

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH
BUDĚJOVICÍCH**

Pedagogická fakulta

Katedra geografie

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Testování aparatur pro mobilní mapování
pomocí GPS (mobilní mapování pomocí GPS)**

Vedoucí práce:

RNDr. Pavel Švec

Zpracoval:

Martin Blažek

České Budějovice

2009

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze na základě vlastních měření v terénu a s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě, fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích 15. 4. 2009

.....

Poděkování:

Nejprve bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce panu doktoru Pavlu Švecovi za odborné vedení a aktivní pomoc při získávání odborných článků o GPS aparaturách.

V druhé řadě bych rád poděkoval Českému zeměměřickému ústavu katastrálnímu za poskytnutí mapových podkladů pro tvorbu mapových výstupů zobrazujících výsledky testování.

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce se zabývá přesností levných GPS aparatur pro mobilní mapování v terénu. Na základě prostudování odborné literatury a článků byla stanovena metodika testování přesnosti GPS aparatur, která posléze byla aplikována na dvě aparatury, které byly k dispozici. Jednalo se o kapesní počítač ASUS A639, ke kterému byl technologií Bluetooth připojen externí modul Navilock BT-338 a kapesní počítač ASUS A639, který využíval pro příjem signálu svou vlastní integrovanou GPS anténu. Výsledkem je porovnání přesnosti těchto dvou aparatur a zjištění faktorů, které mají nejvýraznější vliv na jejich přesnost. Databáze získaných dat byla dostatečně rozsáhlá, aby mohla vést k obecnějším závěrům týkajícím se přesnosti GPS aparatur a jejich využívání při mobilním mapování v terénu.

Klíčová slova: GPS aparatura, mobilní mapování, přesnost GPS, ASUS A639, Navilock BT-338.

Abstract

The diploma thesis studies accuracy of cheap GPS devices intended for mobile mapping in the landscape. Methodology for testing the accuracy of two GPS devices was established on the base of studied literature and applied to two different GPS devices. The first device is PDA ASUS A639 connected by Bluetooth with external GPS receiver Navilock BT-338 and the second one is PDA ASUS A639 using its inbuilt GPS chipset. The result of testing is firstly comparison of accuracy of these two GPS devices and secondly the elements, which influence their accuracy the most. The database of results is large enough to make some general conclusions concerning the accuracy of different GPS devices and their usage in the process of mobile mapping.

Key words: GPS device, mobile mapping, accuracy of GPS, ASUS A639, Navilock BT-338.

Obsah:

1. Úvod	8
2. Literární rešerše	10
3. Cíle, hypotézy, metodika	13
4. Systém GPS	15
4. 1 Fungování GPS	15
4. 2 Zařízení pro příjem signálu GPS	16
4. 3 Aparatury pro mobilní mapování na trhu a jejich cenová dostupnost ..	17
4. 4 Přesnost navigace GPS a faktory, které ji ovlivňují	18
4. 4. 1 Počet viditelných družic	19
4. 4. 2 Geometrické uspořádání viditelných družic	19
4. 4. 3 Typ přijímače	20
4. 4. 4 Vliv ionosféry a troposféry	20
4. 4. 5 Způsob měření a vyhodnocování	21
4. 4. 5. 2 Diferenční GPS	21
4. 4. 5. 1 Průměrování	21
4. 5 Využití GPS v praxi	22
4. 5. 1 Mobilní mapování, mapování v terénu	22
4. 5. 2 Vybavení pro mapování v terénu podporující GPS	22
5. Geodetické sítě v ČR	24
5. 1 Bodová pole	24
5. 2 Vyhledávání v databázi bodových polí	26
6. Použitá aparatura pro příjem GPS a programové vybavení	29
6. 1 Aparatury GPS	29
6. 1. 1 GPS Navilock BT-338	29
6. 1. 2 PDA ASUS A63	30
6. 2 Použité programy	31
6. 3 Konfigurace hardware a software	32

7. Metodika sběru dat	33
7. 1 Statická měření	33
<u>7. 1. 1 Výběr geodetických bodů a jejich popis</u>	33
<u>7. 1. 2 Stanovení metod sběru</u>	34
<u>7. 1. 3 Přípravné práce</u>	36
7. 1. 3.1 <i>Postup tvorby vrstvy pro účely měření v terénu</i>	36
7. 1. 3.2 <i>Plánování měření pomocí internetové služby Satellite website predictor</i>	38
7. 1. 3.3 <i>Vypnutí statické navigace u antény GPS integrované do PDA ASUS</i>	39
<u>7. 1. 4 Sběr dat a jeho primární výsledky</u>	41
7. 2 Dynamická měření	42
<u>7. 2. 1 Výběr vhodné lokality</u>	42
<u>7. 2. 2 Stanovení metod sběru</u>	42
<u>7. 2. 3 Přípravné práce</u>	43
<u>7. 2. 4 Sběr dat</u>	44
8. Metodika zpracování naměřených údajů do databáze ..	45
8. 1 Transformace dat naměřených ve WGS-84 do S-JTSK	45
<u>8. 1. 1 WGS-84</u>	45
<u>8. 1. 2 S-JTSK</u>	45
<u>8. 1. 3 Transformace v prostředí ArcGIS 9.2</u>	46
8. 2 Statická měření	47
<u>8. 2.1 Zpracování naměřených dat pro další využití</u>	47
<u>8. 2.2 Zpracování dat do výsledných výstupů</u>	48
8. 3 Dynamická měření	48
<u>8. 3. 1 Revize dat a jejich prvotní zpracování</u>	48
<u>8. 3. 2 Zpracování dat do výsledných výstupů</u>	49
9. Vyhodnocení naměřených údajů	51
9. 1 Statická měření	51
<u>9. 1. 1 Vliv počasí na přesnost měření</u>	51
<u>9. 1. 2 Vliv hodnot PDOP na přesnost měření</u>	52
<u>9. 1. 3 Vliv průměrování na přesnost měření</u>	53
<u>9. 1. 4 Vliv lokálních podmínek-reliéf a vegetace</u>	55

9. 1. 5 Přesnost měření nadmořské výšky	56
9. 1. 6 Srovnání přesnosti použitých aparatur	57
9. 2 Dynamická měření	61
9. 2. 1 Měření obvodu polygonů	62
9. 2. 2 Měření plochy polygonů	64
9. 2. 3 Vyhodnocení mapových výstupů dynamických měření	66
9. 2. 4 Přesnost měření dvěma různými přijímači GPS	66
9. 2. 5 Specifická pozorování při dynamických měřeních	67
9. 3 Desatero pro mobilní mapování GPS	68
10. Závěr	70
11. Seznam použité a citované literatury a zdrojů dat	74
12. Seznam mapových, grafických a tabulkových příloh ..	77

1. Úvod

V současné době dochází ke stálému růstu významu elektrotechniky a elektroniky v každodenním životě. Lidé ve vyspělých zemích jsou neustále obklopeni přístroji, které jsou nuceni se učit ovládat a rozumět tomu, jak fungují. To co se dříve zdálo být utopií a co bylo možné vídat maximálně v sci-fi filmech vstupuje čím dál častěji do každodenního života. Ba co víc, přestává to být považováno za něco výjimečného a postupem času se to stává běžným a nakonec také nepostradatelným a těžko zastupitelným. Jedním z takových fenoménů byl a je vývoj počítačů, který se do geografie promítá v podobě čím dál častějšího využívání aplikací na bázi geografických informačních systémů (GIS).

Užívání GIS už není výsadou pouze kompetentních jedinců jako jsou geodetové, geografové, kartografové atd., ale jejich uživateli se stává také široká veřejnost, která může jednoduché GIS nalézt na internetu v podobě sharewaru. Jsou k nim poskytována také data, se kterými je možné pracovat. Známostou aplikací, která má některé prvky geografických informačních systémů, je Google Earth, na jehož tvorbě se podílejí dokonce samotní uživatelé internetu. Mohou zde dělat leccos- od zobrazení modelu zemského povrchu až po vkládání vlastních fotografií na místa, kde byly pořízeny.

Vedle GIS zažívá v současné době značný nárůst popularity další fenomén, který s nimi úzce souvisí a to je Global Positioning System (GPS). Družicový systém, který umožňuje zjistit zeměpisnou polohu kdekoli na Zemi, se dostal z rukou námořnictva, armády a letecké dopravy do rukou široké veřejnosti, která ho začala využívat v běžném životě, jak k praktickým úkonům, tak i pro zábavu. Prudký růst uživatelů souvisí se zvyšující se finanční dostupností GPS přijímačů, jejichž výroba je snazší a levnější díky zdokonalujícím se technologiím.

Jak roste počet přijímačů, narůstá také konkurence mezi výrobci a zákazníci se začínají na trhu s GPS přijímači ztrácet a tápají, po kterém výrobku sáhnout, aby naplnil jejich očekávání. Tato situace logicky vytváří poptávku po testování funkčnosti GPS aparatur za účelem jejich porovnání. Nejde ani tolik o konstatování, že jedno zařízení je horší než druhé, ale o mapování možností, které různé GPS aparatury nabízí svým uživatelům. Proto je toto srovnání součástí této diplomové práce. Budou testovány dvě aparatury, které mezi sebou ještě porovnávány nebyly, což může přinést zajímavé

výsledky pro budoucí uživatele. Jedná se o dva různé přijímače a každý z nich reprezentuje větší skupinu GPS přijímačů, které jsou dostupné na trhu, což může ve finále vést k obecnější platnosti výsledků jejich srovnání. Navíc na různých fórech věnujících se GPS anténám se opakovaně objevují stížnosti, že je málo testů GPS přijímačů mezi sebou. Dokonce ani na cizojazyčných serverech není možné najít takřka žádné konkrétní články, které by se věnovali testování GPS přijímačů a posuzovaly by jejich přesnost.

Vedle široké veřejnosti otevírá GPS nové možnosti svého využití také odborníkům v různých oborech, pro které jsou důležité terénní práce a především pak mapování v terénu. Tradiční postupy vyměřování a zakreslování do mapového podkladu jsou nahrazovány metodami využívajícími GPS, protože je díky tomu dosahováno větší přesnosti a významné časové úspory. Mezi tyto obory patří například nejen geografie, geomorfologie a geologie, ale také botanika, ekologie a mnoho dalších. Přesnost systému GPS se pohybuje bez velmi nákladných geodetických GPS aparatur a bez placených služeb diferenčních GPS v rozmezí desítek metrů až jednotek metrů. To může být pro zmíněné obory problematické, a proto se tato diplomová práce zaměřuje na zjištění přesnosti dvou zájmových GPS aparatur a na možnosti uživatelů ovlivnit přesnost měření bez vynaložení vyšších nákladů.

Výsledkem této práce by mělo být kromě srovnání dvou různých GPS aparatur také stanovení zásad mobilního mapování pro zvýšení přesnosti měření. Tyto zásady budou vycházet z naměřených výsledků a pozorování, které budou během testování uskutečněny a budou tak vycházet z konkrétních praktických postřehů. Tento souhrn zásad by měl pomoci zájemcům o mobilní mapování prostřednictvím aparatur GPS dosahovat přesnějších výsledků a ušetřit jejich čas, který by strávili hledáním optimálního postupu přímo během mapování.

2. Literární rešerše

Tato diplomová práce má teoretickou a praktickou část. Úkolem té teoretické bylo shromáždění a studium odborné literatury zabývající se problematikou GIS, GPS, kapesních počítačů PDA a mobilního mapování. Tato část se zabývá stručným rozbohem použité literatury a zhodnocením dostupnosti odborné literatury.

