v první řadě odvíjí od použité technologie měření. Turistické a automobilní navigační přístroje pracují výhradně s kódovým měřením. To má přesnost 3 - 6 m, přesnost určení výšek je dvojnásobná.

Přístroje s požadovanou přesností v řádu cm a mm pracují s fázovými měřeními a využívají diferencovaná měření. To předpokládá existenci referenčních stanic se známými souřadnicemi. Referenční stanice vypočítá odchylky měření v systému GPS od svojí skutečné polohy a předá je přijímači prostřednictvím internetu. Na přesnost měření pak mají vliv zejména ionosféra, konfigurace viditelných družic a vlastnosti okolí. Ty mají vliv na vícecestné šíření signálu (multipath) .

4.1.5 Souřadnicové systémy

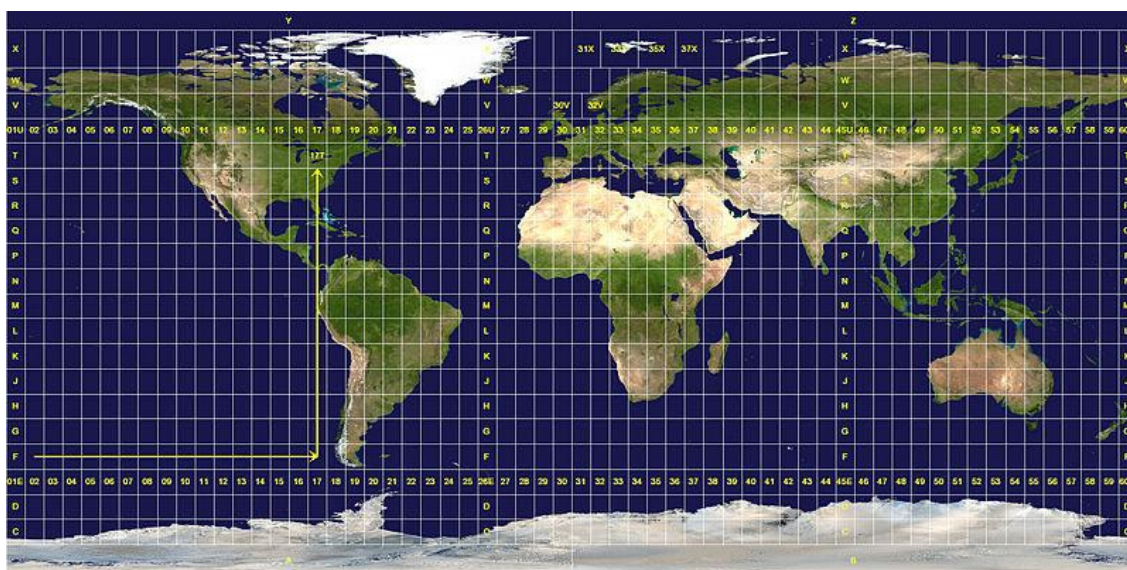
Pokud chceme pomocí GPS určovat polohu, musíme si nejdříve definovat souřadnicový systém, ve kterém se budeme pohybovat a k němuž budou vztaženy veškeré výpočty. GPS přijímač pracuje s geocentrickým souřadnicovým systémem WGS 84 (World Geodetic System – 1984). Současné přijímače GPS umí polohu zobrazit i v jiných souřadnicových systémech užívaných v jiných státech, nicméně zobrazení v souřadnicových systémech používaných v ČR (S-JTSK, S-42) chybí [12]. Turistické mapy jsou však dnes doplněny souřadnicovou sítí v systému WGS 84 a to zeměpisnými souřadnicemi nebo sítí souřadnic UTM (Universal Transverse Mercator).

Geografické (zeměpisné) souřadnice představují určení polohy bodu na ploše elipsoidu pomocí zeměpisné šířky φ a zeměpisné délky λ . Šířka je definována jako úhel mezi normálou k ploše elipsoidu a rovinou rovníkové kružnice. Rozlišuje se severní a jižní zeměpisná šířka. Její hodnoty dosahují $0 - 90^\circ$. Na severní polokouli je její hodnota kladná na jižní záporná nebo se označuje písmeny (N, S). Geografická (zeměpisná) délka je úhlová vzdálenost libovolného bodu na zemské kouli od konvenčně zvoleného nultého poledníku. Rozlišuje se východní (E) a západní (W) zeměpisná délka a dosahuje hodnot $0 - 180^\circ$. Od roku 1833 platí pro Evropu a od roku 1884 pro celý svět jako nultý Greenwichský poledník. V současné době se zeměpisné souřadnice určují na elipsoidu WGS84 a k němu je počítána i výška H_{el} .



Obr. 4-3 Zeměpisné souřadnice; zdroj [1]

UTM (Universal Transverse Mercator) je příčné konformní válcové Mercatorovo zobrazení 6° poledníkových pásů na elipsoidu WGS84. Každý pás má vlastní souřadnicovou soustavu. Osa N je vložena do obrazu osového poledníku. Osa E je vložena do obrazu rovníku. Pro odstranění záporných znamének se k souřadnici E přičítá hodnota 500 km, k souřadnicím N přičítáme 10 000 km. Souřadnicový systém UTM pokrývá povrch Země mezi 80° jižní šířky a 84° severní šířky. Pro polární oblasti se používá polární stereografická projekce (UPS). K určení polohy je třeba doplnit informaci, ve kterém šestistupňovém pásu se nacházíme. Poledníkové pásy - zóny se značí čísla od 1 do 60 a číslují se od datové hranice směrem na východ. Poledníkové zóny jsou rozděleny do dvaceti rovnoběžkových zón po 8°. značí se písmeny od A po Z od jihu k severu. Česká republika zasahuje do zóny 33U a 34U. Armáda pak využívá hlásný systém (MGRS), kdy jsou zóny dále děleny až na stokilometrové čtverce. [9]



Obr. 4-4 Síť zón UTM; zdroj [m]

4.2 Použitý přijímač

Pro měření byla použita turistická GPS výrobce Garmin model Oregon 550t. Je to outdoorová GPS s robustním plastovým tělem vybaveným resistivním dotykovým TFT displejem o úhlopříčce 3''. Přístroj obsahuje 3,2 MPix fotoaparát, který pořízené snímky doplňuje GPS souřadnicemi. K základní výbavě patří předinstalované mapy

Evropy TOPO EURO v měřítku 1:100 000 a Topo Czech Pro v rozlišení 1:10 000. Součástí přístroje je tříosý elektromagnetický kompas, ukazatel barometrické výšky s přesností na 1m a další méně důležité funkce jako jsou stopky, záznam výškového profilu, bezdrátový přenos pro komunikaci mezi ostatními přístroji Garmin. Významným prvkem je vysokocitlivý GPS přijímač, který dokáže najít signál GPS i v místnosti. Pro zpřesnění určení polohy je k dispozici systém WAAS (Wide Area Augmentation System). S pomocí WAAS korekcí lze za ideálních podmínek dosáhnout přesnosti cca 3m. Evropskou variantou je systém EGNOS, jenž družice lze jen obtížně zachytit. Přístroj disponuje ještě funkcí HotFix, která přepočítává polohu družic a umožňuje rychlejší navázání spojení. [13]



Obr. 4-5 Garmin Oregon 550t; zdroj [n]

4.2.1 Technické údaje

Rozměry:	58 x 114 x 36 mm
Hmotnost:	191,4 g s bateriemi
Obrazovka:	TFT 65 000 barev, 240 x 400 pix., úhlopříčka 3"
Fotoaparát:	3MPix s autofokusem
Napájení:	2 x AA NiMH pohotovostní režim cca 16 hodin
Anténa:	Integrovaná
GPS přijímač:	Integrovaný, 20 kanálový s podporou WAAS
Teplotní rozsah (- + °C):	od - 20°C do + 70 °C
Odolnost vůči vodě:	IPX 7
Rozhraní:	USB

4.3 Postup měření trasy

Měření naplánovaných tras proběhlo 2.11.2014. Před vlastním měřením bylo potřeba přístroj správně nastavit. Souřadnicový systém byl nastaven na WGS-84 v desetinném formátu. Jednotky rychlosti a vzdálenosti byly nastaveny na metrický systém. Záznam trasy byl nastaven na automatický s intervalem sběru co nejčastější. Přestože přístroj určuje výšky vztažené k referenčnímu elipsoidu, umožňuje vložit korekci měřených výšek – výšková kalibrace.

Výšková kalibrace byla provedena manuálně před započítím měření podle výškových údajů nivelační značky Kij-7.2c na nároží budovy „C“ Stavební fakulty VUT na ulici Veverí. Výška nivelační značky je podle geodetických údajů 250.669 m. GPS byla během měření umístěna na řídítkách kola, asi jeden metr nad terénem, byla proto výška nastavena na 251 m. Během měření byl zaznamenáván druh povrchu a pořizována fotodokumentace.

