

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Přírodovědecká fakulta

Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie

Studijní program: Geografie (bakalářské studium)

Studijní obor: Geografie - kartografie



Daniel ZUB

**ZHODNOCENÍ KVALITY LESNÍ CESTNÍ SÍTĚ
V GEOGRAFICKÝCH DATABÁZÍCH ČR**

**ACCURACY ASSESSMENT OF THE FOREST ROAD NETWORK
CONTAINED IN THE GEOGRAPHICAL DATABASES
OF THE CZECH REPUBLIC**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Jakub Jaroš

Praha 2013

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 19. 8. 2013

.....

Daniel Zub

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Mgr. Jakubu Jarošovi za věnovaný čas, strpení, cenné rady a připomínky. Dále děkuji Vojenskému geografickému a hydrometeorologickému úřadu v Dobrušce, Českému úřadu zeměměřickému a katastrálnímu v Praze, vydavatelství SHOCart, lesní správě Děčín a Mgr. Janu Langrovi za poskytnutí dat a Janu Černoousevi za cenné rady. V neposlední řadě děkuji rodině za podporu v průběhu celého studia.

Zhodnocení kvality lesní cestní sítě v geografických databázích ČR

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je zhodnotit lesní cestní sítě zdrojů prostorových dat v ČR, kterými jsou ZABAGED, DMÚ 25, ÚHÚL, SHOCart a mapy pro orientační sporty. V teoretické části je popsáno vymezení a význam lesní dopravní sítě, klasifikace cest a pěšin jednotlivých databází a metody, kterými lze měřit v zalesněných oblastech a jaký je jejich princip. Nejvíce popisovanou metodou je měření GPS, kdy jsou uvedeny i chyby, které mohou při měření v zalesněných oblastech nastat. Praktická část obsahuje analýzu cest a pěšin databází, která proběhla na základě jejich klasifikace, existence, podobnosti s výchozí datovou sadou, kterou byla zvolena ZABAGED, a komparace všech databází s terénním průzkumem. Samotné měření bylo provedeno geodetickým přístrojem GPS. Součástí práce je vytvořená topografická mapa vymezeného zalesněného území v měřítku 1 : 10 000.

Klíčová slova: lesní cesta, pěšina, geografické databáze ČR, klasifikace lesní dopravní sítě, globální polohový systém, tvorba mapového výstupu

Accuracy assessment of the forest road network contained in the geographical databases of the Czech republic

Abstract

The aim of this bachelor thesis is to evaluate forest road network spatial data resources in the Czech Republic. The main resources are ZABAGED, DMU 25, UHUL, SHOCart and maps for orienteering sports. The theoretical section of the thesis describes the definition and importance of forest road network, the classification of roads and paths of individual databases, methods which can be measured in wooded areas and their principles. The most described is the method of GPS measurements which contains errors that can occur when measured in forested areas. The practical part of the thesis contains an analysis of tracks and paths databases that was done on the basis of their classification, existence, similarities with the initial dataset (ZABAGED), a comparison of databases with field research. First, a method of analysis is described. Measurements were performed with geodetic GPS device and it also includes the determination of its accuracy in areas with unfavorable conditions. At the end, the results of analyzes are mentioned. The work contains a topographic map of the defined forest area in scale 1: 10 000.

Keywords: forest road, footpath, geographic database of the Czech Republic, the classification of forest road network, global positioning system, map creating

OBSAH

Přehled použitých zkratk	7
Seznam obrázků, tabulek a grafů	9
1 Úvod	10
1.1 Cíle práce.....	11
1.2 Struktura práce	11
2 Lesní dopravní síť a její kategorizace	12
2.1 Historický vývoj.....	13
2.2 Klasifikace.....	13
3 Klasifikace geografických databází	17
3.1 Základní báze geografických dat České republiky.....	17
3.2 Digitální model území 1 : 25 000	18
3.3 Ústav pro hospodářskou úpravu lesů	19
3.4 SHOCart	20
3.5 Mapový server Českého svazu orientačních sportů	21
3.6 Zhodnocení klasifikací	24
4 Globální navigační satelitní systémy	26
4.1 GPS NAVSTAR	26
4.2 Princip systému	28
4.3 Metody stanovení polohy	29
4.4 Zdroje chyb měření	30
4.4.1 Geometrické uspořádání viditelných družic.....	30
4.4.2 Vliv atmosféry.....	31
4.4.3 Útlum signálu.....	32

4.4.4	<i>Odchylka hodin</i>	32
4.4.5	<i>Efekt multipath</i>	32
4.5	Měření v oblastech se zhoršenými podmínkami.....	33
5	Vymezení zkoumaného území	36
6	Metodika	37
6.1	Využívaný software.....	37
6.2	Předzpracování dat.....	37
6.3	Porovnání datové sady ZABAGED s ostatními zdroji prostorových dat.....	39
6.4	Porovnání databází s terénním průzkumem.....	40
6.5	Statistické veličiny měření geodetickou GPS.....	42
7	Výsledky	43
7.1	Klasifikace cestní sítě jednotlivých databází.....	43
7.2	Existence cestní sítě v geografických databázích.....	43
7.3	Porovnání datové sady ZABAGED s ostatními zdroji prostorových dat.....	44
7.4	Porovnání databází s terénním průzkumem.....	45
8	Tvorba mapového výstupu	47
9	Diskuse a závěr	52
	Seznam zdrojů informací	55
	Seznam použitých datových zdrojů	60
	Seznam mapových výstupů	61
	Seznam příloh	62

PŘEHLED POUŽITÝCH ZKRATEK

ČSN	Česká státní norma
ČSOS	Český svaz orientačních sportů
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DMÚ 25	Digitální model území 1 : 25 000
DORIS	Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite
DGPS	Diferenciální GPS (Differential GPS)
DOP	Dilution of Precision
DMP 1G	Digitální model povrchu České republiky 1. generace
GLONASS	Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistema
GPS	Globální polohový systém (Global Positioning System)
GNSS	Globální navigační satelitní systém (Global Navigation Satellite System)
CHKO	Chráněná krajinná oblast
IRNSS	Indický regionální navigační satelitní systém (Indian Regional Navigational Satellite System)
L1L	Lesní cesta 1. třídy
L2L	Lesní cesta 2. třídy
L3L	Lesní cesta 3. třídy
LČR	Lesy České republiky
LHP	Lesní hospodářský plán
LLS	Letecké laserové skenování
LORAN	Long Range Navigation
NAVSTAR GPS	Navigation Signal Timing and Ranging Global Positioning System
OPRL	Oblastní plán rozvoje lesů
ORP	Obec s rozšířenou působností
QZSS	Quasi-Zenith Satellite System
RMS	Střední kvadratická chyba (Root Mean Square)
S-JTSK	Jednotná trigonometrická síť katastrální
SA	Selektivní dostupnost (Selected Availability)
SMO-5	Státní mapa 1 : 5 000 – odvozená

TIN	Nepřavidelná trojúhelníková síť (Triangulated Irregular Network)
TM 25	Topografická mapa 1 : 25 000
ÚHÚL	Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem
WADGPS	Diferenciální GPS rozsáhlé oblasti (Wide Area Differential GPS)
WGS 84	Světový geodetický systém 1984 (World Geodetic System 1984)
ZABAGED	Základní báze geografických dat České republiky
ZM 10	Základní mapa 1 : 10 000

SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Obr. 1 Lesní odvozní cesta se zpevněním.....	14
Obr. 2 Lesní přibližovací cesta bez zpevnění.....	14
Tab. 1 Kategorizace lesních cest a jejich charakteristiky	15
Obr. 3 Lesní stezka	16
Obr. 4 Lesní pěšina	16
Obr. 5 Mapové znaky cest a pěšin ZABAGED.....	18
Obr. 6 Mapové znaky cest a pěšin DMÚ 25.....	19
Obr. 7 Mapové znaky cest a pěšin datových sad ÚHÚL a OPRL.....	20
Obr. 8 Mapové znaky cest a pěšin vydavatelství SHOCart.....	21
Obr. 9 Mapové znaky cest a pěšin pro orientační běh a sprint.....	22
Obr. 10 Mapové znaky sjízdných a nesjízdných stupňů pro Trail-O	23
Tab. 2 Klasifikace cest a pěšin pro orientační závod na horských kolech	23
Obr. 11 Mapové znaky vedlejší silnice, cest a pěšin pro orientační závod na horských kolech	24
Obr. 12 Segmenty GNSS.....	27
Obr. 13 Kontrolní segment systému NAVSTAR GPS	28
Obr. 14 Princip stanovení polohy změřením délek od tří bodů	29
Obr. 15 Vliv geometrické konfigurace družic vzhledem k přijímači GPS ve 2D.....	31
Obr. 16 Chyby způsobené atmosférou.....	31
Obr. 17 Efekt multipath.....	33
Obr. 18 Příklad detekce lesních cest pomocí dat LLS (nahore) a srovnání s ortofotem (dole)	35
Obr. 19 Vymezení zkoumaného území v rámci ORP Děčín	36
Obr. 20 Ukázka metody buffer	39
Obr. 21 Leica GX1230 s anténou ATX1230	40
Tab. 3 Statistické veličiny měření	42
Tab. 4 Existence lesní dopravní sítě v jednotlivých databázích a mapách.....	44
Graf 1 Porovnání podobnosti lesní cestní sítě datové sady ZABAGED s ostatními databázemi.....	45
Tab. 5 Porovnání datových sad s terénním průzkumem.....	46

1 ÚVOD

Geografické databáze představují cenný materiál v geografických, kartografických, územně-plánovacích a dalších disciplínách. Databáze se s rozvojem informačních technologií stále zlepšují a prohlubují, avšak stále v databázích existují opomenutá místa, jež je třeba aktualizovat a doplnit. A proto jsem se rozhodl analyzovat lesní cesty a pěšiny, které jsou z hlediska významu a důležitosti v databázích nepostradatelné.

Lesní dopravní síť, bez níž se moderní obhospodařování lesa neobejde, tvoří podstatnou část infrastruktury. Význam lesních cest spočívá ve zpřístupňování lesních komplexů. Jejich stav má značný vliv na těžbu a dopravu dříví, pěstební práce a další činnosti v lese. Ačkoliv lesní cesty patří vlastníkovému lesu a slouží převážně pro hospodářské účely, jejich existence je důležitá i pro dostupnost požární techniky, automobilů rychlé záchranné služby a policie. I proto musí být dbáno na jejich průjezdnost. Společně s lesními pěšinami a stezkami jsou využívány k regeneračním procházkám, orientačním sportům, turistice a cykloturistice. Vždyť většina značených stezek, pokrývajících celé území České republiky, vede po cestní síti lesa.

Lesní dopravní síť patří mezi účelové pozemní komunikace, které se od veřejně přístupných liší tím, že vjezd vozidel je pouze na povolení vlastníka. Proto se odlišují nízkou frekvencí dopravních prostředků. Cestní síť má významnou funkci také v prostorovém dělení lesa, kdy porosty nejčastěji rozděluje cesta či pěšina.

V hospodářských mapách jsou to komunikace, kterými lze dosáhnout lesní komplexu pro správu a údržbu. Čtenáři mapy musí být zřejmé, jaké cesty jsou vhodné k dosažení místa těžby, a jaké vyhovují k odvozu vytěženého dřeva. Turisté a cyklisté ocení mapy turistické, z kterých získají informace, aby si mohli naplánovat svoji trasu, ať už chtějí využívat stezek či se projít po cestách neznačených. Pro závodníky orientačních sportů se tiskne aktuální, dobře čitelná a detailní mapa, která je jejich spolehlivým průvodcem pro dobrou a účelnou volbu postupu. Závodníci požadují mapy s absolutní přesností, které dávají přesný, úplný a podrobný obraz terénu. Obsahují všechny objekty, které jsou zřetelné při rychlosti soutěživého a mají význam pro orientaci.

1.1 Cíle práce

Úkolem této bakalářské práce je prověřit kvalitu cestní sítě vybraného zalesněného území databáze ZABAGED s dalšími zdroji prostorových dat, konkrétně DMÚ 25, ÚHÚL, SHOCart a map pro orientační sporty. Kromě tohoto srovnání je součástí práce také komparace všech výše zmíněných datových sad s terénním měřením. Výchozím mapovým listem byl zvolen list 02–23–13 datové sady ZABAGED, jelikož obsahuje zalesněné území blízko mého bydliště. Oblast se nachází v severní části ORP Děčín na levém břehu řeky Labe. Kartografickým výstupem je topografická mapa daného území podle zásad pro tvorbu mapy v měřítku 1 : 10 000.

1.2 Struktura práce

Bakalářskou práci je možné rozdělit na teoretickou a praktickou část. Teoretická část se zaměřuje na lesní cesty a pěšiny, které jsou předmětem výzkumu. Je přiblíženo, k čemu lesní dopravní síť slouží a stručně popsán její historický vývoj. Uvedena je také klasifikace lesních cest a pěšin podle České státní normy, kterou se řídí Lesy České republiky. V další kapitole jsou analyzovány a komparovány klasifikace geografických datových sad České republiky. Rozborem charakteristik databází lze zjistit, jakým uživatelům je určena a co je podkladem jejich geometrické přesnosti. Následující kapitola je věnována technologii, jež byla použita pro sběr dat v terénu. Nastíněn je princip globálního polohového systému, metody stanovení polohy, zdroje chyb měření a na závěr možnosti měření v oblastech vegetace. Tato část má významný vliv na pochopení systému, zvolení správné metody měření a zpracování získaných dat.

V praktické části je popsána použitá metodologie komparace lesní dopravní sítě datové sady ZABAGED s ostatními zdroji prostorových dat. V této kapitole je objasněna také zvolená metoda k získání dat při měření ve vymezeném území, se kterými byly poté porovnány jednotlivé geografické databáze. Nejsou opomenuty ani statistické výpočty přesnosti měření, jelikož jakákoliv metoda není absolutně přesná. Závěrečné části jsou věnovány prezentaci dosažených výsledků a tvorbě mapového podkladu.

2 LESNÍ DOPRAVNÍ SÍŤ A JEJÍ KATEGORIZACE

Lesní cesty jsou primárním a hlavním prostředkem pro zpřístupnění lesa. To z nich činí významnou podmínku pro jeho řádné obhospodařování. Základní kritérium, které určuje vyspělost lesního hospodářství, je optimální hustota a kvalita lesní dopravní sítě, a to tak, aby správně plnila funkce sběrné, technologické i spojovací (Ministerstvo zemědělství, 2010). Zatímco některé hospodářsky vyspělé země mají vybudovanou hustou dopravní síť a lesníci zvažují její optimalizaci, a někdy i redukci, většina rozvojových států se systematickou výstavbou lesních cest ještě nezačala. Optimální rozmístění tras je realizováno tak, aby délka a plošná výměra komunikací byla co nejmenší a zároveň se dosáhlo co nejvyšší procento zpřístupnění uvažované plochy území a optimální přibližovací vzdálenost dopravy dřeva v lese (Beneš, 2002).

Ačkoliv výstavba lesních cest je z hlediska přírodního prostředí škodlivá, má lesní dopravní síť v lese nezastupitelné místo a její úloha je velmi důležitá. Nelze si přestavit realizaci nutných činností v lese bez existence a dobré funkčnosti lesní dopravní sítě. Lesní dopravní síť plní primárně funkci hospodářskou, kdy lesní cesty jsou tepnami při vyvážení dřevní hmoty z lesa. Dále slouží k přístupu těžebních mechanismů, ale i k dopravě pracovníků, sazenic, materiálů pro chemickou ochranu lesa či na výstavbu oplocenek¹. Další neméně důležitou funkcí je výkon práva myslivosti, ale i dostupnost požární techniky, automobilů rychlé záchranné služby nebo policie. Proto jsou lesní cesty podle Zákona o pozemních komunikacích² považovány za účelové pozemní komunikace, na které se z většiny případů stahuje lesní zákon. Cesty neplní pouze úlohu hospodářskou, ale slouží i k turistickým nebo cykloturistickým účelům, a také po svolení lesní správy ke sportovním akcím, jako jsou orientační běhy či terénní cyklistické závody (Vejvoda, 2010).

Lesní cesty jsou specifické komunikace s omezeným přístupem, proto se od veřejných odlišují nízkou frekvencí dopravních prostředků. Liší se i přírodním prostředím, v němž jsou budovány. Tyto faktory ovlivňují nedokonalost jejich technického vybavení. Lesní cesty vyžadují zvláštní ekonomický a technický přístup k jejich plánování a výstavbě, proto

¹ Oplocení nově vysazených dřevin zamezující škodám způsobenými zvěří.

² Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích [online]. 1997 [cit. 2012-03-09]. Dostupné z URL:

<http://www.mdcz.cz/cs/Legislativa/Legislativa/Legislativa_CR_silnicni/Pozemni_komunikace/Pozemni_komunikace.htm>

problematiku zpřístupnění lesa řeší lesníci, i když se zdá, že je to spíše technickou záležitostí (Beneš, 2002).

Jak již bylo uvedeno výše, výstavba lesních cest má škodlivý vliv na životní prostředí. Snižují produkční plochu, nepříznivě ovlivňují vodohospodářské poměry a zvyšují předpoklady vodní eroze lesní půdy. Kromě toho narušují komplexnost porostů s rostoucím rizikem větrných a sněhových kalamit. Z těchto příčin je u cest, které jsou již provozně nepotřebné nebo ve stavu neumožňující ekonomicky výhodnou rekonstrukci či opravu, prováděna jejich rekultivace (Klč; Žáček, 2006).

2.1 Historický vývoj

Cílevědomá výstavba lesních cest zaujímá v historii lesů a lesního hospodářství jen nepatrný časový úsek. Z hlediska přepravy dřevní hmoty nebyla lesní dopravní síť dlouhou dobu potřeba. Z nadbytku lesů se získávaly žďárením plochy pro pěstování zemědělských plodin, jak tomu je doposud v některých rozvojových státech. Potřebné dříví se těžilo na okrajích lesů a bylo přepravováno za pomoci zvířecí či lidské síly po sněhu, vodě či půdě (Beneš, 2002).

Trasování a stavění lesních cest započalo při využívání zvířecích potahů pro přiblížení kulatin i z velmi obtížných lokalit. Lesní cesty odpovídaly jejich možnostem a požadavkům, byly úzké a mnohdy nebezpečné. Většina tras vedla po údolní nivě, podél vodního toku. Tyto údolní cesty, které byly budovány, jsou součástí lesní dopravní sítě doposud (Beneš, 2002).

Výše zmíněné způsoby lesní dopravy byly šetrné k životnímu prostředí. Vzhledem k námaze a bezpečnosti pracovníků a rozvojem dopravní a stavební techniky se však od těchto metod ustoupilo (Klč; Žáček, 2006).

Za zlom lze považovat 50. léta 20. století, kdy se ve světě rychle rozvíjela motorová vozidla. V té době se začaly projektovat, plánovat a budovat lesní cesty. K přepravování dřeva se začal používat traktor a ke stavbě lesních cest buldozer. V tomto období se těžba a doprava dřeva mění ze sezónní práce na celoroční bez ohledu na počasí a stav lesní půdy. Začíná se s výstavbou svážnic, což jsou cesty vedené z oblastí hor a pahorkatin do údolí (Beneš, 2002).

2.2 Klasifikace

V České republice lze lesní dopravní síť klasifikovat pomocí České státní normy 73 6108 – Lesní dopravní síť (1996), kterou se řídí i Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem (ÚHÚL). Stanovuje základní požadavky pro navrhování a projektování jednotlivých prvků lesní dopravní sítě. Lesní dopravní síť je touto normou definována jako

„dopravní zařízení všeho druhu sloužící k propojení lesních komplexů se sítí veřejných komunikací, k přibližování a odvážení dříví a jiných produktů z lesa, k dopravě osob a materiálu v souvislosti s hospodařením v lese, popř. i k jiným účelům“ (ČSN 73 6108, 1996, s. 3). Turistickým a jiným veřejným účelům jsou kromě nich určeny ještě lesní stezky a lesní pěšiny. Součástí lesní dopravní sítě jsou i lesní skládky sloužící k přechodnému uložení a manipulaci s dřívím před odvozem. Za součást se nepovažují silnice a dálnice procházející lesem (Beneš, 2002).

Lesní cesty jsou rozděleny z hlediska druhu, dopravní důležitosti a účelu nebo prostorového uspořádání. Druh může být buď odvozní, nebo přibližovací. Přičemž lesní odvozní cesta je minimálně jednopruhová účelová komunikace s provozním zpevněním (obr. 1), která zajišťuje dopravní spojení uvnitř lesních komplexů, a z dopravního hlediska zaručuje bezpečný celoroční nebo sezónní provoz. Zatímco přibližovací lesní cesta je vždy jednopruhovou komunikací bez zpevnění (obr. 2), spojující porosty, odkud se vyklízí vytěžené dříví, s odvozními cestami (ČSN 73 6108, 1996).

Obr. 1 Lesní odvozní cesta se zpevněním



Zdroj: Ministerstvo zemědělství ČR (2010)

Obr. 2 Lesní přibližovací cesta bez zpevnění



Zdroj: Ministerstvo zemědělství ČR (2010)

Podle dopravní důležitosti a účelu jsou lesní cesty kategorizovány do 5 skupin (tab. 1). Označujeme je číselným a písemným znakem. Číselný znak uvádí třídu cesty podle významu a písemný znak „L“ značí, že se jedná o lesní cestu. Do lesních cest 1. a 2. třídy řadíme odvozní, které tvoří primární úroveň zpřístupnění lesa. Odvozní cesty 2. třídy se rozlišují podle provozní způsobilosti. Jejich povrch je zpravidla provozně zpevněn, aby bylo umožněno jejich celoroční využívání. Cesty 3. třídy jsou typy, které svým charakterem vytvářejí sekundární cestní síť. Poslední 4. třída slouží k soustředování vytěženého dřeva z porostu na odvozní místo, respektive lesní skládku, a jsou vždy nezpevněné. Jedná se o dočasnou cestu bez technické vybavenosti, vymezenou pouze v době těžby a poté zanikající. Vymezená trasa se může v případě přibližování dříví i měnit, ale měl by se zachovat požadavek na přepravu po nejkratší trase (Beneš, 2002).

Tab. 1 Kategorizace lesních cest a jejich charakteristiky

Druh	Třída	Provozní způsobilost	Min. šířka cesty [m]	Druh povrchu
odvozní cesty	1L	trvalá	4,0	bezprašná vozovka s provozním zpevněním (asfalt, beton)
	2L 1	sezónní až trvalá	3,5	vozovka s prašným povrchem nebo provozní zpevnění
	2L 2	sezónní	3,5	zemní na únosných podložích nebo částečné zpevnění
přibližovací cesty	3L	sezónní	3,0	zemní, může být i částečné provozní zpevnění
	4L	sezónní	1,5	zemní, bez provozního zpevnění

Zdroj: ÚHÚL (2003), ČSN 73 6108 – Lesní dopravní síť (1996)

Prostorové uspořádání je charakterizováno zápisem, kdy hodnota před lomítkem vyjadřuje šířku cesty v metrech a hodnota za lomítkem navrhovanou rychlost v kilometrech za hodinu. Tento zápis doplňuje třídy při označení jednotlivých lesních cest. Například označení 1 L - 4,5/40 vyjadřuje, že se jedná o lesní cestu s možným celoročním provozem kategorie 1. třídy, kde šířka vozovky je 4,5 m a navrhovaná rychlost na této cestě 40 km/h. Pokud cesta nespĺňuje alespoň jedním technickým parametrem podmínky zařídění, přeřadí se do kategorie cesty nižší třídy (ČSN 73 6108, 1996).