Literatury zabývající se touto problematikou je dostatek a je možné ji rozdělit do čtyř kategorií. Na prvním místě to jsou knihy a skripta, které jsou určeny nejen pro odbornou, ale i širokou veřejnost a pro studenty různých oborů využívajících GIS a GPS. Dále jsou to články v odborných časopisech, které jsou mnohdy k nalezení také na internetu. Jedním z největších zdrojů je již zmíněný internet, který nabízí řadu stránek zabývajících se touto problematikou. Kromě českých serverů, které se začali objevovat poměrně nedávno je možné nalézt značné množství informací především na amerických serverech v angličtině. Internetové zdroje lze rozdělit na dvě základní větve. Jednak je to větev běžných uživatelů GPS, kteří vytváří různá fóra, píšou články, názory, rady a živě diskutují o jejich osobních zkušenostech a problémech s GPS. Druhá větev náleží odborné veřejnosti, kde je možné nalézt odborné články nebo jejich úryvky, studie a zprávy z různých projektů. Do třetího typu literatury je možné zařadit různé manuály k GPS přijímačům a k programům určeným pro práci s GPS, které se snaží uživatelům ulehčit práci s GPS a GIS. Posledním čtvrtým typem jsou diplomové a bakalářské práce, které v sobě problematiku GPS a GIS obsahují. Jejich rozbor byl poměrně důležitý kvůli tomu, aby téma této diplomové práce nebylo ještě zpracováno.

První pramen, se kterým jsem pracoval byly skripta Družicové polohové systémy od Rapanta (2002) [2]. Zabývá se problematikou GPS velice podrobně a také odborně. Jsou zde vysvětleny principy fungování nejen GPS, ale obecně družicových polohových systémů. Je zde možné najít vysvětlení takřka každého pojmu spojeného se systémem GPS, ať už se jedná o kódy nebo doplňkové družicové systémy. Poměrně podrobně také vysvětluje faktory ovlivňující přesnost systému GPS a možnosti zpřesnění měření. Tyto dvě kapitoly byly tudíž z hlediska diplomové práce nejdůležitější prostudovány.

Pro samotné využití GPS systému při mobilním mapování hrála klíčovou roli publikace GIS Nečtinsko od Marie Novotné (2005) [1], která popisuje jednotlivé kroky

mapování prováděného v prostředí ArcPad, který je využíván pro účely této diplomové práce. Jednotlivé kroky jsou doplněny obrázky a rozpracovány dosti podrobně, což čtenáři umožní zorientovat se poměrně rychle v problematice mobilního mapování.

Další publikace Manuál pro mobilní mapování od Švece a Kadubce (2007) [4] byla významná vzhledem k tomu, že popisovala práci při mobilním mapování s aparaturou ASUS A639 a Navilock BT-338, které jsou používány při práci na diplomové práci. Jedná se o stručnou a zjednodušenou příručku vycházející z publikace GIS Nečtínsko, která se zaměřuje na konkrétní kroky mapování se zmíněnou aparaturou, které by mohly být problematické.

Pouze jako doplňkovou publikaci jsem využil knihu GPS od A do Z od Steinera a Černého (2006) [3], která je psána v populárně naučném stylu a zaměřuje se na praktické informace pro běžné uživatele. Proto byla zdrojem cenných informací především zpočátku, kdy jsem ještě neměl s GPS přijímači takřka žádné zkušenosti.

Podstatnými zdroji informací byly dále diplomové a bakalářské práce, které poskytly metodicky významné informace, a zároveň demonstrovaly rozsah využití mobilního mapování pomocí GPS v geografické praxi.

Z hlediska podobnosti tématu byla nejzajímavější diplomová práce Jakuba Miřijovského Hodnocení podmínek využitelnosti systému GPS jako zdroje geografických dat v NP České Švýcarsko (2007) [7], která se zabývá možnostmi zpřesnění měření v terénu prostřednictvím diferenčních korekcí a její součástí nebylo zjišťování absolutní přesnosti měření použitého GPS přijímače. Navíc používaná aparatura patřila do geodetických GPS přijímačů, které dosahují velmi přesných výsledků a jejichž cena se pohybuje v řádech desetitisíců.

Další určující prací byla bakalářská práce Davida Velhartického Testování výškové přesnosti navigační GPS pro účely (cyklo) turistiky (2006) [6], která se zabývá pouze přesností měření vertikální polohy.

Ostatní absolventské práce jako Mapování výskytu neofytů a příprava GIS pro NPP Landek (bakalářská práce, 2002) od Renaty Sedlářkové [10], Mapování výskytu křídlatky v povodí Morávky (diplomová práce, 2000) od Tomáše Válka [8] a GPS mapování geomorfologicky zajímavých lokalit Novohradských hor (diplomová práce, 2007) Josefa Kadubce [9] jsou především praktické ukázky aplikace terénního mapování pomocí GPS aparatur.

Zdrojem poměrně užitečných informací pro účely této diplomové práce byl článek Testování aparatur GPS pro navigační systémy a mobilní sběr geodat od Pavla

Vaniše a Milana Kocába [11], který uvádí praktické uplatnění teoretických poznatků při testování nových neověřených aparatur GPS. Na základě tohoto článku bylo testování zájmových GPS aparatur rozděleno na statická měření a dynamická měření.

Jiným článkem, který je k dispozici na internetu, je Long-Term Prediction of GPS Accuracy: Understanding the Fundamentals, jejímž autorem je Ted Driver [13]. Tento článek přinesl hlouběji rozpracovanou problematiku určování tzv. PDOP a předběžného určování jeho hodnot.

Posledním pramenem, který je možné zahrnout mezi hlavní zdroje informací, jsou internetové stránky Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního (www.cuzk.cz), který spravuje databázi bodových polí České republiky a poskytuje o nich informace.

Zbývající zdroje byly různé internetové odkazy, které zpřístupňovaly on-line vysokoškolské studijní texty, výsledky výzkumů, ale také články psané laiky a běžnými uživateli GPS.

Jiná než výše zmíněná literatura byla používána pouze okrajově a byly z ní vybírány určité kapitoly věnující se GIS, GPS, mobilnímu mapování a geodetickým sítím na území České republiky.

Obecně lze konstatovat, že se zvyšující se dostupností GPS přijímačů a aparátů, jichž je GPS přijímač součástí, se objevuje zvýšený zájem o informace o této problematice. Tato poptávka je uspokojována především navyšujícím se počtem internetových odkazů věnujícím se tomuto tématu. Bohužel dochází k jevu tak typickému pro kybernetický internetový prostor. Velká část informací není doložena zdroji dat a citacemi, což snižuje jejich hodnověrnost a ověřitelnost. Navíc dochází k neustálému přebírání a kopírování informací mezi jednotlivými servery, což v důsledku způsobuje stále šíření týchž informací a zdrojů dat.

3. Cíle, hypotézy, metodika

Hlavní cíl

Testování přesnosti GPS aparatur pro mobilní mapování. Stanovení faktorů ovlivňujících mobilní mapování v terénu a porovnání míry jejich vlivu na přesnost měření. Zaznamenání do databáze a statistické vyhodnocení výsledků.

Dílčí cíle:

Teoretická část:

- zorientování se v problematice GPS a mobilního mapování pomocí GPS
- seznámení se s kapesními počítači PDA a jejich softwarem

Praktická část:

- stanovení metodiky sběru dat
- porovnání přesnosti měření dvou různých přijímačů GPS
- zhodnotit vliv lokálních podmínek na přesnost měření
- zhodnotit vliv nastavení GPS na přesnost měření
- vytvoření na základě získaných dat krátkého návodu, jak postupovat při mobilním mapování, aby bylo dosaženo, co největší přesnosti (i s běžně levně dostupnými přístroji)

Metodika zpracování

Při tvorbě diplomové práce došlo nejprve k shromáždění základní dostupné literatury, jejíž studium bylo nezbytné pro pochopení řešené problematiky. Bylo nutné získat dostatečný vhled do problému stanovování přesnosti GPS, aby bylo dále možné vytvořit vlastní metodiku sběru dat a jejich porovnání. Jednotlivé kroky při této práci jsou podrobně popsány v jednotlivých kapitolách diplomové práce a proto je zde postup nastíněn pouze v hrubých rysech.

Po získání dostatku teoretických znalostí došlo na osvojení ovládnání používaných aparatur. K dispozici byly manuály pro obě zařízení, přesto zpočátku práce probíhala formou pokusu a omylu. Další fáze přípravy byla věnována především studiu faktorů ovlivňujících přesnost GPS, aby mohla být stanovena vlastní metodika sběru dat v terénu. Pro tu bylo důležité nalezení lokalit, ve kterých bude sběr dat probíhat. Jednalo se o místa se známou polohou, což byly trigonometrické nebo zhušťovací body základní

trigonometrické síť České republiky. V další fázi už docházelo k samotnému sběru dat v terénu podle definovaného postupu. Podrobný postup stanovení metodiky sběru dat je popsán v kapitole 7. *Metodika sběru dat*.

Po terénních pracích, které byly rozděleny na dvě části, statická měření a dynamická měření, bylo zapotřebí získanou databázi zpracovat a vytáhnout z ní veškeré užitečné výsledky. Záměrem bylo zpracovat výsledky statisticky za účelem porovnání jejich číselných hodnot a pak také graficky, aby bylo možné vizuální srovnání výsledků. Jednotlivé kroky získání dat pro statistické vyhodnocení jsou obsaženy v kapitole 8. *Zpracování naměřených údajů do databáze*. Podle výsledků byly naplňovány jednotlivé dílčí cíle praktické části diplomové práce.

4. Systém GPS

Systém GPS, což je zkratka slovního spojení Global Positioning System, je družicovým systémem, skládajícím se z několika segmentů, který umožňuje určení polohy kdekoli na Zemi s přesností na desítky metrů. Dalšími metodami je pak možné zpřesnit měření GPS až na jednotky centimetrů. Ačkoliv se nejedná o jediný družicový systém, zůstává projekt GPS nejdotaženějším a nejúspěšnějším mezi ostatními systémy, což z něj v současné době činí také nejdostupnější možnost určování polohy na Zemi nebo nad Zemí.

Historie projektu GPS začala v 70. letech v USA a tzv. plného operačního stavu, který znamená, že do vesmíru bylo rozmístěno všech 24 satelitů GPS, bylo dosaženo v létě 1995 [2]. Od tohoto data dochází k masovému šíření této technologie a služby po celém světě a je umocňováno neustálým dynamickým rozvojem elektrotechniky a výpočetní techniky. Rozvoj a šíření dospělo až do dnešního stavu, kdy kromě letectva a námořnictva, pro které byl tento systém prvotně určen, využívá možností GPS nejširší a nejběžnější veřejnost. Uživatelé systému GPS se stali nejen geodetové, geografové a cestovatelé, ale také turisté, řidiči a uživatelé mobilních telefonů, do jejichž vybraných modelů je GPS přijímač také integrován.

4.1 Fungování GPS

GPS je vícesegmentový rozsáhlý družicový systém, který je na základě spolupráce a komunikace jednotlivých segmentů schopen určit polohu GPS přijímače kdekoli na Zemi a nad zemí. GPS přijímač je speciálně sestavený přístroj, který musí být schopen GPS signál přijmout, zpracovat a vyhodnotit. Tato definice naznačuje základní principy fungování GPS, které je však třeba si ještě dále vysvětlit. [3]

Segment je důležitým pojmem ve vztahu k systému GPS, neboť tři takové segmenty ho tvoří. Běžně se dělí na kosmický, řídicí a uživatelský segment. Pro správné fungování systému GPS je zapotřebí všech tří segmentů, i když je možné je považovat v podstatě za nezávislé [2].