4.4 Měření identických bodů

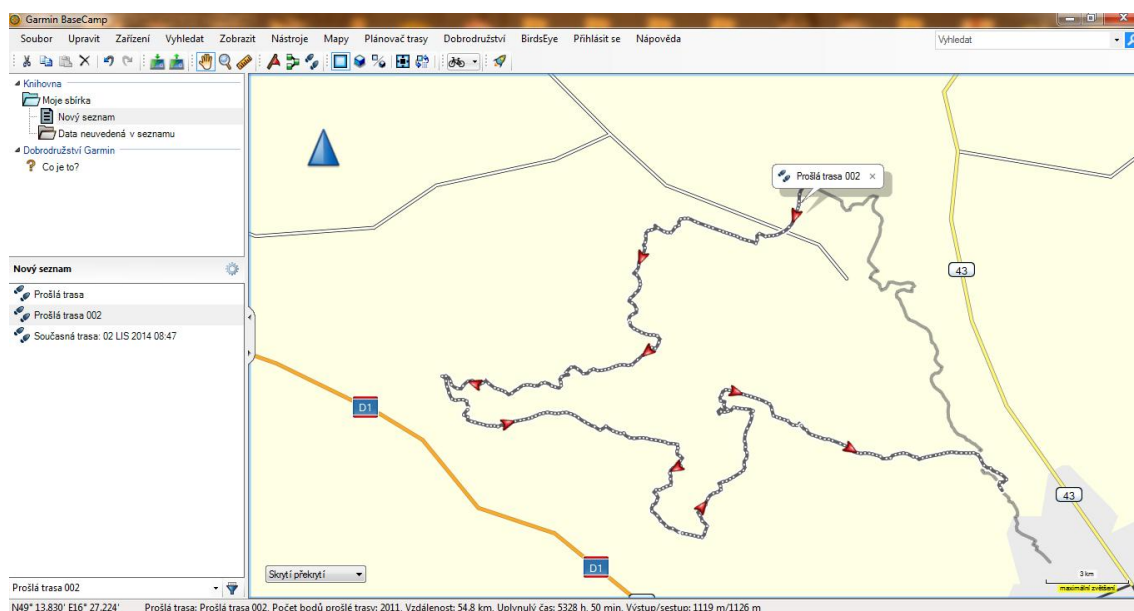
Pro ověření správné funkce a uváděné přesnosti přístroje bylo v dané lokalitě provedeno měření na několika stabilizovaných bodech se známými souřadnicemi (identické body). Jako nejlepší varianta byly zvoleny body geodetického základu, konkrétně zhušťovací body. Tyto body mají v geodetických údajích vedených na portálu ČÚZK vedle souřadnic JTSK i souřadnice v systému ETRS-89, které se liší od souřadnic WGS84 v řádu centimetrů. Pro přesnost GPS a měřítko mapy je lze považovat za totožné. Celkem bylo vybráno sedm zhušťovacích bodů. Kritériem pro výběr bodů byla dobrá dostupnost, umístění v otevřené krajině a rovnoměrné rozmístění po lokalitě. Body byly zaměřeny funkcí „trasový bod“, kdy je jednotlivý zaměřený bod uložen do souboru včetně názvu a popisu. Body byly zaměřeny dvakrát, výsledné souřadnice jsou aritmetickým průměrem.

5 KANCELÁŘSKÉ PRÁCE

5.1 Zpracování měřených dat

Zaměřené trasy a trasové body byly k dalšímu zpracování přeneseny do počítače ve formátu *.gpx. Po přenosu dat bylo potřeba provést vyčištění a editaci. Protože trasy byly zaměřeny jako jeden celek (Brno – Malhostovice - Brno) se zastávkami na focení, svačinu, orientaci v terénu, případně přeplánování úseku trasy, je výsledkem měření jedna trasa s množstvím nadbytečných bodů. Tyto přebytečné body a neplatné části trasy bylo třeba odstranit a trasu rozdělit na jednotlivé části. Rovněž bylo třeba zredukovat počet měřených bodů. Zaměřená trasa v neupraveném stavu obsahovala více než 6 000 bodů, což bylo pro potřeby dalšího zpracování nadbytečné množství.

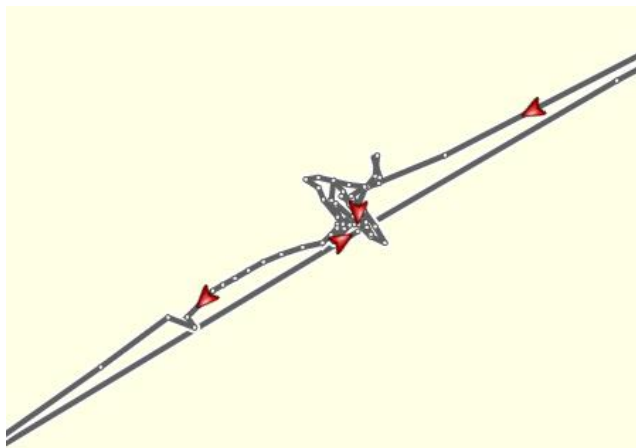
K těmto úpravám byl použit software Garmin BaseCamp verze 4.4.6 od firmy Garmin. Tento software umožňuje import a export dat mezi GPS přístrojem a počítačem, plánování, prohlížení a editaci tras apod. Tento software je poskytován zdarma.



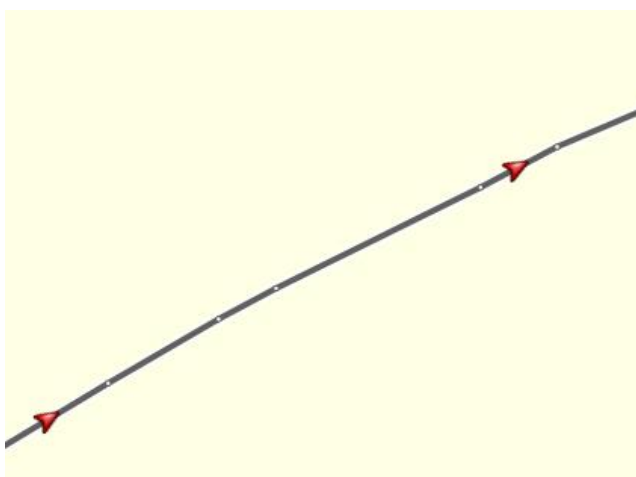
Obr. 5-1 Garmin BaseCamp v základním nastavení

Pro redukci počtu bodů byl použit nástroj Filtr, který umožňuje filtrování podle času, počtu bodů, vzdálenosti a automaticky.

V našem případě byl použit filtr podle délky v intervalu 15 m. Výsledkem byly trasa s celkovým množstvím cca 2 700 bodů.



Obr. 5-2 Ukázka trasy před editací a redukcí bodů



Obr. 5-3 Stejná trasa po editaci a filtraci

Software byl rovněž využit pro export souřadnic do textového tvaru. Program umožňuje nastavit velké množství souřadnicových systémů. Pro další zpracování byl v programu nastaven formát souřadnic UTM, neboť použité mapy mají kartografickou síť v tomto souřadnicovém systému. Další výhodou UTM souřadnic je, že jsou metrické. Exportem byl získán seznam souřadnic obsahující UTM souřadnice, datum, čas, výšku, vzdálenost od předcházejícího bodu, rychlost a azimut. Tento seznam souřadnic byl dále vložen do tabulkového procesoru Microsoft Excel 2013 a upraven do tvaru - číslo bodu, souřadnice Y, souřadnice X, výška.

5.1.1 Ověření přesosti přístroje

Zaměřené souřadnice zhušťovacích bodů byly přeneseny do počítače rovněž ve formátu *.gpx, jen export do textového tvaru byl proveden v zeměpisných souřadnicích WGS84. Následně byly naměřené hodnoty souřadnic a výšek těchto bodů porovnány s uváděnými hodnotami v geodetických údajích. Použitá GPS umožňuje zobrazení úhlových hodnot na desetiny vteřin, proto jsou i souřadnice z GÚ v tabulce uvedeny s touto přesností. V tabulce jsou porovnány úhlové hodnoty a výšky, metrická hodnota polohové odchylky je určena ze zjednodušeného vztahu $1'' \approx 30 \text{ m}$ v zem. šířce a 20 m v zem. délce (hodnoty odpovídají zem. šířce ČR). Ze zjištěných rozílů je patrné, že přístroj měří s deklarovanou přesností a pro požadovaný záměr je použitelný.

Č. bodu	hodnoty dle GÚ			hodnoty měřené			rozdíly			
	B	L	H (Bpv)	N	E	H (Bpv)	dN	dE	ds (m)	dH (m)
4301-235	49° 14' 31.8''	16° 26' 30.0''	295	49° 14' 31.8''	16° 26' 30.1''	301	0.0''	0.1''	2	6
4301-201.1	49° 15' 11.9''	16° 27' 17.8''	306	49° 15' 11.9''	16° 27' 17.8''	311	0.0''	0.0''	0	5
3305-231	49° 18' 57.3''	16° 27' 19.6''	292	49° 18' 57.3''	16° 27' 19.6''	294	0.0''	0.0''	0	2
3305-205.1	49° 17' 59.3''	16° 31' 21.9''	293	49° 17' 59.3''	16° 31' 22.1''	294	0.0''	0.2''	4	1
4301-240	49° 14' 45.3''	16° 31' 47.0''	275	49° 14' 45.4''	16° 31' 47.1''	274	0.1''	0.1''	4	-1
4301-241	49° 14' 30.4''	16° 32' 59.9''	291	49° 14' 30.4''	16° 32' 59.9''	288	0.0''	0.0''	0	-3
4421-240	49° 12' 45.5''	16° 35' 21.0''	246	49° 12' 45.5''	16° 35' 20.9''	248	0.0''	0.1''	2	2

Obr. 5-4 Porovnání měřených souřadnic a výšek na zhušťovacích bodech

GEODETICKÉ ÚDAJE
zhušťovacího bodu

Kraj: Jihomoravský kraj
Okres: Brno – město
Obec: Brno

Ust. č.: 1/1
Stav k: 2005

Vytvořeno pro web 29.04.2015

TL	4301
ZM-50	24-32
SMO-5	111207

Číslo a název bodu	241	Horní hony	241
Bod	Druh	Y	X
241	ZHB	601804.91	1155138.45
			Nadmořská výška
			Bpv
			vztahuje se na
			hranol
ETRS-89	B	L	Helips
241	49 14 30.3721	16 32 59.8781	335.86
Orientace na body (v grádech)			
Bod číslo :	Jižník	Délka strany	Bod číslo :
OSm	228.0000	0 m	23
207	394.98673	1015.166	

Bod určen : metodou GPS

Místopisný popis : Bod je u cesty vedoucí z Medlánky na západ, asi 2.2 km severně od kostela v Komině.