Samostatně jsou zmíněny lesní stezky a pěšiny (obr. 3 a 4). Pěšiny jsou úzké vyšlapané cesty v přírodním terénu, určené převážně pro pěší provoz, které nevznikly cílenou stavební činností, avšak mohly na ní být provedeny dodatečné stavební úpravy. Zpravidla podchycují turisticky zajímavá místa v oblasti (tzv. kardinální body³). Povrch pěšiny je utvářen zašlapáním, a proto většinou není prorostlý vegetací jako okolní plocha nebo je jeho vegetace pozmeněna. Vyšlapání může být provedeno i zvěří. Jako pěšiny se označují i cestičky, které jsou ojediněle vyjeté jízdami koly. Na rozdíl od pěšiny je stezka záměrně budovaná a má o něco vyšší kvalitu. Rozdělují se podle využití na cyklistické, jezdecké nebo turistické stezky (ČSN 73 6108, 1996).

³ „návrhové prvky lesních cest a nemotoristických komunikací v lese určující místa, kterými musí trasa procházet“ (ČSN 73 6108, 1996, s. 4)

Obr. 3 Lesní stezka



Zdroj: Lesní stezky

Obr. 4 Lesní pěšina



Zdroj: Lesní stezky

3 KLASIFIKACE GEOGRAFICKÝCH DATABÁZÍ

Do hodnocení klasifikace cest a pěšin byly zařazeny následující databáze. Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED) a Digitální model území 1 : 25 000 (DMÚ 25) pokrývající celou Českou republiku. Informační a datové centrum Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem (ÚHÚL) spravující data, jež jsou majetkem Lesů ČR. Databáze společnosti SHOCart byla do výběru přiřazena, protože součástí jsou také turistické trasy, které většinou vedou po lesních cestách či pěšinách. Poslední porovnávanou databází je mapový server Českého svazu orientačních sportů (ČSOS), jelikož závody pořádané tímto svazem jsou nejčastěji vedeny po lesní dopravní síti.

3.1 Základní báze geografických dat České republiky

ZABAGED je digitální topografický model území odvozený ze Základní mapy České republiky 1 : 10 000 (ZM 10), vycházející ze souřadnicového systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK). ZABAGED se považuje za nejpodrobnější základní geografickou databázi, která pokrývá celé území České republiky. Proces tvorby databáze započal v roce 1995 vektorizací tiskových podkladů ZM 10. V letech 2000 až 2005 byla za pomoci terénního šetření a použití fotogrammetrických metod provedena první aktualizace, která současně zpřesňovala polohu objektů. Poté se cyklus aktualizací zkrátil na tříletý za využití leteckých měřických snímků a barevného ortofota, které se vytváří každoročně pro jednu třetinu území ČR. Některé významné objekty, mezi něž patří i silnice, jsou aktualizovány minimálně jednou ročně na základě získaných informací od jejich správců. Garantem a zpracovatelem obsahu této databáze je Český úřad zeměměřický a katastrální a patří mezi součást informačních systémů veřejné správy. Obsah ZABAGED v současnosti tvoří 123 typů geografických objektů zařazených do polohopisné nebo výškopisné části databáze. Polohopisná obsahuje dvourozměrně vedené (2D) prostorové objekty a popisné informace členěné do osmi tematických kategorií: sídelní, hospodářské a kulturní objekty; komunikace; rozvodné sítě a produktovody; vodstvo; územní jednotky včetně chráněných území; vegetace a povrch; terénní reliéf; vybrané údaje o geodetických bodech. Výškopisná část obsahuje trojrozměrně vedené (3D) prvky terénního reliéfu a je prezentována 3D souborem

vrstevnic. Obsah ZABAGED se postupně rozšiřuje a aktualizuje s rostoucími potřebami uživatelů (ČÚZK: Geoportál, 2012).

Katalog objektů ZABAGED (2012b) klasifikuje lesní dopravní síť na cesty a pěšiny (obr. 5) a jsou součástí kategorie komunikace. Cesta je „*místní nebo účelová pozemní komunikace vzniklá uježděním pruhu pozemku s případným zlepšením místními zemními pracemi a nahodilou úpravou povrchu nebo vytvořená záměrným provedením nejnútnejších zemních prací s případnou povrchovou úpravou v celé své šířce*“ (Zeměměřický úřad, 2012b, s. 40). Cesty se dělí na udržované a neudržované. Za pěšiny jsou považovány komunikace stavebně a funkčně určené pro chodce. Některé asfaltové lesní cesty 1. třídy se zařazují mezi neevidované silnice. U kategorií se předpokládá s geografickou přesností vyjadřující hodnotu střední polohové chyby daného typu objektu. U neevidovaných silnic a udržovaných cest je jednoznačně určitelná poloha v území s maximální střední polohovou chybou 5 m. U pěšin a cest neudržovaných se přesnost snižuje, kdy hodnota střední polohové chyby dosahuje do 15 m (Zeměměřický úřad, 2012b).

Obr. 5 Mapové znaky cest a pěšin ZABAGED

====	nevidovaná silnice
——	cesta udržovaná
- - -	cesta neudržovaná
- - -	pěšina

Zdroj: Zeměměřický úřad (2012b)

U neevidovaných silnic chybí rozlišení na veřejně přístupné a účelové komunikace, na které je vjezd vozidel omezen.






3.2 Digitální model území 1 : 25 000

Vektorová databáze DMÚ v měřítku 1 : 25 000 je součástí Vojenského topografického informačního systému (VTIS) spravovaného Armádou České republiky (AČR), konkrétně Vojenským geografickým a hydrometeorologickým úřadem (VGHMÚř) v Dobrušce. Databáze obsahuje především topografické objekty obecného charakteru, které nejsou nutné k utajení. DMÚ v souřadnicovém systému WGS 84 má speciální vojenskou působnost, která slouží pro zabezpečení obrany ČR. Avšak není omezeno jeho využívání i jinými organizacemi v civilním sektoru nebo pro komerční účely. Od roku 1994 se intenzivně pracovalo na naplňování databáze digitalizací vojenských topografických map v měřítku 1 : 25 000 (TM 25). Roku 2006 proběhla aktualizace, při které došlo k výraznému zpřesnění geometrické pozice jednotlivých objektů oproti původnímu digitálnímu modelu. V současné době je obsah topografických map rozdělen do sedmi tematických kategorií: vodstvo; komunikace; potrubí, energetické a telekomunikační trasy; rostlinný a půdní kryt; sídla, průmyslové a jiné topografické objekty; hranice

a ohrady; terénní reliéf. Udávaná přesnost dat se pohybuje v rozmezí 0,5 až 20 m podle třídy objektů (VGHMÚř Dobruška, 2007).

Katalog topografických objektů pro DMÚ 25 (2009) rozlišuje účelové komunikace od veřejných. Lesní dopravní síť se zde dělí na hlavní cesty, které jsou zpravidla se zpevněným povrchem, cesty bez zpevnění, pěšiny a stezky (obr. 6). U hlavních cest se vyskytují dílčí atributy poukazující na omezení přístupu, stav objektu, užití komunikace a povrch cest. Přístup je u hlavních lesních cest většinou omezený na povolení pro určené (Ministerstvo obrany České republiky, 2009). Dalším objektem mohou být i haťové nebo fašinové úseky cesty, což jsou úseky tvořené ze svazku větví přes mokřinatý terén (VGHMÚř Dobruška, 2007).

Obr. 6 Mapové znaky cest a pěšin DMÚ 25

	účelová komunikace
	hlavní cesta, šířka ≥ 3 m
	polní a lesní cesta
	pěšina a stezka
	haťové a fašinové úseky cesty

Zdroj: Ministerstvo obrany České republiky (2009),
VGHMÚř Dobruška (2007)

3.3 Ústav pro hospodářskou úpravu lesů













ÚHÚL vypracovává lesní hospodářské plány (LHP) a lesní hospodářské osnovy (LHO), které vlastníkům lesa poskytují základní údaje o stavu jeho lesního majetku a plán k úspěšnému hospodaření na období 10 let. Zpracování probíhá na základě Informačního standardu lesního hospodaření a součástí jsou lesnické mapy, které se zhotovují pro území, kde se rozkládají lesní komplexy. Data poskytuje Informační a datové centrum (IDC), které slouží k vedení archivu a centrální databáze o lesích a myslivosti v České republice. Mapy obsahují prostorové rozdělení lesů a závazným podkladem je katastrální či Státní mapa 1 : 5 000 – odvozená, poskytnuty od ČÚZK. Vyhotovují se 4 druhy lesnických map v geodetickém referenčním systému S-JTSK, které jsou v měřítku 1 : 10 000 a větším: obrysová, porostní, typologická a těžební. Mapa hospodářská slouží k základnímu způsobu prezentaci dat, zahrnující hranice rozdělení lesa, cesty a popisy rozdělení. Podrobnější porostní je navíc doplněna o výškopis. Typologická prezentuje věk a zakmenění porostní půdy a těžební zásahy těžby (ÚHÚL, 2011a).

Oblastním plánem rozvoje lesů (OPRL) jsou vyhotovovány účelové mapy, zabývající se jednotlivými sekcemi hospodaření. Data OPRL slouží jako podkladové materiály při vypracovávání LHP. Výstupem sekce lesní dopravní sítě jsou mapy dopravní v měřítku

1 : 25 000. Počátky šetření jsou z 50. let 20. stol., kdy byl vypracován generální plán lesní dopravní sítě, zahrnující výstavbu zpevněných odvozních lesních cest. V dalších šetřeních, probíhajících od 60. let doteď, se provádí inventarizace nejen dopravní sítě primární, ale všech odvozních i trvalých přibližovacích cest. Inventarizace lesní dopravní sítě šetří pouze ty komunikace v lese, které slouží k trvalému nebo alespoň sezónnímu odvozu dříví. Ostatní komunikace, určené k pohybu speciální techniky a strojů po lese nebo k přibližování dřeva, předmětem zjišťování nejsou. Mapy vznikají digitalizací terénních šetření. Sběr dat se provádí přístrojem GPS. Při vyhotovování map jsou v počítačovém programu napojovány lesní odvozní cesty na veřejné komunikace z databáze ZABAGED (Mansfeld, 2012).

ÚHÚL klasifikuje cesty a pěšiny podle ČSN 73 6108 (1996) jak již bylo uvedeno v kapitole 2.2 (tab. 1). S tím rozdílem, že u cest se rozlišuje, zdali je dříví soustředováno k lesní cestě z obou stran, pouze z jedné strany (obr. 7) nebo cesta vede mimo les. Za lesní cestu mimo les se považuje taková, která je vzdálena k nejbližší hranici lesa o více než 75 m (ÚHÚL, 2011a). OPRL dělí lesní odvozní cesty totožně (Mansfeld, 2012).

Obr. 7 Mapové znaky cest a pěšin datových sad ÚHÚL a OPRL

ÚHÚL	OPRL
 1L	 lesní cesta L1L
 2L 1; dříví soustředováno z levé strany	 lesní cesta L2L1
 2L 1; dříví soustředováno z pravé strany	 lesní cesta L2L2
 2L 2; dříví soustředováno z levé strany	 nově navrhovaná lesní cesta
 2L 2; dříví soustředováno z levé strany	
 3L, traktorová přibližovací cesta	
 4L	
 pěšina	








Zdroj: ÚHÚL (2011b), Mansfeld, V. (2003)

3.4 SHOCart

Vydavatelství SHOCart patří mezi největší kartografická vydavatelství v České republice. Na trhu s kartografickými produkty působí od roku 1991, kdy se vydavatelství orientovalo pouze na mapy pro orientační běh. Celé území státu je zmapováno turistickými mapami 1 : 40 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000 a cykloturistickými mapami 1 : 60 000. Používaným souřadnicovým systémem je S-42 (SHOCart, 2012).

Kromě klasifikace cest a pěšin na zpevněnou cestu, cestu a pěšinu, je cestní síť doplněna o turistické a cykloturistické stezky (obr. 8).

Obr. 8 Mapové znaky cest a pěšin vydavatelství SHOCart

	zpevněná cesta
	cesta
	pěšina
	značená turistická trasa
	místní turistické značení
	cyklostezka
	trasy se zpevněným povrchem vhodné pro silniční kolo

Zdroj: Cykloatlas on-line - Cykloserver

3.5 Mapový server Českého svazu orientačních sportů

Orientační sporty, při kterých závodníci v nejkratším možném čase absolvují sled kontrolních bodů volně rozptýlených v terénu za pomoci mapy a buzoly, jsou rozšířené po celém světě. Pro spravedlnost soutěží je nutné zajistit jednotný přístup k interpretaci a kreslení map, aby všichni závodníci měli stejné podmínky. Pro vyhotovování map se mapovou komisí Mezinárodní federace orientačního běhu stanovují závazné předpisy pro všechny mapy jednotlivých orientačních sportů a je nepřijatelné používat znaky jiné, které neobsahují tyto dokumenty. Detailní, čitelná a aktuální mapa se stává spolehlivým průvodcem závodníka pro dobrou a účelnou volbu postupu a umožňuje se mu pohybovat po zvolené trase, aby odpovídala jeho schopnosti orientace a fyzické výkonnosti. Nepřesná, zastaralá nebo špatně čitelná mapa může ovlivnit rozhodování závodníka při postupu, a tím i regulérnost soutěží. Žádný ze soutěžících by neměl získat výhodu či trpět nevýhodou způsobenou nedostatkem v mapě. Mapa pro orientační sporty je podrobná topografická mapa s absolutní přesností, která dává přesný, úplný a podrobný obraz terénu. Obsahuje všechny objekty, které jsou ve skutečnosti zřetelné při závodnickově rychlosti a mají význam pro orientaci. Zobrazuje každý útvar, který by mohl ovlivnit čtení mapy a volbu tratě závodníků. V mapě nesmí být opomenuty informace o objektech, které brání v postupu (Bednařík, 2000).

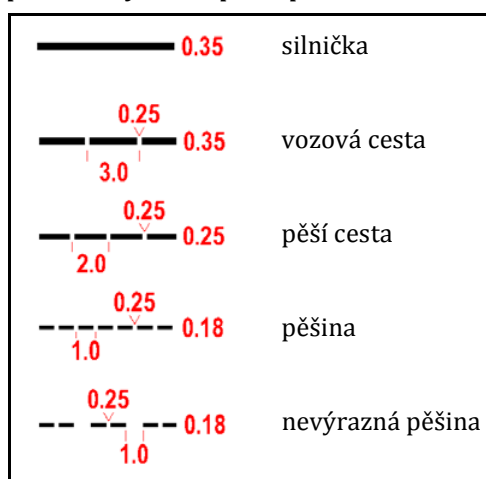
U orientačních sportů se rozlišují varianty pěší, na běžkách nebo závody na horských kolech. Pěší formou jsou orientační běh, orientační sprint, Trail-O. Mapy určené pro orientační běh jsou kresleny v měřítku 1 : 15 000. Ve výjimečných případech mapová rada ČSOS pro národní závody povoluje i měřítko jiné. Pro disciplíny orientační sprint a Trail-O je doporučuje podrobnější měřítko 1 : 5 000. Pro závod na horských kolech se

vyhotovují mapy se stanoveným měřítkem 1 : 10 000, 1 : 15 000 nebo 1 : 20 000. A v lyžařském orientačním běhu se měřítko map pohybuje v rozmezí 1 : 5 000 až 1 : 15 000 (Bednařík, 2000).

Technika vyhotovení a podklad map pro orientační sporty závisí na době vzniku. Zhruba do poloviny 90. let 20. století se používala technika kreslení za pomoci tuše a pera, zatímco dnes se používá program OCAD. Mapy se vyhotovují na základě podkladů z TM 25, ZM 10, SMO-5, Ortofot a SHOCart nebo terénním průzkumem (Mapový portál ČSOS, 2012).

Síť cest podává závodníkovi důležitou informaci a jejich klasifikace musí být na mapě jasně rozpoznatelná. Pro běžce jsou velmi důležité zvláště menší cesty a pěšiny, které ukazují, kde je běh a orientace snadnější. Orientační sprint se od běhu liší rychlostí. „*Sprint je založený na velmi vysoké rychlosti běhu ve velmi dobře průběžných parcích, ulicích nebo lesích*“ (Bednařík, 2009, s. 4). Cesty a pěšiny na mapách pro orientační sporty, vyskytující se v lese, se dělí na silnice, cesty a pěšiny (obr. 9). Udržovaná a zpevněná silnice do šířky 3 m se považuje za silničku. Ta je za každého počasí vhodná pro motorová vozidla. Cesty rozlišujeme na vozové a pěší. Vozovou cestou může být i částečně zpevněná nebo špatně udržovaná silnice dosahující šířky do 3 m, která je vhodná jen pro vozidla při pomalé jízdě. A kromě pěšin jsou rozlišovány také nevýrazné pěšiny. Za pěšiny lze považovat i cesty pro těžbu dřeva (Bednařík, 2000).

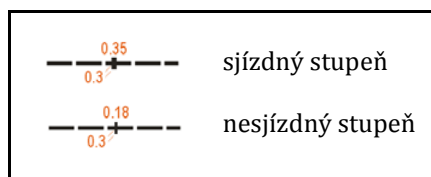
Obr. 9 Mapové znaky cest a pěšin pro orientační běh a sprint



Zdroj: Bednařík, L. (2000, 2009)

Pro lidi se sníženou nebo omezenou hybností byla zavedena sportovní disciplína s názvem Trail-O. Závodníci využívají pouze cesty, pěšiny a označené trasy. Vstupovat do terénu nemají povoleno. Mapy vycházejí z předpisu pro orientační běh a s ohledem na pohyblivost závodníků doplňuje síť cest informace o sjízdnosti (obr. 10). Sjízdný stupeň značí, že se jedná o obtížnou část cesty, která je sjízdná opatrně nebo s pomocí. U části cesty, kde nelze předpokládat sjízdnost, je cesta doplněna nesjízdným stupněm (Bednařík, 2000).

Obr. 10 Mapové znaky sjízdných a nesjízdných stupňů pro Trail-O



Zdroj: Bednařík, L. (2000)

Závodník při orientačním závodě na horských kolech může využívat jen síť cest a pěšin, ve volném terénu má za povinnost nést kolo nad povrchem. Proto jsou mapy pro tyto závody zaměřeny hlavně na jasné zobrazení cest a pěšin. Mapa musí být čitelná ve velké rychlosti, z čehož vyplývá, že se vynechává řada detailů ve volném terénu. Zobrazují se pouze detaily, které mají vliv na volbu postupu nebo orientaci a určení polohy. Při tvorbě map se používá klasifikace na cesty, pěšiny a vedlejší silnice (tab. 2).

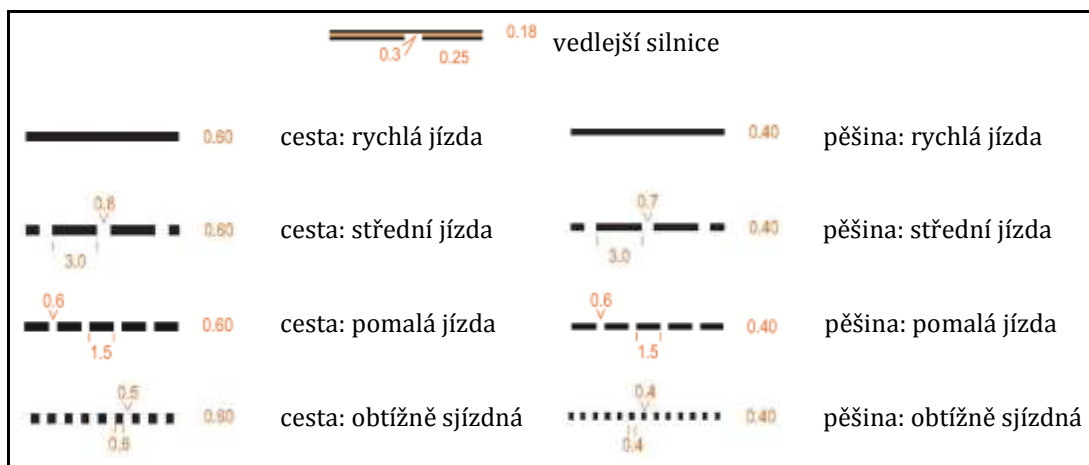
Tab. 2 Klasifikace cest a pěšin pro orientační závod na horských kolech

Klasifikace podle sjízdnosti	Rychlost jízdy [%]	Klasifikace podle šířky	Druh povrchu	Vlastnosti
rychlá jízda	75–100	cesta	zpevněný, bez překážek	udržovaná
		pěšina		
střední jízda	50–75	cesta	možnost výskytu kamenů, výmolů, trávy, písku, bláta	–
		pěšina		
pomalá jízda	25–50	cesta	travnatý, mokrý, blátivý, písčitý, možnost kamenitého povrchu, občasné výmoly, možnost výskytu skalních stupňů	obtížnější na šlapání, rychlost zpomalena
		pěšina		
obtížně sjízdné	0–25	cesta	s obtížnými překážkami (kameny, skalní stupně, bláta, výmoly, hluboký písek, kořeny)	používání zřídka, velmi pomalá nebo nesjízdná
		pěšina		

Zdroj: Bednařík, L. (2011)

Vedlejší silnice označuje silnici s asfaltovým povrchem o šířce 1,5 – 5 m. Cesty a pěšiny jsou rozděleny nejen z hlediska šířky komunikace, ale také umožněnou rychlostí jízdy po nich (obr. 11). Podle šířky se rozlišují cesty a pěšiny. Cesty jsou širší než 1,5 m a mohou být využívány auty, traktory a lesními stroji. Pěšiny nepřesahují 1,5 m šířky, a proto jsou úzká pro dvoustopá vozidla. S ohledem na rychlost jízdy se rozlišují čtyři úrovně klasifikace: rychle, středně, pomalu a obtížně sjízdné (Bednařík, 2011).

Obr. 11 Mapové znaky vedlejší silnice, cest a pěšin pro orientační závod na horských kolech



Zdroj: Bednařík, L. (2011)

Mapy pro lyžařský orientační běh se řídí stejnými pravidly jako u obyčejného orientačního běhu. Závodníci ale neberou v potaz cesty a pěšiny, nýbrž síť běžkařských stop (Bednařík, 2010).

3.6 Zhodnocení klasifikací

Klasifikace jednotlivých datových sad je přizpůsobena cílovým uživatelům, pro které jsou mapy určeny. Informační a datové centrum ÚHUL a databáze OPRL se řídí kategorizací lesní dopravní sítě podle České státní normy, která slouží pro hospodářské účely. Zatímco OPRL se zabývá pouze částí pozemních komunikací v lese, které slouží k odvozu dříví, což jsou lesní cesty 1. a 2. třídy, databáze ÚHUL obsahuje všechny objekty nacházející se na pozemcích lesů, takže i lesní cesty 3. a 4. třídy a pěšiny.

ZABAGED, DMÚ 25 a SHOCart, které jsou určeny pro civilní uživatele, používají obdobné klasifikace. ZABAGED je doplněn o informaci, zdali jsou cesty udržované nebo neudržované, DMÚ 25 rozlišuje účelové komunikace od veřejných a vydavatelství SHOCart, které vyhotovuje turistické a cykloturistické mapy, zprostředkovává informaci o stezkách.

Mapy pro orientační sporty využívají různé klasifikace cestní sítě podle odvětví. Je důležité, aby byl poskytnut závodníkovi nejpřesnější obraz terénu, který by ale neovlivňoval špatné čtení z mapy. Nejpodrobnější klasifikace je v mapách určených pro orientační závod na horských kolech, kde se dbá, aby byla dobrá informovanost závodníků o sjízdnosti cesty či pěšiny. Méně podrobná klasifikace se používá pro pěší formy orientačních běhů a nejméně pro lyžařské orientační běhy, kde je směrodatná především síť běžkařských stop.