Kosmický segment zahrnuje soustavu družic, které jsou systematicky rozmístěny na oběžných drahách kolem Země. Tyto družice vysílají signál, který tvoří základ pro výpočet stanovení polohy na zemském povrchu. Dráhy družic jsou navrženy

tak, aby každé místo na zemském povrchu mělo téměř neustále signál z takového počtu družic, který je dostačující pro správné určení polohy. Avšak z různých důvodů, jako jsou poruchy nebo údržba, to není vždy pravidlem [2]. Tzv. plná konstelace systému čítá 24 družic. 21 v provozu a 3 záložní, ale reálný počet je ještě vyšší a mění se, protože funkčnost některých družic je již omezená [13].

Řídící segment sestává z pozemních monitorovacích stanic a stanic pro komunikaci s družicemi. Jeho úkolem je hlídat a zajišťovat na základě komunikace a příjmu signálu z družic na oběžných drahách správnou komunikaci mezi vesmírným a uživatelským segmentem.

Uživatelský segment tvoří především GPS přijímače a jejich uživatelé. Řadí se sem ale také vyhodnocovací postupy a nástroje bez nichž by nebylo možné aktuální polohu GPS přijímače a jeho uživatele vypočítat.

GPS funguje na stejném principu jako další polohové družicové systémy. Přijímač určuje svoji vzdálenost k několika družicím navigačního systému a svoji polohu pak určuje protínáním. Určování vzdálenosti od družic se provádí třemi různými způsoby-kódovými měřeními, fázovými měřeními a dopplerovskými měřeními[2]. Každý způsob je trochu jiný, ale všechny vedou ke získání požadovaných informací, což jsou vzdálenosti družic od GPS přijímače, díky nimž může být vypočítána poloha a další údaje.

4. 2 Zařízení pro příjem signálu GPS

Zařízením pro příjem GPS signálu se rozumí GPS přijímač, který může mít v dnešní době mnoho podob. Zatímco dříve to byl přístroj, který nesloužil k ničemu jinému než k číselnému stanovení zeměpisných souřadnic nebo jejich zobrazení v jednoduchém mapovém podkladu, v současné době se stává součástí jiných zařízení a v kombinaci s nimi nabízí mnohé nové operace, které se dříve zdály nepředstavitelné.

Z technického hlediska je GPS přijímač tvořen třemi základními funkčními bloky. Anténa je důležitou součástí, která může svými vlastnostmi značně ovlivnit přesnost měření. Navigační přijímač zpracovává signály přijaté anténou a třídí signály, vysílané jednotlivými družicemi. Tyto signály dále zpracovává a získává z nich vzdálenosti družic od GPS přijímače a tvoří jednotlivé navigační zprávy. Tyto informace jsou nakonec zpracovány navigačním počítačem, který z nich určuje polohu přijímače, aktuální čas GPS, případně rychlost pohybu přijímače. Navigační počítač je

případně také schopen transformace polohy do požadovaného souřadnicového systému anebo aplikace diferenční korekce. [2]

Struktura nabízených GPS přijímačů na trhu je v současnosti velice rozmanitá a zákazník má možnost si vybrat vhodný přijímač, který bude co možná nejlépe odpovídat účelu jeho použití. Jednotlivé přijímače se mezi sebou liší přesností, funkcemi, softwarovým vybavením, velikostí mapové paměti, vzhledem a technickou úpravou (např. vodotěsnost nebo nárazuvzdornost) a mnoha dalšími vlastnostmi. Prodejci obvykle rozdělují GPS přijímače do následujících kategorií. Jsou to navigace pro automobily, motocykly, pro turistiku a pro rybáře na moře. Všechny jsou určeny pro běžnou širokou veřejnost. Další aparatury už jsou určeny pro konkrétní obory a mají takové vlastnosti, které od nich jsou v daném oboru vyžadovány. Mají především vyšší přesnost měření a rozšířené možnosti zpracování naměřených údajů. U těchto aparatur je předpoklad, že bude docházet k záznamu naměřených údajů v terénu a že s nimi bude posléze dále pracováno. Proto by bylo vhodnější mluvit o GPS aparaturách pro mobilní mapování než GPS přijímačích. Mezi tyto aparatury se řadí především geodetické GPS aparatury a GPS aparatury pro zemědělce. Jejich cena přesahuje poměrně významně cenu GPS přijímačů určených pro běžnou veřejnost. Výjimku tvoří pouze vybrané špičkové turistické GPS, které se svou cenou a vlastnostmi mohou blížit specializovaným GPS aparaturám určených pro mobilní mapování. [15]

Druhou větší skupinou jsou GPS přijímače, které jsou součástí zařízení, které slouží primárně k jiným účelům než k měření polohy pomocí GPS systému a k další práci s takto získanými daty. Do této skupiny patří především mobilní telefony a kapesní počítače PDA s integrovaným GPS přijímačem. Můžeme sem zařadit také cyklocomputery a některé špičkové modely hodinek. Jejich nabídka ale není tak široká.

Zcela zvlášť je možné vyčlenit tzv. externí GPS moduly, což je GPS přijímač, který nemá displej a je třeba jej připojit k dalšímu zařízení, které umožní údaje změřené externím modulem zobrazit. Těmito zařízeními jsou nejčastěji kapesní počítače PDA a mobilní telefony, které podporují technologii Bluetooth, přes kterou externí modul většinou komunikuje.

4. 3 Aparatury pro mobilní mapování na trhu a jejich cenová dostupnost

V této kapitole jsou zmíněny orientační ceny některých přijímačů GPS a GPS aparatur, aby bylo zřejmé, jaké zařízení je možné pořídit v cenové relaci testovaných GPS aparatur. Středem zájmu budou především GPS aparatury, které umožňují mapovat

v terénu a pracovat v terénu s daty v GIS aplikaci. Z tohoto pohledu nám ze široké nabídky GPS přijímačů zůstanou ty nejkvalitnější a cenově nejdražší turistické GPS, jejichž ceny se pohybují okolo deseti tisíc bez GIS aplikace, jejíž pořízení zvýší cenu aparatury řádově o další tisíce korun. Příkladem jsou GPS GPSMAP 60CSX od firmy Garmin nebo GPS GARMIN COLORADO 300.

Další skupinou jsou GPS pro zemědělce, které jsou učené pro mapování, s čímž roste jejich cena. Mezi ně patří již zmíněný GPS GARMIN COLORADO 300, který má proti turistické verzi navíc výstup v souřadnicovém systému S-JTSK, což zvyšuje jeho cenu až na 12 000 Kč. Další ještě kvalitnější aparaturou je PDA / GPS- MobileMapper 6 od firmy Magellan, která už svými vlastnostmi spadá do kategorie kapesních počítačů PDA a jejíž cena se pohybuje kolem 17 000 Kč.

Samostatnou kategorií jsou geodetické GPS, které dosahují velmi přesných výsledků měření a navíc umožňují používat celou řadu různě kvalitních GIS aplikací. Jejich cenovou dostupnost bude uvedena na příkladu přístroje TRIMBLE GeoExplorer GeoXH, jehož přesnost byla alespoň částečně testována v [8]. Cena samotného GPS přijímače bez GIS vybavení se pohybuje okolo 40 000 Kč a podle zvoleného softwaru se může vyšplhat až o několik desítek tisíc výše.

Další možností je sestavit si aparaturu pro mobilní mapování dle vlastního klíče jako kombinaci kapesního počítače PDA, externího modulu GPS (vybrané modely kapesních počítačů mají GPS anténu integrovanou) a vybrané GIS aplikace. Tímto způsobem je možné podle vybíraných zařízení získat poměrně levnou aparaturu pro mobilní mapování (v porovnání s přístroji pro tento účel přímo vyrobenými), která může být schopna dosti kvalitních a přesných mapových výstupů. Do této skupiny náleží testované GPS aparatury pro mobilní mapování.

4. 4 Přesnost navigace GPS a faktory, které ji ovlivňují

Přesnost GPS přijímačů je různá a závisí na mnoha faktorech. Může se pohybovat od několika centimetrů až po několik desítek metrů. Tento značný rozdíl souvisí s technickými parametry přijímače, závisí na zvoleném způsobu měření a na zpracování jejich výsledků. Také ho ovlivňují momentální stav atmosféry a další faktory, které mohou být dokonce politického rázu (záměrné vnášení chyby do signálu GPS a jeho kódování). Některé z faktorů ovlivňujících negativně přesnost měření lze významně eliminovat vhodným naplánováním měření.

V literatuře jsou uváděny následující faktory ovlivňující přesnost měření GPS

[2]:

- řízení přístupu k signálům družic
- stav družic
- rozsah přesnosti měření
- poměr signál/šum
- vícecestné šíření
- počet viditelných družic
- geometrické uspořádání viditelných družic
- typ přijímače
- pečlivost přípravy plánu měření
- platnost efemerid
- přesnost určení efemerid
- přesnost hodin na družicích
- vliv ionosféry a troposféry
- chyba hodin přijímače
- způsob měření a vyhodnocování

Pro účely této diplomové práce budou blíže popsány pouze vybrané faktory, které jsou nejzásadnější při testování přesnosti měření GPS přijímačů.

4. 4. 1 Počet viditelných družic

Pro určení všech čtyř údajů, zeměpisné šířky (značí se Y), zeměpisné délky (značí se X), nadmořské výšky (značí se Z) a času (značí se T) je třeba příjmu signálu alespoň ze 4 družic. Platí však, že čím více družic je použito pro určení polohy, tím přesnějších výsledků se dosáhne. Běžná je snaha nabízet pro danou lokalitu příjem alespoň ze 7 družic, aby byly pokryty případné závady na družicích nebo nevyhovující geometrické uspořádání družic (viz. 4.4.2 Geometrické uspořádání viditelných družic) [13].

4. 4. 2 Geometrické uspořádání viditelných družic

Geometrické uspořádání družic, jejichž signál je zpracováván GPS přijímačem, je významným faktorem ovlivňujícím přesnost konkrétního měření. Pro geometrické uspořádání platí, že když jsou družice shromážděny blízko sebe v malé oblasti jsou výsledky horší, než když jsou družice co nejdále od sebe [13]. Geometrické uspořádání

bývá hodnoceno podle parametru, který se nazývá snížení přesnosti [2]. Tento pojem vzešel z anglického Dilution of precision, které se běžně označuje jako DOP. Je to údaj, který je výsledkem výpočtu, jež bere v úvahu relativní vzdálenost družice vůči ostatním družicím a čím je jeho hodnota nižší, tím je měření přesnější.