Obr. 5-5 Geodetické údaje zhušťovacího bodu; zdroj [o]

5.2 Zpracování mapových podkladů

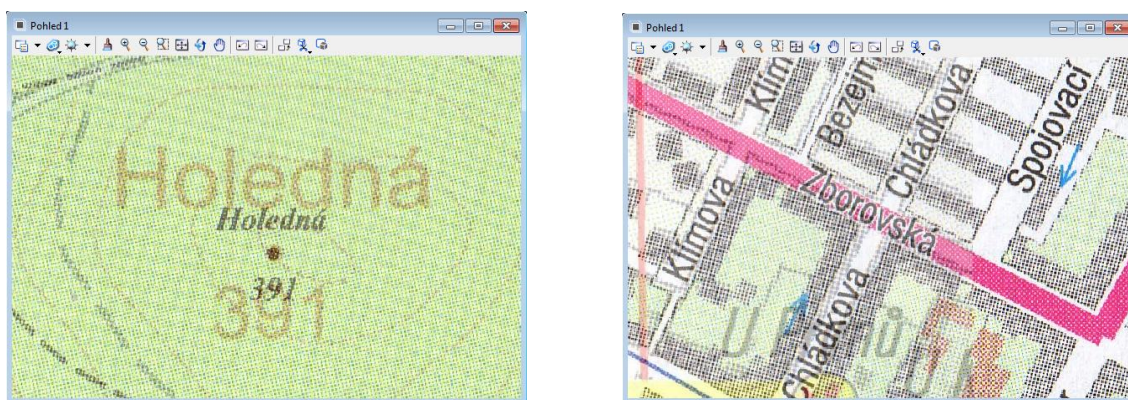
Zakoupené turistické mapy bylo nutné pro další zpracování převést do digitální formy. Pro tyto účely byl použit scanner formátu A3 kancelářské multifunkční tiskárny EPSON WORKFORCE WF-7525. Protože jsou mapy skládané do menšího formátu, byly mapy před vlastním scanováním mechanicky vyrovnány. Scanování bylo provedeno v rozlišení 600 DPI do formátu *.jpeg. Výsledné soubory mají velikost cca 30 MB. V rozsahu měřené trasy pak pro mapy v měřítku 1:50 000 a 1:18 000 stačil jeden formát A3, pro mapu v měřítku 1:25 000 pak formáty čtyři s dostatečným překrytem.

Jak již bylo zmíněno, mapové podklady obsahují kartografickou síť, díky níž mohou být transformovány do použitého systému UTM. Mapy v měřítku 1:50 000 obsahují síť UTM, mapa 1:25 000 pak síť zeměpisných souřadnic. Pro transformaci map se sítí UTM bylo vybráno 12 průsečíků kartografické sítě rovnoměrně rozmístěných po zobrazeném území, pro mapu 1:25 000 pak 20 průsečíků, z důvodu transformace jednotlivých částí mapy.



Obr. 5-6 Transformační body mapy 1:50 000

Vlastní transformace scanovaných map – rastrů byla provedena nejprve v geodetickém software GEUS 19 pro zjištění přesnosti transformace a pro vlastní zpracování pak v grafickém systému Microstation Powerdraft. Zvolena byly v obou případech afinní transformace na všechny body tj. 12 bodů u map 1:50 000 a 6 bodů u mapy 1:25 000 pro každou část. Cyklomapa SHOCART 1:18 000 neobsahuje kartografickou síť ani jiné prvky podle nichž by mohla být transformace provedena. Nakonec byla zvolena možnost použít totožné prvky (identické body) mapy 1:25 000 a na ně transformaci provést. Jako totožné prvky byly vybrány výškové značky význačných vrcholů a ve městě pak křížení os ulic.



***Obr. 5-9** Příklady identických bodů pro transformaci mapy 1:18 000*

Afinní transformace na rozdíl od podobností má různá měřítka pro obě osy a je vhodná pro transformaci rastrů, digitalizaci map, kde se předpokládá nestejná srážka papíru v obou směrech. V našem případě jsou mapy ještě poskládány a přehyby nebylo možné zcela eliminovat, proto byla afinní transformace jednoznačnou volbou.

```

== 65 Transformace afinní ONLINE 25 000 =====
                                Yg/Ym      Xg/Xm
1: 000000 00000 2004 -610411.824 -5454501.775
m: XXXXXX XXXXX XXXX -636781.329 -5450197.961
2: 000000 00000 2005 -614051.643 -5454575.968
m: XXXXXX XXXXX XXXX -645824.087 -5450315.597
3: 000000 00000 2003 -606771.992 -5454429.989
m: XXXXXX XXXXX XXXX -627738.634 -5450078.860
4: 000000 00000 2010 -613974.867 -5458281.434
m: XXXXXX XXXXX XXXX -645700.316 -5459532.455
5: 000000 00000 2009 -610337.499 -5458207.254
m: XXXXXX XXXXX XXXX -636651.374 -5459413.889
6: 000000 00000 2008 -606700.118 -5458135.480
m: XXXXXX XXXXX XXXX -627604.253 -5459297.369

-----
odchylky transf.:      vy =      vx =      vp =
-----
1: 000000 00000 2004      0.014      -0.999      0.999
2: 000000 00000 2005      2.287      0.347      2.314
3: 000000 00000 2003      -2.301      0.652      2.392
4: 000000 00000 2010      -2.416      0.415      2.452
5: 000000 00000 2009      0.247      -0.526      0.581
6: 000000 00000 2008      2.169      0.111      2.172

-----
Střední chyba transformace :      1.964 Mezní KK[3] =      0.140
Vypuštěním 4. bodu klesne střední chyba na :      4.810
PŘEKROČENA MEZNÍ ODCHYLKA
== Transformační koeficienty =====
A[1,1] = 0.4022921089      A[1,2] = -0.0024173002
A[2,1] = 0.0028255052      A[2,2] = 0.4020618978
Posun Y = -367414.471      Posun X = -3261386.609
Vzorec: Yn=PosunY+A[1,1]*Ys+A[1,2]*Xs
Vzorec: Xn=PosunX+A[2,1]*Ys+A[2,2]*Xs

```

Obr. 5-10 Výsledky afinní transformace části mapy 1:25 000

```

== 65 Transformace afinní SHOCART 1:50 000 =====
                                Yg/Ym      Xg/Xm
1: 000000 00000 1012 -615000.000 -5465000.000
m: XXXXXX XXXXX XXXX -620043.426 -5453620.908
2: 000000 00000 1009 -610000.000 -5465000.000
m: XXXXXX XXXXX XXXX -615094.439 -5453617.179
3: 000000 00000 1006 -605000.000 -5465000.000
m: XXXXXX XXXXX XXXX -610148.127 -5453608.225
4: 000000 00000 1003 -600000.000 -5465000.000
m: XXXXXX XXXXX XXXX -605211.627 -5453605.454
5: 000000 00000 1002 -600000.000 -5460000.000
m: XXXXXX XXXXX XXXX -605230.772 -5448689.434
6: 000000 00000 1005 -605000.000 -5460000.000
m: XXXXXX XXXXX XXXX -610165.406 -5448702.113
7: 000000 00000 1008 -610000.000 -5460000.000
m: XXXXXX XXXXX XXXX -615108.035 -5448711.031
8: 000000 00000 1011 -615000.000 -5460000.000
m: XXXXXX XXXXX XXXX -620052.135 -5448718.577
9: 000000 00000 1010 -615000.000 -5455000.000
m: XXXXXX XXXXX XXXX -620059.816 -5443791.293
10: 000000 00000 1007 -610000.000 -5455000.000
m: XXXXXX XXXXX XXXX -615118.268 -5443784.440
11: 000000 00000 1004 -605000.000 -5455000.000
m: XXXXXX XXXXX XXXX -610180.261 -5443771.612
12: 000000 00000 1001 -600000.000 -5455000.000
m: XXXXXX XXXXX XXXX -605248.539 -5443758.864

-----
odchylky transf.:      vy =      vx =      vp =
-----
1: 000000 00000 1012      -7.732      8.802      11.716
2: 000000 00000 1009      0.662      3.709      3.767
3: 000000 00000 1006      6.364      3.931      7.480
4: 000000 00000 1003      2.118      -2.114      2.993
5: 000000 00000 1002      -3.438      -4.325      5.525
6: 000000 00000 1005      2.668      -8.356      8.771
7: 000000 00000 1008      0.693      -8.549      8.577
8: 000000 00000 1011      -2.766      -7.344      7.848
9: 000000 00000 1010      3.310      1.875      3.804
10: 000000 00000 1007      4.185      -0.029      4.185
11: 000000 00000 1004      1.494      4.147      4.408
12: 000000 00000 1001      -7.559      8.253      11.192

-----
Střední chyba transformace :      5.943 Mezní KK[3] =      0.140
Vypuštěním 1. bodu klesne střední chyba na :      50.424
PŘEKROČENA MEZNÍ ODCHYLKA
== Transformační koeficienty =====
A[1,1] = 1.0120018173      A[1,2] = 0.0028108674
A[2,1] = -0.0017952748      A[2,2] = 1.0166261216
Posun Y =      27806.747      Posun X =      78189.126
Vzorec: Yn=PosunY+A[1,1]*Ys+A[1,2]*Xs
Vzorec: Xn=PosunX+A[2,1]*Ys+A[2,2]*Xs