Na základě zjištění, k čemu databáze slouží, můžeme stanovit hypotézy. Nejpřesnější budou mapy pro orientační běh, aby všichni závodníci měli stejné podmínky při jejich čtení a nenastalo nedorozumění z důvodu nepřesnosti v mapě. Stejně přesnosti bude nabývat i databáze ÚHÚL, jelikož je využívána ke zprostředkování map na pozemcích LČR, a jsou důležité pro hospodaření v lesích.

4 GLOBÁLNÍ NAVIGAČNÍ SATELITNÍ SYSTÉMY

Na základě zpracování signálů vysílaných družicemi globálního navigačního satelitního systému (GNSS) lze stanovit geografickou pozici a navigovat uživatele prostřednictvím přijímače kdekoliv na světě. V současné době jsou v provozu dva globální systémy, a to americký NAVSTAR GPS a ruský GLONASS, jež byly vyvíjené od 70. let minulého století. Původně se jednalo o systémy vojenského charakteru, ale nyní jsou dostupné i pro civilní využití. Dalšími globálními systémy, které se však stále vyvíjejí, jsou čínský Compass a evropský Galileo. Mimo GNSS existují také regionální autonomní navigační satelitní systémy, mezi něž patří čínský Beidou a francouzský DORIS a vyvíjející se indický IRNSS a japonský QZSS.

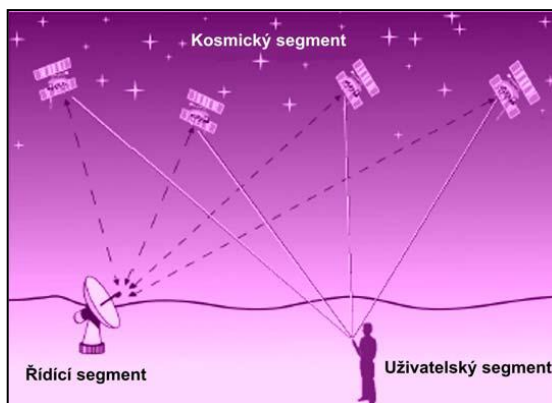
4.1 GPS NAVSTAR

GPS (Global Positioning System), celým názvem NAVSTAR GPS (Navigation Signal Timing and Ranging Global Positioning System), je vojenský globální družicový systém provozovaný Ministerstvem obrany Spojených států amerických, který patří doposud mezi nejnámější a nejpoužívanější GNSS. Přesný čas a polohu kdekoliv na Zemi i nad Zemí dokáže určit s několikametrovou přesností, kterou lze s použitím dalších metod jako je diferenciální GPS (DGPS) zvýšit až na jednotky centimetrů. První systémy pro zjištění polohy na Zemi začaly vznikat od 40. let 20. století, avšak neumožňovaly nepřetržité měření a byly velmi nepřesné. Vývoj GPS NAVSTAR byl zahájen v roce 1973 americkými vzdušnými silami a námořnictvem. Vznikl sloučením projektů sloužících k určování polohy (System 621B) a přesného času (Timation). Systém navazuje na předchozí Transit a rozšiřuje ho především kvalitou, dostupností, přesností a službami. Třírozměrné určení polohy kdekoliv na Zemi je možné od počátku roku 1993 (Čábelka, 2008).

Jelikož bylo využívání systému GPS určeno pouze pro vojenské využití, vláda v březnu 1990 zavedla selektivní dostupnost (SA), která záměrně zhoršovala přesnost určení polohy pro civilní uživatele. Ta byla zrušena až nařízením amerického prezidenta 2. května 2000, čímž došlo ke zvýšení přesnosti určení polohy ze 100 na 20 m (Schejbal, 2004).

GPS, stejně jako ostatní navigační systémy, lze rozdělit na tři základní složky (obr. 12): kosmický, řídicí a uživatelský segment (Láska, 2010).

Obr. 12 Segmenty GNSS

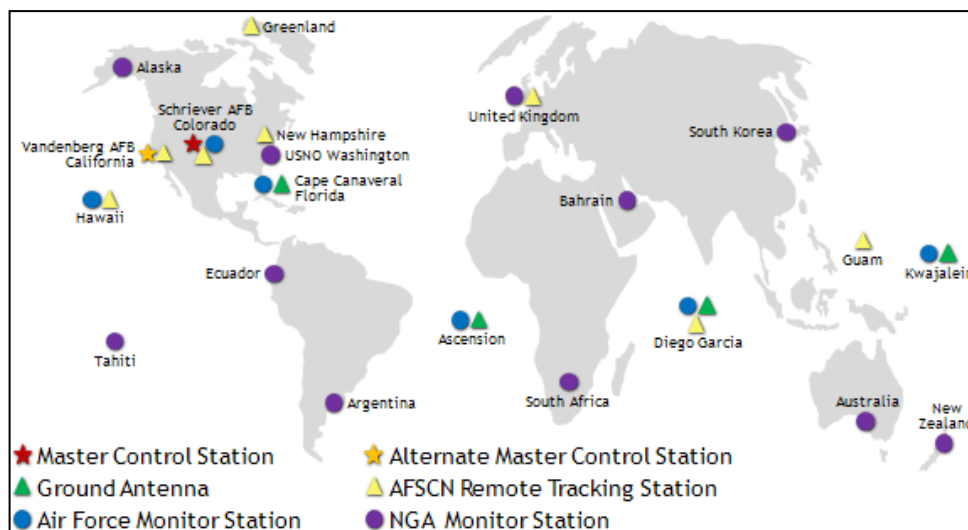


Zdroj: Čábelka, M. (2008)

Kosmický segment tvoří soustava umělých družic obíhajících kolem Země, které jsou vybaveny přijímačem, vysílačem a atomovými hodinami. Družice obíhají po téměř kruhových drahách a vysílají rádiové vlny odvozené ze základní frekvence generované velmi přesnými atomovými hodinami, nesoucí potřebné informace pro stanovení polohy. Pomocí solárních panelů získávají elektrickou energii a polohu jsou schopny korigovat pomocí raketových motorů (Schejbal, 2004). NAVSTAR GPS se skládá z minimálního počtu 24 družic, avšak skutečný počet je proměnlivý, neboť se vypouštějí stále nové družice a staré se ruší teprve podle jejich aktuálního technického stavu. V současnosti je v provozu 31 družic, které jsou umístěné na šesti téměř kruhových drahách se sklonem 55° k rovině rovníku, jejichž vzdálenost činí 20 200 km od povrchu Země. Na drahách, které jsou od sebe vzájemně posunuty o 60° , se původně pohybovaly 4 pravidelně rozmístěné družice. Dnešní rozmístění je v důsledku vypouštění nových nepravidelné a je jich 5 až 6 na jedné dráze. Družice se pohybují rychlostí 11 300 km/h. Za jeden hvězdný den uskuteční každá družice dva oběhy kolem Země. Jeden oběh trvá 11 hodin a 58 minut, proto jsou další den na stejném místě oběžné dráhy o 4 minuty dříve (Čábelka, 2008).

Řídicí neboli kontrolní segment má za úkol vytvářet a udržovat systémový čas, průběžně monitorovat a koordinovat činnost celého systému a provádět korekce drah satelitů. Kromě správy a údržby družic stávajících se podílí i na přípravě vypouštění nových. Skládá se z velitelství, hlavní řídicí stanice, tří pozemních vysílačů povelů a několika monitorovacích stanic (obr. 13), které nepřetržitě přijímají signály ze všech družic a přeposílají je do hlavní řídicí stanice. Monitorovací stanice jsou rozmístěné rovnoměrně podél rovníku. Hlavní řídicí středisko sídlí na Schrieverově letecké základně letectva Spojených států amerických v Colorado Springs a celý systém je řízený z velitelství NAVSTAR Headquarters na letecké základně Los Angeles v Kalifornii. Data se zpracovávají v hlavním řídicím centru, kde se vypočítávají korekce drah a hodin družic. Výsledné hodnoty jsou vysílány monitorovacími stanicemi zpět na družice (Čábelka, 2008).

Obr. 13 Kontrolní segment systému NAVSTAR GPS



Zdroj: <http://www.gps.gov>

Posledním segmentem je uživatelský. Aby mohly být GNSS signály přijímány a zpracovávány, byly vyvinuty speciální přijímače s předem definovanými parametry pro určení polohy přijímače a nadmořské výšky. Podle provedení se dělí na jednobandové sekvenční, multiplexové a vícebandové. Jednobandový sekvenční přijímač je schopen zachytit a zpracovávat signál pouze z jedné družice v daný okamžik. Po zachycení a zpracování následuje uložení informace a přepnutí na družici jinou, avšak čas nutný pro tento proces je velmi malý. Jedná se o nejstarší a nejlevnější kategorii přijímačů. Multiplexový se liší tím, že při zpracovávání dekódovaných dat už dokáže přijímat signál z následující družice. Vícebandový přijímač je vybaven několika samostatnými kanály, které přijímají signál a zpracovávají data z více družic současně. Tím je značně urychleno určení polohy a zvýšena přesnost (Schejbal, 2004).

Podle využití se přijímače dělí na navigační, přijímače pro časovou synchronizaci a geodetické, jež jsou určeny pro velmi přesná měření (Čábelka, 2008).

4.2 Princip systému

Systém je založen na vypočtení vzdálenosti mezi vysílači na minimálně čtyřech družicích, které musejí být v zorném poli přijímače, a anténou přijímače na základě časového intervalu mezi vysláním a přijetím signálu a z rychlosti světla včetně započítání vlivů atmosféry. Součástí vysílaného signálu jsou informace, ze které družice a kdy byl signál vyslán. Veškeré tyto informace se zpracují v mikropočítači přijímače. V paměti přístroje jsou uložena data o dráhách a pohybech všech družic daného systému (tzv. almanach). Ty jsou minimálně každých dvanáct hodin zpřesňovány pomocí korekcí (efemerid) určených měření na pozemních monitorovacích stanicích (Schejbal, 2004).

Při každé komunikaci přijímače se satelitem lze probíhající výpočty zjednodušeně popsat vztahem:

$$d_i = \sqrt{(x - x_s)^2 + (y - y_s)^2 + (z - z_s)^2} = P_{RS} + T + E_s,$$

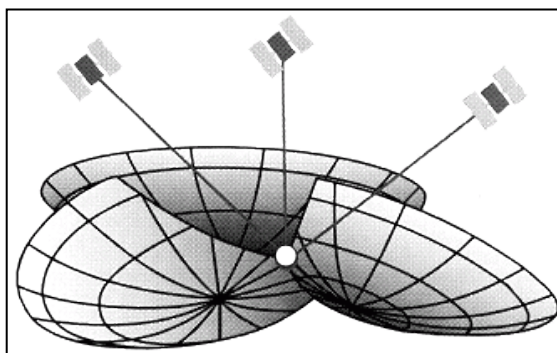
kde d_i je vzdálenost antény přijímače od i -tého satelitu, x, y, z určované souřadnice, x_s, y_s, z_s souřadnice satelitu, které se získají z vysílaných údajů o drahách satelitů daného systému, P_{RS} je takzvaná pseudovzdálenost mezi přijímačem a satelitem, T časová chyba přijímače a E_s součet všech chyb systému satelitní navigace (Schejbal, 2004). Hodiny přijímače jsou relativně nepřesné a také největším zdrojem chyb, čímž je ovlivněna i počítaná vzdálenost. Z tohoto důvodu ji nazýváme jako pseudovzdálenost. Pseudovzdálenost lze určit jako:

$$\rho = c * (t_k - t^i),$$

kde t_k je čas zachycení signálu přijímačem, t^i čas odeslání signálu z družice a c je rychlost šíření elektromagnetických vln, což je skoro 300 000 km/s (Čábelka, 2008).

Zjišťovaná poloha se určí na principu trilaterace (obr. 14). „Známe-li vzdálenosti ze tří bodů k přijímači, pak poloha je určena protnutím třech imaginárních kulových ploch, v jejichž středu leží ve vypočtené vzdálenosti odpovídající satelit“ (Schejbal, 2004, s. 182). Satelity tedy vysílají signály a přijímače zjišťují čas jejich příjmu. Z doby mezi vysláním a přijmutím signálu, přijímač automaticky vypočte pseudovzdálenost k družicím. Z pseudovzdáleností a z polohy satelitů v daném okamžiku lze určit polohu uživatele. S ohledem na možnou chybu hodin přijímače, čímž vzniká čtvrtá neznámá, je ale potřeba zaměření nejméně čtyř družic současně (Čábelka, 2008).

Obr. 14 Princip stanovení polohy změřením délek od tří bodů



Zdroj: Schejbal, C. (2004)

4.3 Metody stanovení polohy

Metody stanovení polohy prostřednictvím družicových navigačních systémů lze podle požadované přesnosti a typu přijímače rozdělit do tří skupin: autonomní navigace, diferenciální navigace a relativní fázová měření (Čábelka, 2008).

Při autonomní navigaci se využívá jednoho přijímače a přesnost v určení polohy se pohybuje do 100 m pro civilní potřeby a do 20 m pro účely vojenské. Podstatou diferenciální navigace (DGPS) je použití referenční stanice se známými přesně určenými souřadnicemi. To zajišťuje opravy měřených zdánlivých vzdáleností. Tyto korekce jsou z referenčních stanic vysílány rádiem pro přijímače na měřených bodech. K přenosu korekcí slouží síť stabilních radiomajáků při pobřeží moře nebo síť mobilních telefonů. Nevýhodou je omezenost pokrytí území v okruhu do 400 km od referenční stanice, což částečně odstraňuje systém WADGPS (Wide Area DGPS). Přesnost při tomto měření je v rozmezí od 0,5 až 5 m. V geodézii se využívá relativního fázového měření s přesností 0,5 až 20 mm. Toto měření je určováno fází nosné vlny L1. Stanovení velmi přesné vzdálenosti mezi přijímačem a satelitem je určena podle počtu vlnových délek (Čábelka, 2008).

4.4 Zdroje chyb měření

Veškerá měření v navigačních systémech jsou ovlivněna náhodnými a systematickými chybami ovlivňující přesnost stanovení polohy, které lze rozdělit do 4 základních skupin:

- chyby vznikající v řídicím segmentu
- chyby vznikající v kosmickém segmentu
- chyby vznikající při šíření signálu
- chyby vznikající v uživatelském segmentu

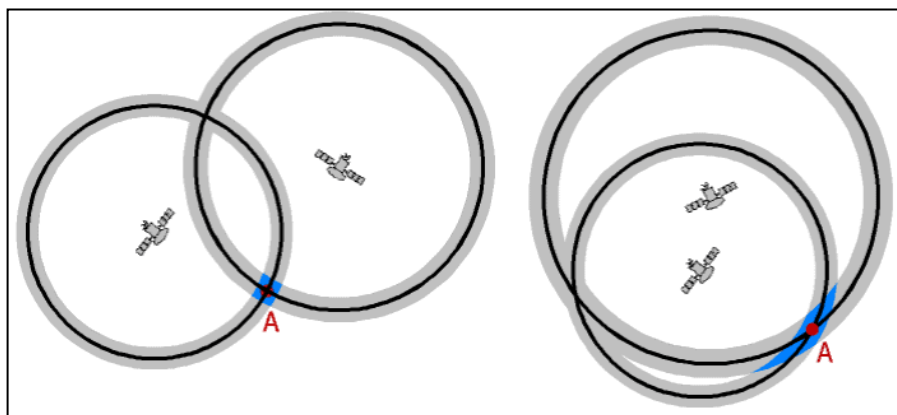
Určování polohy pomocí GPS je závislé na několika faktorech. Mezi nejhlavnější ovlivňující přesnost patří aktuální stav atmosféry, nevhodná konstelace družic, ze kterých je signál přijímán, odražené či vícecestné šíření signálu (*multipath*) a především nepřesnost satelitních hodin a hodin přijímače.

4.4.1 Geometrické uspořádání viditelných družic

Chyby závislé na stavu a konstelaci družic jsou ovlivněné také geometrickou konfigurací vzhledem k přijímači GPS. Pro ilustraci problematiky lze geometrické uspořádání viditelných družic demonstrovat na obrázku ve 2D (obr. 15). Budeme-li předpokládat, že k určení polohy uživatele jsou potřebné dvě měřené vzdálenosti ke známému bodu, respektive k poloze družic, je zřejmé, že nejvyšší přesnosti měření bude dosaženo při protínání drah družic pod úhlem 90°. Zmenšováním úhlu se přesnost určení polohy bude snižovat. Tyto zákonitosti lze aplikovat i na trojrozměrný prostor. Na základě konfigurace družic můžeme určit ukazatel Dilution of Precision (DOP). Čím je hodnota DOP menší, znamená vyšší kvalitu rozložení družic, což znamená i větší přesnost určení pozice. Rozeznáváme geometrický, časový, polohový, horizontální a vertikální DOP (Kowoma.de, 2009). Na vysoké hodnoty DOP je třeba dávat pozor především v místech,

kde je ovlivněn přímý výhled na oblohu, což jsou lesy, zastavěná území či úzká údolí. V těchto případech je možné, že anténa zachytí signál pouze z malého úseku oblohy, což může způsobit špatnou geometrii satelitů a znepresnit měření (Čábelka, 2008).

Obr. 15 Vliv geometrické konfigurace družic vzhledem k přijímači GPS ve 2D

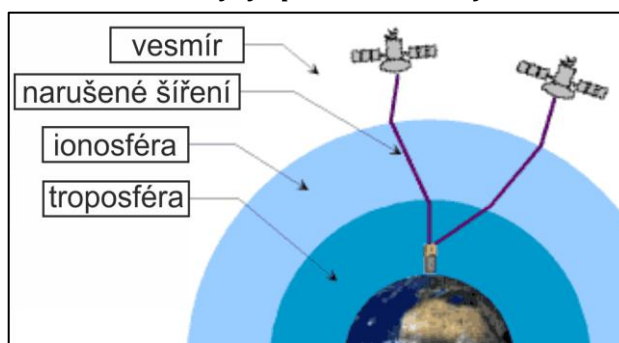


Zdroj: <http://www.kowoma.de>

4.4.2 Vliv atmosféry

Přesnost určení polohy uživatele při šíření závisí na atmosférických podmínkách (obr. 16) či sluneční aktivitě. Atmosféra nemá ve všech místech stejné vlastnosti, proto dochází k troposférické či ionosférické refrakci. Ionosféra je vrstva atmosféry obsahující určité množství volných elektricky nabitých částic – elektronů a iontů. Rychlost šíření signálu je závislé na počtu volných elektronů, což představuje proměnlivý index lomu. Ten je definován jako poměr rychlosti světla ve vakuu a skutečné rychlosti signálu v daném prostředí. Počet elektronů, který způsobuje zpoždění signálu, závisí především na sluneční aktivitě. Vliv ionosférického zpoždění je větší ve dne než v noci. Troposféra je naopak elektricky neutrální prostředí, avšak zpoždění signálu způsobuje hustota atmosféry, která závisí na teplotě, tlaku a vlhkosti vzduchu. K zamezení refrakcí se používá jiný kódový signál, který je však určen pouze pro autorizované uživatele při využívání přesných měření (Čábelka, 2008).

Obr. 16 Chyby způsobené atmosférou



Zdroj: <http://www.kowoma.de>

4.4.3 Útlum signálu

Přijímače za normálních podmínek signál bez problému identifikují, i přes jeho úbytek v atmosféře. Ale pokud je ještě více utlumen, může se dostat pod hladinu citlivosti, kterou je schopen přijímač detekovat. Pokud stojí signálu nějaká překážka v cestě, dochází k odrazu, průchodu nebo úplnému pohlcení signálu překážkou. Záleží na tloušťce a materiálu bariéry. Například sklo, plast nebo textil v menší míře signál příliš neutlumí, ale zdi budov jej utlumí víc než dostatečně. Může dojít k tlumení i jinými elektrickými přístroji v místě příjmu nebo vegetací, kdy pro signál jsou špatně propustné koruny stromů. Změny počasí nehrají důležitou roli, jelikož hustý déšť způsobí jen nepatrný úbytek (Čábelka, 2008).

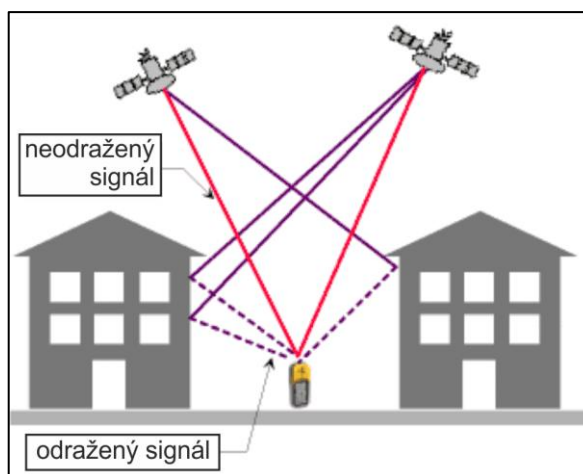
4.4.4 Odchylka hodin

Ačkoliv jsou satelity vybaveny velmi přesnými atomovými hodinami, nakumulují během každých 3 hodin odchylku asi jednu biliontinu vteřiny. Tento nepatrný časový rozdíl činí nepřesnost 30 cm. Proto jsou satelitní hodiny řízené pozemními stanicemi. Větší odchylka v čase nastává u hodin přijímače, jelikož jsou vybaveny křemíkovými oscilátory. I když mají oproti atomovým hodinám menší přesnost, jsou levnější, menší a spotřebují velmi malé množství energie. Časová chyba lze odstranit početně, kdy ve výpočtu figurují čtyři neznámé, tři pro polohu (x, y, z) a čtvrtou neznámou je chyba hodin přijímače. Nutnou podmínkou abychom eliminovali chybu je zaměření minimálně 4 družic. Čím více družic máme k dispozici, tím můžeme získat přesnější měření (Čábelka, 2008).

4.4.5 Efekt multipath

Multipath neboli vícecestné šíření signálu znamená, že se vysílaný signál k přijímači šíří více cestami. To je způsobené odrazem od předmětů v okolí či zemského povrchu. Dráha odraženého signálu je vždy delší než přímý signál z družice, čímž dochází k jejich zpoždění. Nastává nejčastěji v zastavěném území či v lese (obr. 17). Odrazy způsobují nahodilé chyby, které lze jen těžko odstranit nebo redukovat. Ale lze ho částečně eliminovat, když na anténu přijímače se přidá krycí talíř. Přímočarý signál GPS je pravotočivě polarizovaná vlna, zatímco odražená je levotočivě polarizovaná. Polarizací signálu jde předejít efektu *multipath*, a proto ho lze moderními přístroji redukovat (Kowoma.de, 2009).