Existuje několik druhů DOP, z nichž nejpoužívanější, který je možné většinou zjistit na jakémkoliv pracujícím GPS přijímači, je tzv. PDOP (angl. Position Dilution of Precision). Tento údaj podává informace o kvalitě jak horizontálního, tak vertikálního určení polohy. Může teoreticky nabývat hodnot 0 až 50, přičemž hodnoty do 4 odpovídají velmi přesnému měření a hodnoty do 8 jsou ještě akceptovatelné. Hodnoty vyšší než 8 už mohou způsobit značné nepřesnosti. GPS přijímače dovolují většinou nastavit maximální hodnoty PDOP, při nichž budou získané údaje ještě zaznamenány. Tato funkce má význam především při mobilním mapování, jelikož umožňuje ignorovat a vyloučit měření s větší chybou a přímo tak ovlivnit přesnost výstupních údajů. [1]

4. 4. 3 Typ přijímače

Jsou různé druhy přijímačů, které mají různou přesnost (viz. 4. 2 Zařízení pro příjem signálu GPS a jejich dostupnost na trhu). Přesnost uživatelských GPS pro běžnou veřejnost se pohybuje většinou v řádech metrů a jsou finančně dostupnější a většinou platí pravidlo- čím větší přesnost, tím vyšší cena. Ta se pohybuje nejčastěji v řádech tisíců, u kvalitnějších přístrojů až v řádech desetitisíců [15].

Na druhé straně jsou zde měřické přístroje, které zaručují přesnost v řádech centimetrů a tomuto účelu jsou přizpůsobeny veškeré jejich vlastnosti a technické parametry. Jejich cena se může pohybovat v řádech statisíců případně dokonce výše [15].

Tyto dvě skupiny se mezi sebou liší používanými technologiemi, různým zpracováním signálu a dalšími technickými vlastnostmi.

4. 4. 4 Vliv ionosféry a troposféry [2]

V ionosféře dochází k ovlivňování radiového signálu vysílaného družicemi a může takto dojít až k chybě v řádech desítek metrů. Její vliv závisí na frekvenci procházejícího signálu, a tak je možné tuto chybu poměrně dobře eliminovat.

Vliv troposféry (tedy určitého typu počasí) nedosahuje tak velkých hodnot, ale je nezávislý na frekvenci signálu. Z druhé strany je možné při znalosti atmosférických podmínek chybu poměrně přesně vypočítat. Jedná se však o postup, který není běžným

uživatelům GPS příliš známý ani přístupný. Z tohoto důvodu je pozorování vlivu jednotlivých typů počasí jedním z dílčích cílů této diplomové práce.

4. 4. 5 Způsob měření a vyhodnocování

Nejčastěji používanými postupy pro eliminaci chyby a zpřesnění měření polohy přijímačem jsou použití průměrování a použití korekce z diferenčních GPS stanic.

4. 4. 5. 1 Průměrování

Průměrování je funkce, která je nastavitelná u většiny GPS přijímačů, které mají sloužit k ukládání dat pořízených na základě měření pomocí GPS. Při průměrování GPS přijímač neukládá aktuální zjištěnou polohu, ale vytváří obraz tzv. průměrované polohy, která je vytvářena na základě uživatelem zadaných parametrů. Uživatel nastaví z kolika zaznamenaných poloh přijímače bude průměrovaná hodnota vypočítána. V literatuře bývá uváděno, že sejmutí jedné pozice odpovídá času 1 s [4], ale při měření se ukázalo, že tento úsudek je mylný a že záleží na GPS přijímači a rychlosti přenosu dat, kterého je přijímač schopen.

4. 4. 5. 2 Diferenční GPS

Diferenční systémy GPS jsou doplňkové systémy, které mají za úkol poskytovat korekci GPS signálu, která umožní přesnější určení polohy. Dříve toto zpřesnění bylo možné především zpětně (angl. postprocessing), což znamená, že změřené hodnoty byli korigovány po práci v terénu a přesná poloha tak nemohla být určena již při terénních pracích. Nyní už je technologie mnohem dále a je možné získat korekci z diferenčních GPS v reálném čase, čili rovnou během mapování v terénu.

Diferenční GPS funguje na principu vybudování sítě referenčních stanic, což jsou vlastně „velké GPS přijímače“, jejichž reálná poloha je známa. Na základě vypočítaného rozdílu mezi reálnou polohou a polohou určenou podle příjmu signálu GPS družic, jsou stanoveny korekce chyb, které byly v danou dobu zaznamenané při příjmu GPS signálu. Tyto korekce jsou pak poskytnuty uživatelům buď zpětně, anebo v reálném čase a umožní GPS přijímači zpřesnit určení polohy. Jedná se většinou o zpoplatněné služby, které jsou poskytovány pouze oprávněným uživatelům, tedy těm, kteří si je zaplatili [7]. Mezi tyto systémy patří také CZEPOS, který je pod správou Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního. Přesnost určení polohy se díky těmto korekcím může pohybovat v řádu centimetrů. Vedle zpoplatněných služeb komerčních

sítí diferenčních stanic jsou poskytovány některé korekce také bezplatně, ale ty nemají tak významné výsledky [7].

4. 5 Využití GPS v praxi

Z předchozích kapitol o systému GPS jednoznačně vyplývají rozšiřující se možnosti jeho využití v praxi rozličných oborů. Dnes už je tento systém nepostradatelným nejen v armádě a letecké dopravě, ale také v geodézii, v dopravě obecně, ve stavebnictví, energetice, hydrologii, meteorologii a řadě dalších oborů.

Mezi tyto obory patří samozřejmě také geografie, která se často snaží o zjišťování některých údajů přímo v terénu a o jejich následné zanesení do map. Díky systému GPS došlo ke zpřesnění této činnosti a k jejímu značnému urychlení.

Zjednodušená dostupnost GPS přijímačů a dalších komponentů má za následek objevování stále nových oborů, ve kterých může systém GPS pomoci. GPS je využitelná ve všech oborech, které vytvářejí mapy na základě dat získávaných v terénu, ať už se jedná o geomorfologii, geologii či ekologii [8,9].

4. 5. 1 Mobilní mapování, mapování v terénu

Mapování je chápáno jakou soubor prací (šetření, měření, výpočty a zobrazování) potřebných pro vytvoření měřického originálu původní mapy [5]. Původní mapou se rozumí taková mapa, která vznikla především na základě přímého měření v terénu. Mobilní znamená, že mapování probíhá pomocí přenosných zařízení, která mohou být velice složitá. V dnešní době probíhá především pomocí speciálně upravených a vhodně softwarově vybavených GPS přijímačů a kapesních počítačů PDA. Jeho význam tkví ve vytváření map pro konkrétní obor nebo problematiku, což zaručuje vysokou úroveň hodnověrnosti dat. Zavádění užívání GPS systému do mobilního mapování zpřesňuje získané výsledky, urychluje práci a tím pádem také finanční náklady.

4. 5. 2 Vybavení pro mapování v terénu podporující GPS

Mobilní technologie je možné rozdělit na několik dílčích částí [14].

- Technické prostředky, které zahrnují použitý hardware, což jsou GPS přijímače, kapesní počítače a případně další komponenty, které je možné při mapování použít (např: měřické aparáty atd.)

- Programové prostředky, které zahrnují použitý software, což jsou především GIS, GPS aplikace, operační systémy kapesních počítačů a další speciální programy upravené za účelem sběru tematických dat.
- Data, do nichž můžeme zařadit například mapové podklady, korekce z diferenčních stanic atd.
- Uživatelé, kteří jsou kompetentní se všemi předchozími částmi zacházet a mohou tím pádem mobilní mapování v terénu korektně provádět.

Používané mobilní aparatury jsem na základě nabídek různých prodejců rozdělil na tři základní typy. Prvním typem je kapesní počítač s GIS aplikací napojený na přijímač GPS. Dalším typem je kapesní počítač s GIS aplikací, který má GPS přijímač vestavěný. Třetím typem jsou polní GPS záznamníky s možností výstupu v GIS formátech, které mají v dnešní podobě v podstatě formu kapesních počítačů zaměřených výhradně pro sběr dat v terénu pomocí technologie GPS.

5. Geodetické sítě v ČR

Klíčovým slovem této diplomové práce je přesnost. Konkrétněji přesnost používaných GPS aparatur. Aby tato přesnost mohla být stanovena a posuzována, bylo zapotřebí provádět měření na místech o známých zeměpisných souřadnicích. Taková místa jsou označena a vytváří tzv. geodetické sítě ČR. Aby tato diplomová práce mohla vzniknout a byly vybrány vhodné lokality pro zamýšlená měření, bylo nezbytné se s těmito sítěmi a jejich budováním podrobněji seznámit.

Na území České republiky byly a jsou systematicky budovány geodetické základy, které mají pomáhat v terénu při měřických pracích různého charakteru. Tyto základy mají podobu trvale stabilizovaných, případně i značených bodů, které vytváří jednotlivá bodová pole na území naší republiky. Stabilizace a značení se řídí danými směrnici. Dojde-li k myšlenému propojení jednotlivých bodů, získáme obraz geodetických sítí na území České republiky. [16]

5.1 Bodová pole [16]

Bodová pole se dělí na tři základní druhy:

- polohové
- výškové
- tíhové

Polohové bodové pole, které je důležité z hlediska této diplomové práce je tvořeno základním polohovým bodovým polem (užívána zkratka ZPBP), zhušťovacími body (ZhB) a podrobným polohovým bodovým polem (PPBP).

Základní polohové bodové pole sestává z bodů referenční sítě nultého řádu, bodů Astronomicko-geodetické sítě (zkr.AGS), bodů České státní trigonometrické sítě (zkr.ČSTS) a bodů geodynamické sítě. Základní polohové bodové pole vytváří spolu se zhušťovacími body Geodetické polohové základy. Tyto základy byly budovány od 19. století a proběhly v podstatě ve 4 etapách, které odpovídají tvorbě jednotlivých triangulačních sítí v určitém období. Na našem území proběhla Katastrální triangulace (1821-1864), Vojenská triangulace (1862-1898), tvorba České Jednotné trigonometrické sítě katastrální a Astronomicko-geodetické sítě. Účelem opakovaných zaměření bylo zpřesňování polohy jednotlivých bodů díky zlepšujícím se technologickým možnostem.

Když je určitý bod zaměřen, je zapotřebí ho stabilizovat, označit a vytvořit pro něj dokumentaci. Stabilizace bodu probíhá podle odpovídajících předem definovaných norem a je možná několika způsoby. Pro účely diplomové práce postačí vysvětlit stabilizaci jednou povrchovou a dvěma podzemními značkami. Povrchovou značkou je kamenný hranol (obvykle žulový) s opracovanou hlavou a vytesaným křížkem ve směru úhlopříček na vrchní ploše hlavy hranolu. Vrchní podzemní značkou je kamenná deska a spodní podzemní značkou je skleněná nebo kamenná deska, které mají křížky jako povrchová značka. Středky křížků všech značek, ke kterým se vztahují souřadnice, musí být umístěny ve svislici s mezní odchylkou 3 mm.

Následně je zapotřebí ještě provést signalizaci bodu, která je provedena jedním nebo více definovanými způsoby. Jednak je to červenobílá nebo černobílá tyč umístěvaná v blízkosti stabilizovaného bodu, výstražná tabulka s nápisem- státní triangulace poškození se trestá, betonová skruž nebo sloupek, ochranný kopec a tříboká pyramida.

Na závěr už je pouze vytvořena dokumentace s geodetickými údaji (viz. grafická příloha č. 1), která je zanesena do databáze bodových polí. Ta je v současnosti přístupná také na internetu na stránkách Českého zeměměřického úřadu katastrálního.