```

Obr. 5-11 Výsledky afinní transformace mapy 1:50 000

```

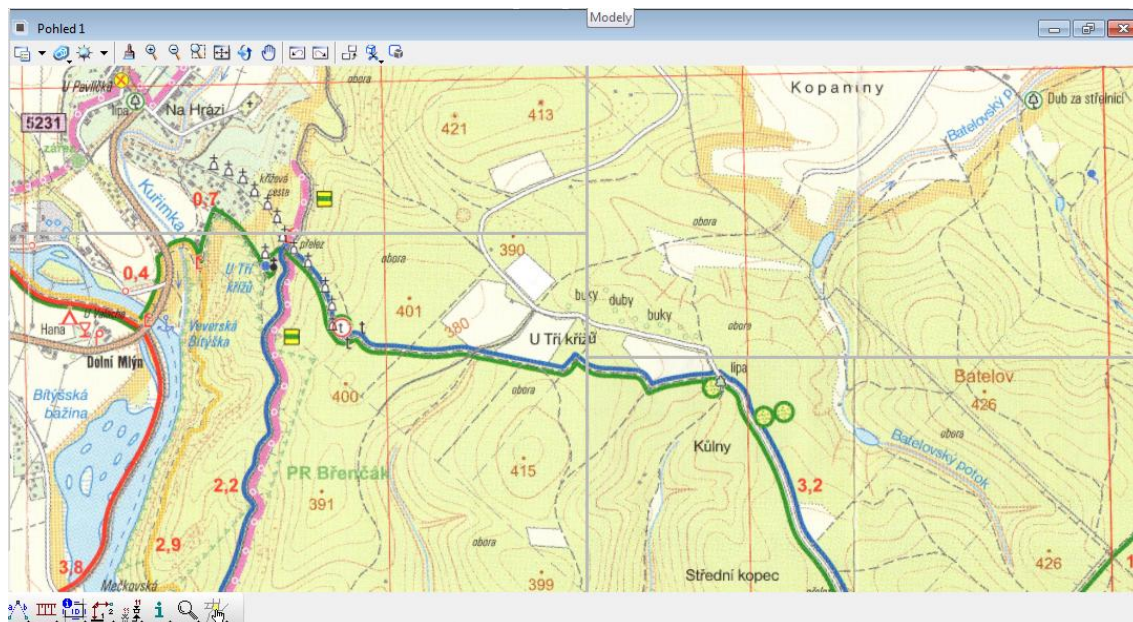
== 65 Transformace afinní SCOCART 18000 =====
                                Yg/Ym      Xg/Xm
1:  XXXXX XXXXX XXXX -611762.682 -5455146.443
m:  XXXXX XXXXX XXXX -619338.013 -5450190.240
2:  XXXXX XXXXX XXXX -610346.631 -5452191.994
m:  XXXXX XXXXX XXXX -622879.672 -5448528.441
3:  XXXXX XXXXX XXXX -611996.794 -5452286.933
m:  XXXXX XXXXX XXXX -622759.868 -5450500.500
4:  XXXXX XXXXX XXXX -613378.831 -5456060.296
m:  XXXXX XXXXX XXXX -618245.972 -5452135.693
5:  XXXXX XXXXX XXXX -615487.045 -5452263.108
m:  XXXXX XXXXX XXXX -622785.767 -5454679.089
6:  XXXXX XXXXX XXXX -616053.860 -5453249.135
m:  XXXXX XXXXX XXXX -621595.599 -5455351.780
7:  XXXXX XXXXX XXXX -615757.502 -5454030.445
m:  XXXXX XXXXX XXXX -620671.845 -5454998.906
-----
odchylky transf.:      vy =      vx =      vp =
-----
1:  XXXXX XXXXX XXXX      8.063      -2.209      8.360
2:  XXXXX XXXXX XXXX     -3.760      1.327      3.987
3:  XXXXX XXXXX XXXX     -0.138     -1.138      1.146
4:  XXXXX XXXXX XXXX     -4.852      1.561      5.097
5:  XXXXX XXXXX XXXX      2.623      2.479      3.609
6:  XXXXX XXXXX XXXX      2.196     -5.362      5.794
7:  XXXXX XXXXX XXXX     -4.133      3.341      5.315
-----
Střední chyba transformace :      4.847 Mezní KK[3] =      0.140
Vypuštěním 1. bodu klesne střední chyba na :      16.789
PŘEKROČENA MEZNÍ ODCHYLKA
== Transformační koeficienty =====
A[1,1] =-0.0048635681      A[1,2] = 0.8346396620
A[2,1] =-0.8358480773      A[2,2] =-0.0013864472
Posun Y =      3934178.128 Posun X = -5980377.540
Vzorec: Yn=PosunY+A[1,1]*Ys+A[1,2]*Xs
Vzorec: Xn=PosunX+A[2,1]*Ys+A[2,2]*Xs
=====

```

Obr. 5-12 Výsledky afinní transformace mapy 1:18 000

Transformace ostatních dílů mapy 1:25 000 vykazují obdobné transformační odchylky tj. střední chyba transformace okolo 2 m, u mapy KČT 1:50 000 jsou transformační odchylky podobné jako u mapy SHOCART 1:50 000, tj. okolo 6 m. U mapy SHOCART 1:18 000 je střední chyba transformace okolo 5 m vzhledem k mapě 1:25 000. Při uplatnění zákona o hromadění středních chyb pak střední chyba transformace vzhledem k průběhům je 5 m. Pokud uvažíme měřítko mapy a tloušťky čar od 0,2 mm, dostáváme se na skutečné hodnoty 4 m – 10 m (podle měřítka mapy). Vzhledem ke kartografické generalizaci jsou hodnoty středních chyb transformace vyhovující.

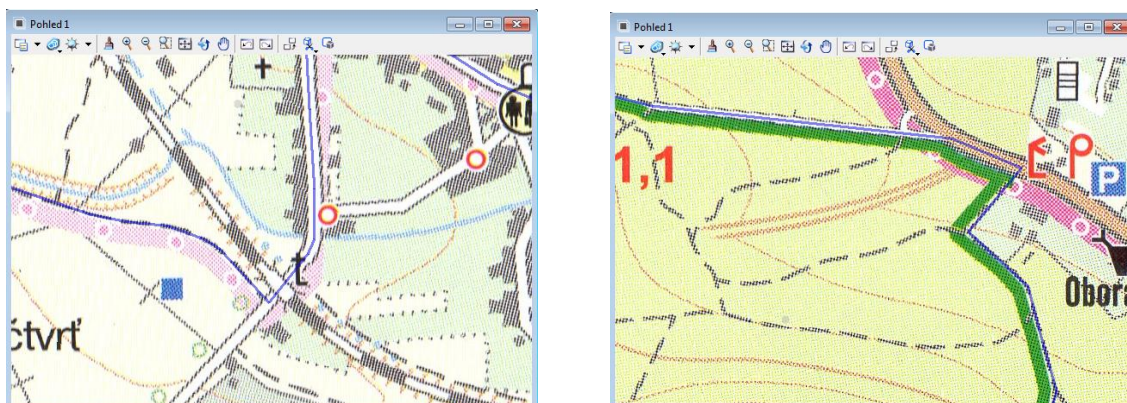
U mapy 1:25 000 bylo potřeba sestavit jednotlivé rastry do jednoho celku. Toto proběhlo opět v MicroStation oříznutím jednotlivých rastrů.



Obr. 5-13 Mapa 1:25 000 - sestavení skenovaných rastrů

5.3 Směrové profily

Pro vytvoření směrového profilu z měřených dat byl použit grafický systém MicroStation PowerDraft V8i s geodetickou nadstavbou Mgeo sloužící mimo jiné k importu bodů a spojování kódové kresby. Aby byla výsledná kresba orientovaná k severu, tak jak je zvykem, byly souřadnice UTM upravené v MS Excel tak, aby obsahovali číslo bodu, záporné hodnoty souřadnic, výšku a kód pro automatické spojení bodů lomenou čarou. Důvodem pro záporné souřadnice je opačný směr souřadnicových os mezi systémem JTSK a UTM. Takto byly do výkresu načteny všechny tři trasy. Průběh trasy z mapy byl získán vektorizací. Tam, kde v mapě není vyznačen průběh stezky nebo komunikace odpovídající měřené trase, není v mapě ani vektorizován. Ve výsledném směrovém profilu je trasa měřená a trasa získaná vektorizací pro každou mapu. Výkres je doplněn o vzdálenosti k cílům ležícím na trase a transformačními body.

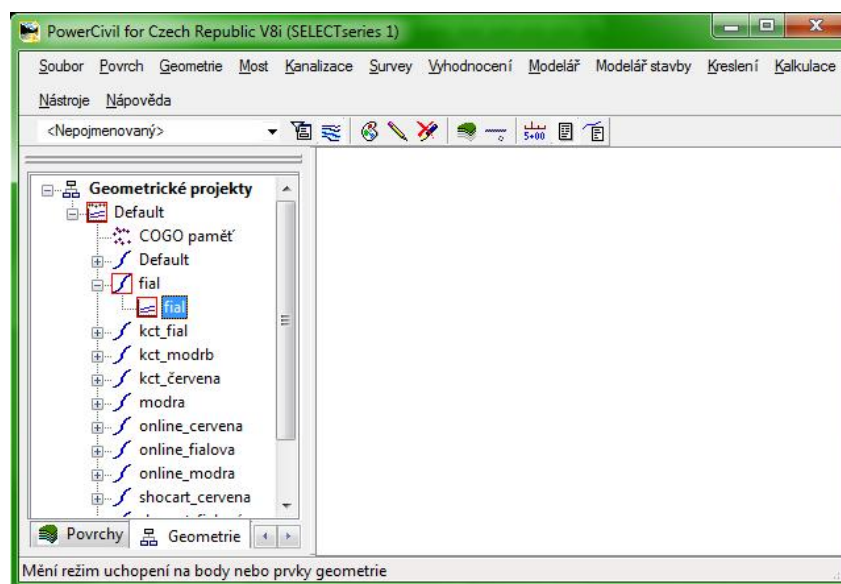


Obr. 5-14 Ukázka vektorizace trasy z mapy

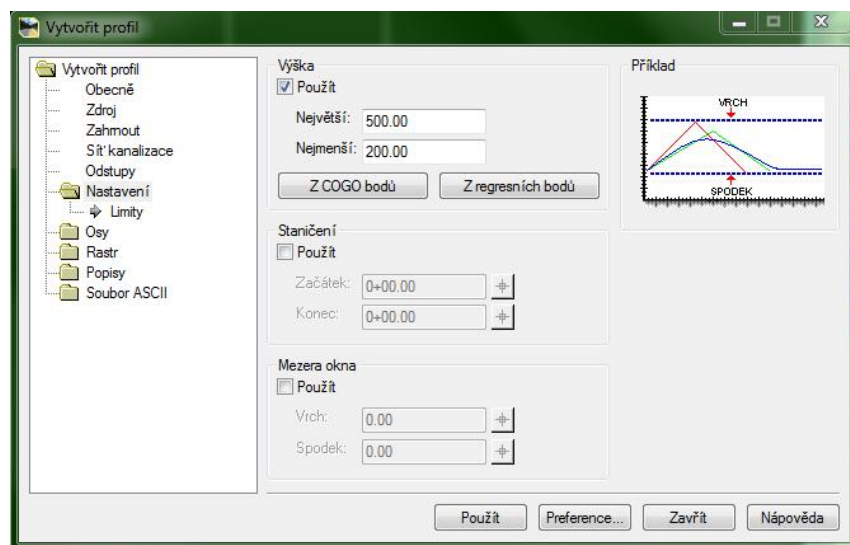
5.4 Výškové profily

Výškový profil názorně zobrazuje výškové poměry celé trasy. Protože trasy mají celkem skoro 80 km a výškový rozdíl je asi 300 m, pro lepší názornost se volí jiné měřítko výšek a jiné délky.