Obr. 17 Efekt multipath



Zdroj: <http://www.kowoma.de>

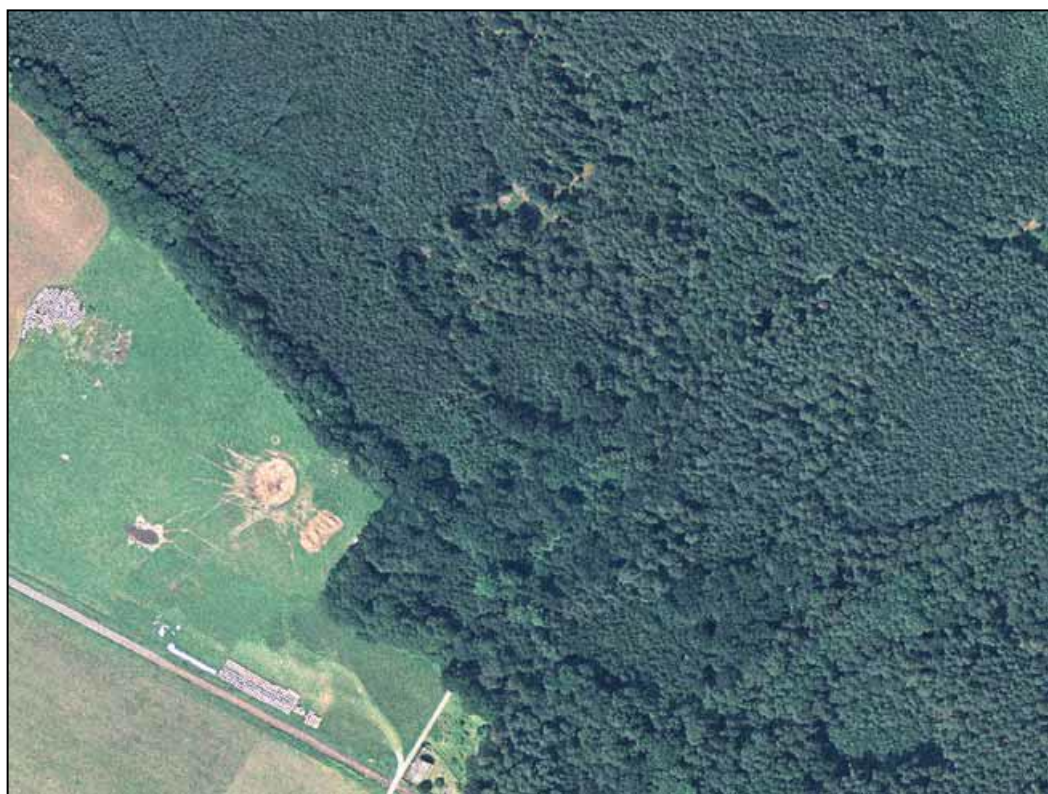
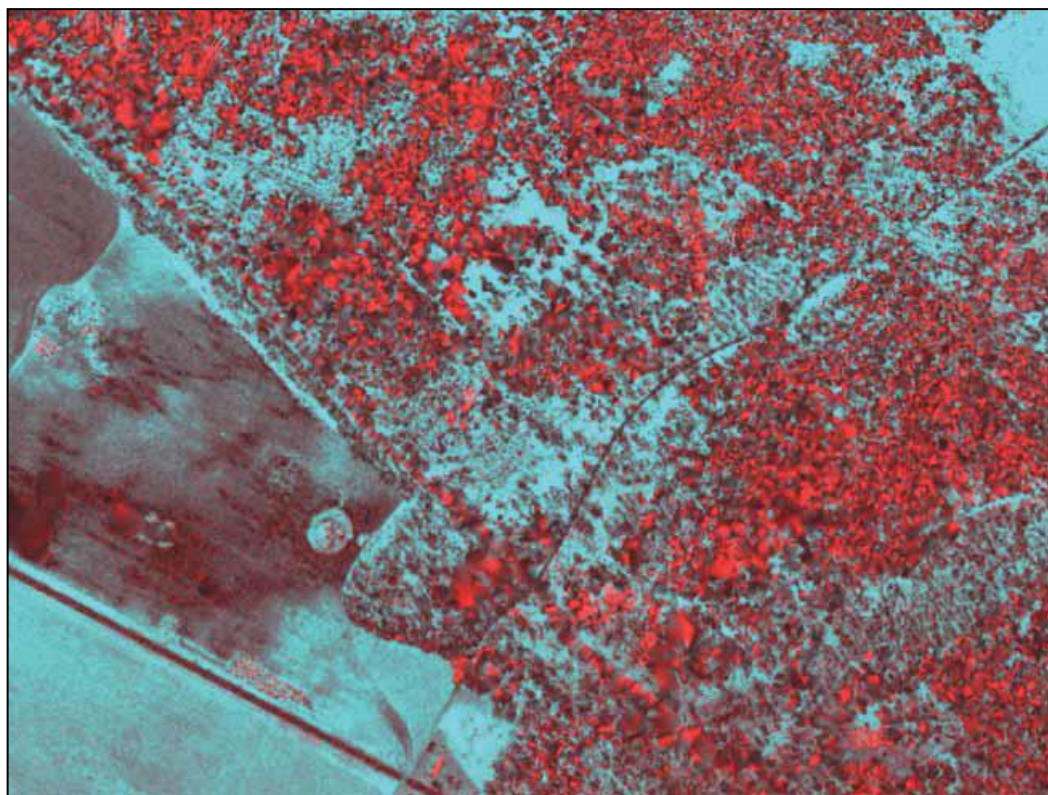
4.5 Měření v oblastech se zhoršenými podmínkami

Určení polohy pomocí signálů GNSS oproti ostatním měřickým metodám má několik výhod, kterými jsou nezávislost na počasí, denní či roční době, rychlost, mezi měřenými body nemusí být přímá viditelnost a výsledky jsou ve standardním světovém souřadném systému. Avšak hlavní nevýhodou je zejména nutnost přímé viditelnosti na dostatečně velký segment oblohy, což způsobuje nemožnost měření v podzemí a budovách. Omezenou přesností budou ovlivněny i měření v úzkých hlubokých údolích, v hustě zastavěných oblastech a v hustém lesním porostu. Koruny a kmeny stromů vytvářejí překážku pro příjem signálu a zároveň mohou způsobovat špatnou viditelnost družic, útlum signálu či efekt *multipath*. V těchto zhoršených podmínkách jsou schopny účinně obstát pouze dvanáctikanálové přijímače (Štádler, 1999).

Přijímače GPS lze rozdělit do tří skupin na základě jejich využití, účelu a přesnosti. První skupinou jsou tzv. consumer-grade přijímače GPS, které podporují pouze kódová měření. Tyto přijímače jsou vzhledem k relativně nízké ceně určeny široké veřejnosti, ale nedovolují většinou diferenciální korekci dat. Pod clonou lesního porostu měří s horizontální přesností mezi 7 – 10 m (Wing [et al.], 2005). Opakem těchto přístrojů jsou nákladné tzv. survey-grade přijímače GPS, které díky zpracování fáze nosné vlny měří s vysokou přesností mnohdy lepší než 0,01 m. Avšak pro svou vysokou citlivost nejsou vhodné v lesnictví (Wing; Kellog, 2004). Poslední skupinu tvoří tzv. mapping-grade přijímače GPS, které vytvářejí mezičlánek mezi předchozími skupinami. Za přijatelnou cenu lze získat produktivní určení polohy s dostatečnou přesností v rozmezí 0,5 – 2 m (Wing [et al.], 2008). Tyto přijímače umožňují jak kódový, tak fázový princip měření, a jsou efektivní pro sběr prostorových dat i za nepříznivých observačních podmínek, kam se řadí i lesní prostředí (Janata; Klimánek, 2011).

Kromě využití signálů GNSS lze v oblastech lesního porostu využít i jiných metod měření polohy. Sít' bodů můžeme získat přímým geodetickým měřením, tj. použitím teodolitu a latě s figurantem. Přesnost dosahuje řádově centimetrů, ale tato metoda je velmi časově náročná, a tím i finančně. Proto se pro měření lesní dopravní sítě nevyplatí. K identifikaci odvozních lesních cest lze použít také data z leteckého laserového skenování (LLS), které se využívají pro Digitální model povrchu území České republiky 1. generace (DMP 1G). Jedná se o moderní metodu umožňující pořizovat detailní a velmi přesné výškopisné informace s prostorovou lokalizací (obr. 18). Principem LLS je využití laserového paprsku. Aktivní senzor, tzv. laserový skener, umístěný na letadle, vysílá laserový paprsek směrem k zemskému povrchu, přičemž se měří doba mezi vysláním pulsu a přijmutím odezvy, z čehož se vypočítá délka, resp. vzdálenost mezi senzorem a zemským povrchem. Orientace paprsku se určí pomocí aparatury GPS. Pořizování dat probíhá převážně mimo vegetační období (listopad – květen), aby byla zajištěna co největší hustota bodů dopadajících na terén v místech vegetačního pokryvu. DMP 1G je ve formě nepravidelné sítě výškových bodů (TIN) a zobrazují se pouze liniové prvky širší než 3 m (Bělka, 2012).

Obr. 18 Příklad detekce lesních cest pomocí dat LLS (nahore) a srovnání s ortofotem (dole)

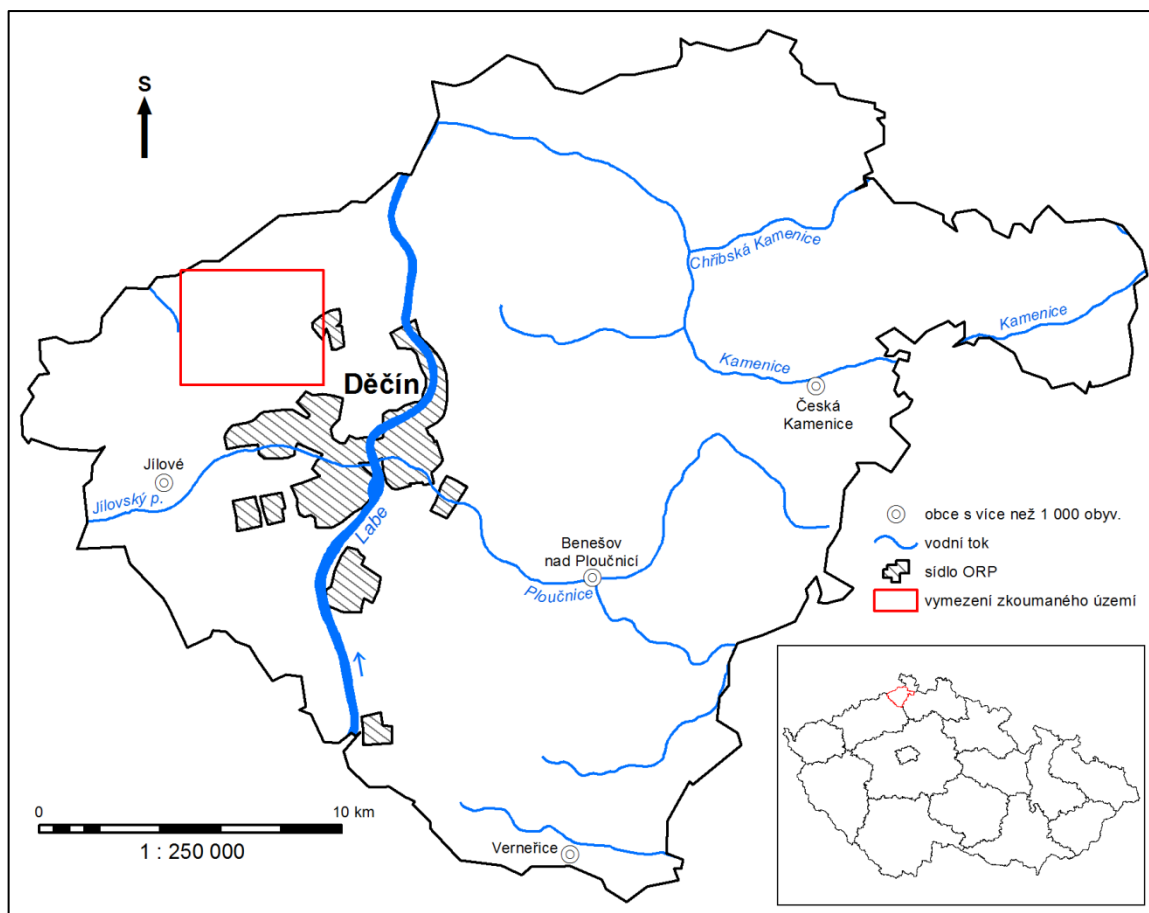


Zdroj: Bělka, L. (2012)

5 VYMEZENÍ ZKOUMANÉHO ÚZEMÍ

Zkoumané území je vymezeno podkladovým mapovým listem s označením 02-23-13 datové sady ZABAGED. Nalezneme jej v Ústeckém kraji severně od města Děčín na levém břehu Labe a jeho výměra je 18 km² (obr. 19). Celé území spadá pod CHKO Labské pískovce a je pokryto z 98 % lesními komplexy. Nadmořská výška se pohybuje v rozmezí 265 až 680 metrů, přičemž značná část je nad 450 m, a proto je zde výskyt především lesů jehličnatých. Nachází se zde jediné obydlené sídlo, městská část Děčína, Maxičky.

Obr. 19 Vymezení zkoumaného území v rámci ORP Děčín



Zdroj: ArcČR

6 METODIKA

V této části práce je popsána praktická část bakalářské práce, jejímž hlavním cílem je porovnání kvality cestní sítě datové sady ZABAGED ve vybraném zalesněném území s jinými zdroji prostorových dat, jimiž jsou DMÚ 25, ÚHÚL, SHOCart a mapy pro orientační sporty, a následně je konfrontovat s terénním průzkumem. Obsahuje části od předzpracování dat až po konečné úpravy. Jsou popsány i potíže, které se vyskytly. Využití datových sad a klasifikace lesních cestních sítí byly již popsány v kapitole Klasifikace geografických databází.

6.1 Využívaný software

Nejvíce využívaným programem pro vypracování této práce byl ArcGIS 10.1, který je poskytován kalifornskou společností Esri. ArcGIS obsahuje řadu vzájemně propojených aplikací a uplatňuje se v mnoha oborech. Je vhodný pro správu geografických dat, plánování, analýzy a tvorbu mapových výstupů. Využívá jej spousta organizací, které se zabývají monitorováním a sledováním určitých jevů, územním plánováním, dispečinkem, sběrem dat či jejich vizualizací a tvorbou map (ESRI, 2013).

V softwaru ArcGIS byly provedeny transformace mezi jednotlivými souřadnicovými systémy, editace, veškeré analýzy pro vyhotovení této práce a tvorba mapového výstupu. Nejvíce byly využívány moduly ArcCatalog a ArcMap.

6.2 Předzpracování dat

Stěžejní datové sady byly získány od institucí, které je vlastní. Pro porovnání je nejprve nutné transformovat jednotlivé databáze do stejného souřadnicového systému. Zvolená podkladová datová sada ZABAGED je v souřadném systému S-JTSK, proto je i zvolen jako výchozí. S-JTSK využívá také ÚHÚL, ale DMÚ 25 je ve WGS 84 a SHOCart v S-42. Pro transformaci do *S-JTSK Krovak EastNorth* byla použita funkce *Project (Data Management Tools → Projections and Transformations → Feature)* v prostředí ArcMap. Jelikož jsou parametry zpřesňujících transformačních rovnic pro různá území odlišné, byly pro transformaci použity předdefinované rovnice *S_JTSK_To_WGS_1984_1* pro WGS 84 a *S_JTSK_To_Pulkovo_1942* pro S-42, které jsou pro území České republiky nejpřesnější.

Pro porovnávání lesnických map byly poskytnuty přehledová mapa datové sady ÚHÚL a vrstva lesních odvozních cest databáze OPRL. OPRL se zabývá pouze šetřením a inventarizací lesní dopravní sítě určené k odvozu dříví. Lesní cesty určené k jiným účelům nejsou předmětem zjišťování a nevyskytují se v databázi, proto byla dodána taktéž přehledová mapa, která však nebyla dodána ve vektorové podobě. Přehledová mapa byla poskytnuta výřezem georeferencovaného obrazu vymezeného území ve formátu *.tiff*. Lesní cesty a pěšiny byly pro porovnávání manuálně zvektorizovány pomocí editačních nástrojů v ArcGIS. Převod z rastrové na vektorovou vrstvu byl prováděn v měřítku 1 : 2 000. V rovinných úsecích bylo umístěno v průměru 30 bodů na 1 km a u cest se složitější trajektorií dvakrát více bodů. Tento počet bodů byl vyhodnocen jako dostatečný pro dosažení uspokojivé přesnosti vektorových dat.

Mapy pro orientační sporty jsou kresleny pouze pro území, na kterém probíhá závod. Je jich nepřeborné množství, avšak není jimi pokryto celé území České republiky. Alespoň část zkoumaného území pokrývají 3 mapy. Od ČSOS byly poskytnuty mapy Mrchoviště, Čertova voda a Volská planina ve formátu *.tiff* s rozlišením 300 dpi, avšak bez vztahu mezi souřadnicemi mapy a skutečnými zeměpisnými souřadnicemi. Mapa Mrchoviště v měřítku 1 : 20 000 je určena pro orientační běžečce a pokrývá skoro 60 % zkoumaného území. Stav zmapovaných objektů je z jara 1974 a mapa byla kreslena pomocí tušového pera a tuše. Mapa Čertova voda byla vyhotovena pro lyžařský orientační běh s měřítkem 1 : 25 000. Zmapování území proběhlo na podzim 1988. Podkladovou mapou byla ZM 10 a použitou metodikou kreslení opět tuší a perem. Svojí částí zasahuje do 40 % daného území. Poslední a nejaktuálnější poskytnutou mapou je Volská planina. Tato mapa jako jediná pokrývá celé zkoumané území. Byla vyhotovena roku 2000 v měřítku 1 : 50 000 se zaměřením na horský orientační běh. Podkladem byla taktéž ZM 10.

Nejprve musely být mapy georeferencovány pomocí nástroje *Georeferencing*. Referencované byly podle obrysů mapových polí, které mají souřadnicový systém S–JTSK a jsou volně stažitelné z mapového serveru Českého svazu orientačního běhu. Pro všechny mapy byla použita afinní transformace, při které dochází pouze k posunu, otočení, změně měřítka či zkosení, avšak nedochází k nelineární deformaci původní mapy. Do každého rohu mapy byl umístěn vlíčovací bod, který odpovídal rohu obrysu. Následně byly vygenerovány tabulky s odchylkami na ose *x* a *y* jednotlivých map a spočteny odchylky vlíčovacích bodů (příloha 1) dle vzorce:

$$l_{vb} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2},$$

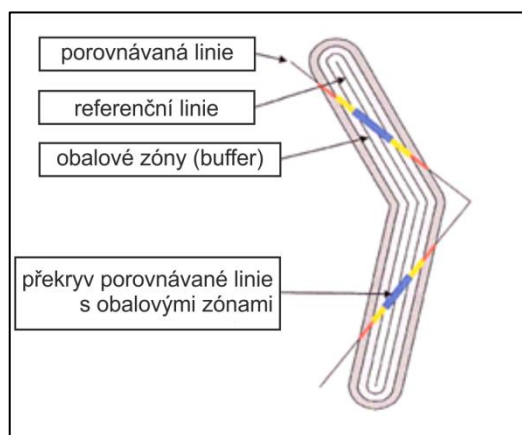
Vektorizace cest proběhla při stejném měřítku a stejném průměrném rozložení bodů jako u ÚHÚL.

6.3 Porovnání datové sady ZABAGED s ostatními zdroji prostorových dat

Cestní síť datové sady ZABAGED s jinými zdroji prostorových dat lze analyzovat metodou výpočtu geometrické přesnosti linií pomocí obalových zón, kdy je zkoumán tvar vedení linií. Tímto způsobem můžeme zjistit, v jakých úsecích se dvě linie překrývají a mají tedy stejnou přesnost, či k jakým odchylkám mezi sebou dochází. Aby se docílilo správných výsledků, je nejprve nutné posoudit úplnost databází. V případě, že je linie pouze v jedné z nich, budou součástí výsledků chyby (Fairbairn; Al-Bakri, 2013). Proto před analyzováním byly odstraněny cesty a pěšiny, které neobsahuje datová sada ZABAGED, ale v ostatních jsou zaneseny. K tomuto poslouží editační nástroje.

Analýza geometrické přesnosti je rozdělena do tří kroků. Nejprve jsou vytvořeny obalové zóny nebo-li buffer od cestní sítě v databázi ZABAGED. Jedná se o vzdálenostní analýzu, kdy kolem cest a pěšin jsou vytvořeny polygony se zvolenou distancí. Nástroj *Buffer* nalezneme v nástrojích programu ArcGIS (*Analysis Tools* → *Proximity*). Obalové zóny byly zvoleny po metru do 15 metrů. Po splnění prvního kroku následuje zjišťování překrytí lesní dopravní sítě s vytvořenými polygony. Pro tuto operaci můžeme použít nástroj *Clip*, který také nalezneme v nástrojích (*Analysis Tools* → *Extract*). Cesty a pěšiny ostatních prostorových dat jsou zvoleny jako vstupní vrstva a jako ořezávající vzniklé polygony v prvním kroku (obr. 20).

Obr. 20 Ukázka metody buffer



Zdroj: Heo, J. (2008)

Tím vzniknou nové vrstvy úseků cest, které jsou v určité vzdálenosti od databáze ZABAGED a v atributové tabulce jsou informace délek těchto úseků. Posledním krokem je statistická analýza (Tveite, 1999). Z nově vzniklých vrstev byly vyexportovány atributové tabulky do softwaru Microsoft Office Excel, kde byly spočítány relativní četnosti podle vzorce (Heo [et al.], 2008):

$$p(x) = 100 * \frac{\text{delka linii v polygonu buffer}}{\text{celkova delka linii}} [\%]$$

6.4 Porovnání databází s terénním průzkumem

Pro získání terénních dat bylo využito pouze metody měření pomocí geodetického přístroje GPS, jelikož DMP 1G, který vzniká z dat leteckého laserového skenování, nebyl při zpracovávání této bakalářské práce pro vymezené území k dispozici.

Terénní data byla změřena pomocí mapping-grade přístroje GPS Leica GX1230 s anténou Leica ATX1230 (obr. 21). Anténa byla umístěna na dvoumetrové tyči a s přístrojem byla propojena kabelem. Přístroj GPS umožňuje kromě kódového principu měření i fázové měření. Jedná se o vícekanálové zařízení, které je vybaveno velmi citlivou dvoufrekvenční GPS, což umožňuje měření na 12 kanálech frekvence L1 (1575,42 MHz) a 12 kanálech L2 (1227,60 MHz). Měřením na obou frekvencích lze potlačit ionosférickou refrakci. Přesnost měření v reálném čase při použití diferenčních korekcí je výrobcem uváděna jako 25 cm + 1 ppm. Antény Leica jsou vybaveny technologií SmartTrack®, která zajišťuje nejkvalitnější příjem signálu i ve zhoršených podmínkách jako jsou např. lesy a zastavěná území. To je způsobeno redukcí družic, které jsou v nízkém elevačním úhlu, či efektu *multipath*, kdy jsou odstraňovány levotočivě polarizované vlny (Bozděch, 2011).

Obr. 21 Leica GX1230 s anténou ATX1230



Zdroj: vlastní

Před samotným měřením bylo v přístroji nastaveno, že výsledné měření bude v souřadnicové síti S–JTSK a v nastavení korekcí byla zvolena volba CZEPOS. Tyto korekce jsou poskytovány Zeměměřickým úřadem.

Pro porovnání zdrojů prostorových dat s terénním průzkumem nebyly porovnávány linie jako v předchozí analýze, nýbrž pouze body. Bylo zaměřeno celkem 67 bodů, kde se vyskytovaly křižovatky lesní dopravní sítě, neboť právě ty jsou jasně identifikovatelné v terénu i v porovnávaných datových sadách. Souřadnice bodů byly ukládány na paměťovou kartu Compact Flash, odkud byly staženy do počítače. Zaměřené body byly zpracovány a vyexportovány pomocí softwaru MicroStation do formátu *.dxf* a poté otevřeny v programu ArcMap. V tomto prostředí byly vytvořeny nové vrstvy pro každou databázi, kam byly ukládány body, jež byly umístěny na křižovatkách cest. Toho bylo docíleno pomocí funkce *Editor*. V *Create Feature* se zvolí vrstva, kterou je potřeba editovat, a v *Construction Tools* se nastaví parametr, aby vznikaly body. Pokud v atributové tabulce nebyly hodnoty *x* a *y* souřadnicového systému, byly přidány pomocí funkce *Add XY Coordinates (Data Management Tools → Features)*. Souřadnice bodů v atributových tabulkách byly posléze vyexportovány v textovém formátu, abychom je mohly otevřít v Excelu. Odchylky byly spočteny ze souřadnic bodů pomocí vzorce:

$$l = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

$$\Delta x = x_d - x_{zb}$$

$$\Delta y = y_d - y_{zb},$$

kde x_d a y_d jsou souřadnice křižovatek v databázích, x_{zb} a y_{zb} souřadnice změřených křižovatek, Δx a Δy odchylky na *x* a *y* ose souřadnicového systému a *l* odchylka křižovatky databáze od změřené křižovatky horizontální vzdáleností. Z množství výpočtů byla určena maximální odchylka databáze od zaměřených bodů, průměrná a směrodatná odchylka i střední kvadratická chyba.