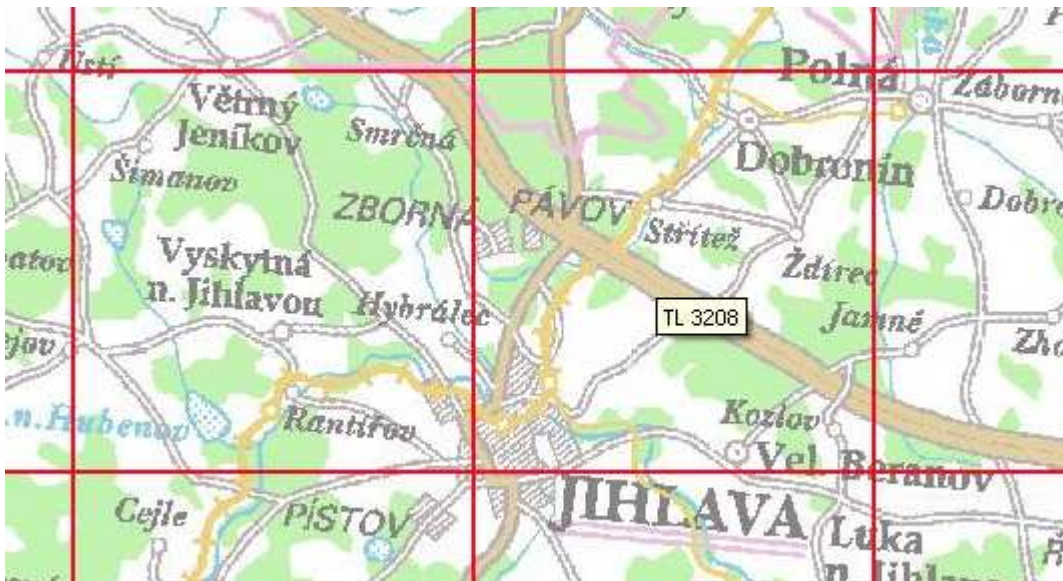
Obr. 1: Signalizace geodetického bodu



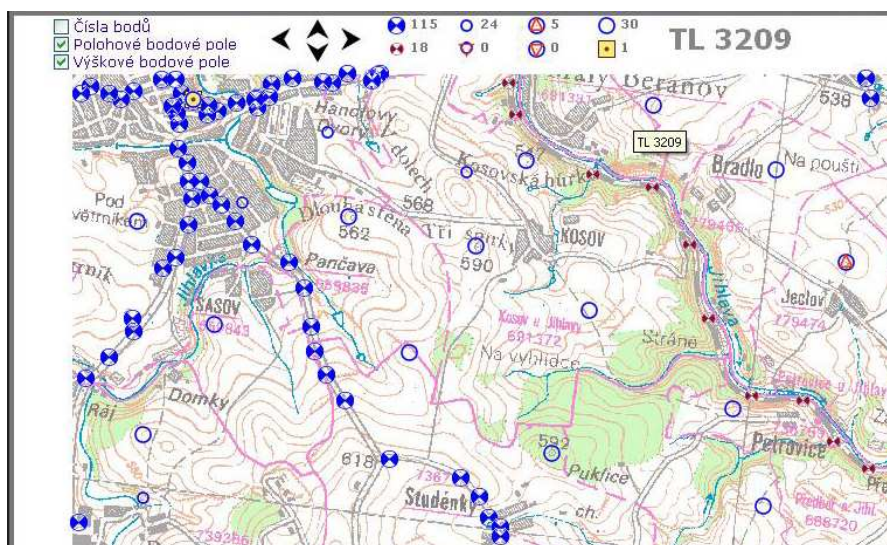
Obr. 2: Stabilizace geodetického bodu

5. 2 Vyhledávání v databázi bodových polí [17]

Vyhledávání v databázi bodových polí na internetu umožňuje nalézt informace o jednotlivých geodetických bodech. Pro účely diplomové práce bylo pracováno pouze s databází bodů polohového pole. Uživatel má možnost grafického vyhledávání, kdy se postupně propracuje přes mapy různých měřítek až k mapě, ve které jsou zobrazeny jednotlivé body na určitém území. Území si přibližuje díky čtvercové síti, která mapy překrývá. Kliknutím na příslušný čtverec dojde k přiblížení území, které ohraničuje. Poté už dochází k výběru zájmových bodů, ke kterým se objeví po kliknutí podrobná dokumentace (viz. grafická příloha č. 1).



Obr. 3: Klad triangulačních listů



Obr. 4: Geodetické body triangulačního listu 3209

Trigonometrické body (TB) jsou ty které náležejí do Základního polohového bodového pole a v údajích mají uvedeny následující informace. [17]

1. číslo a název trigonometrického bodu,
2. lokalizační údaje o územních jednotkách (okresu, obci, katastrálním území), označení listu Státní mapy odvozené v měřítku 1:5 000, označení Základní mapy ČR 1:50 000, označení triangulačního listu, číslo parcely nebo číslo popisné stavby na níž je bod umístěn,
3. souřadnice trigonometrického bodu, jeho nadmořskou výšku s uvedením místa ke kterému se vztahuje a údaje o orientaci,
4. místopisný náčrt s vyhledávacími mírami a místopisný popis,
5. údaje o stabilizaci, ochraně a signalizaci trigonometrického bodu,
6. údaje o vlastníkovi pozemku nebo stavby, na kterém je trigonometrický bod umístěn,
7. údaje o zřízení trigonometrického bodu.

Zhušťovací body (ZhB) jsou body nižších řádů, které mají uvedeny v geodetických tyto informace. [17]

1. číslo a název bodu,
2. lokalizační údaje o územních jednotkách a katastrálním území, označení listu Státní mapy odvozené v měřítku 1:5 000, označení Základní mapy ČR 1:50 000, označení triangulačního listu, číslo parcely nebo číslo popisné stavby, na níž je bod umístěn,
3. souřadnice zhušťovacího bodu, jeho nadmořskou výšku s uvedením vztažného místa a údaje o orientaci,
4. místopisný náčrt s vyhledávacími mírami a místopisný popis,
5. údaje o stabilizaci a ochraně bodu,
6. údaje o zřízení bodu.

Není-li uživateli známa přesná poloha konkrétního bodu, který hledá, má několik možností, jak bod v databázi nalézt. Potřebuje k tomu však znát alespoň některé údaje o bodu. Nejjednodušeji se vyhledává bod, je-li známé jeho číslo a číslo příslušného triangulačního listu, na kterém je zanesen. V tom případě je nalezení informací o takovém bodu velice rychlé. Když je známé pouze číslo triangulačního

listu, na kterém je hledaný bod zanesen je třeba projít veškeré body na daném triangulačním listě.

The screenshot shows the website of the Geodetic Office (ZEMĚMĚŘICKÝ ÚŘAD). The header includes a logo and navigation tabs: CZEPOS, BODOVÁ POLE, Polohové bodové pole, Přehledy, and KONTAKTY. A red notice states: "Údaje o bodech PPBP jsou poskytovány v režimu zkušebního provozu." Below this, the search title is "Vyhledání údajů - zadaný bod nebo seznam bodů na zadaném listu mapy". The search options include radio buttons for "TB, ZhB" (selected) and "body PPBP", and a selected radio button for "podle čísla bodu:". There are input fields for "číslo TL:", "číslo bodu:", "číslo ML:" (with a separator), and another "číslo ML:" field. Checkboxes are present for "umístěním v ZM-50:", "umístěním v SMO-5:", "zobrazit pouze body s geocentrickými souřadnicemi ETRS-89", and "včetně přidružených bodů". At the bottom, there is a "pessh" logo, a "kontrolní kód:" field, and "Vyhledat" and "Smazat" buttons.

Obr. 5: Vyhledávání geodetických bodů podle čísla

6. Použitá aparatura pro příjem GPS a programové vybavení

6.1 Aparatury GPS

Pro účely diplomové práce byly k dispozici dva různé přijímače GPS, jejichž signál byl využíván pro sběr dat týmž zařízením, což byl kapesní počítač PDA. Aparaturu pro mobilní mapování číslo jedna tvořil kapesní počítač PDA ASUS A639 s integrovaným GPS přijímačem. Aparaturu číslo dvě tvořil tentýž kapesní počítač, ke kterému byl technologií Bluetooth připojen externí modul GPS Navilock BT-338.

6.1.1 GPS Navilock BT-338

Tabulka č. 1: Technické parametry Navilock BT-338 [21]

Hmotnost:	75 g
Rozměry:	72.5 x 40.4 x 23mm
Baterie:	1700 mAh (výdrž 15 hodin)
GPS	Sirf III GPS chip
Horizontální přesnost:	10 m 2D RMS
Horizontální přesnost s WAAS:	5m 2D RMS
Datum:	WGS-84
Cold start:	po novém zapnutí start měření za 42s
Warm start:	po teplém staru začíná přístroj měřit za 38s
Výškový limit:	18000 m
Rychlostní limit:	515 m/s
GPS přenosová rychlost:	38400
Indikátory:	Oranžová svítí-baterie se nabíjí Červená svítí- baterie nutno dobít Zelená svítí- GPS hledá satelity Zelená bliká- GPS zná svoji polohu Modrá pomalu pravidelně bliká-Bluetooth zapnuto, čeká na připojení Modrá rychle nepravidelně bliká-probíhá přenos dat přes Bluetooth
Cena:	1 579 Kč (www.okcomputers.cz)



Obr. 6: GPS Navilock BT-338

6. 1. 2 PDA ASUS A639



Obr. 7: ASUS A 639

Tabulka č. 2: Technické parametry ASUS A639 [4]

Procesor:	Intel® XScale™ PXA272 Processor 416MHz
Paměť:	Vestavěná 1024MB flash ROM
Displej:	Barevný dotykový display 3.5'', rozlišení 240X320, 65 tisíc barev, možnost rotace
Rozšiřující slot:	1 x SD slot (SDIO/SD/MMC)
Komunikace:	WiFi 802.11b, g, Bluetooth® 2.0
GPS	Sirf III GPS chip s otočnou anténou GPS přenosová rychlost 4800 Další vlastnosti blíže nespecifikovány
Baterie:	1300 mAh
Hmotnost:	187 g
Rozměry:	122 x 73 x 19 mm
Příslušenství:	AC adapter, synchronizační kabel, autoadaptér
Operační systém:	Windows Mobile™ 5.0 CZ
Fotoaparát:	Ne
Indikátory:	Bliká zeleně -- aktivní GPS Bliká červeně – aktivní Wi-fi Bliká modře – aktivní bluetooth Svítil červeně – nabíjení přístroje
Cena:	7 649 Kč (www.aaron.cz)


6. 2 Použité programy

Z použitých programů byl nejdůležitějším vybavením GIS určený pro sběr dat metodou GPS ArcPad 7. 0. 2, který pracuje s projektem, který má příponu .apm. Pracovat s mapou znamená uložit nebo otevřít tento projekt. V projektu je možné pracovat s vektorovými i rastrovými mapami, které při příjmu signálu GPS usnadňují orientaci. Tyto mapy nejsou součástí programu a uživatel je musí získat a otevřít v ArcPad sám. Pro diplomovou práci bylo nejdůležitější, že v projektu je možné vytvářet nové mapové vrstvy bodů, linií i polygonů. Tento software je navíc uzpůsoben k tomu, aby při tvorbě těchto nových vrstev mohlo být využíváno signálu GPS. ArcPad hrál klíčovou a nenahraditelnou roli při sběru dat v terénu.

Pro další zpracování dat byl využit program Microsoft Excel, který sloužil ke zanesení dat do tabulek a ke statistickým výpočtům přesnosti nasbíraných dat.

Program ArcGIS 9.2 a jeho příslušenství hrálo významnou roli pro revizi a zpracování nasbíraných dat, jejich transformaci do souřadnicového systému S-JTSK a konečně k vizualizaci vybraných výsledků do mapových výstupů.