Pro sestavení výškových profilů byla zvolena aplikace grafického systému Bentley PowerCivil, který dokáže z 3D modelu trasy generovat výškový profil. Aplikace má trochu složitější nastavení, ve výsledku však ušetří mnoho práce.



Obr. 5-15 Okno grafického systému PowerCivil

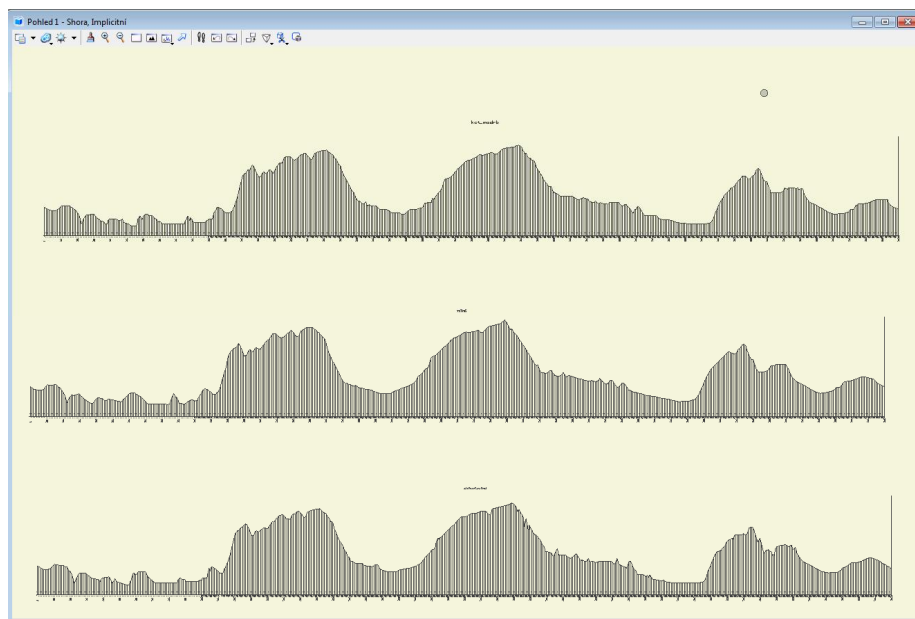


Obr. 5-16 Aplikace pro vytvoření výškového profilu

Pro vytvoření profilu v programu PowerCivil je třeba získat 3D průběh trasy – prostorovou lomenou čáru. Aby bylo možné porovnat vytvořené výškové profily, bylo nutné, aby směrový průběh všech porovnávaných výškových profilů byl totožný (stejná vzdálenost).

V případě měřené trasy to problém nebyl, stačilo načíst upravený seznam souřadnic do MS přes nadstavbu Mgeo a přes zadané kódy byla lomená čára sama pospojována. Pro tento případ byla trasa zjednodušena na významné směrové a výškové lomy, přibližně na 600 bodů (proti 2 700 bodů po filtraci). Tento počet je zcela vyhovující z hlediska výstižnosti a přehlednosti profilu.

Vytvoření výškového profilu z mapy bylo provedeno tak, že byla referenčně připojena kresba měřeného profilu a v jeho lomových bodech (polohových a výškových) umístěny aktivní body s výškou z mapy. Tato výška byly odečtena z vrstevnic. Interval vrstevnic v těchto mapách je 10 m. Nejčastějším problémem při interpolaci výšek byl nedostatek informací. Zejména v údolí Bílého potoka a kolem Brněnské přehrady vrstevnice splývaly s komunikací a výška trasy byla určována i s ohledem na průběh měřené trasy. Z takto získaných souřadnic pak byly vytvořeny lomené čáry jako v případě měřených tras. Cyklomapa v měřítku 1:18 000 neobsahuje potřebné výškopisné informace, proto byla použita jen pro porovnání směrového průběhu.



Obr. 5-17 PowerCivil - generované profily

Z takto získaných profilů byly sestaveny výsledné profily, kde je porovnán profil měřený s profilem z jednotlivých map. Profil je doplněn o tabulku s druhem povrchu, význačnými body.

5.5 Přesnost použitých map

Po vytvoření směrových a výškových profilů bylo možné porovnat zákres měřených tras a vektorizovaných tras z jednotlivých map. Polohové odchylky lze rozdělit do dvou kategorií – malé a velké.

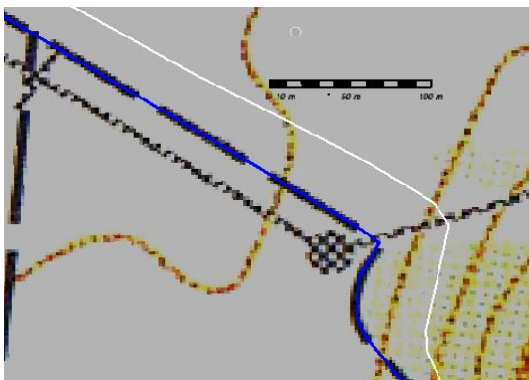
Malé odchylky se pohybují do 40 m a jsou způsobeny zejména měřítkem a generalizací mapy. Částečně se zde projevuje i přesnost přístroje a přesnost digitalizace map. Pokud uvážíme, že komunikace III. třídy je v mapě 1:50 000 vyznačena katografickým znakem o šířce 0,8 mm vychází pak šířka komunikace 40 m. Ve skutečnosti je pochopitelně menší.

Velké odchylky dosahují hodnot až do 200 m. Ty jsou způsobeny nesprávným zákresem v mapě nebo posunem kresby v rámci generalizace (harmonizace prvků mapy).

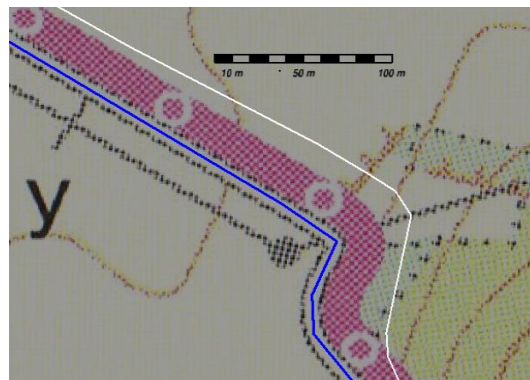
Důvodem nesprávného zákresu je hlavně neaktuálnost mapy. Rovněž lesní a polní cesty v průběhu času vlivem lesní těžby či zemědělské činnosti mění svoji polohu, turistické stezky ještě častěji.

Výškové profily vykazují menší rozdíly. Maximální hodnoty jsou kolem 20 m, nejčastěji do 10 m. Lze pozorovat, že měřený výškový profil je většinou výš, než profily získané z vrstevnic. To lze přičíst horší výškové přesnosti GPS a zákresu vrstevnic.

Na obrázcích pod textem je příklad rozdílného zákresu téže komunikace v různých mapách. Měřená trasa je vyznačena bílou barvou. První dvě mapy, ač mají rozdílná měřítka, tak zobrazují situaci takřka stejně, poslední mapa využívá zjevně jiný mapový podklad.



Obr. 5-18 Mapa KČT 1:50 000



Obr. 5-19 Mapa ONLINE 1:25 000



Obr. 5-20 Mapa SHOCART 1:50 000

5.6 Trasy

V této kapitole budou popsány technické parametry trasy, popis trasy s fotodokumentací.

5.6.1 Městská spojka

Délka: 3,4 km

Nejvyšší bod: 287 m

Nejnižší bod: 238 m

Nastoupané převýšení: 62 m

Naklesané převýšení: 30 m

Městská spojka začíná na ulici Veverí před Stavební fakultou VUT. Pokračuje po této ulici asi 600 m do městské části Žabovřesky, kde odbočuje vpravo na ulici Tábor. Z této ulice odbočuje trasa po 100 m vlevo na ulici Zborovská a po 200 m vpravo na ulici Chládkova. Po 200 m pak z ulice Chládkova trasa odbočí vlevo na Korejskou ulici. Po této ulici jedeme asi 600 m až přejedeme most velkého městského okruhu a dojedeme k přechodu pro chodce. Tam musíme sesednout z kola a vést kolo přes chodník na ulici Poznaňskou. Dosud jsme jeli víceméně po rovině, teď nás čeká 800 m stoupání. Nejprve po ulici Poznaňské, potom přejedeme ulici Královopolskou a pokračujeme po ulici Technické. V levotočivé zatáčce odbočíme vpravo pod Českým technologickým parkem a pokračujeme asi 400 m k levotočivé zatáčce, kterou se dostaneme na ulici Podnikatelská. Po asi 200 m z mírného kopce odbočíme vlevo na ulici Kolejní, po které jedeme 500 m až ke studentským kolejím. Zde městská spojka končí a začíná opravdová MTB trasa.