Průměrná odchylka je spočtena ze vzorce:

$$\bar{l} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n l_i$$

kde *n* je počet měření a l_i odchylky jednotlivých měření.

Směrodatnou odchylku získáme odmocninou z rozptylu, tzn.:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (l_i - \bar{l})^2}{n}}$$

Dalším ukazatelem je střední kvadratická chyba:

$$\bar{s} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (l_i - \bar{l})^2}{n(n-1)}}$$

6.5 Statistické veličiny měření geodetickou GPS

V praxi nenalezneme žádná měření, žádné měřicí postupy, ani žádné přístroje absolutně přesné. Nejruznější negativní vlivy při měření se projeví odchylkou mezi naměřenými a skutečnými hodnotami. Proto bylo uskutečněno několik statických měření třech trigonometrických bodů se známými souřadnicemi (příloha 2 až 4), které se vyskytují v daném území, abychom získali přesnost geodetického přístroje při měření. Všechny měřené body základního polohového bodového pole jsou značeny žulovým hranolem. Triangulační body budou zaznamenány do topografické mapy území, která bude součástí této práce. První se nachází na triangulačním listu TL 0722. Je to bod číslo 4 a nazývá se Havraní vrch. Hranol nalezneme na zalesněném kopci, který obklopují skalní útvary, východně od lesní cesty Maxičky – Bělá. Zbývající dva najdeme na TL 0602. Jsou to číslo 4 – U stan. Kristin Hrádek a číslo 5 – U cestářské boudy. Oba se vyskytují v lese severně od okresní silnice Sněžník – Maxičky. Na stanovištích se provedlo celkem 10 pokusů získání polohy při studeném startu přijímače GPS. To mělo za následek nové vyhledávání družic. Měření bylo prováděné v dopoledních hodinách za jasné oblohy.

Nyní můžeme určit maximální odchylku v přesnosti měření, průměrnou a směrodatnou odchylku i střední kvadratickou chybu podle stejných vzorců jako jsou uvedeny výše (tab. 3).

Tab. 3 Statistické veličiny měření

Trigonometrický bod	Maximální odchylka [m]	Průměrná odchylka [m]	Směrodatná odchylka [m]	Střední kvadratická chyba [m]
Havraní vrch	1,19	0,64	0,31	0,10
U stan. Kristin Hrádek	0,31	0,16	0,09	0,05
U cestářské boudy	0,74	0,44	0,17	0,06

Zdroj: vlastní výpočty

Bod Havraní vrch se nachází mezi skalními útvary, proto zde na přesnost může působit značný úbytek signálu. Obdobně tomu je při měření bodu U cestářské boudy. Ten se nachází na hustě zalesněném reliéfu. Nejlepších výsledků se dosáhlo U stan. Kristin Hrádek. Bod se nachází na kopci, odkud je dobrá viditelnost na oblohu. Podobné podmínky jako u těchto třech bodů se vyskytují i u bodů měřených na křižovatkách lesních cest, tudíž lze očekávat obdobnou přesnost měření.

7 VÝSLEDKY

V této kapitole jsou prezentovány dosažené výsledky. Lesní cestní sítě v databázích byly hodnoceny z hlediska používaných klasifikací, existence, porovnání datové sady ZABAGED s ostatními zdroji prostorových dat a konfrontováním všech databází s výsledky šetření z terénního průzkumu.

7.1 Klasifikace cestní sítě jednotlivých databází

Klasifikace jednotlivých databází není jednotná, nýbrž je přizpůsobena čtenářům mapy, pro které je mapa určena. Informační a datové centrum ÚHÚL a datová sada OPRL se řídí kategorizací uvedenou v České státní normě, jež slouží především pro hospodářské účely. Avšak pro využívání map běžnými uživateli jsou vhodnější informace o šířce a povrchu cestní sítě, než pro jaký hospodářský záměr je určena, což ostatní zdroje prostorových dat splňují. U ZABAGED chybí rozlišení na veřejně přístupné a účelové komunikace, na které je vjezd vozidel omezen. Asfaltové lesní cesty jsou řazeny mezi neevidované silnice. SHOCart, který vydává turistické a cykloturistické mapy, zahrnuje do své databáze také stezky, které pokrývají celé území České republiky. Kategorizace cestní sítě map pro orientační sporty je různá dle odvětví, aby poskytovala závodníkovi nejpřesnější obraz terénu. Nejpodrobnější klasifikace je v mapách určených pro závody na horských kolech, kde se dbá na informování závodníka o sjízdnosti cesty či pěšiny. Naopak nejméně podrobná klasifikace je obsažena v mapách pro lyžařské orientační běhy, kde je směrodatná síť běžkařských stop.

Klasifikace by měla být zvolena, aby čtenáři mapy sdělovala nejlepší informace o typu cesty, avšak neměla by tím být zhoršena čitelnost. Avšak je složité vyřknout, která klasifikace je vhodná či naopak není. Tato problematika vyžaduje hodnocení odborníka, nikoliv kartografa.

7.2 Existence cestní sítě v geografických databázích

Nejdelší lesní dopravní síť je obsažena v přehledové mapě databáze ÚHÚL, kde se vyskytuje přes 105 km lesních cest a pěšin (tab. 4). Avšak vyskytují se zde i lesní cesty

4. třídy, které slouží k soustředování vytěženého dřeva z porostů na odvozní místo. Jedná se o dočasné cesty používané v době těžby a poté zanikající. Vysoká existence cest je zaznamenána i v mapách Mrchoviště a Čertova voda, která je určena pro orientační sportovce, avšak tyto mapy pokrývají pouze část zkoumaného území. Mrchoviště necelých 60 % a Čertova voda zhruba 40 %. Obsahem Čertovy vody jsou i nevýrazné pěšiny, které v průběhu let zanikly.

Tab. 4 Existence lesní dopravní sítě v jednotlivých databázích a mapách

Databáze	Lesní cestní síť [km]
ZABAGED	96,637
DMÚ 25	70,339
ÚHÚL	105,643
OPRL (pouze odvozní cesty)	41,060
SHOCart	64,371
Mrchoviště (60 % území)	78,809
Čertova voda (40 % území)	48,469
Volská planina	55,944

Zdroj: vlastní výpočty

Naopak nejmenší existence se vyskytuje databázi OPRL, což je ale způsobené, že eviduje pouze lesní odvozní cesty, jimiž jsou lesní cesty 1. a 2. třídy. Když přehlídneme tento aspekt, nízký výskyt je v mapě Volská planina a databázi SHOCart, což je způsobené měřítkem. Volská planina, ačkoliv je nejaktuálnější z map určených pro orientační sporty, je v měřítku 1 : 50 000, které neumožňuje podrobnou vizualizaci cestní sítě, aby byla zajištěna dobrá čitelnost mapy. Z databáze SHOCart jsou vyhotovovány turistické a cykloturistické mapy v měřítku 1 : 40 000 a menších. Proto u těchto zmíněných zdrojů prostorových dat dochází ke značné generalizaci.

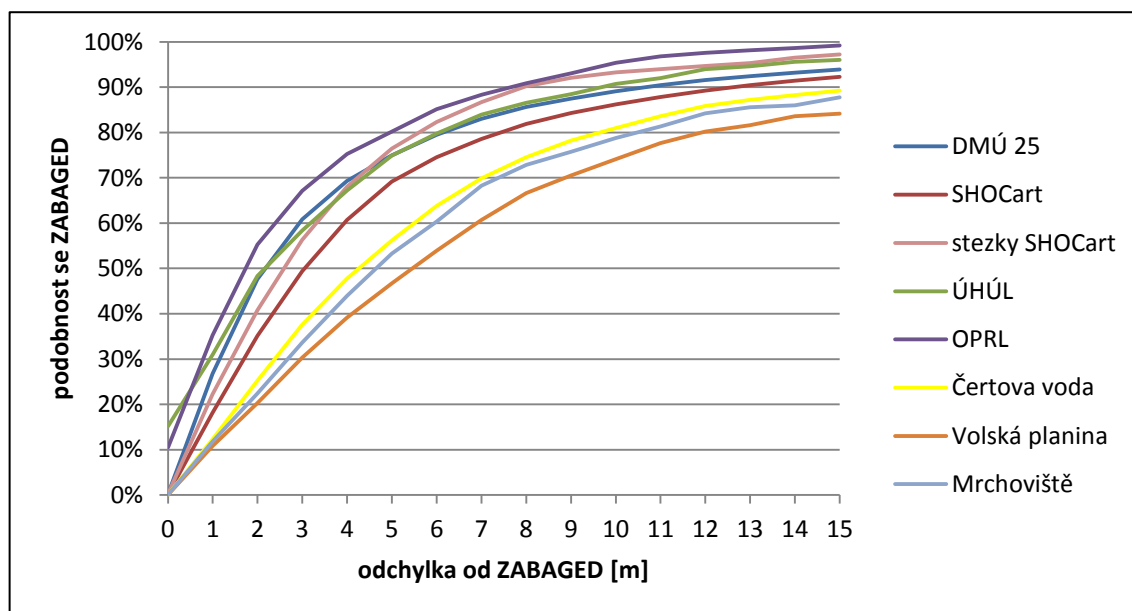
7.3 Porovnání datové sady ZABAGED s ostatními zdroji prostorových dat

Pro porovnání datové sady ZABAGED s ostatními databázemi bylo využito spojnicového grafu. Graf vyjadřuje jaký poměr cestní sítě v procentech je zastoupen do určité odchylky od databáze ZABAGED. U databáze, kde se průběh grafu bude podobat přímce s rovnoměrně rozmístěnými odchylkami (do 1 m 10 %, do 2 m 20 %, do 3 m 30 %, atd.), bude menší podobnost zdrojů prostorových dat s datovou sadou ZABAGED, než u průběhu

grafu, který nejprve stoupá strmě a poté pozvolna, tzn. velké procento cest je v malé odchylce (např. do 1 m 35 %, do 2 m 55 %, do 3 m 67 %, atd.).

S datovou sadou ZABAGED se nejvíce shoduje lesní cestní síť databáze OPRL, která avšak obsahuje pouze lesní odvozní cesty, které slouží k odvozu vytěženého dřeva z lesních komplexů a jsou zpevněné. Do odchylky 5 metrů od databáze ZABAGED se vyskytuje 80 % lesní sítě. Vysokou podobnost mají taktéž stezky společnosti SHOCart, lesní cesty ÚHÚL a DMÚ 25 (graf 1). Naopak nejméně se podobají mapy pro orientační sporty. U map Čertova voda a Mrchoviště je vinou stáří, jelikož byly vytvořeny v 70. a 80. letech minulého století a u mnoha lesních cest mohla být pozměněna jejich trajektorie. U Volské planiny, jelikož je vyhotovena v měřítku 1 : 50 000, byla provedena značná generalizace, a proto se zde vyskytují největší odchylky od databáze ZABAGED. Do 5 metrů je pouze méně než 50 % cest obsažených v mapě.

Graf 1 Porovnání podobnosti lesní cestní sítě datové sady ZABAGED s ostatními databázemi



Zdroj: vlastní výpočty

7.4 Porovnání databází s terénním průzkumem

Při porovnání zdrojů prostorových dat se zaměřenými křižovatkami se vyskytla nejmenší odchylka u databáze OPRL, kde byla zjištěna průměrná odchylka pouze 3,8 metrů, přičemž maximální odchýlení nabylo hodnoty skoro 9 metrů (tab. 5). S nízkými rozdíly datových sad od zaměřených křižovatek vyšly také ÚHÚL a ZABAGED, kde se průměrná odchylka pohybovala kolem 5 metrů. Všechny tyto databáze jsou tvořeny pro měřítko 1 : 10 000. Nejvyšší odchylky byly zaznamenány u map pro orientační sporty. Mapa Mrchoviště dopadla při šetření nejhůře. Průměrná odchylka se pohybovala lehce nad 15 metry. Hlavní příčinou těchto výsledků je, že byla vyhotovena na jaře 1974, kdy nebyly vyvinuty

technické prostředky jako nyní. Jelikož se jedná o naskenované mapy, mohlo také dojít k nepřesnostem deformací papíru či neideálním skenováním. Dalším takovým příkladem je i mapa Čertovy vody, jež je z roku 1988. Tyto dvě mapy navíc neobsahují celé zkoumané území, tudíž do srovnání nebyly zahrnuty všechny změřené křižovatky lesních cest. Nejlépe z orientačních map dopadla Volská planina, která je z přelomu 20. a 21. století.

Porovnání souřadnic křižovatek zdrojů prostorových dat se zaměřenými jsou přidány v příloze (příloha 5 – 12).

Tab. 5 Porovnání datových sad s terénním průzkumem

Databáze	Maximální odchylka [m]	Průměrná odchylka [m]	Směrodatná odchylka [m]	Střední kvadratická chyba [m]
ZABAGED	13,059	5,064	3,872	0,488
DMÚ 25	15,676	6,361	4,429	0,597
ÚHÚL	12,610	4,976	3,138	0,395
OPRL	8,975	3,781	2,463	0,483
SHOCart	18,266	7,049	4,802	0,693
Mrchoviště	37,232	15,084	8,825	1,346
Čertova voda	24,860	12,402	4,866	0,973
Volská planina	24,884	10,725	5,599	0,908

Zdroj: vlastní výpočty

8 TVORBA MAPOVÉHO VÝSTUPU

Mimo porovnání lesní dopravní sítě datové sady ZABAGED s ostatními zdroji prostorových dat a porovnání všech databází s terénním šetřením, bylo dalším úkolem vytvořit topografickou mapu zkoumaného území v měřítku 1 : 10 000 dle kartografických zásad pro tvorbu mapy. Podkladem byla především data poskytnutá Zeměměřickým úřadem. Mapa je vytvořena pomocí programu ArcGIS 10.1.

Není-li uvedeno jinak, pak text této kapitoly vychází z Novák, Murdych (1988), Čapek a kol. (1992) a Seemann (2013). Před samotnou tvorbou je vhodné nastavit rozměry mapového okna a rozmyslet si umístění kompozičních prvků mapy. Alespoň tedy rámcově, jelikož tato nastavení můžeme kdykoliv během práce měnit. Důležité je nejlépe využít místo na mapovém listě, aby nebyl poloprázdný a neobsahoval zbytečně volné plochy. Důležité také je, aby mapové pole bylo vždy dominantním prvkem mapy. Avšak kompoziční prvky by se neměly vzájemně dotýkat či dokonce překrývat. Mapa by měla základní kompoziční prvky obsahovat vždy. Výjimkou jsou jen mapy z rozsáhlejšího souboru mapového díla, jimiž jsou státní mapové dílo či atlasy.

Mezi základní prvky patří: mapové pole, název, měřítko, legenda a tiráž. Mapové pole je nejdůležitějším prvkem, podle něhož se rozmísťují ty ostatní. K vymezení mapového pole je vhodné použít orámování, což zvýrazní vlastní obsah mapy. Rám by neměl být příliš výrazný, aby neodpoutával pozornost čtenáře od hlavního obsahu mapy. Název mapy stručně a výstižně charakterizuje druh mapy či zobrazované území a je zpravidla umístěvaný k hornímu okraji mapy. Obsahuje věcné, prostorové a časové vymezení tématu. Časové vymezení se zpravidla neuvádí u jevů, které nejsou příliš často proměnlivé (např. půdní typy, nadmořská výška). Název by měl být čitelný i z větší vzdálenosti a dominuje nad všemi ostatními popisy. Název se dělí na titul a podtitul. Pro titul se doporučuje užití verzálek, zatímco pro podtitul minusky. V obou případech jsou nejvhodnější písma z rodiny Grotesk. Na každé mapě má být uvedené také měřítko. Chybí-li, je to závažný kartografický nedostatek, který neumožňuje plné využití mapy. Měřítko je uvedeno nejčastěji v grafické nebo číselné podobě či jejich kombinací. Zřídka je vyjádřeno slovně. Grafické měřítko má výhodu při změnách rozměrů mapy (např. zmenšení při tisku), kdy nedochází ke ztrátě pravdivosti jako u číselného měřítka.

Při volbě měřítka se dává přednost dekadickému. Existují výjimky, kdy z důvodu maximálního využití plochy mapového listu je použito nedekadické, poté se doporučuje ponechat pouze grafickou formu. Grafické měřítko může být rozdělené na hlavní a vedlejší části, kdy se dekadickým způsobem popisuje zpravidla hlavní dělení. Popis je umístěn na stranu kótování a je vůči němu vycentrován. Za poslední hodnotou jsou uvedeny jednotky měřítka, přičemž jsou uvedeny ve zkratce a na stejném řádku, stejným písmem i velikostí jako popisy hlavního dělení a zároveň v jazyce popisu celé mapy. Při zápisu číselného měřítka se před a za dvojtečkou i mezi trojicí čísel používá mezera. Velikost písma číselného měřítka je zpravidla dvakrát větší než popis grafického měřítka a umísťuje se na opačnou stranu. Měřítka, aby příliš nezatěžovala čtenáře mapy, se nejčastěji situuje k dolnímu okraji mapy. U žádného typu měřítka se neuvádí písmeno „M“ nebo slovo „Měřítka“. Dalším základním kompozičním prvkem je legenda, která podává výklad mapových znaků a dalších kartografických vyjadřovacích prostředků včetně barevných stupnic, které jsou v mapě obsaženy. Obecně platí, že co je použito v mapě, musí být obsaženo v legendě a naopak. Legenda má být dobře čitelná, srozumitelná určenému okruhu uživatelů a nenadepisuje se slovem „Legenda“. Velikost, tvar, barva a další charakteristiky znaků v legendě musí odpovídat znakům v mapě. Jednotlivé znaky, i když vyjadřují více jevů, se popisují v jednotném čísle. Základním prvkem mapy je i tiráž, která se umísťuje nejčastěji k dolnímu pravému okraji mapy. Obsahuje jméno autora či vydavatele mapy a místo a rok vydání. Doporučuje se psaní křestního jména malými písmeny a příjmení velkými, aby nedošlo k jejich záměně. Kromě základních prvků jsou součástí mimorámových údajů také nadstavbové prvky, mezi něž patří směrovka, logo, tabulky se zpřesňujícími údaji, grafy a diagramy, vedlejší mapy, obrázky a fotografie, reklamy a další. Jejich použití záleží na druhu mapy a nemusí se vždy používat. Nejdůležitější z nich je směrovka, která graficky znázorňuje orientaci mapy ke světovým stranám, nejčastěji k severu. Směrovka musí být také v jazyce mapy a není součástí pouze tehdy, obsahuje-li mapa zeměpisnou síť, je-li součástí mapového souboru orientovaného jedním směrem nebo jedná-li se o známé území orientované k severu.

Tvorba map začala založením geodatabáze a jejich prvků, k čemuž byl využit program ArcCatalog 10.1, který slouží ke správě a organizaci dat. U nově vzniklého datasetu je nutné zvolit souřadnicový systém, který v tomto případě byl S-JTSK (*Projected Coordinate Systems* → *National Grids* → *Europe* → *S-JTSK Krovak EastNorth*). Do datasetu byla naimportována data, která byla použita při tvorbě mapového výstupu. Pro následující práce byl využit program ArcMap.

Nejprve bylo nutné jednotlivým třídám vytvořit vhodný symbol. Kartografické znaky seznamují čtenáře s jevy vyskytujícími se v mapě a dělí se na bodové, liniové a plošné. Všechny vytvořené mapové znaky musejí být součástí legendy. Znaky by měly být srozumitelné a zapamatovatelné okruhu uživatelů, kterým je mapa určena, tzn. mělo by být ze znaku odvoditelné, co znamená. Shodné jevy se znázorňují shodnými znaky,

podobné podobnými a různé různými. Další zásadou je čitelnost při hustotě rozmístění a jednoznačnost, což zaručuje správné přiřazení znaků jevům v mapě. Znaky se do mapy umisťují pomocí vztažných bodů či linií. Druhy bodových znaků jsou geometrické, symbolické, obrázkové a alfanumerické. Obrázkový znak může znázorňovat pouze konkrétní jedinečný objekt, který se v mapě vykytuje pouze jednou. Alfanumerické mohou být použity za předpokladu, že nejsou popisem jiného znaku a lze je jednoznačně odlišit od popisu mapy. Parametry bodových znaků jsou tvar, velikost, struktura, výplň a orientace. Liniové znaky se používají k vyjádření liniových jevů. Rozlišujeme je na identifikační, hraniční, pohybové a izorytmické. Identifikační jsou používány pro znázornění jevů, které lze jednoznačně určit délkovým rozměrem, ale šířku v daném měřítku znázornit nelze. Hraniční ohraničují objekt nebo vymezují plochy se stejnou kvalitativní charakteristikou jevu. Pohybové vyjadřují změnu jevu s místem a časem a izorytmické spojují místa se stejnými hodnotami jevu. Charakterizovány mohou být tloušťkou, strukturou, výplní či orientací. Plošné znaky jsou využity pro vyjádření a vzájemné odlišení areálů. Mnohdy jsou tyto znaky hlavní a nejvýraznější na mapě. Rozlišují se druhy, které jsou vyplněné barvou, obrysové, vyplněné liniových či bodovým rastrem, vyplněné bodovými znaky a vyplněné popisem. Jedním z nejdůležitějších vyjadřovacích prostředků mapy je použití barev. Plní jak informativní tak estetickou funkci. Správná volba barev zabezpečuje rychlou orientaci čtenáře a správný výklad informací, jež má mapa podat. Platí, že velké plochy jsou vykreslovány světlými a málo sytými barvami, aby nevynikaly. Naopak malé plochy, linie a body jsou tmavými a sytými odstíny, aby nedošlo k jejich přehlédnutí. Dodržují se asociativnosti barev a respektují se světově, celostátně a oborově užívané dohody o jejich přiřazení. Pro znakový klíč byl nejprve vytvořen nový styl (*Customise* → *Style Manager* → *Style* → *Create New Style*), kam byly ukládány jednotlivé vytvořené znaky pro každou vrstvu (*Symbol Selector* → *Edit Symbol* → *OK* → *Save As*). Největší potíže nastaly u liniových znaků pro silnice, jelikož nebyly správně na sebe napojeny. Napojení stejných i různých znaků lze nastavit funkcí *Symbol levels* ve vlastnostech vrstvy.

Licence ArcEditor, resp. ArcInfo, umožňuje ke každému prvku v databázi uložit kartografickou reprezentaci bez změny původní geografické polohy. Jedná se o soubor pravidel a nástrojů aplikovaných na data. Reprezentace je vlastnost třídy, která je v geodatabázi definována dvěma atributovými sloupci. První odkazuje na kartografická pravidla a druhý odkazuje na výjimku z daného pravidla. Převedení znaku se provede pomocí *Convert Symbology to Representation*. Výhodou je, že ke každé vrstvě lze vytvořit více kartografických reprezentací a ta pak použít podle účelu či měřítka mapy. Pro úpravu bodových znaků lze využít *Marker Editor* a pro jejich umístění *Marker Placements*. Pravidla na liniové prvky jsou aplikována pomocí *Geometric Effects*. Pravidla se aplikují vždy na celou datovou vrstvu, což není vždy vhodné. Proto lze konkrétnímu prvku udělit

výjimku pomocí volné reprezentace, což umožňuje přidat, změnit či odebrat pravidla (Mathauserová, 2008).