6. 3 Konfigurace hardware a software

Aby bylo možné hardware a software úspěšně používat při mobilním mapování je třeba zajistit jejich spolupráci a správně je nakonfigurovat. Důležitá je především správná konfigurace způsobu předávání dat mezi vybraným GPS přijímačem a aplikací ArcPad. Ta se zajišťuje v prostředí programu ArcPad tak, že se klikne na šipku vedle ikony pro zahájení příjmu GPS signálu (), kde se vybere záložka *Přednastavení GPS*. Zde se v záložce *GPS* zadají parametry pro použití požadovaného GPS přijímače. Při použití externího modulu je zapotřebí nejprve aktivovat v kapesním počítači funkci Bluetooth.

Tabulka č. 3: Konfigurace datového přenosu [4]

Zařízení	Komunikační port	Přenosová rychlost
Navilock BT-338	COM 8	38400
Interní GPS modelu PDA ASUS A639	COM 5	4800

7. Metodika sběru dat

Způsob organizace sběru dat byl stanoven na základě pečlivého studia literatury a za pomoci odborných článků, které se věnují problematice přesnosti testování GPS aparatur.

Měření v terénu jsou rozdělena na dvě základní části, které probíhaly na různých místech a odděleně v různé dny. Jsou to statická měření a dynamická měření [11], jejichž specifika jsou vysvětlena v následujících kapitolách. Toto rozdělení bylo provedeno vzhledem k různým možnostem využití GPS aparatur při mapování.

7.1 Statická měření

Statická měření jsou zaměřena na snímání bodů, pro které software (v tomto případě ArcPad) přijímače GPS ukládá zeměpisnou polohu (zeměpisnou šířku a délku a navíc tzv. Z-souřadnice, což je nadmořská výška). V takovém případě, kdy GPS přijímač ukládá polohu ve formátu XYZ, pracuje v tzv. 3D režimu a pro výpočet všech těchto tří souřadnic potřebuje příjem signálu alespoň ze čtyř satelitů. Při snímání bodů nedocházelo k pohybu z místa a šlo především o zjišťování přesnosti získaných souřadnic. Měření probíhalo naráz oběma aparaturami GPS, aby byly zachovány naprosto totožné podmínky příjmu signálu vesmírného segmentu.

7.1.1 Výběr geodetických bodů a jejich popis

Aby bylo možné naměřené údaje porovnat a zhodnotit jejich přesnost, bylo třeba aby se měřilo na místech, kde je přesně určena zeměpisná poloha geodetickými metodami. Na základě tohoto požadavku bylo vybráno v okolí Jihlavy pět různých geodetických bodů, na kterých se plánované měření uskutečnilo. Body byly vybrány tak, aby reprezentovaly i různé typy terénu, ve kterém může mapování pomocí GPS probíhat.

Nejprve proběhl elektronický výběr bodů na internetu v databázi bodových polí, kterou spravuje Český úřad zeměměřičský a katastrální. Tato databáze je volně přístupná a je možné v ní nalézt dokumentaci k jednotlivým geodetickým bodům, podle níž je následně možné nalézt daný bod v terénu. Takto bylo vybráno 8 bodů, u kterých bylo následně v terénu ověřeno, zda odpovídají požadovaným parametrům a zda jsou

příslušně označeny. Po této činnosti zůstalo 5 bodů, na kterých probíhalo měření, protože zbylé tři již nebyly v příslušných lokalitách označeny odpovídajícím způsobem. Pro účely mapování a jeho následného vyhodnocování byly lokality s geodetickými body označeny čísly 1-5, které jim zůstaly po celý jeho průběh. Toto označení bylo důležité pro zjednodušené zaznamenávání výsledků pro danou lokalitu.

- Lokalita č.1: triangulační list 3208, bod číslo 225, název bodu: U mostu, druh: ZhB.
- Lokalita č.2: triangulační list 3208, bod číslo 203, název bodu: U křižovatky, druh: ZhB.
- Lokalita č.3: triangulační list 3209, bod číslo 6, název bodu: Jihlava jv., druh: TB.
- Lokalita č.4: triangulační list 3209, bod číslo 209, název bodu: Handlovy Dvory, druh: ZhB.
- Lokalita č.5: triangulační list 3208, bod číslo 29, název bodu: Handlovy Dvory sv., druh: TB.

Tabulka č. 4: Souřadnice geodetických bodů (v S-JTSK)

číslo lokality	souřadnice Y (metry)	souřadnice X (metry)	nadmořská výška (m n. m.)
1	669402,99	1128903,86	479,41
2	666737,98	1129899,39	520,09
3	667628,37	1131218,07	561,88
4	667805,76	1130496,93	545,65
5	667319,54	1129848,07	538,56

7. 1. 2 Stanovení metod sběru

Měření probíhalo postupně na všech pěti bodech během jednoho dne. Na každém bodu bylo sejmuto 7 různých poloh a to tak, že první poloha byla aktuální polohou další pak průměrem 5 pozic sejmutých během 5s. Stejným způsobem poté bylo sejmuta průměrovaná poloha po 15s, 30s, 60s, 120s, 300s. Předpokladem bylo, že čím déle se bude průměrovat, tím přesnější budou výsledky. Jak už bylo řečeno snímání poloh probíhalo naráz oběma aparaturami, aby byly zachovány stejné podmínky příjmu

signálu a výsledky tím pádem porovnatelné. Šlo především o stejné rozestavení satelitů a tím pádem i podobné hodnoty PDOP. Dále pak šlo také o zachování stejných povětrnostních a rozptylových podmínek.

Jako další specifikum bylo nastaveno omezení PDOP na 4.0, což znamená, že jakmile byla při daném snímání polohy hodnota PDOP vyšší než 4.0, nedošlo k uložení takových souřadnic. Do průměrování byly započítávány až souřadnice, při nichž byla hodnota PDOP nižší nebo rovna 4.0.

Výběr konkrétních dnů, kdy sběr dat v terénu probíhal nebyl dán a probíhal většinou maximálně jeden až dva dny předem. Bylo to z důvodu požadavku, aby měření probíhala za různých povětrnostních podmínek a situací. Bylo stanoveno, že by měla proběhnout alespoň série 10 měření, což znamenalo, že by se každou aparaturou zaznamenala série 5 měření.

Vzhledem k porovnatelnosti přesnosti obou GPS aparatur (PDA ASUS A639 s integrovanou GPS anténou, externí GPS anténa Navilock BT-338) bylo žádoucí, aby měření probíhalo zcela zároveň na obou aparaturách na stejném místě. Z tohoto důvodu byly použity dva přístroje PDA ASUS A639, kdy jeden z nich přijímal signál integrovanou anténou GPS a druhý díky technologii Bluetooth přijímal signál prostřednictvím externího GPS modulu Navilock BT-338.

Samotný sběr dat probíhal následujícím způsobem. Měření vždy proběhlo na všech pěti lokalitách v jeden den. Po příjezdu k danému geodetickému bodu, byly umístěny oba aparáty vedle sebe na místo, ke kterému se vztahují souřadnice přesně změřené polohy. Toto místo bylo označeno a stabilizováno malým kamenným blokem zapuštěným do země, který je na povrchu označen křížkem. PDA bylo umístěno na tento kamenný čtverec tak, aby integrovaná anténa GPS spočívala na zmíněném křížku a hned vedle byl umístěn externí modul Navilock.

Při snímání byl brán zřetel na možnost zastínění signálu siluetou, a proto docházelo k přiblížení se na dobu nezbytně nutnou pro změnu parametrů snímání pozic.

Nejprve byla sejmuta aktuální poloha, což znamená, že funkce průměrování byla v nastavení příjmu signálu GPS vypnuta. Pro uložení následné polohy byla již tato funkce aktivována a do políčka *Body* se doplnil počet pozic, z kterých má být udělaný průměr. Po sejmutí aktuální polohy se do téhož pole doplní číslo 5. Pro další snímání polohy zůstává aktivována tato funkce a změní se pouze parametr počtu sejmutých pozic na 15. Při následném snímání se mění počet pozic pro průměrování na 30, dále pak na 60,120 a nakonec na 300. Tyto parametry se mění po otevření záložky

Přednastavení GPS (viz. kapitola 6. 3 Konfigurace hardware a software), v záložce *Sejmout*.

Při měření na jedné lokalitě tak byla získána série 7 měření pro každou aparaturu a každé měření bylo výsledkem průměrování různého počtu sejmutých poloh. Souřadnice každé ze 7 poloh byly zaznamenány v softwaru ArcPad jako body, které bylo nutné posléze identifikovat, aby s nimi bylo možné dále pracovat. Za tímto účelem bylo třeba při ukládání každého bodu doplnit údaje do atributové tabulky v těchto položkách. Číslo lokality, ve které měření probíhá, datum, kdy se měření uskutečňuje, zařízení, kterým je přijímán signál GPS, doba, po kterou probíhalo průměrování, a oblačnost a počasí, které v daný den a v danou dobu byly.

Měření probíhalo většinou odpoledne od dvou hodin a jednotlivé lokality byly navštěvovány v následujícím pořadí: lokalita č. 1, lokalita č. 5, lokalita č. 2, lokalita č. 4 a lokalita č. 3. Měření bylo plánováno za pomoci programu Satellite website predictor, který je schopen předpovědět pro určitou oblast kdekoliv na světě hodnoty PDOP a počet satelitů GPS, které budou v danou dobu pro danou oblast k dispozici. Jedná se o bezplatnou službu přístupnou na internetu, a proto nebylo možné očekávat, že bude pracovat podobně přesně jako pracují programy navržené speciálně kvůli těmto výpočtům. Tyto programy bývají například součástí velmi kvalitních GPS přijímačů, anebo musí být k přijímači posléze dokoupeny.

Celá série měření během jednoho dne spolu s přepravou mezi jednotlivými lokalitami trvala průměrně 4 hodiny, což znamená od 14:00 do 18:00.


7. 1. 3 Přípravné práce

Přípravné práce pro měření spočívaly ve vytvoření vrstvy v programu ArcPad, do které se zaznamenávaly jednotlivé pozice. Ve vrstvě byla vytvořena také atributová tabulka, do které se zaznamenávaly následující údaje- datum, zařízení, kterým došlo k měření, čas, po který se průměrovalo, lokalita, kde měření proběhlo, počasí a oblačnost. Tyto údaje poté sloužily k identifikaci dat a umožnily tak jejich další statistické zpracování.

7.1.3.1 Postup tvorby vrstvy pro účely měření v terénu

Hlavním úkolem této fáze bylo vytvoření nové vrstvy v ArcPad, která byla pojmenována podle odpovídajícího data (pro dané datum byly vytvořeny dvě vrstvy- jedna pro záznam dat pořízených na základě příjmu signálu interní GPS kapesního

počítače a druhá pro záznam dat přijatých externím modulem Navilock. Tvorba probíhala následovně:

- Nová vrstva se v Arcpad zakládá kliknutím na šipku vedle ikony složka () volbou záložky *Nový-Shapefile*.
- Poté se otevře komunikační okno, ve kterém zvolíme název vrstvy, vybereme prvky, které budeme editovat a zadáme místo uložení vrstvy.
- Nejdůležitějším úkonem je správné zvolení prvku (na výběr jsou tři-bod, linie a polygon). V tomto případě byl pro účel statických měření zvolen bod. Byla vybrána konkrétně položka point Z, což znamená, že k ukládaným bodům bude kromě horizontální polohy (souřadnice X,Y), ukládána také nadmořská výška (souřadnice Z).
- Dále je třeba vytvořit kategorie, do kterých budou zaznamenány specifické vlastnosti snímaných bodů, které je umožní později přesně identifikovat. Tímto způsobem se vytvoří atributová tabulka dané vrstvy a jednotlivé kategorie se v ní zobrazí jako jednotlivé sloupce. Snímané body s příslušnými vlastnostmi se zobrazují v atributové tabulce jako jednotlivé řádky.