Obr. 5-21 VUT v Brně - fakulta strojního inženýrství

5.6.2 MTB trasa 1

Délka: 18,8 km

Nejvyšší bod: 449 m

Nejnižší bod: 276 m

Nastoupané převýšení: 490 m

Naklesané převýšení: 486 m

První MTB trasa začíná na konci městské spojky na ulici Kolejní v prostoru studentských kolejí Pod Palackého vrchem a pokračuje na konci ulice ostrým výjezdem po rozbité cestě až na plošinu, kde se napojuje na zelenou turistickou značku. Po 500 m dojedeme na asfaltovou cestu, po které pokračujeme vlevo po žluté značce na ulici Turistickou. Po ní pokračujeme vpravo a po 200 m odbočíme vlevo na polní cestu do zahrádkářské kolonie – stále po žluté. Po 500 m následuje náročnější soupání, některé pasáže jsou i na vedení kola – schody, kameny.



Obr. 5-22 Stezka v zahrádkářské kolonii

Pokračujeme 1,3 km po hřebeni až pod Velkou Babu. Následuje 300 m stoupání až na nejvyšší místo a poté se po 700 m napojíme na modrou značku.



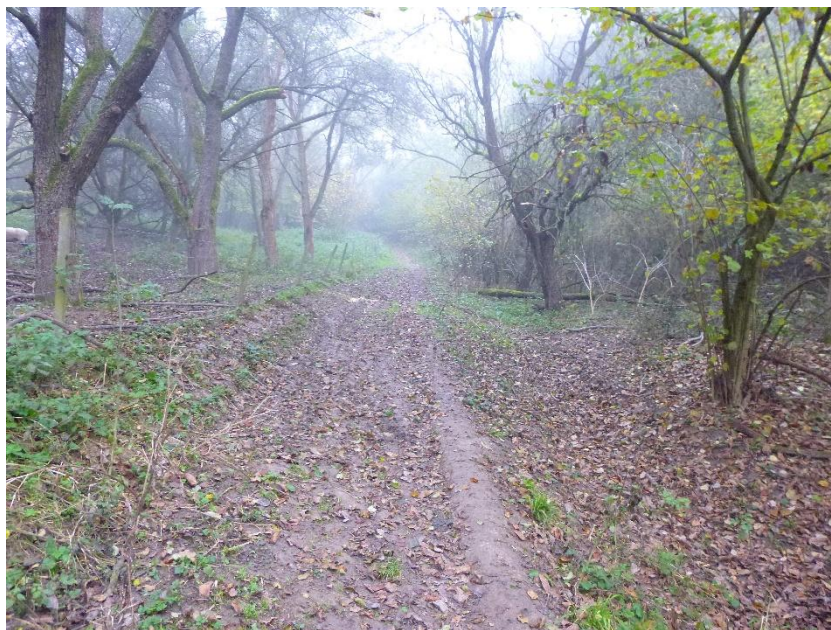
Obr. 5-23 Pod velkou Babou

Po 700 m opouštíme vlevo modrou značku a pokračujeme dál po žluté. Po 2,4 km žlutá odbočuje vpravo, my pokračujeme 800 m rovně po lesní cestě stále po hřebeni. Poté sjedeme dolů na širší lesní cestu a z ní sjezdem po žluté pěšinou do Kuřimi.



Obr. 5-24 Vodní kaple sv. Jana Nepomuckého v Kuřimi při výjezdu z lesa

Vyjedeme na ulici Podhoří, U Rybníka až k zámku, projedeme mezi kostelem sv. Maří Magdalény a zámkem na ulici Tišnovskou. Z této ulice po 300 m odbočíme na asfaltovou cestu mezi hřbitovy, pokračujeme z kopce k viaduktu, podjedeme železniční trať a dál 1,5 km po asfaltové cestě až ke křižovatce. Za křižovatkou pokračujeme rovně, po polní cestě, až k červené značce. Po 700 m vjedeme do lesa a pokračujeme pěšinou až na panelovou cestu vedoucí ke Zlobici.



Obr. 5-25 Pěšina ke Zlobici

Zlobice je vyvýšenina mezi Kuřimí a Malhostovicemi, dříve vojenský prostor, dnes přírodní areál s vyhlídkovou věží. Odtud po zelené až na asfaltovou silnici – cyklostezku 5191 a dál do Malhostovic. Trasa končí v obci u kostela sv. Vavřince.



Obr. 5-26 Napojení na cyklostezku 5191



Obr. 5-27 Kostel sv. Vavřince v Malhostovicích

5.6.3 MTB trasa 2

Délka: 52,4 km

Nejvyšší bod: 492 m

Nejnižší bod: 234 m

Nastoupané převýšení: 1092 m

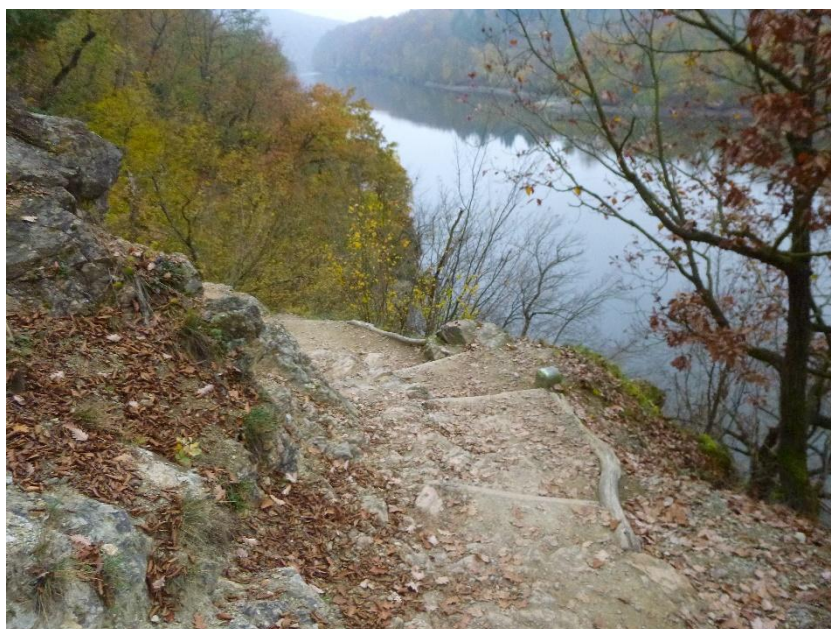
Naklesané převýšení: 1091 m

Druhá MTB trasa z Brna do Malhostovic odbočuje z trasy 1 vlevo po ulici Turistická směrem k letišti v Medlánkách a sleduje cyklostezku č. 5005. Po 1,3 km se dostaneme na křižovatku, kde pokračujeme rovně až k lesu. Tam se napojíme na modrou značku, sjedeme k potoku a pak dál až ke křižovatce silnic Rozdrojovice – Jinačovice – Kníničky. Odbočíme vlevo ke Kníničkám a po 100 m sjedeme ze silnice vprava na pěšinu. Přejedeme násep nedokončené dálnice a pokračujeme po polní cestě k Brněnské přehradě na ulici Hrázní. Po ulici Hrázní jedeme směrem vpravo, pak po asfaltu po levém břehu přehrady po červené, celkem asi 3,8 km.



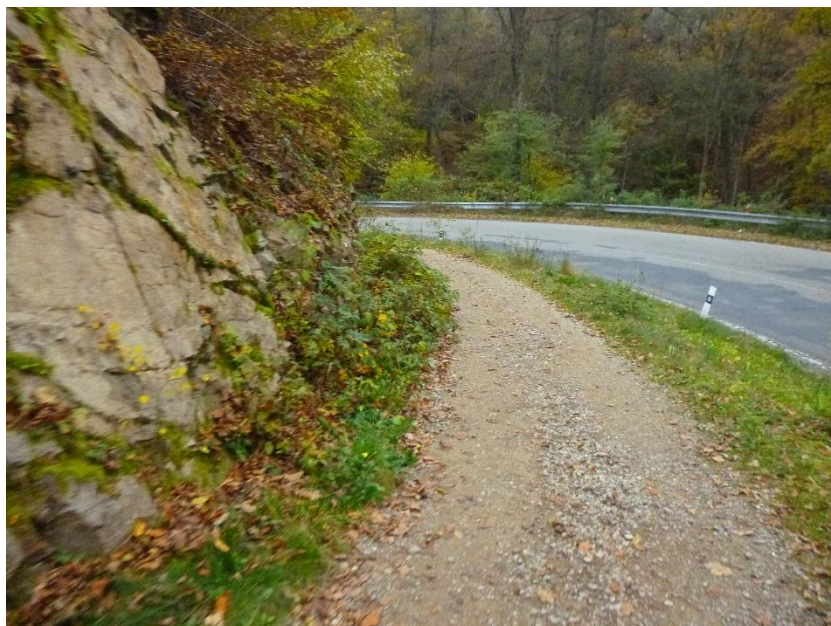
***Obr. 5-28** Asfaltová silnice na levém břehu přehrady*

Pokračujeme dál, teď už po pěšině, která vystoupá kolem skály až nad přehradu. Do kopce je třeba kolo tlačit, z opačné strany je s trochou zkušeností a odvahy sjízdná.



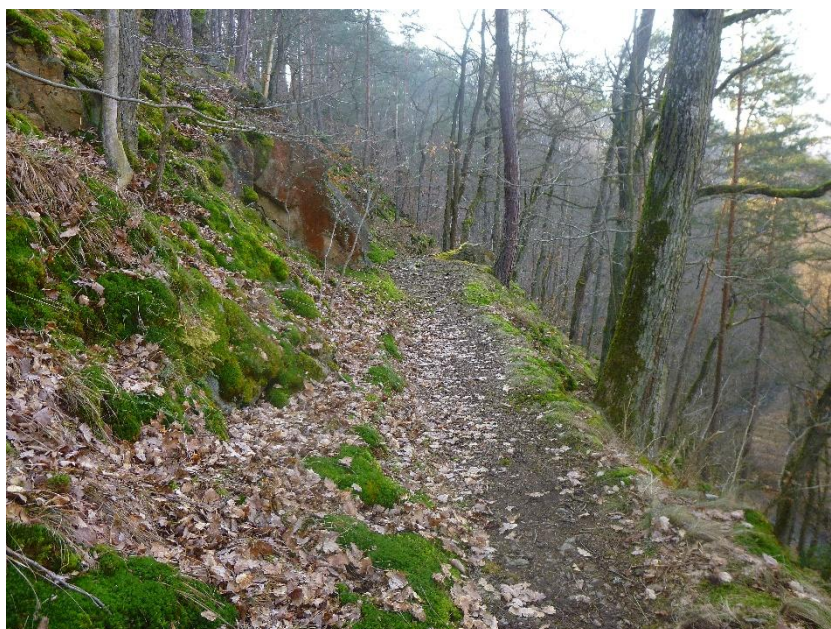
***Obr. 5-29** Ostroh*

Dále sjedeme k lávce, kterou přejedeme a pokračujeme po silnici doprava k hradu Veveří.