Po vytvoření znakového klíče byl do mapy umisťován popis, což je jedna z nejdůležitějších a také časově nejnáročnějších činností při mapové tvorbě. Popis usnadňuje čtení a orientaci v mapě. Ke každému objektu musí být popis přiřazen jednoznačně a nesmí se mezi sebou překrývat. Neměla by nastat ani kolize se znakem či zaniknutí v segmentech linií. Mezi popisovaným jevem a jeho popisem se nesmí vyskytnout žádný další znak a vzdálenost by měla být konstantní. Popis liniových znaků se přikládá co nejbližší, ale nesmí se dotýkat ani křížit. Přednostně se umisťuje nad liniový znak a v případě složitějšího průběhu sleduje popis její trend. Větší pozornosti se musí dbát u písmen i, j, p, q, y a q. Jediná výjimka, kdy je popis patou nahoru, nastává u vrstevnic, kde kóty vrstevnic se orientují vždy ve směru stoupání. Při popisech rozsáhlé plošných objektů se celý název umisťuje dovnitř areálu, aby co nejlépe vystihoval tvar a případně obecný trend osy areálu. Avšak nesmí z areálu vyčnívat nebo jej křížit. Malé plochy jsou popisovány podle pravidel pro popis bodových znaků. Písmo lze v mapách odlišovat velikostí, sklonem, barvou, řezem, rodem, formou, literami a dekorací. Přičemž se používají maximálně dva snadno odlišitelné rody písma a dekorativní se nepoužívají. Barva se volí s ohledem na asociativnost, kdy např. voda je popisována modrou barvou. Každá kategorie popisu se odlišuje různým nastavením písma, kdy volba záleží na významu a charakteru jevu. Rozdíl mezi velikostmi popisu by měl být minimálně 2 typografické body. Při vkládání popisu se postupuje od největšího písma k nejmenšímu. Na mapě se popisují pouze vybrané prvky podle jejího účelu, aby nedošlo ke snížení čitelnosti mapy, jelikož podíl popisu na mapě by neměl přesáhnout 30 %. Program ArcGIS umožňuje dvě možnosti popisu, a to vázaný na konkrétní prvek a bez jakékoliv vazby. V mém případě bylo využito prvního případu. Nejdříve je nutné nastavit, který atribut bude použit. Nastavení atributu, vlastnosti textu a způsob umístění bylo provedeno v *Labels* ve vlastnostech vrstvy. Některé popisy ale nebyly umístěny tak, jak bych si představoval, proto jsem využil možnosti převedení popisů do anotací (*Convert Labels to Annotation*), což umožňuje pracovat s jednotlivými popisky zvlášť a upravovat je.

Dalším krokem je vytisknutí zkušební verze mapy, aby se mohl zhodnotit její estetický dojem a případně odhalit kartografické chyby, které na monitoru počítačů nejsou zřejmé. Avšak ještě předtím byly v zobrazovacím režimu (*Layout View*) přidány a rozmístěny kompoziční prvky mapy. Při kontrole byl největší důraz kladen na barevné odstíny, velikost mapových znaků a soulad použitých znaků v mapovém poli s legendou.

Důležitou součástí při tvorbě mapy je také generalizace, což je výběr, grafické zjednodušení a zevšeobecnění objektů, jevů a jejich vztahů pro jejich vyjádření v mapě. Generalizace je ovlivněna účelem mapy, charakterem zobrazovaného území, znakovým klíčem a měřítkem. Zcela zásadní a často používaná generalizace je výběr, jehož účelem je

stanovit, zda určitý objekt v mapě znázornit či nikoliv. V podstatě to znamená zanechat v mapovém poli nezbytné objekty a nedůležité odebrat. Pro tento výběr bylo využíváno normativního způsobu, kdy se nepracuje s jednotlivými objekty, nýbrž s celým souborem.

Po provedení veškerých těchto finálních úprav byla mapa vyexportována do *.pdf* a vytisknuta.

9 DISKUSE A ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zhodnotit klasifikace lesní dopravní sítě geografických databází ZABAGED, DMÚ 25, ÚHÚL, vydavatelství SHOCart a map pro orientační sporty. Zdroje prostorových dat byly analyzovány dle používané klasifikace lesní dopravní sítě, existence, podobnosti s datovou sadou ZABAGED, která byla výchozí, a konfrontaci s terénním šetřením.

Klasifikace jednotlivých datových sad není jednotná, nýbrž se přizpůsobuje cílovým uživatelům, pro které je mapa určena. Kategorizací lesní dopravní sítě podle České státní normy, která slouží pro hospodářské účely, se řídí databáze ÚHUL a OPRL. Avšak pro využívání map běžnými uživateli je vhodnější použít klasifikaci sdělující o šířce a stavu povrchu cestní sítě, než pro jaký hospodářský záměr je určena, což ostatní databáze splňují. V datové sadě ZABAGED chybí informovanost, zdali se jedná o veřejně přístupnou či účelovou komunikaci. SHOCart, který vydává mapy pro turisty a cykloturisty, zahrnuje do své databáze také stezky, jimiž je pokryto celé území České republiky. Mapy pro orientační sporty používají pro různá odvětví závodů jiné klasifikace, aby byl závodník co nejlépe informován o terénu. Více podrobnou klasifikaci vyžadují závodníci na horských kolech, kteří potřebují vědět, jaká cesta je sjízdná bez komplikace a naopak jaká je sjízdná hůře či nesjízdná vůbec. Méně podrobné kategorizace mohou být použity při tvorbě map pro lyžařské orientační sporty, kde je důležitá pouze síť běžkařských stop. Podrobnost klasifikace by měla být zvolena, aby mapa sdělovala uživateli nejlepší informace o druhu cesty, ale nebyla tím zhoršena čitelnost.

Dalším z klíčových záměrů práce bylo zhodnotit databáze v daném území z hlediska existence, podobnosti s výchozí datovou sadou ZABAGED a konfrontace zdrojů prostorových dat s měřením v terénu, kdy byly zaměřeny identifikovatelné body v terénu i databázích, což jsou křižovatky cest. Zkoumané území bylo vymezeno mapovým listem 02-23-13 databáze ZABAGED. Pro měření byl použit geodetický přístroj GPS Leica GX1230 s anténou ATX1230. Přístroje Leica jsou vybaveny technologií pro redukci efektu *multipath* či přijímání signálu z družic, které jsou v nízkém elevačním úhlu. Tato technologie umožňuje kvalitní příjem i v oblastech se zhoršenými podmínkami, jimiž jsou například lesy. Přesnost přístroje byla zkoumána v terénu zaměřením trigonometrických bodů o známých souřadnicích. V místě se zhoršenými podmínkami přístroj dosáhl

průměrné odchylky 0,64 m, kdežto v prostoru s dobrým výhledem na oblohu pouze 0,16 m. Obdobné podmínky jako u trigonometrických bodů se vyskytovaly i u bodů měřených na křižovatkách.

Databáze OPRL dosáhla nejlepších výsledků při komparaci s měřením v terénu, kdy byla zjištěna průměrná odchylka pouze 3,8 metrů, přičemž maximální odchýlení nabylo hodnoty skoro 9 metrů. Nejpodobnější byla také v porovnání s databází ZABAGED, kdy 80 % cest se vyskytuje do odchylky 5 metrů. OPRL eviduje lesní odvozní cesty, což jsou pouze cesty 1. a 2. třídy, proto ve výsledcích existence cestní sítě v databázi dopadla nejhůře. Dobré výsledky při analýze se vyskytly také u datových sad ZABAGED a ÚHÚL. Přesnost těchto databází je obdobná a průměrně se pohybuje kolem 5 m. Ale v ÚHÚL je zaznamenáno nejvíce cest a pěšin, jelikož eviduje také lesní cesty 4. třídy. Jedná se o dočasné komunikace potřebné pro vytěžení dřeva z lesních komplexů, které jiné zdroje dat nezaznamenávají. U databáze ÚHÚL se podařilo stanovenou hypotézu potvrdit.

Stejně předpokládaná přesnost a existence cest a pěšin byla i u map pro orientační sporty. Ty nepokrývají celou plochu České republiky, ale jsou pouze pro vymezené území, kde se dané odvětví orientačního sportu odehrává. Ve vymezeném území se nachází 3 mapy Českého svazu orientačních sportů. Jsou jimi Mrchoviště pro orientační běh v měřítku 1 : 20 000, Čertova voda pro lyžařský orientační běh v měřítku 1 : 25 000 a Volská planina pro horský orientační běh 1 : 50 000. U analýzy všech map s terénním měřením vyšla odchylka přes 10 metrů. Nejmenší průměrná odchylka byla zaznamenána u mapy Volská planina, která je nejaktuálnější. Avšak vinou značné generalizace, jejíž příčinou je měřítko, obsahuje pouze 56 km cestní sítě. Nejhůře ze zdrojů prostorových dat při konfrontaci s terénem vyšly mapy Čertova voda a Mrchoviště. Tyto mapy vznikly v 70. a 80. letech minulého století a u některých cest a pěšin mohla být pozměněna jejich trajektorie. Vlivem může být i metoda, kterou vznikaly. Byly vyhotoveny kreslením pomocí tuše a tušového pera, což neumožňuje přesný záznam objektů do mapy. U mnoha cest a pěšin v mapách mohlo dojít také k zániku. Předpokládaná hypotéza u map pro orientační sporty, že budou nejpřesnější, nebyla potvrzena. Hlavními příčinami jsou měřítko, metoda vzniku a stáří map, kdy byly kresleny.

DMÚ 25 eviduje celkem 70,3 km cestní sítě, což je o 35 km méně než ÚHÚL, do odchylky 5 metrů od databáze ZABAGED se vyskytuje 75 % cest a pěšin a průměrná odchylka při konfrontaci s terénem činí 6,4 metrů. Vydavatelství SHOCart zhotovuje turistické a cykloturistické mapy v měřítku 1 : 40 000 a menších. Proto se zaměřují převážně na cesty a pěšiny, po kterých jsou vedeny stezky. Ostatní objekty jsou značně zgeneralizované. Vyskytuje se zde pouze 64,4 km lesních komunikací. Průměrná odchylka od měření v terénu dosáhla 7 metrů. Při konfrontaci s databází ZABAGED měly vysoké hodnoty podobnosti pouze stezky, které jsou obsahem pouze databáze SHOCart.

Kartografickým výstupem této bakalářské práce je topografická mapa vymezeného území v měřítku 1 : 10 000 podle kartografických pravidel a zásad pro tvorbu mapy. Mapa vznikla v programu ArcGIS 10.1 a zdrojem byla především databáze ZABAGED.

Za zajímavé náměty pro případnou další práci považuji, konfrontaci cestních sítí databází s Digitálním modelem povrchu České republiky, který vzniká z leteckého laserového skenování. Tento model zobrazuje území včetně staveb a rostlinného pokryvu, avšak nebyl v průběhu psaní této práce k dispozici, jelikož data pro ČÚZK nebyly zpracovány. A pro lepší posouzení výskytu a geometrické přesnosti cestní sítě u map pro orientační sporty zvolit jiné území, kde budou aktuálnější mapy s podrobnějším měřítkem.

SEZNAM ZDROJŮ INFORMACÍ

Tištěné publikace

- BĚLKA, L. (2012): Letecké laserové skenování tvorba nového výškopisu České republiky. In: *Vojenský geografický obzor*. Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad, Geografická služba AČR, Ministerstvo obrany ČR, Dobruška, č. 1/2012, s. 19–25.
- BENEŠ, J. (2002): Lesní dopravní síť. In: Hanák, K. [et al.]: *Zpřístupňování lesa - Vybrané statě I*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, s. 8–13. ISBN: 80–7157–639–5.
- ČAPEK, R. [et al.] (1992): *Geografická kartografie*. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 376 s. ISBN: 80–04–25153–6.
- ČSN 73 6100–1. *Názvosloví pozemních komunikací – Část 1: Základní názvosloví*. Český normalizační institut, Praha, 2008, 73 s.
- ČSN 73 6108. *Lesní dopravní síť*. Český normalizační institut, Praha, 1996, 28 s.
- FAIRBAIRN, D., AL–BAKRI, M. (2013): Using Geometric Properties to Evaluate Possible Integration of Authoritative and Volunteered Geographic Information. In: *ISPRS International Journal of Geo–Information*, vol. 2, no. 2, p. 349–370.
- HEO, J. [et al.] (2008): New Line Accuracy Assessment Methodology Using Nonlinear Least–Squares Estimation. In: *Journal of Surveying Engineering*, vol. 134, no. 1, p. 13–20.
- JANATA, P., KLIMÁNEK M. (2011): Hodnocení metod pro vzájemné porovnávání přesnosti přístrojů GPS. In: *Geografický a kartografický obzor*, Praha, roč. 57, č. 9, s. 217–223.
- KLČ, P. (2005): Research on principles of making access to forests by forest road network. In: *Journal of Forest science*, Praha, vol. 51, no. 3, p. 115–126.
- KLČ, P., ŽÁČEK, J. (2006): Zpřístupnění lesa. In: Klč, P., Žáček, J.: *Výstavba, rekonstrukce a modernizace lesní dopravní sítě*. Lesnická práce. Kostelec nad Černými Lesy, s. 21–47. ISBN: 80–86386–20–1.

- MANSFELD, V. [et. al.] (2012): *Metodika inventarizace lesní dopravní sítě*. verze: 02. Oblastní plány rozvoje lesů – sekce zpřístupnění lesů, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, Brandýs nad Labem, 35 s.
- MANSFELD, V. [et. al.] (2003): *Kartografický katalog grafických objektů*. Informační a datové centrum ÚHÚL, Brandýs nad Labem, 50 s.
- MINISTERSTVO OBRANY ČESKÉ REPUBLIKY (2009): *Katalog topografických objektů DMÚ 25*. verze: 7.3. Geografická služba Armády České republiky, Dobruška, 47 s.
- NOVÁK, V.; MURDYCH, Z. (1988): *Kartografie a topografie*. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 320 s.
- RAPANT, P. (2002): *Družicové polohové systémy*. 2. vyd. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Ostrava, 200 s. ISBN 80-248-0124-8.
- SCHEJBAL, C. (2004): Globální polohovací a navigační satelitové systémy. In: Schejbal, C., Homola, V., Staněk, F.: *Geoinformatika*. PONT, s.r.o., Košice, s. 179–190. ISBN: 80-967611-8-8.
- ŠTÁDLER, V. (1999): *GPS – praktická příručka*. Alpy – vydavatelství horské literatury, Lysá nad Labem, 66 s. ISBN 80-85613-87-5.
- ŠVÁBENSKÝ, O.; FIXEL, J.; WEIGEL, J. (1995): *Základy GPS a jeho praktické aplikace*. Akademické nakladatelství CERM, Brno, 124 s. ISBN: 80-214-0620-8.
- TVEITE, H. (1999): An accuracy assessments method for geographical line data sets based on buffering. In: *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 13, no. 1, p. 27–47.
- VEVERKA, B.; ZIMOVÁ, R. (2008): *Topografická a tematická kartografie*. České vysoké učení technické, Praha, s. 136–137. ISBN: 978-80-01-04157-4.
- VGHMŮŘ Dobruška (2009): *Katalog topografických objektů DMÚ 25*. verze 7.3. Geografická služba Armády České republiky, Dobruška, 47 s.
- WING, M. G., EKLUND, A., KELLOG, L. D. (2005): Consumer-grade global positioning system (GPS) accuracy and reliability. In: *Journal of Forestry*, vol. 103, no. 4, p. 169–173.
- WING, M., KELLOG, L. (2004): Digital data collection and analysis techniques for forestry applications. In: *Proceedings of the 12 International Conference on Geoinformatics*. University of Gävle, Sweden, s. 77–83.

Online zdroje

- BEDNAŘÍK, L. [et al.] (2011): *Mapy pro MTBO* [online]. Mapová rada ČSOS, Praha, 17 s. [cit. 2012-04-01]. Dostupné z URL: <<http://www.orientacnibeh.cz/volny/maprada/klice/ISMTBOM2010cz.pdf>>.

- BEDNAŘÍK, L. [et al.] (2010): *Mapy pro LOB* [online]. Mapová rada ČSOS, Praha, 10 s. [cit. 2012-04-01]. Dostupné z URL: <<http://www.orientacnibeh.cz/volny/maprada/klice/ISSkiOM2009cz.pdf>>.
- BEDNAŘÍK, L. [et al.] (2009): *Mapy pro orientační sprint* [online]. Mapová rada ČSOB, Praha, 30 s. [cit. 2012-04-01]. Dostupné z URL: <<http://www.orientacnibeh.cz/volny/maprada/klice/issom2007cz.pdf>>.
- BEDNAŘÍK, L. [et al.] (2000): *Mapy pro orientační běh* [online]. Mapová rada ČSOB, Praha, 37 s. [cit. 2012-03-25]. Dostupné z URL: <<http://www.orientacnibeh.cz/volny/maprada/klice/isom2000cz.pdf>>.
- BOZDĚCH, P. (2011): LEICA GNSS technologie. In: *Zeměměřič* [online], Klaudian Praha, s.r.o., Praha, roč. 18, č. 5+6/2011, s. 25 [cit. 2013-07-15]. ISSN: 1211-488X. Dostupné z URL: <<http://www.zememeric.cz/default.php?clanek.php?zaznam=4029>>
- Control Segment* [online]. 2012 [cit. 2012-06-27]. Dostupné z URL: <<http://www.gps.gov/systems/gps/control/>>.
- Coordinate systems* [online]. 2012 [cit. 2012-06-27]. Dostupné z URL: <http://gnss.be/systems_tutorial.php>.
- Cykloatlas on-line - Cykloserver* [online]. 2011 [cit. 2012-04-08]. Dostupné z URL: <<http://www.cykloserver.cz/cykloatlas/>>.
- ČÁBELKA, M. (2008): *Úvod do GPS* [online]. CITT Praha Akademie kosmických technologií, Praha, 73 s. [cit. 2012-06-24]. Dostupné z URL: <<http://www.natur.cuni.cz/geografie/geoinformatika-kartografie/ke-stazeni/vyuka/gps/skriptum-uvod-do-gps>>.
- ČÚZK: *Základní báze geografických dat České republiky – úvod* [online]. ČÚZK: Geoportál, Praha [cit. 2012-06-25]. Dostupné z URL: <[http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(2t5kye2nqoldqt45m31ytimx\)\)/default.aspx?mode=TextMeta&text=dSady_zabaged&side=zabaged&menu=24](http://geoportal.cuzk.cz/(S(2t5kye2nqoldqt45m31ytimx))/default.aspx?mode=TextMeta&text=dSady_zabaged&side=zabaged&menu=24)>.
- ESRI – GIS Mapping Software, Solution, Services, Map Apps, and Data* [online]. 2013 [cit. 2012-06-27]. Dostupné z URL: <<http://www.esri.com/>>
- LÁSKA, Z. (2010): Souřadnicové systémy, teorie GNSS [online]. In: Láška, Z. [et al.]: *Globální navigační satelitní systémy a jejich využití v praxi*. Ústav automatizace a měřicí techniky, Vysoké učení technické v Brně, Brno, s. 3–13 [cit. 2013-05-28]. Dostupné z URL: <http://www.crr.vutbr.cz/system/files/brozura_08_1009.pdf>.
- Lesní stezky* [online]. 2011 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z URL: <<http://lesnistezky.cz/>>.

- MATHAUSEROVÁ, S. (2008): *Kartografická reprezentace dat GIS* [online]. Bakalářská práce (Bc.). Katedra mapování a kartografie, Fakulta stavební, České vysoké učení technické v Praze, 37 s [cit. 2013-07-28]. Dostupné z URL: <<http://geo3.fsv.cvut.cz/~soukup/bkl/mathauserova/mathauserova.pdf>>.
- Mapový portál ČSOS [online]. 2012 [cit. 2012-08-11]. Dostupné z URL: <<http://csos.tmapserver.cz/?lg=cs>>.
- Ministerstvo zemědělství České republiky (2010): Zpřístupnění lesů v České republice [online]. In: *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2009*. Praha, s. 38–40 [cit. 2012-03-01]. ISBN: 978-80-7084-861-6. Dostupné z URL: <<http://www.uhul.cz/zelenazprava/2009/zz2009.pdf>>.
- Ministerstvo zemědělství České republiky (2008): Zpřístupnění lesních porostů – lesní dopravní síť [online]. In: *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2007*. Praha, s. 32 [cit. 2012-03-01]. ISBN: 978-80-7084-635-3. Dostupné z URL: <<http://www.uhul.cz/zelenazprava/2007/zz2007.pdf>>.
- Ministerstvo zemědělství České republiky (2006): Lesní dopravní síť [online]. In: *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2005*. Praha, s. 56 [cit. 2012-03-01]. Dostupné z URL: <http://www.uhul.cz/zelenazprava/2005/ZZ_2005.pdf>.
- Oblastní plány rozvoje lesů [online]. 2011 [cit. 2012-04-02]. Dostupné z URL: <http://geoportal2.uhul.cz/mapserv/php/mapserv3.php?project=oprl_2011&layers=PLO>.
- Sources of Errors in GPS [online]. 2009 [cit. 2012-06-27]. Dostupné z URL: <<http://www.kowoma.de/en/gps/errors.htm>>.
- Space Segment [online]. 2012 [cit. 2012-06-27]. Dostupné z URL: <<http://www.gps.gov/systems/gps/space/>>.
- SHOCart, mapa, mapy, průvodce, atlasy, globusy, autoatlasy, cyklomapy, slovníky, informační tabule, automapy [online]. 2012 [cit. 2012-04-08]. Dostupné z URL: <<http://www.shocart.cz/cs/>>.
- SEEMANN, P. (2013): Kartografické zásady při vytváření mapových výstupů. In: SEEMANN, P.; JANATA, T.: *Kartografie: e-learningový portál o tvorbě map* [online]. Katedra mapování a kartografie, Fakulta stavební, České vysoké učení technické v Praze [cit. 2013-07-28]. Dostupné z URL: <<http://kartografie.fsv.cvut.cz/zasady.php>>.
- ŠEBESTA, J. (2012a): *Globální družicové navigační systémy: GPS-NAVSTAR, GLONASS, BeiDou-Compass, QZSS, GALILEO* [online prezentace]. Radiolokační a radionavigační systémy, Ústav radioelektroniky, Fakulta elektroniky a komunikačních technologií, Vysoké technické učení v Brně [cit. 2013-05-28]. Dostupné z URL: <<http://www.urel.feec.vutbr.cz/~sebestaj/MRAR/P11/CZ11.ppt>>.