FID	Shape *	DATUM	ZARIZENI	MISTO	CAS	POCASI	OBLACHNOST
0	Bod ZM	1.11.2008	ex	1	1	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
1	Bod ZM	1.11.2008	ex	1	5	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
2	Bod ZM	1.11.2008	ex	1	15	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
3	Bod ZM	1.11.2008	ex	1	30	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
4	Bod ZM	1.11.2008	ex	1	60	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
5	Bod ZM	1.11.2008	ex	1	120	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
6	Bod ZM	1.11.2008	ex	1	300	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
7	Bod ZM	1.11.2008	ex	1	600	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
8	Bod ZM	1.11.2008	ex	5	1	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
9	Bod ZM	1.11.2008	ex	5	5	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
10	Bod ZM	1.11.2008	ex	5	15	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
11	Bod ZM	1.11.2008	ex	5	30	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
12	Bod ZM	1.11.2008	ex	5	60	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
13	Bod ZM	1.11.2008	ex	5	120	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
14	Bod ZM	1.11.2008	ex	5	300	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
15	Bod ZM	1.11.2008	ex	2	1	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
16	Bod ZM	1.11.2008	ex	2	5	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
17	Bod ZM	1.11.2008	ex	2	15	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
18	Bod ZM	1.11.2008	ex	2	30	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
19	Bod ZM	1.11.2008	ex	2	60	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
20	Bod ZM	1.11.2008	ex	2	120	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
21	Bod ZM	1.11.2008	ex	2	300	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
22	Bod ZM	1.11.2008	ex	4	1	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
23	Bod ZM	1.11.2008	ex	4	5	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
24	Bod ZM	1.11.2008	ex	4	15	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
25	Bod ZM	1.11.2008	ex	4	30	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
26	Bod ZM	1.11.2008	ex	4	60	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
27	Bod ZM	1.11.2008	ex	4	120	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
28	Bod ZM	1.11.2008	ex	4	300	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
29	Bod ZM	1.11.2008	ex	3	1	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
30	Bod ZM	1.11.2008	ex	3	5	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
31	Bod ZM	1.11.2008	ex	3	15	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
32	Bod ZM	1.11.2008	ex	3	30	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
33	Bod ZM	1.11.2008	ex	3	60	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
34	Bod ZM	1.11.2008	ex	3	120	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti
35	Bod ZM	1.11.2008	ex	3	300	14°C, beze srážek, 25 km/h	polojasno, málo oblačnosti

Obr. 8: Atributová tabulka, která byla výstupem měření

- Pro statické mapování byly vytvořeny sloupce-datum (den, kdy se mapování uskutečňuje), zařízení (aparatura, kterou byl přijímán signál GPS), místo (číslo dané lokality), čas (počet pozic, ze kterých byla stanovena poloha), počasí (stav počasí v daný den a dobu) a oblačnost(charakter oblačnosti).
- Poté už je možné novou vrstvu editovat ukládáním bodů v terénu.

7. 1. 3. 2 Plánování měření pomocí internetové služby Satellite website predictor

- Nejprve je třeba najít na internetu tuto službu (<https://stellarsupport.deere.com/stellar/SatellitePredictor?language=en&country=US>)
- Dále je zapotřebí vyplnit lokalitu, pro kterou chceme znát rozestavení satelitů a hodnoty PDOP- město a stát nebo zeměpisné souřadnice dané lokality.
- Ve spodní části se vyplní dny, pro které chce uživatel znát rozestavení satelitů.
- Nakonec se ještě uvede údaj o odpovídajícím časovém pásmu.
- Po vyplnění těchto položek je možné kliknout na *Next*, což způsobí, že se zobrazí tabulka pro požadované dny.
- V tabulce je možné přepínat mezi počty satelitů, ze kterých je přijímán signál v určitou hodinu, a mezi hodnotami PDOP v daný čas.

Satellite Prediction

Please fill in the information below and click on the "Next" button.

1. Location

City: * (For example: Moline)
 State/Province: (For example: Illinois)
 Zip Code: (For example: 61265)
 Country: * (* indicates required)

Or if you know the longitude/latitude, skip the above and enter them below:

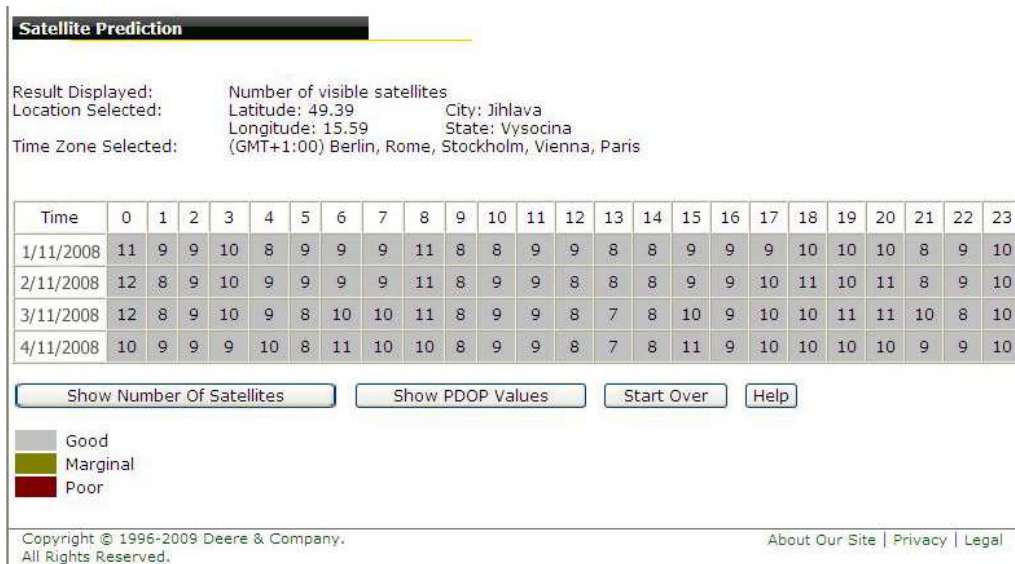
Latitude: (For example: 41.49)
 Longitude: (For example: -90.50)

2. Date Range and Time Zone

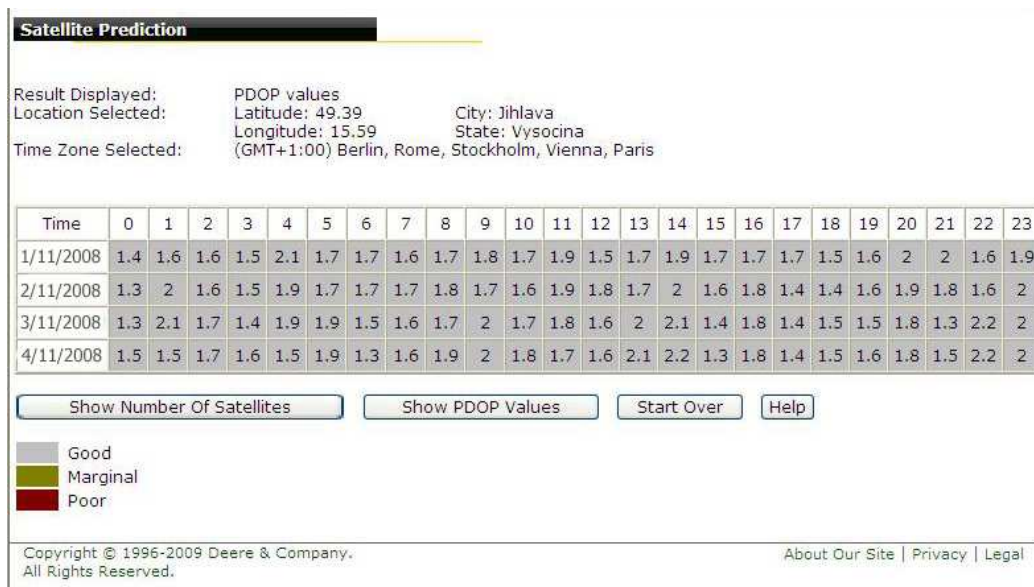
	Month	Day	Year
Start Date:	<input type="text" value="01"/>	<input type="text" value="11"/>	<input type="text" value="2008"/>
End Date:	<input type="text" value="04"/>	<input type="text" value="11"/>	<input type="text" value="2008"/>

Your Time Zone:

Obr. 9: Nastavení požadavků v programu Satellite website predictor



Obr. 10: Propočet počtu viditelných satelitů



Obr. 11: Propočet hodnot PDOP

7. 1. 3. 3 Vypnutí statické navigace u antény GPS integrované do PDA ASUS

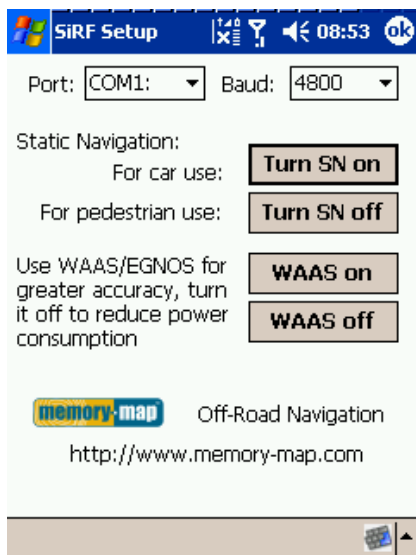
Úlohou funkce statická navigace (anglicky Static navigation) je pomoci GPS přijímači zamaskovat chyby při příjmu satelitního signálu. V praxi se tato funkce projevuje tak, že pokud se uživatel pohybuje rychlostí menší než 4 km/h, dochází k fixaci polohy a GPS přijímač nepřepočítává svou aktuální polohu podle aktuálních změn signálu. Je to kvůli tomu, že při vypočítávání polohy dochází k určitým nepřesnostem-

malým rozdílům ve vypočítaných souřadnicích. To má za následek, že i když nedochází k pohybu, udávaná poloha se stále mírně mění a GPS přijímač ukazuje pohyb. Tomu se právě statická navigace snaží zabránit. [20]

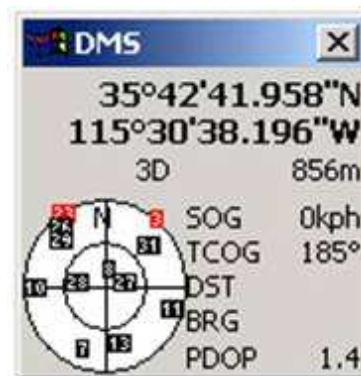
Pro účely testování GPS přijímačů během statických měření byla tato funkce nežádoucí, protože když přijímač zafixoval svou polohu, docházelo při průměrování k neustálému započítávání téže aktuální polohy a průměrování se tím pádem stávalo bezvýznamným. Statická navigace nebyla aktivována u externího modulu GPS Navilock, ale byla aktivní u integrované GPS antény kapesního počítače ASUS A639. Tato nesrovnalost, která bránila korektnímu porovnání pořízených dat byla odhalena až po uskutečnění několika sérií měření. Zda je statická navigace zapnuta či nikoliv je možné odhalit podle následujících indicií. Jakmile se GPS přijímač přestane hýbat, přestane se pohybovat také kurzor, který v programu ArcPad ukazuje aktuální polohu. Další údaj, který indikuje zapnutou statickou navigaci je SOG (Speed over ground), který nenabývá žádných hodnot a je téměř stále roven nule. Údaj SOG je možné nalézt v programu ArcPad v okně, které zobrazuje satelity GPS a další informace o signálu GPS.