***Obr. 5-30** Souběžná cesta vedle silnice k hradu Veverčí*

U hradu přejedeme silnici a pokračujeme po zelené zánčce úzkou pěšinou do kopce až na cestu a zpět na silnici. Tato část je také náročnější.



***Obr. 5-31** Výjezd od hradu Veverčí po zelené*

Dojedeme na ulici Rakoveckou k oboře a potom po zelené náročným stoupáním asi 1 km. Dál jedeme do kopce z kopce po zpevněné lesní cestě 1,7 km až k Ríšově studánce.



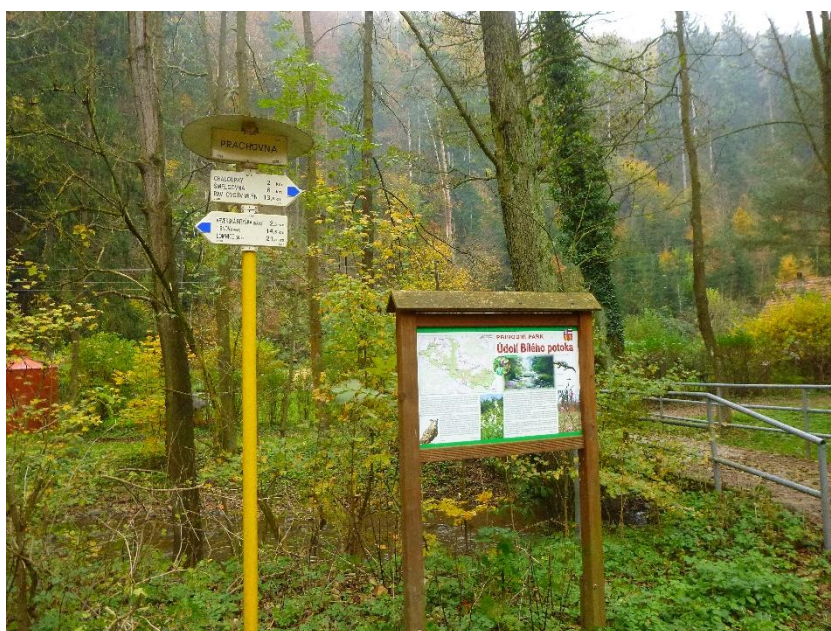
Obr. 5-32 Ríšova studánka

Tady začíná asfaltová cesta po které jedeme 2,4 km po hřebeni k Helenčině studánce. Následuje krátký výjezd a dostaneme se po 500 m na žlutou. Po žluté jedeme 2km z kopce lesní cestou až k Podkomorské myslivně. Odtud údolím potoka Veverky zprvu po červené, pak červená odbočí doprava a dál po cestě podél potoka až narazíme na žlutou a ta nás dovede na silnici. Pokračujeme po žluté po silnici 400 m na rozcestí pak doleva do kopce polní cestou do Hvozdc.



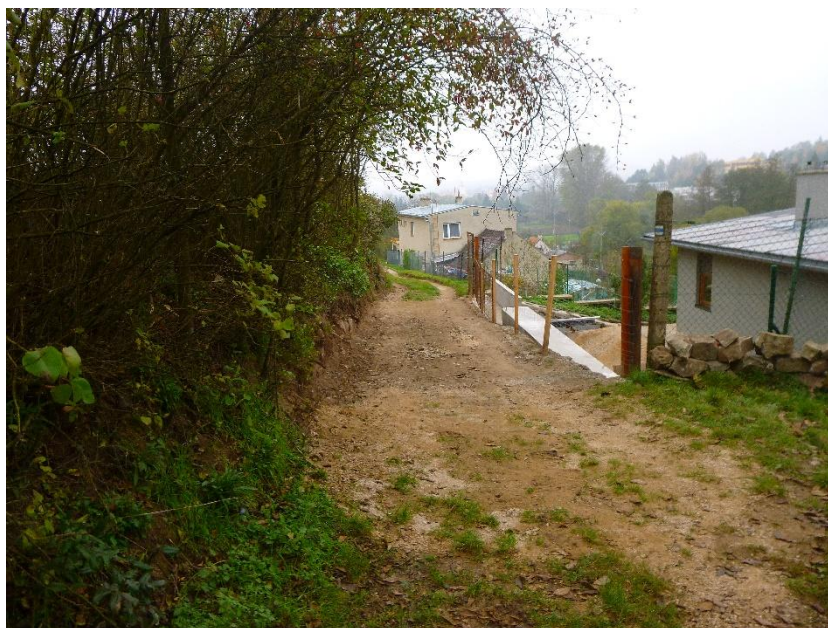
Obr. 5-33 Cesta do Hvozdc

Z Hvozdc jedeme po asfaltové cestě a zelené značce až k lesu, dál po lesní cestě do kopce 1 km, až se napojí na asfaltovou lesní cestu. Po asfaltové cestě pak 4 km až do Javůrku. To je nejvyšší místo trasy. Tam na návsi odbočíme vpravo a po 400 m jízdy z kopce vlevo na polní cestu. Po té pak sledujeme červenou značku a užijeme si 2 km sjezd na Šmelcovnu.



Obr. 5-34 Údolím Bílého potoka

Dostali jsme se do malebného údolí Bílého potoka, kterým pojedeme po proudu až do Veverské Bítýšky. Je to asi 9 km po modré značce víceméně stále mírně z kopce, ale jsou tu i přejezdy přes úbočí a cesta je tak členitější. Ke konci, před Veverskou Bítýškou už jedeme více po asfaltu až na Masarykovo náměstí. Odbočíme vpravo na náměstí na Městečku, pak vlevo na Tišnovskou ulici. Za mostem odbočíme vlevo a vydáme se po levém břehu řeky Svratky ulicí Marie Kudeřkové.



***Obr. 5-35** Veverská Bítýška – modrá značka z ulice M. Kudeřkové*

Pak ulice skončí a stezka pokračuje do kopce až do lesa. Stále sledujeme modrou turistickou značku. Po 2,5 km jízdy do kopce se dostaneme na hřeben pod vrch Sokolí. Odtud 2.5 km z kopce a pak po vrstevnici na křižovatku lesních cest nad obcí Sentice. Opustíme modrou značku, odbočíme vpravo na lesní cestu a po vrstevnici dojedeme k odpočívadlu a poté na hlavní silnici u hřbitova.



Obr. 5-36 Nad Veverskou Bítýškou



Obr. 5-37 Odpočívadlo nad Senticemi



Obr. 5-38 Vjezd do Čebína z polní cesty od Sentic

Silnici přejedeme a pokračujeme 1,5 km mírně z kopce po plní cestě do Čebína. Dojedeme na silnici, na ní odbočíme vlevo pod železniční most a dál ke kostelu sv. Jiří. Tam odbočíme vpravo a pokračujeme kolem školy až na křižovatku se silnicí Kuřim – Tišnov. Tou projedeme rovně a po 2,5 km jsme v Malhostovicích.



Obr. 5-39 Kostel sv. Jiří v Čebíně

6 ZÁVĚR

Dle zadání bakalářské práce byly navrženy a zaměřeny dvě MTB trasy mezi Brnem a Malhostovicemi a jedna trasa označená jako „městská spojka“. Celková délka všech tras činí 74,6 km s nastoupaným převýšením 1 600 m. Městská spojka slouží k rychlému a bezpečnému přemístění cyklisty od Stavební fakulty VUT k začátku MTB tras a prochází méně frekventovanými ulicemi městských částí Žabovřesky a Královo pole. Vlastní MTB trasy sledují většinou turistické pásové značení a jsou vedeny ve velké míře mimo asfaltové komunikace po lesních a polních cestách. U MTB tras je tento poměr 54 %.

Před vlastním měřením byla ověřena přesnost použitého přístroje. Z výsledků měření vyplynulo, že přístroj měří s dostatečnou přesností a je pro daný záměr vhodný. Zaměřené trasy byly porovnány s vektorizovanými trasami získanými z jednotlivých map. Polohové odchylky se pohybují od 10 m po 200 m. Menší odchylky jsou způsobené především měřítkem mapy. Velké odchylky v zákresu trasy v použitých mapách jsou způsobeny hlavně nepřesným nebo neaktuálním zákresem dané komunikace v mapě. Zajímavým poznatkem je, že ani použitá mapa v dvojnásobném měřítku nemá vyšší přesnost.

Výškové profily získané z map byly velmi podobné, mapy mají pravděpodobně stejný mapový podklad. Výškové rozdíly mezi měřením a výškami získanými z vrstevnic se většinou pohybovaly do 10 m, což je přesnost plně vyhovující. Nejpresnější použitou mapou je cyklomapa v měřítku 1:18 000, která i přes složitější transformaci dosahuje v omezeném území nejmenších odchylek. Není však vhodná pro jízdu v terénu, protože neobsahuje vrstevnice, které jsou pro tuto aktivitu důležitou informací. Lze říct, že všechny ostatní použité mapy i přes jejich nepřesnosti jsou vhodné pro MTB aktivity. Polohové odchylky pro MTB ježdění nemají až takový význam. Podle vlastních zkušeností jsou vynikající mapy v měřítku 1:25 000, protože obsahují turistické trasy s pásovým značením i cyklotrasy a obsahují podrobnou síť polních a lesních cest. Mapy velmi dobře vystihují teréní reliéf a dobře se v nich orientuje.