- ŠEBESTA, J. (2012b): *Globální družicové navigační systémy: principy, metody, měřící sygnály, algoritmy výpočtu polohy a času* [online prezentace]. Radiolokační a radionavigační systémy, Ústav radioelektroniky, Fakulta elektroniky a komunikačních technologií, Vysoké technické učení v Brně [cit. 2013-05-28]. Dostupné z URL: <<http://www.urel.feec.vutbr.cz/~sebestaj/MRAR/P10/CZ10.ppt>>.
- ŠEBESTA, J. (2012c): *Radiolokační systémy s AM, PM, FM a IM, výškoměry, inerciální navigační systémy* [online prezentace]. Radiolokační a radionavigační systémy, Ústav radioelektroniky, Fakulta elektroniky a komunikačních technologií, Vysoké technické učení v Brně [cit. 2013-05-28]. Dostupné z URL: <<http://www.urel.feec.vutbr.cz/~sebestaj/MRAR/P8/CZ08.ppt>>.
- ÚHÚL (2011a): *Informační standard lesního hospodářství* [online]. 31 s. [cit. 2012-04-04]. Dostupné z URL: <ftp://ftp.uhul.cz/Public/IStandard/2013/LHPO/ISLH_LHPO_2013.doc>.
- ÚHÚL (2011b): *Kartografický katalog grafických objektů LHPO* [online]. 68 s. [cit. 2012-04-04]. Dostupné z URL: <ftp://ftp.uhul.cz/Public/IStandard/2013/LHPO/KK_LHPO_2013.doc>.
- ÚHÚL (2003): Inventarizace lesních cest [online]. In: *Inventarizace lesů v České republice 2001–2004*. verze: 6.0. s. 121–126 [cit. 2012-02-28]. Dostupné z URL: <http://www.uhul.cz/il/metodika/metodika6/kap_8_6_0.pdf>.
- VEJVODA, M. (2010): Lesní cesty mají v lese nezastupitelné místo [online]. In: *Informační zpravodaj LČR*. [cit. 2012-02-25]. Dostupné z URL: <<http://www.lesy.cz/media/informacni-zpravodaj-lcr-kraje/pardubicky-kraj/Documents/pa-lcr-sedmicka-04-11-2010.pdf>>.
- VGHMŮŘ Dobruška (2007): *Katalog topografických objektů* [online]. verze 12.2007. Dobruška [cit. 2012-03-25]. Dostupné z URL: <<http://izgard.cenia.cz/ceniaizgard/kto/dmu25v2/KTODMU25.html>>.
- ZABAGED [online]. 2012 [cit. 2012-04-01]. Dostupné z URL: <<http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/?wmcid=552>>.
- Západočeská univerzita v Plzni (2012): *Přehled typů objektů* [online]. Plzeň [cit. 2012-03-25]. Dostupné z URL: <http://radyne.fpe.zcu.cz/web/nectiny/Metadata/DMU_objekty.htm>.
- Zeměměřický úřad (2012a): *Databáze bodových polí* [online]. Zeměměřický úřad, Praha [cit. 2012-08-18]. Dostupné z URL: <http://bodovapole.cuzk.cz/_mapTop.aspx>.
- Zeměměřický úřad (2012b): *Katalog objektů ZABAGED* [online]. verze: 2.4. Zeměměřický úřad, Praha, 136 s. [cit. 2012-03-25]. Dostupné z URL: <http://geoportal.cuzk.cz/Dokumenty/KATALOG_OBJEKTU_ZABAGED_2012.pdf>.

SEZNAM POUŽITÝCH DATOVÝCH ZDROJŮ

- ArcČR 500: *Digitální geografická databáze* [cd-rom]. © 2003 Arcdata Praha, s. r. o.
- Český svaz orientačních sportů: *Čertova voda 1:25 000* [cd-rom]. © 1989 Lokomotiva Děčín.
- Český svaz orientačních sportů: *Mrchoviště 1:20 000* [cd-rom]. © 1974 OV ČSTV Ústí nad Labem.
- Český svaz orientačních sportů: *Volská planina 1:50 000* [cd-rom]. © 2000 Slavoj Severotuk Ústí n. L.
- DMÚ 25: *M-33-41-C* [cd-rom]. © 2009 VGHMÚř Dobruška.
- Oblastní plány rozvoje lesů: *Mapa dopravní* [cd-rom]. © 2011 Jablonec nad Nisou.
- SHOCart: *Děčínské stěny* [cd-rom]. © 2011 Freytag&Berndt, Vizovice.
- Ústav pro hospodářskou úpravu lesů: *Mapa přehledová* [cd-rom]. © 2010 Brandýs nad Labem.
- ZABAGED® - polohopis: *02-23-13* [cd-rom]. © 2010 Český úřad zeměměřický a katastrální, Praha.
- ZABAGED® - výškopis: *02-23-13* [cd-rom]. © 2006 Český úřad zeměměřický a katastrální, Praha.

SEZNAM MAPOVÝCH VÝSTUPŮ

Maxičky 02–23–13 Děčín XVIII

Porovnání cestní sítě databází ZABAGED a DMÚ 25

Porovnání cestní sítě databází ZABAGED, ÚHÚL a OPRL

Porovnání cestní sítě databází ZABAGED a SHOCart

Porovnání cestní sítě databáze ZABAGED a map pro orientační sporty

SEZNAM PŘÍLOH

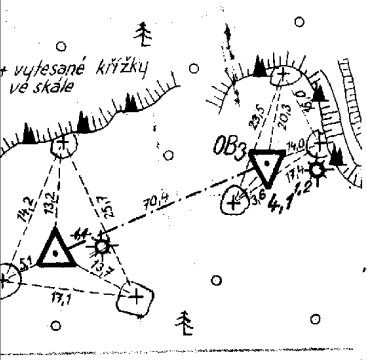



- Příloha 1: Parametry transformace map pro orientační sporty
- Příloha 2: Geodetické údaje trigonometrického bodu Havraní vrch
- Příloha 3: Geodetické údaje trigonometrického bodu U stan. Kristin Hrádek
- Příloha 4: Geodetické údaje trigonometrického bodu U cestářské boudy
- Příloha 5: Porovnání ZABAGED s terénním průzkumem
- Příloha 6: Porovnání DMÚ 25 s terénním průzkumem
- Příloha 7: Porovnání ÚHÚL s terénním průzkumem
- Příloha 8: Porovnání OPRL s terénním průzkumem
- Příloha 9: Porovnání SHOCart s terénním průzkumem
- Příloha 10: Porovnání mapy Mrchoviště s terénním průzkumem
- Příloha 11: Porovnání mapy Čertova voda s terénním průzkumem
- Příloha 12: Porovnání mapy Volská planina s terénním průzkumem
- Příloha 13: CD s elektronickou podobou práce

Příloha 1: Parametry transformace map pro orientační sporty

Název mapy	Vlícovací bod	Δx [m]	Δy [m]	l_{vb} [m]
Čertova voda	1.	3,597065	- 1,593986	3,934413
	2.	3,500761	0,986417	3,637079
	3.	- 4,094497	1,999406	4,556595
	4.	- 1,972311	- 0,805398	2,130420
Mrchoviště	1.	- 0,396596	- 2,875208	2,902429
	2.	- 0,956343	- 4,006890	4,933550
	3.	4,775395	- 1,018285	4,882751
	4.	- 1,767435	1,615520	2,394520
Volská planina	1.	2,270289	- 1,252320	2,592781
	2.	- 0,663441	2,597141	2,680541
	3.	0,494426	- 2,281455	2,334419
	4.	- 0,932889	1,665270	1,908768

Zdroj: vlastní výpočty

Příloha 2: Geodetické údaje trigonometrického bodu Havraní vrch

Kraj: Ústecký		GEODETICKÉ ÚDAJE trigonometrického bodu				Vytvořeno pro web 01.07.2012	
Okres: Děčín		Líst č.: 1/1		Stav k: 2000		TL	0722
Obec: Děčín						ZM-50	02-23
						SMO-5	020790
Číslo a název bodu		4		Havraní vrch			
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška		Bp	vztahuje se na
4	TB	749364.23	961912.89	404.08	hranol		
4.1	OB3	přibližná délka*		403.15	hranol		
							
Orientace na body (ve stupních)							
Číslo		Jižník	Délka strany	Číslo		Jižník	Délka strany
4.1		270 06 35.0	70.480				
<p>Místopisný popis: Bod je na zalesněném kopci východně od silnice Bělá-Maxičky, asi 1 km jihozápadně od křižovatky silnic u zotavovny v Maxičkách. Přístup z křižovatky silnic jihozápadně silnicí asi 650 m, dále pěšinou na jih, bod je asi 25 m západně.</p>							
Bod	4		4.1				
Stab. údaje	0,00	žula 20.20.82	0,00	žula 16.16.85	0,00		0,00
	1.03	žula 38.38.10	.98	žula 29.29.12			
	1.33	kam.válec. prům.:3,5,15	1.30	kam.válec prům.:3,5,15			
Označ. povrch. značky na baku:	△ j.		△ j. TP s.				
Ochranný znak: (druh,rok)			OK-1977				
Kat. území: Por.čís. Druh poz.:	Bělá u Děčína 1130/1 lesní poz.		Bělá u Děčína 1130/1 lesní poz.				
Druh a výška signál. stavby nebo nárys trvalého cíle:						Poznámky:	
  							
Signalizace z roku:							

Zeměměřický úřad 2000

Zdroj: Zeměměřický úřad (2012a)

Příloha 3: Geodetické údaje trigonometrického bodu U stan. Kristin Hrádek

GEODETICKÉ ÚDAJE													
trigonometrického bodu													
Kraj: Ústecký		Okres: Děčín		List č.: 1/1		Vytvořeno pro web 01.07.2012							
Obec: Děčín				Stav k: 1991		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>TL</td> <td>0602</td> </tr> <tr> <td>ZM-50</td> <td>02-23</td> </tr> <tr> <td>SMO-5</td> <td>020610</td> </tr> </table>		TL	0602	ZM-50	02-23	SMO-5	020610
TL	0602												
ZM-50	02-23												
SMO-5	020610												
Číslo a název bodu		4 U stan. Kristin Hrádek											
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška									
				Bpv	vztahuje se na								
4	TB	752502.46	960449.62	niv. 530.28	hranol								
Orientace na body (ve stupních)													
Číslo		Jižník	Délka strany	Číslo		Jižník	Délka strany						
205		257 43 36.4	92.156										
Místopisný popis: Bod je v lese, severně od silnice Maxičky–Sněžník, asi 250 m severně od odbočky silnice do Kristina Hrádku.													
Bod	4												
Slab. údaje	0,00	žula 20.20.80	0,00		0,00		0,00						
	.97	žula 30.30.10											
	1.12	sklo 16.16.03											
Označ. povrch. značky na boku:	△ j.												
Ochranný znak: (druh, rok)													
Kat. území: Parc.čís. Druh poz.:	Bynov 1092												
Druh a výška signal. stavby nebo nárys trvalého cíle:						Poznámky:							
Signalizace z roku:													

Zeměměřický úřad 2000

Zdroj: Zeměměřický úřad (2012a)

Příloha 4: Geodetické údaje trigonometrického bodu U cestářské boudy

Kraj: Ústecký		GEODETICKÉ ÚDAJE trigonometrického bodu				Vytvořeno pro web 01.07.2012			
Okres: Děčín		List č.: 1/1				TL	0602		
Obec: Děčín		Stav k: 1991				ZM-50	02-23		
						SMO-5	020600		
Číslo a název bodu		5 U cestářské boudy		5					
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška					
				Bpv	vztahuje se na				
5	TB	750942.09	960447.40	517.91	hranol				
5.1	OB1	751159.50	960321.14	515.20	hranol				
5.2	OB2	751198.24	960298.14	514.74	hranol				
5.3	OB3	přibližná délka*		514.21	hranol				
Orientace na body (ve stupních)									
Číslo	Jižník	Délka strany	Číslo	Jižník	Délka strany				
5.1	120 08 46.9	251.413							
5.2	120 13 43.1	296.464							
5.3	277 22 58.6	88.100							
Místopisný popis: Bod je v lese, severně od okresní silnice Sněžník – Maxičky.									
Bod	5		5.1		5.2		5.3		
Stab. údaje	0,00	žula 20.20.76	0,00	žula 16.16.75	0,00	žula 16.16.75	0,00	žula 16.16.82	
	.89	žula 40.40.10	.94	žula 30.30.10	.95	žula 30.30.10	.95	žula 30.30.10	
	1.12	sklo 16.16.03					1.17	sklo 16.16.03	
Označ. povrch, značky na bok:	△ j.						△ j. TP s.		
Ochranný znak: (druh, rok)	OT-1964		OT-1964		OT-1964				
Kat. území: Povrch: Druh poz.:	Maxičky 195/2		Maxičky		Maxičky		Maxičky 195/2		
Druh a výška signal. stavby nebo nárys trvalého cíle:	5,1 5,2						Poznámky:		
Signalizace z roku:									

Zeměměřický úřad 2000

Zdroj: Zeměměřický úřad (2012a)

Příloha 5: Porovnání ZABAGED s terénním průzkumem

X _{zb}	Y _{zb}	X _d	Y _d	Δx [m]	Δy [m]	l [m]
-751525,598	-958524,110	-751527,455	-958533,398	-1,857	-9,288	9,472
-750639,831	-958568,445	-750641,196	-958570,848	-1,365	-2,403	2,764
-750429,453	-958671,083	-750429,832	-958671,736	-0,379	-0,654	0,755
-752505,349	-958703,803	-752499,084	-958709,522	6,265	-5,719	8,483
-752051,564	-958863,576	-752051,481	-958861,124	0,083	2,452	2,453
-751584,823	-958742,623	-751584,441	-958733,943	0,382	8,680	8,689
-750958,565	-958751,107	-750966,262	-958761,008	-7,697	-9,901	12,540
-752855,912	-958867,280	-752856,516	-958876,438	-0,604	-9,158	9,178
-752862,527	-958922,778	-752862,625	-958925,851	-0,098	-3,073	3,074
-752878,388	-959072,079	-752880,262	-959069,995	-1,874	2,084	2,802
-751702,842	-959222,316	-751705,238	-959220,974	-2,396	1,342	2,746
-752808,869	-959314,061	-752803,410	-959321,689	5,459	-7,628	9,380
-752563,034	-959369,594	-752568,392	-959373,734	-5,358	-4,140	6,771
-751666,220	-959258,669	-751670,444	-959258,604	-4,224	0,065	4,225
-751203,908	-959460,463	-751209,028	-959456,822	-5,120	3,641	6,282
-750838,386	-959821,279	-750829,857	-959828,905	8,529	-7,626	11,442
-752918,787	-959927,984	-752926,434	-959923,799	-7,647	4,185	8,717
-752759,109	-959986,046	-752764,343	-959985,871	-5,234	0,175	5,237
-750595,304	-960112,307	-750606,718	-960110,893	-11,414	1,414	11,501
-748430,543	-960226,083	-748429,521	-960224,379	1,022	1,704	1,987
-751338,366	-960126,035	-751339,776	-960129,676	-1,410	-3,641	3,905
-752365,015	-960389,921	-752363,404	-960387,799	1,611	2,122	2,665
-749352,822	-960495,555	-749356,680	-960485,577	-3,858	9,978	10,698
-749318,239	-960499,489	-749326,834	-960499,163	-8,595	0,326	8,601
-749879,979	-960374,769	-749892,244	-960373,320	-12,265	1,449	12,351
-752152,605	-960502,663	-752155,292	-960502,615	-2,687	0,048	2,687
-751707,031	-960552,395	-751704,505	-960553,076	2,526	-0,681	2,617
-749260,718	-960659,121	-749262,448	-960655,787	-1,730	3,334	3,756
-752467,979	-960680,360	-752469,553	-960681,469	-1,574	-1,109	1,925
-752562,821	-960713,978	-752563,218	-960714,285	-0,397	-0,307	0,502
-751363,099	-960874,300	-751361,103	-960873,387	1,996	0,913	2,195
-749073,250	-960910,775	-749073,276	-960911,810	-0,026	-1,035	1,035
-748640,564	-961119,220	-748641,948	-961119,793	-1,384	-0,573	1,498
-748952,819	-961344,944	-748941,603	-961345,022	11,216	-0,078	11,217
-748827,453	-961387,512	-748836,635	-961383,626	-9,182	3,886	9,971
-750615,603	-961992,790	-750615,590	-961995,123	0,013	-2,333	2,333
-748871,059	-962315,844	-748871,304	-962317,549	-0,245	-1,705	1,722
-752347,688	-958233,506	-752344,901	-958243,296	2,787	-9,790	10,179
-752045,612	-958494,823	-752043,665	-958493,704	1,947	1,119	2,246
-750845,737	-958733,149	-750848,837	-958733,998	-3,101	-0,849	3,215
-749817,721	-958630,782	-749816,503	-958631,162	1,218	-0,380	1,276
-748998,810	-959340,923	-748996,831	-959349,200	1,979	-8,277	8,510
-750758,458	-959403,613	-750760,301	-959403,565	-1,843	0,048	1,844
-749562,829	-960501,249	-749559,784	-960505,731	3,045	-4,482	5,418
-751947,204	-960595,251	-751948,032	-960595,898	-0,828	-0,647	1,051
-752498,297	-960786,745	-752497,878	-960785,633	0,419	1,112	1,189
-752455,727	-961025,540	-752456,855	-961025,681	-1,128	-0,141	1,137
-750959,209	-960964,654	-750959,020	-960964,452	0,189	0,202	0,277
-749947,752	-960904,398	-749946,460	-960905,964	1,292	-1,566	2,030
-748663,729	-961028,962	-748663,845	-961028,156	-0,116	0,806	0,814
-750256,687	-961151,859	-750258,078	-961151,086	-1,391	0,773	1,591

X _{zb}	Y _{zb}	X _d	Y _d	Δx [m]	Δy [m]	l [m]
-749497,013	-961202,267	-749498,206	-961201,524	-1,193	0,743	1,405
-748755,810	-961464,603	-748756,692	-961463,887	-0,882	0,716	1,136
-752568,955	-961454,526	-752559,009	-961451,825	9,946	2,701	10,306
-751207,913	-961802,910	-751203,987	-961800,967	3,926	1,943	4,380
-751507,781	-961833,312	-751507,367	-961832,679	0,414	0,633	0,756
-749060,107	-962402,443	-749055,861	-962409,008	4,246	-6,565	7,819
-750241,345	-961446,760	-750237,747	-961434,206	3,598	12,554	13,059
-749615,798	-961244,473	-749614,334	-961239,811	1,464	4,662	4,886
-752569,289	-960650,910	-752569,102	-960649,194	0,187	1,716	1,726
-749599,924	-959232,953	-749590,940	-959234,188	8,984	-1,235	9,068
-751882,852	-959681,315	-751891,142	-959672,652	-8,290	8,663	11,991
-748770,990	-960588,390	-748775,735	-960587,104	-4,745	1,286	4,916
-748756,081	-960603,177	-748754,933	-960605,189	1,148	-2,012	2,316

Zdroj: vlastní

Příloha 6: Porovnání DMÚ 25 s terénním průzkumem

X _{zb}	Y _{zb}	X _d	Y _d	Δx [m]	Δy [m]	l [m]
-751525,598	-958524,110	-751527,729	-958536,141	2,131	12,031	12,219
-750639,831	-958568,445	-750639,280	-958565,402	-0,551	-3,044	3,093
-752505,349	-958703,803	-752503,758	-958703,278	-1,590	-0,524	1,675
-752051,564	-958863,576	-752052,570	-958862,981	1,006	-0,595	1,169
-751584,823	-958742,623	-751584,055	-958747,670	-0,768	5,046	5,104
-750958,565	-958751,107	-750969,380	-958760,536	10,814	9,429	14,348
-752855,912	-958867,280	-752853,070	-958867,653	-2,842	0,373	2,866
-752878,388	-959072,079	-752880,848	-959070,174	2,460	-1,904	3,111
-752808,869	-959314,061	-752801,155	-959318,793	-7,714	4,731	9,049
-752563,034	-959369,594	-752575,077	-959371,581	12,043	1,987	12,206
-751203,908	-959460,463	-751204,883	-959459,106	0,975	-1,357	1,671
-750838,386	-959821,279	-750849,387	-959811,471	11,001	-9,808	14,738
-752918,787	-959927,984	-752917,979	-959927,606	-0,808	-0,378	0,892
-752759,109	-959986,046	-752750,350	-959996,411	-8,759	10,365	13,570
-752728,353	-960114,439	-752731,812	-960115,786	3,458	1,347	3,711
-750595,304	-960112,307	-750602,400	-960113,246	7,095	0,939	7,157
-748430,543	-960226,083	-748431,411	-960225,377	0,868	-0,706	1,119
-752365,015	-960389,921	-752367,626	-960389,438	2,611	-0,483	2,655
-749352,822	-960495,555	-749358,848	-960489,871	6,025	-5,684	8,283
-749318,239	-960499,489	-749307,547	-960500,988	-10,692	1,499	10,796
-749879,979	-960374,769	-749891,626	-960371,558	11,647	-3,210	12,081
-752152,605	-960502,663	-752153,243	-960502,740	0,638	0,077	0,643
-751707,031	-960552,395	-751708,827	-960550,461	1,796	-1,934	2,639
-749260,718	-960659,121	-749264,041	-960659,230	3,323	0,109	3,325
-752467,979	-960680,360	-752470,582	-960681,950	2,602	1,590	3,050
-752562,821	-960713,978	-752570,852	-960717,130	8,032	3,152	8,628
-751363,099	-960874,300	-751367,053	-960874,490	3,954	0,190	3,959
-749073,250	-960910,775	-749071,282	-960909,255	-1,968	-1,520	2,487
-748640,564	-961119,220	-748642,637	-961117,766	2,073	-1,454	2,532
-748952,819	-961344,944	-748953,827	-961340,467	1,008	-4,477	4,589
-748827,453	-961387,512	-748824,477	-961389,686	-2,976	2,174	3,686
-750615,603	-961992,790	-750615,660	-961995,210	0,057	2,420	2,421
-748871,059	-962315,844	-748861,950	-962317,496	-9,109	1,652	9,258
-748805,544	-960268,136	-748818,189	-960275,077	12,645	6,941	14,424

X _{zb}	Y _{zb}	X _d	Y _d	Δx [m]	Δy [m]	l [m]
-752347,688	-958233,506	-752355,292	-958221,097	7,604	-12,409	14,553
-752045,612	-958494,823	-752055,556	-958505,347	9,944	10,523	14,479
-750845,737	-958733,149	-750845,288	-958734,499	-0,448	1,350	1,423
-749817,721	-958630,782	-749817,332	-958625,640	-0,389	-5,142	5,157
-748998,810	-959340,923	-749002,026	-959333,368	3,216	-7,555	8,211
-750758,458	-959403,613	-750752,122	-959406,832	-6,336	3,220	7,107
-749562,829	-960501,249	-749577,995	-960497,283	15,166	-3,966	15,676
-751947,204	-960595,251	-751955,985	-960590,801	8,781	-4,450	9,844
-752498,297	-960786,745	-752505,976	-960795,314	7,679	8,568	11,506
-752455,727	-961025,540	-752455,356	-961029,755	-0,371	4,216	4,232
-750959,209	-960964,654	-750948,332	-960962,794	-10,877	-1,860	11,035
-749947,752	-960904,398	-749949,096	-960901,532	1,344	-2,866	3,165
-748663,729	-961028,962	-748665,945	-961024,346	2,216	-4,615	5,120
-750256,687	-961151,859	-750253,754	-961151,948	-2,933	0,090	2,935
-749497,013	-961202,267	-749493,972	-961203,176	-3,041	0,908	3,174
-748755,810	-961464,603	-748752,760	-961463,615	-3,049	-0,988	3,205
-752568,955	-961454,526	-752573,415	-961458,033	4,460	3,507	5,674
-751207,913	-961802,910	-751205,091	-961805,605	-2,821	2,695	3,902
-751507,781	-961833,312	-751510,565	-961836,357	2,784	3,045	4,126
-749060,107	-962402,443	-749064,246	-962404,790	4,140	2,348	4,759
-752330,703	-961510,147	-752334,538	-961519,150	3,835	9,003	9,786
-748756,081	-960603,177	-748755,826	-960599,218	-0,255	-3,960	3,968