Osobně při svých výpravách používám hlavně mapy KČT v měřítku 1:50 000, které mně vždy dovedly k požadovanému cíli.

7 SEZNAM LITERATURY

- [1] BARONI, Francesco. *BICYKL Historie, mýty, posedlost*. 1. vyd. Praha: Rebo, 2011, 304 s
- [2] HRUBÍŠEK, Petr. *Horské kolo ad A do Z*. 5. vyd. Praha: Sobotáles, 2002, 320 s
- [3] Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Cyklistická trasa [online]. [citováno 14. 03. 2015]. Dostupný z: <http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Cyklistická trasa&oldid=11786985>
- [4] abc Turistiky. [online]. [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://turistika.abchistory.cz/znaceni-cyklostezky.htm>
- [5] Cyklistická doprava va Brně. [online]. [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <https://www.brno.cz/mapy/cyklostezky-v-brne-a-okoli/>
- [6] Brno. [online]. [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://www.treking.cz/regiony/brno.htm>
- [7] Brno - průvodce městem. [online]. [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: https://www.brno.cz/fileadmin/user_upload/turista-volny-cas/infomaterialy_ke_stazeni/Pruvodce_mestem/Pruvodce_mestem_Brno_CZ_web.pdf
- [8] Malhostovice. [online]. [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://www.turistika.cz/mista/malhostovice>
- [9] PLÁNKA, Ladislav. GE18 Kartografie a základy GIS. VUT Brno, 2006, 117 s.
- [10] ČSN 73 0402. ČSN 73 0402. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010
- [11] Turistické mapy. [online]. [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.turisticky-pruvodce.cz/turisticke-mapy/>
- [12] RAPANT, Petr. Družicové polohové systémy. Vyd. 1. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2002, 197 s. ISBN 80-248-0124-8.
- [13] GARMIN: Uživatelská příručka Oregon 550t. 1. vyd. USA, 2009, 68 s.
- [14] SCHWARZ, Jakub. Bakalářská práce. Brno 2014, 55 s.

7.1 Zdroj použitých obrázků

- [a] abc Turistiky. [online]. [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://turistika.abchistory.cz/znaceni-cyklostezky.htm>
- [b] Národní park Podyjí. [online]. [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://www.nppodyji.cz/na-kole>
- [c] Cyklomapa. [online]. [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://www.openstreetmap.org/#map=12/49.1948/16.5933&layers=C>
- [d] Mapy.cz. [online]. [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://www.mapy.cz/turisticka?x=16.5173315&y=49.2603317&z=10&l=0>
- [e] Znak města Brna. [online]. [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Znak_Brna#/media/File:Brno_\(znak\).svg](http://cs.wikipedia.org/wiki/Znak_Brna#/media/File:Brno_(znak).svg)
- [f] Katedrála sv. Petra a Pavla Brno. [online]. [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://itras.cz/katedrala-sv-petra-a-pavla-brno/galerie/18381/>
- [g] Znak obce Malhostovice. [online]. [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/84/Malhostovice_znak.jpg
- [h] Mapy.cz. [online]. [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.mapy.cz/turisticka?x=16.3549822&y=49.2673157&z=14&l=0>
- [i] Shocart.cz. [online]. [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: http://www.shocart.cz/e-shop/select_det.php?id_vyrobek=128&z=110&skupina=1&razeni=a.Nazev&odkaz=12&detail_search=true&obsah=2
- [j] Global Positioning System. [online]. [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
- [k] Svět hardware. [online]. [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.svethardware.cz/bloudime-s-navigaci-uvod/26072>
- [l] Projekce zemského povrchu. [online]. [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://tvorbamap.shocart.cz/kartografie/projekce.htm>
- [m] UTM. [online]. [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/UTM>
- [n] Svět hardware. [online]. [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.svethardware.cz/bloudime-s-navigaci-uvod/26072>
- [o] Bodová pole; CUZK. [online]. [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/?serverconf=bodpole>

[p] Transformace souřadnic; CUZK. [online]. [cit. 2015-03-22]. Dostupné z:
[http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(nafty3d2kesbsxocyvedlk2z\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta
&text=wcts&menu=191](http://geoportal.cuzk.cz/(S(nafty3d2kesbsxocyvedlk2z))/Default.aspx?mode=TextMeta&text=wcts&menu=191)

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1-1 Značení cyklotrasy – návěst před křižovatkou, směrová tabulka; zdroj [a]	13
Obr. 1-2 Značení cykloturistické trasy – pásové značení, směrovka; zdroj [b]	14
Obr. 1-3 Cyklotrasy Brno a okolí; zdroj [c]	14
Obr. 2-1 Lokalita; zdroj [d]	17
Obr. 2-2 Znak města Brna; zdroj [e]	18
Obr. 2-3 Katedrála sv. Petra a Pavla; zdroj [f]	18
Obr. 2-4 Znak obce Malhostovice; zdroj [g]	19
Obr. 2-5 Malhostovická pecka.....	19
Obr. 3-1 Digitální turistická mapa; zdroj [h]	22
Obr. 3-2 Turistická mapa SHOCART č. 51; zdroj [i]	24
Obr. 4-1 Družice GPS na oběžné dráze plánovaného bloku IIF (obrázek NASA); zdroj [j]	26
Obr. 4-2 Rozmístění pěti řídicích pozemních stanic; zdroj [k]	27
Obr. 4-3 Zeměpisné souřadnice; zdroj [l]	29
Obr. 4-4 Síť zón UTM; zdroj [m]	30
Obr. 4-5 Garmin Oregon 550t; zdroj [n]	31
Obr. 5-1 Garmin BaseCamp v základním nastavení.....	33
Obr. 5-2 Ukázka trasy před editací a redukcí bodů	34
Obr. 5-3 Stejná trasa po editaci a filtraci.....	34
Obr. 5-4 Porovnání měřených souřadnic a výšek na zhušťovacích bodech.....	35
Obr. 5-5 Geodetické údaje zhušťovacího bodu; zdroj [o]	35
Obr. 5-6 Transformační body mapy 1:50 000	36
Obr. 5-7 Transformační body mapy 1:25 000	37
Obr. 5-8 Aplikace CUZK pro transformaci souřadnic; zdroj [p]	37
Obr. 5-9 Příklady identických bodů pro transformaci mapy 1:18 000	38
Obr. 5-10 Výsledky afinní transformace části mapy 1:25 000.....	39
Obr. 5-11 Výsledky afinní transformace mapy 1:50 000.....	39
Obr. 5-12 Výsledky afinní transformace mapy 1:18 000.....	40
Obr. 5-13 Mapa 1:25 000 - sestavení skenovaných rastrů	41
Obr. 5-14 Ukázka vektorizace trasy z mapy	42

Obr. 5-15 Okno grafického systému PowerCivil	42
Obr. 5-16 Aplikace pro vytvoření výškového profilu	43
Obr. 5-17 PowerCivil - generované profily	44
Obr. 5-37 Mapa KČT 1:50 000	45
Obr. 5-39 Mapa ONLINE 1:25 000	45
Obr. 5-38 Mapa SHOCART 1:50 000	45
Obr. 5-18 VUT v Brně - fakulta strojního inženýrství	47
Obr. 5-19 Stezka v zahrádkářské kolonii	48
Obr. 5-20 Pod velkou Babou	48
Obr. 5-21 Vodní kaple sv. Jana Nepomuckého v Kuřimi při výjezdu z lesa	49
Obr. 5-22 Pěšina ke Zlobici	50
Obr. 5-23 Napojení na cyklostezku 5191	50
Obr. 5-24 Kostel sv. Vavřince v Malhostovicích	51
Obr. 5-25 Asfaltová silnice na levém břehu přehrady	52
Obr. 5-26 Ostroh	52
Obr. 5-27 Souběžná cesta vedle silnice k hradu Veverí	53
Obr. 5-28 Výjezd od hradu Veverí po zelené	53
Obr. 5-29 Ríšova studánka	54
Obr. 5-30 Cesta do Hvozdce	55
Obr. 5-31 Údolím Bílého potoka	55
Obr. 5-32 Veverská Bítýška – modrá značka z ulice M. Kudeřkové	56
Obr. 5-33 Nad Veverskou Bítýškou	57
Obr. 5-34 Odpočívadlo nad Senticemi	57
Obr. 5-35 Vjezd do Čebína z polní cesty od Sentic	58
Obr. 5-36 Kostel sv. Jiří v Čebíně	58

9 SEZNAM ZKRATEK

MTB	horské kolo (z anglického mountain bike)
KČT	klub českých turistů
UNESCO	organizace pro vědu, výzkum a kulturu (z anglického United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization)
ICA	mezinárodní kartografická organizace (z anglického International Cartographic Association)
GPS	globální polohový systém
WAAS	družicový systém, který doplňuje vylepšuje vlastnosti GPS v USA (z anglického Wide Area Augmentation System)
EGNOS	evropská varianta WAAS
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
ETRS-89	evropský terestrický referenční systém 1989
GÚ	geodetické údaje
WGS-84	světový geodetický systém 1984 (z anglického World Geodetic System)
UTM	souřadnicový systém (z anglického Universal Transverse Mercator)
S-JTSK	systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
MS	grafický systém MicroStation
VUT	Vysoké učení technické

10 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1.1	SMĚROVÝ PROFIL GPS – MAPA ONLINE 1:25 000
Příloha 1.2	SMĚROVÝ PROFIL GPS – MAPA KČT 1:50 000
Příloha 1.3	SMĚROVÝ PROFIL GPS – MAPA SHOCART 1:50 000
Příloha 1.4	SMĚROVÝ PROFIL GPS – MAPA SHOCART 1:18 000
Příloha 2	VÝŠKOVÝ PROFIL GPS – MAPA ONLINE 1:25 000