Zdroj: vlastní

Příloha 7: Porovnání ÚHÚL s terénním průzkumem

X _{zb}	Y _{zb}	X _d	Y _d	Δx [m]	Δy [m]	l [m]
-751525,598	-958524,110	-751524,611	-958517,790	-0,988	-6,320	6,396
-750639,831	-958568,445	-750642,917	-958569,438	3,086	0,992	3,242
-750429,453	-958671,083	-750433,075	-958674,429	3,621	3,347	4,931
-752505,349	-958703,803	-752513,092	-958699,455	7,744	-4,348	8,881
-752051,564	-958863,576	-752053,598	-958865,786	2,034	2,210	3,004
-751584,823	-958742,623	-751588,361	-958741,736	3,538	-0,888	3,648
-750958,565	-958751,107	-750964,626	-958759,428	6,061	8,321	10,294
-752855,912	-958867,280	-752855,878	-958868,567	-0,034	1,287	1,287
-752862,527	-958922,778	-752862,331	-958916,633	-0,196	-6,145	6,148
-752878,388	-959072,079	-752879,477	-959076,855	1,089	4,777	4,899
-751702,842	-959222,316	-751696,446	-959227,657	-6,396	5,342	8,333
-752808,869	-959314,061	-752801,212	-959322,081	-7,656	8,019	11,087
-752563,034	-959369,594	-752561,517	-959376,089	-1,517	6,494	6,669
-751666,220	-959258,669	-751663,075	-959257,643	-3,144	-1,026	3,308
-751203,908	-959460,463	-751197,813	-959465,460	-6,095	4,997	7,882
-752918,787	-959927,984	-752921,037	-959927,596	2,249	-0,388	2,283
-752759,109	-959986,046	-752758,787	-959989,524	-0,322	3,478	3,493
-752728,353	-960114,439	-752728,364	-960113,659	0,011	-0,779	0,779
-750595,304	-960112,307	-750593,286	-960110,262	-2,018	-2,045	2,873
-748430,543	-960226,083	-748431,720	-960230,198	1,177	4,115	4,280
-751338,366	-960126,035	-751336,957	-960118,394	-1,410	-7,641	7,770
-752365,015	-960389,921	-752368,265	-960387,423	3,249	-2,499	4,099
-749352,822	-960495,555	-749358,280	-960484,779	5,458	-10,776	12,079
-749318,239	-960499,489	-749311,572	-960498,601	-6,667	-0,888	6,725
-749879,979	-960374,769	-749875,832	-960373,801	-4,146	-0,968	4,258

X _{zb}	Y _{zb}	X _d	Y _d	Δx [m]	Δy [m]	l [m]
-752152,605	-960502,663	-752151,222	-960500,765	-1,383	-1,898	2,348
-751707,031	-960552,395	-751704,594	-960550,850	-2,438	-1,545	2,886
-749260,718	-960659,121	-749257,338	-960653,147	-3,379	-5,974	6,864
-752562,821	-960713,978	-752561,596	-960712,775	-1,224	-1,203	1,717
-751363,099	-960874,300	-751363,590	-960872,394	0,491	-1,906	1,969
-749073,250	-960910,775	-749074,475	-960910,536	1,224	-0,240	1,248
-748640,564	-961119,220	-748640,008	-961121,988	-0,556	2,767	2,823
-748952,819	-961344,944	-748952,900	-961344,591	0,080	-0,353	0,362
-748827,453	-961387,512	-748829,500	-961391,682	2,048	4,170	4,645
-750615,603	-961992,790	-750614,430	-961987,302	-1,173	-5,488	5,612
-748871,059	-962315,844	-748872,477	-962305,323	1,418	-10,521	10,616
-748805,544	-960268,136	-748797,465	-960259,098	-8,080	-9,039	12,123
-752347,688	-958233,506	-752345,406	-958233,492	-2,282	-0,014	2,282
-752045,612	-958494,823	-752046,615	-958494,419	1,003	-0,404	1,082
-750845,737	-958733,149	-750841,757	-958730,273	-3,980	-2,876	4,910
-749817,721	-958630,782	-749820,351	-958630,459	2,630	-0,323	2,650
-748998,810	-959340,923	-748993,516	-959344,884	-5,294	3,961	6,612
-750758,458	-959403,613	-750758,135	-959400,294	-0,323	-3,319	3,335
-749562,829	-960501,249	-749566,950	-960499,560	4,122	-1,689	4,454
-751947,204	-960595,251	-751946,596	-960596,054	-0,608	0,803	1,008
-752498,297	-960786,745	-752498,970	-960787,683	0,673	0,937	1,154
-752455,727	-961025,540	-752454,970	-961024,183	-0,757	-1,357	1,554
-749947,752	-960904,398	-749942,281	-960905,269	-5,471	0,871	5,540
-748663,729	-961028,962	-748662,936	-961024,641	-0,793	-4,320	4,393
-750256,687	-961151,859	-750260,382	-961156,999	3,695	5,141	6,331
-749497,013	-961202,267	-749500,724	-961199,187	3,711	-3,081	4,823
-748755,810	-961464,603	-748752,021	-961468,479	-3,788	3,876	5,420
-752568,955	-961454,526	-752569,204	-961449,185	0,249	-5,341	5,347
-751207,913	-961802,910	-751220,523	-961802,913	12,610	0,002	12,610
-751507,781	-961833,312	-751505,410	-961830,900	-2,371	-2,412	3,382
-749060,107	-962402,443	-749053,970	-962397,183	-6,137	-5,260	8,083
-752330,703	-961510,147	-752330,470	-961509,183	-0,233	-0,965	0,993
-750241,345	-961446,760	-750241,547	-961446,080	0,202	-0,679	0,708
-749615,798	-961244,473	-749625,507	-961249,777	9,710	5,304	11,064
-752569,289	-960650,910	-752566,664	-960657,343	-2,625	6,433	6,947
-749599,924	-959232,953	-749607,104	-959227,835	7,180	-5,118	8,817
-751882,852	-959681,315	-751878,721	-959676,526	-4,131	-4,789	6,325
-748770,990	-960588,390	-748768,389	-960589,642	-2,601	1,252	2,887
-748756,081	-960603,177	-748756,824	-960599,387	0,743	-3,791	3,863

Zdroj: vlastní

Příloha 8: Porovnání OPRL s terénním průzkumem

X _{zb}	Y _{zb}	X _d	Y _d	Δx [m]	Δy [m]	l [m]
-750958,565	-958751,107	-750952,853	-958744,185	-5,713	-6,923	8,975
-752855,912	-958867,280	-752855,355	-958865,644	-0,557	-1,636	1,728
-752862,527	-958922,778	-752862,624	-958925,850	0,098	3,072	3,074
-752808,869	-959314,061	-752804,666	-959320,127	-4,202	6,066	7,379
-751666,220	-959258,669	-751665,140	-959259,761	-1,080	1,092	1,535
-750838,386	-959821,279	-750838,005	-959816,260	-0,381	-5,019	5,033
-752759,109	-959986,046	-752760,655	-959987,025	1,546	0,978	1,830
-750595,304	-960112,307	-750586,973	-960113,908	-8,331	1,601	8,483
-748430,543	-960226,083	-748429,520	-960224,378	-1,023	-1,705	1,988
-749352,822	-960495,555	-749352,141	-960503,847	-0,682	8,291	8,319
-749879,979	-960374,769	-749874,813	-960377,743	-5,165	2,974	5,960
-752152,605	-960502,663	-752155,291	-960502,615	2,686	-0,048	2,687
-752467,979	-960680,360	-752463,433	-960679,124	-4,546	-1,235	4,711
-752562,821	-960713,978	-752563,217	-960714,284	0,397	0,307	0,501
-748640,564	-961119,220	-748638,181	-961120,324	-2,383	1,104	2,626
-748827,453	-961387,512	-748827,032	-961388,891	-0,420	1,379	1,441
-748805,544	-960268,136	-748799,920	-960263,854	-5,624	-4,282	7,069
-748663,729	-961028,962	-748659,447	-961028,057	-4,282	-0,904	4,377
-748755,810	-961464,603	-748756,691	-961463,887	0,882	-0,716	1,136
-749060,107	-962402,443	-749061,922	-962401,238	1,815	-1,205	2,179
-750241,345	-961446,760	-750244,909	-961451,161	3,564	4,401	5,663
-749615,798	-961244,473	-749613,552	-961243,830	-2,246	-0,642	2,336
-752569,289	-960650,910	-752569,101	-960649,194	-0,188	-1,716	1,727
-749599,924	-959232,953	-749601,728	-959233,837	1,804	0,884	2,009
-751882,852	-959681,315	-751881,693	-959685,768	-1,159	4,453	4,601
-748770,990	-960588,390	-748771,847	-960590,643	0,857	2,253	2,411
-748756,081	-960603,177	-748754,932	-960605,188	-1,149	2,011	2,316

Zdroj: vlastní

Příloha 9: Porovnání SHOCart s terénním průzkumem

X _{zb}	Y _{zb}	X _d	Y _d	Δx [m]	Δy [m]	l [m]
-750639,831	-958568,445	-750635,930	-958568,094	-3,900	-0,352	3,916
-752505,349	-958703,803	-752505,460	-958700,496	0,112	-3,307	3,308
-752051,564	-958863,576	-752048,607	-958864,412	-2,957	0,836	3,073
-751584,823	-958742,623	-751582,434	-958747,145	-2,389	4,522	5,114
-750958,565	-958751,107	-750968,631	-958760,285	10,066	9,178	13,622
-752855,912	-958867,280	-752853,741	-958878,097	-2,171	10,817	11,033
-752878,388	-959072,079	-752872,965	-959071,290	-5,423	-0,789	5,480
-752808,869	-959314,061	-752820,049	-959299,617	11,181	-14,444	18,266
-752563,034	-959369,594	-752567,151	-959368,973	4,117	-0,621	4,163
-750838,386	-959821,279	-750844,296	-959812,479	5,910	-8,800	10,600
-752918,787	-959927,984	-752909,700	-959928,934	-9,088	0,950	9,137
-752759,109	-959986,046	-752746,411	-959993,600	-12,699	7,554	14,775
-752728,353	-960114,439	-752727,884	-960116,871	-0,469	2,432	2,477
-750595,304	-960112,307	-750602,145	-960113,225	6,840	0,918	6,902
-752365,015	-960389,921	-752360,767	-960391,026	-4,248	1,104	4,390
-749352,822	-960495,555	-749358,163	-960493,702	5,340	-1,853	5,653
-749318,239	-960499,489	-749315,002	-960499,205	-3,237	-0,284	3,249
-749879,979	-960374,769	-749890,378	-960377,421	10,399	2,652	10,732
-752152,605	-960502,663	-752147,976	-960504,580	-4,629	1,917	5,010
-751707,031	-960552,395	-751706,200	-960555,194	-0,831	2,798	2,919
-749260,718	-960659,121	-749259,043	-960660,320	-1,674	1,199	2,059
-752467,979	-960680,360	-752468,349	-960678,895	0,370	-1,465	1,511
-752562,821	-960713,978	-752560,220	-960716,414	-2,601	2,437	3,564
-751363,099	-960874,300	-751364,649	-960876,929	1,550	2,629	3,052
-749073,250	-960910,775	-749073,968	-960903,500	0,718	-7,275	7,310
-748640,564	-961119,220	-748640,045	-961116,231	-0,518	-2,990	3,034
-748952,819	-961344,944	-748962,948	-961341,695	10,128	-3,248	10,637
-748827,453	-961387,512	-748819,620	-961398,675	-7,833	11,163	13,637
-750615,603	-961992,790	-750616,733	-961993,525	1,130	0,735	1,348
-748871,059	-962315,844	-748862,505	-962323,008	-8,554	7,164	11,157
-748805,544	-960268,136	-748822,603	-960274,516	17,059	6,380	18,213
-752347,688	-958233,506	-752351,508	-958226,702	3,820	-6,804	7,803
-750845,737	-958733,149	-750847,064	-958733,825	1,327	0,676	1,490
-749817,721	-958630,782	-749816,698	-958623,867	-1,023	-6,915	6,990
-748998,810	-959340,923	-749002,867	-959332,240	4,058	-8,683	9,584
-750758,458	-959403,613	-750747,273	-959407,760	-11,185	4,147	11,929
-749562,829	-960501,249	-749564,277	-960502,421	1,449	1,173	1,864
-752498,297	-960786,745	-752507,364	-960802,153	9,067	15,407	17,877
-750959,209	-960964,654	-750941,276	-960966,715	-17,934	2,061	18,052
-749947,752	-960904,398	-749953,172	-960904,827	5,420	0,429	5,437
-748663,729	-961028,962	-748666,474	-961024,607	2,744	-4,355	5,147
-750256,687	-961151,859	-750254,535	-961147,401	-2,152	-4,458	4,950
-749497,013	-961202,267	-749495,150	-961205,183	-1,863	2,916	3,460
-748755,810	-961464,603	-748755,883	-961463,147	0,073	-1,455	1,457
-752568,955	-961454,526	-752574,192	-961459,061	5,237	4,535	6,927
-751207,913	-961802,910	-751201,490	-961806,556	-6,423	3,646	7,386
-749060,107	-962402,443	-749062,435	-962402,095	2,328	-0,348	2,354
-752330,703	-961510,147	-752333,102	-961517,109	2,399	6,962	7,363
-748756,081	-960603,177	-748757,890	-960608,905	1,809	5,728	6,007

Zdroj: vlastní

Příloha 10: Porovnání mapy Mrchoviště s terénním průzkumem

X _{zb}	Y _{zb}	X _d	Y _d	Δx [m]	Δy [m]	l [m]
-750639,831	-958568,445	-750640,048	-958601,593	0,217	33,148	33,148
-752505,349	-958703,803	-752508,683	-958698,958	3,335	-4,845	5,882
-752051,564	-958863,576	-752034,388	-958855,341	-17,176	-8,235	19,048
-751584,823	-958742,623	-751569,317	-958729,991	-15,506	-12,632	20,001
-750958,565	-958751,107	-750950,050	-958743,024	-8,515	-8,084	11,741
-752855,912	-958867,280	-752854,130	-958863,390	-1,783	-3,890	4,279
-752862,527	-958922,778	-752861,109	-958926,019	-1,418	3,241	3,537
-752878,388	-959072,079	-752875,935	-959061,721	-2,453	-10,357	10,644
-751702,842	-959222,316	-751702,426	-959202,842	-0,416	-19,474	19,478
-752808,869	-959314,061	-752804,872	-959323,703	-3,996	9,641	10,437
-752563,034	-959369,594	-752564,841	-959366,004	1,807	-3,591	4,020
-751666,220	-959258,669	-751680,051	-959224,101	13,831	-34,568	37,232
-751203,908	-959460,463	-751186,800	-959461,221	-17,108	0,758	17,125
-750838,386	-959821,279	-750832,749	-959839,534	-5,638	18,255	19,106
-752918,787	-959927,984	-752933,903	-959929,762	15,116	1,778	15,220
-752759,109	-959986,046	-752781,947	-959978,713	22,838	-7,333	23,986
-752728,353	-960114,439	-752748,857	-960108,420	20,503	-6,018	21,368
-750595,304	-960112,307	-750612,037	-960106,449	16,733	-5,858	17,729
-748430,543	-960226,083	-748431,582	-960230,351	1,039	4,268	4,393
-751338,366	-960126,035	-751331,810	-960133,802	-6,556	7,767	10,164
-752365,015	-960389,921	-752383,345	-960384,162	18,330	-5,759	19,213
-749352,822	-960495,555	-749375,049	-960504,060	22,227	8,505	23,798
-749318,239	-960499,489	-749332,948	-960499,390	14,709	-0,099	14,709
-749879,979	-960374,769	-749893,963	-960374,073	13,984	-0,695	14,002
-751707,031	-960552,395	-751707,585	-960559,959	0,553	7,564	7,584
-749260,718	-960659,121	-749243,008	-960670,699	-17,709	11,578	21,158
-752467,979	-960680,360	-752482,982	-960679,902	15,003	-0,458	15,010
-752562,821	-960713,978	-752596,969	-960720,931	34,148	6,954	34,849
-749073,250	-960910,775	-749074,569	-960905,061	1,319	-5,715	5,865
-748640,564	-961119,220	-748637,105	-961116,805	-3,459	-2,416	4,219
-748952,819	-961344,944	-748946,773	-961345,922	-6,046	0,978	6,124
-748805,544	-960268,136	-748788,499	-960257,294	-17,046	-10,842	20,202
-750845,737	-958733,149	-750860,075	-958725,454	14,339	-7,695	16,273
-749817,721	-958630,782	-749841,883	-958648,782	24,162	18,000	30,130
-748998,810	-959340,923	-748997,450	-959346,372	-1,360	5,449	5,616
-750758,458	-959403,613	-750765,467	-959383,737	7,009	-19,876	21,076
-749562,829	-960501,249	-749582,094	-960485,925	19,265	-15,324	24,617
-749947,752	-960904,398	-749942,944	-960909,116	-4,808	4,718	6,736
-748663,729	-961028,962	-748661,525	-961027,576	-2,205	-1,385	2,604
-749497,013	-961202,267	-749491,918	-961203,798	-5,095	1,531	5,320
-749599,924	-959232,953	-749602,350	-959244,112	2,426	11,159	11,419
-751882,852	-959681,315	-751865,014	-959695,109	-17,838	13,794	22,549
-748770,990	-960588,390	-748777,281	-960580,578	6,291	-7,811	10,029
-748756,081	-960603,177	-748762,090	-960592,735	6,009	-10,442	12,048

Zdroj: vlastní

Příloha 11: Porovnání mapy Čertova voda s terénním průzkumem

X _{zb}	Y _{zb}	X _d	Y _d	Δx [m]	Δy [m]	l [m]
-750639,831	-958568,445	-750626,885	-958564,012	-12,946	-4,433	13,684
-750429,453	-958671,083	-750422,377	-958670,951	-7,077	-0,132	7,078
-750958,565	-958751,107	-750964,353	-958754,326	5,788	3,218	6,622
-751203,908	-959460,463	-751184,318	-959475,769	-19,590	15,306	24,860
-750838,386	-959821,279	-750834,640	-959828,840	-3,747	7,561	8,439
-750595,304	-960112,307	-750609,170	-960111,860	13,866	-0,447	13,873
-748430,543	-960226,083	-748418,733	-960217,747	-11,810	-8,336	14,456
-751338,366	-960126,035	-751337,019	-960139,760	-1,347	13,725	13,791
-749352,822	-960495,555	-749343,697	-960489,530	-9,125	-6,025	10,935
-749318,239	-960499,489	-749335,257	-960491,142	17,019	-8,348	18,956
-749879,979	-960374,769	-749898,172	-960373,893	18,193	-0,875	18,214
-749073,250	-960910,775	-749072,193	-960895,300	-1,057	-15,475	15,511
-748640,564	-961119,220	-748640,210	-961112,560	-0,354	-6,660	6,670
-748952,819	-961344,944	-748960,961	-961327,775	8,141	-17,169	19,001
-748827,453	-961387,512	-748824,881	-961375,515	-2,571	-11,997	12,269
-750845,737	-958733,149	-750859,484	-958737,686	13,748	4,537	14,477
-749817,721	-958630,782	-749821,611	-958639,413	3,889	8,631	9,467
-748998,810	-959340,923	-748987,552	-959338,124	-11,258	-2,800	11,601
-750758,458	-959403,613	-750754,579	-959392,525	-3,878	-11,088	11,746
-749562,829	-960501,249	-749559,658	-960497,142	-3,170	-4,106	5,188
-749947,752	-960904,398	-749965,731	-960908,984	17,979	4,586	18,555
-748663,729	-961028,962	-748666,274	-961020,552	2,545	-8,410	8,786
-749497,013	-961202,267	-749487,401	-961204,077	-9,612	1,810	9,781
-749599,924	-959232,953	-749597,256	-959230,577	-2,667	-2,377	3,573
-748770,990	-960588,390	-748771,900	-960574,184	0,910	-14,206	14,235
-748756,081	-960603,177	-748755,447	-960592,523	-0,634	-10,654	10,673

Zdroj: vlastní

Příloha 12: Porovnání mapy Volská planina s terénním průzkumem

X _{zb}	Y _{zb}	X _d	Y _d	Δx [m]	Δy [m]	l [m]
-750639,831	-958568,445	-750652,736	-958568,255	12,905	-0,190	12,906
-752505,349	-958703,803	-752493,148	-958702,866	-12,201	-0,937	12,237
-752051,564	-958863,576	-752061,987	-958863,678	10,423	0,102	10,424
-751584,823	-958742,623	-751588,262	-958742,398	3,439	-0,225	3,446
-750958,565	-958751,107	-750964,326	-958752,752	5,760	1,644	5,991
-752855,912	-958867,280	-752856,098	-958870,514	0,186	3,234	3,239
-752878,388	-959072,079	-752877,329	-959071,937	-1,059	-0,141	1,069
-752808,869	-959314,061	-752801,045	-959314,076	-7,824	0,014	7,824
-752563,034	-959369,594	-752563,331	-959364,266	0,297	-5,329	5,337
-750838,386	-959821,279	-750861,503	-959812,068	23,117	-9,211	24,884
-752918,787	-959927,984	-752904,123	-959927,990	-14,664	0,006	14,664
-752759,109	-959986,046	-752746,491	-959987,324	-12,618	1,278	12,683
-752728,353	-960114,439	-752720,323	-960124,932	-8,031	10,493	13,214
-750595,304	-960112,307	-750605,659	-960112,185	10,354	-0,122	10,355
-748430,543	-960226,083	-748430,169	-960242,545	-0,375	16,461	16,466
-752365,015	-960389,921	-752372,896	-960386,023	7,881	-3,899	8,792
-749318,239	-960499,489	-749329,757	-960511,867	11,519	12,377	16,908
-749879,979	-960374,769	-749864,050	-960378,809	-15,929	4,041	16,433
-752152,605	-960502,663	-752134,294	-960502,987	-18,311	0,324	18,314
-751707,031	-960552,395	-751725,510	-960552,211	18,479	-0,184	18,480
-752467,979	-960680,360	-752453,839	-960684,204	-14,140	3,845	14,654
-752562,821	-960713,978	-752549,910	-960713,884	-12,911	-0,094	12,911
-751363,099	-960874,300	-751358,734	-960871,168	-4,364	-3,132	5,372
-749073,250	-960910,775	-749071,703	-960921,372	-1,547	10,597	10,709
-748640,564	-961119,220	-748643,204	-961120,873	2,640	1,652	3,114
-748952,819	-961344,944	-748943,035	-961344,112	-9,784	-0,832	9,819
-748827,453	-961387,512	-748830,599	-961390,471	3,146	2,959	4,319
-750615,603	-961992,790	-750615,413	-962011,292	-0,190	18,502	18,503
-752347,688	-958233,506	-752365,510	-958233,496	17,822	-0,010	17,822
-750845,737	-958733,149	-750847,317	-958723,086	1,580	-10,062	10,186
-749817,721	-958630,782	-749816,865	-958620,262	-0,857	-10,520	10,554
-750758,458	-959403,613	-750760,297	-959407,601	1,839	3,988	4,392
-749562,829	-960501,249	-749573,258	-960503,131	10,429	1,882	10,598
-748663,729	-961028,962	-748668,232	-961029,175	4,503	0,213	4,508
-750256,687	-961151,859	-750256,783	-961143,542	0,096	-8,317	8,318
-751207,913	-961802,910	-751203,108	-961802,872	-4,804	-0,038	4,805
-750241,345	-961446,760	-750237,904	-961429,037	-3,441	-17,722	18,053
-749615,798	-961244,473	-749617,076	-961241,983	1,279	-2,490	2,799
-748756,081	-960603,177	-748759,319	-960615,943	3,238	12,765	13,169

Zdroj: vlastní