Statickou navigaci lze u GPS přijímačů postavených na čipsetu Sirf Star III snadno vypnout. To je případ také integrované GPS antény kapesního počítače ASUS. Vypnout ji lze podle následujících pokynů.

- Jestliže je kapesní počítač vybaven operačním systémem Windows Mobile, je situace lehká a stačí stáhnout program APLSirf nebo MMSirf.
(<http://w5.nuinternet.com/s660100031/SirfTech.htm>)
- Dále je třeba program nainstalovat do PDA
- Po otevření programu se v horní části zkontroluje, jestli jsou zadány parametry pro komunikační port a pro rychlost přenosu dat, které odpovídají danému GPS přijímači (v případě integrované antény kapesního počítače ASUS A639 se jedná o komunikační port COM5 a rychlost přenosu dat 4800)
- Poté se Statická navigace jednoduše vypne kliknutím na ikonu *Turn SN off*.



Obr. 12: Prostedí programu MMSirf



Obr. 13: Zobrazení satelitů v programu ArcPad

7. 1. 4 Sběr dat a jeho primární výsledky

Organizace mapování byla ovlivněna snahou mapovat za různých povětrnostních podmínek (především šlo o mapování za jasného bezoblačného počasí na straně jedné a zataženého až deštivého počasí na straně druhé). Při sběru dat došlo k vyzporování některých specifických vlastností obou aparatur, které budou zmíněny v této kapitole.

Během snímání dat v terénu nedocházelo k záznamu aktuální hodnoty PDOP, jelikož tento záznam není softwarem umožněn. To je poměrně škoda, protože by to byl další aspekt, jehož význam na vliv přesnosti měření by bylo zajímavé vyhodnotit. Zpočátku byla snaha zaznamenávat manuálně do zápisníku hodnoty PDOP. Od toho bylo později upuštěno, jelikož funkce průměrování zabraňovala záznamu objektivních aktuálních hodnot této veličiny. Nakonec byl zaznamenáván pouze přibližný interval dosahovaných PDOP hodnot během mapování v určité lokalitě. Ten se nejčastěji pohyboval mezi 2.0 a 3.0, což jsou velmi dobré hodnoty, které zaručují poměrně přesné měření.

Zajímavý byl časový vývoj měření, který se u obou aparatur lišil. U externí antény odpovídal časový průběh informacím z literatury, které říkají, že při průměrování je každou vteřinu sejmuta aktuální poloha a započítána do průměrované pozice přijímače. V praxi to znamenalo, že měřila-li se průměrovaná pozice ze 300 sejmutých aktuálních pozic, trvalo měření 300 s, tedy 5 minut. Tento princip nefungoval

u integrované antény GPS kapesního počítače, neboť vytváření pozice ze 300 aktuálních, trvalo vždy více než 15 minut. Tento jev pravděpodobně souvisí s rozdílnými přenosovými rychlostmi obou GPS přijímačů. S touto rychlostí pravděpodobně souvisí také fakt, že externí modul byl vždy dříve připraven pro měření než integrovaný přijímač.

Sběr dat se nakonec uskutečnil v 5 dnech za různých atmosférických podmínek. Výsledkem byly bodové vrstvy s atributovými tabulkami, v nichž byly pozice jednotlivých bodů nositeli zeměpisných souřadnic, získaných na základě příjmu signálu GPS.

7. 2 Dynamická měření

Dynamickým měřením se rozumí snímání dat v pohybu a jeho výsledky jsou v tomto případě polygony. Liniové prvky nebyly snímány, protože při dalším zpracování v programu ArcGIS 9.2 mohly být v případě zájmu izolovány z uložených polygonů. Měření probíhalo opět týmiž dvěma aparaturami jako statická měření. Polygony byly vybrány jako geoprvky, jejichž přesnost snímání bude posuzována kvůli jejich častému využívání při mapování v terénu. V praxi jsou vhodné pro zaznamenávání areálu výskytu určitého druhu rostlin či živočichů, anebo pro zaznamenání určitých pozemků a jiných geoprvků plošného charakteru.

7. 2. 1 Výběr vhodné lokality

Požadavek pro výběr lokality byla opět přítomnost geodetického bodu, u něž by byly přesně změřeny zeměpisné souřadnice a nadmořská výška. Od něj pak došlo k vytyčení čtverce o straně sto metrů. Z tohoto důvodu bylo třeba najít geodetický bod v plochem a přístupném terénu, který v blízkosti nemá žádné limity typu vodního toku, vodní plochy, silnice, zástavby atd. Tyto podmínky splnil geodetický bod v Českých Budějovicích v parku Stromovka.

- Lokalita pro dynamická měření- triangulační list 4002, bod číslo 227, název bodu: V Sadech, druh: ZhB, hodnota Y-757090,16, hodnota X-1166608,86, nadmořská výška: 386,44 m.n.m.

7. 2. 2 Stanovení metod sběru

Mapování probíhalo opět oběma přístroji. Tentokrát však neprobíhalo zároveň, ale bezprostředně po sobě. Během jednoho měření v dané datum bylo sejmutu každou

aparaturou 8 různých polygonů-3 trojúhelníky (o straně 20m, 60m a 100m), 3 čtverce (o straně 20m, 60m a 100m. a dva geometrické polygony o více než 4 vrcholech).

Metody dynamických měření vycházely z metod sběru statických měření. Při měření nebylo uplatňováno průměrování, protože snímání probíhalo kontinuálně při chůzi po obvodu daného polygonu. Pozice přijímače byla snímána každé tři metry. Tento interval se nastavuje v záložce *Sejmount* (viz. 7. 1. 2. Stanovení metod sběru), kde se pod nadpis *Kontinuálně* do políčka, které je označeno *Interval vzdálenosti* doplní údaj 3 metry. Omezení hodnot PDOP zůstává 4.0 také při dynamických měřeních.

Organizace měření pro jednotlivé dny zůstává stejná a vychází ze snahy mít vedle sebe měření prováděné za různých atmosférických podmínek. Na jedné straně je to oblačné zatažené počasí se srážkami a polojasné až jasné počasí na straně druhé. Jednotlivým vytyčeným polygonům byla přiřazena čísla 1-8, která zároveň určovala pořadí, v jakém budou polygony postupně snímány. Každý polygon měl ve svém jednom vrcholu vytipovaný geodetický bod, ze kterého vždy začínalo jeho snímání. Daný polygon byl snímán tak ,že byl vykonáván pohyb se zapnutým GPS přijímačem po jeho obvodu. Přijímač kontinuálně zaznamenával projitou trasu podle zadaných parametrů v prostředí programu ArcPad. Polygon byl dokončen a uložen do připravené polygonové vrstvy, jakmile jsem došel do místa odkud jsem vyrazil na trasu po jeho obvodu. Aby mohl být později identifikován, byla vytvořena atributová tabulka pro záznam následujících údajů: datumu (kdy mapování proběhlo), zařízení (kterým mapování probíhalo), typu polygonu (jeho přiřazené číslo), plochy (kterou měl polygon v ideálním případě zabírat), počasí a oblačnosti.

Měření bylo plánováno za pomoci programu Satellite website predictor a většinou probíhalo od 12:00 do 15:00. Jeho výsledkem bylo zaznamenání 8 polygonů každou aparaturou, přičemž každý polygon byl zaznamenáván každou aparaturou zvlášť bezprostředně za sebou, aby byla zachována podobnost podmínek příjmu signálu.

7. 2. 3 Přípravné práce

Přípravné práce pro měření spočívaly ve vytvoření vrstvy pro GIS aplikaci ArcPad, do které se zaznamenávaly jednotlivé polygony. Její tvorba probíhá stejně jako v případě tvorby bodové vrstvy pro účel statických měření (viz. kapitola 7.1.3.1 Postup tvorby vrstvy pro účely měření v terénu). Pouze při zadávání prvku, pro jehož snímání bude vrstva určena se nezadáva pointZ, ale polygonZ. To znamená, že pro sejmuté body tvořící obvod polygonu bude kromě jejich horizontální polohy zaznamenána jako

Z souřadnice také nadmořská výška. Trochu jinou podobu bude mít také atributová tabulka, do které se zaznamenávaly výše zmíněné údaje. Tyto údaje poté sloužily k identifikaci polygonů a umožnily tak jejich další statistické zpracování. Při plánování měření bylo opět pracováno na internetu s programem Satellite website predictor a statická navigace u interního GPS přijímače byla ponechána vypnuta.

Před samotným mapováním v terénu došlo k vytyčení čtverce o straně 100m v jehož jednom vrcholu se nacházel vytipovaný geodetický bod. Vytyčení bylo uděláno pomocí pásma, dřevěných kolíků a buzoly, která sloužila k vytyčování pravých úhlů. Ostatní vytyčené polygony z tohoto čtverce vycházely.

7. 2. 4 Sběr dat

Pro dynamická měření bylo nakonec uskutečněno celkem 12 sérií měření v šesti dnech, což ve výsledku znamená dvě měření různými aparaturami v jeden den. K těmto dvanácti bylo navíc provedeno jedno experimentální speciální měření, při němž došlo k sejmutí lomových bodů polygonů (tedy jejich vrcholů) metodou průměrování. Účelem bylo zjistit, zda je takto možné výrazně ovlivnit přesnost měření snímaných polygonů. Měření proběhlo v šesti dnech za různých povětrnostních podmínek.

8. Metodika zpracování naměřených údajů do databáze

Naměřená data budou zpracována dvěma základními způsoby a to jednak statistickým způsobem v tabulkách a poté grafickým způsobem v podobě různých mapových listů (k jejich tvorbě byla využita data, která poskytl Český úřad zeměměřičský a katastrální (ČÚZK)-jedná se Ortofoto, Rastrovou základní mapu 1:10000 (RZM10) v digitální podobě a mapové podklady z databáze ZABAGED® pro území, kde probíhalo mapování.

8. 1 Transformace dat naměřených ve WGS-84 do S-JTSK

8. 1. 1 WGS-84

Je vojenským souřadnicovým systémem zeměpisných souřadnic, který používají státy NATO. Jako referenční plochu užívá elipsoid WGS-84 (World geodetic system). Používané kartografické zobrazení je univerzální transverzální Mercatorovo zobrazení, které se označuje zkratkou UTM. Jedná se o příčné konformní válcové Mercatorovo zobrazení poledníkových pásů, přičemž každý pás má vlastní souřadnicovou soustavu [22]. V tomto souřadnicovém systému pracují tradičně systémy GPS a udávají polohu jednotlivých bodů pomocí zeměpisných souřadnic, tedy zeměpisné šířky a délky. Navíc bývá udáván ještě třetí rozměr, kterým je výška. Nejedná se o nadmořskou výšku, ale o takzvanou elipsoidickou výšku, která v metrech udává výšku nad povrchem referenčního elipsoidu. Horizontální souřadnice mohou GPS přijímače udávat v různých formátech, na což je třeba dávat při vyhodnocování polohy pozor. Uživatel si může vybrat mezi třemi druhy formátu udávané polohy. Může být udána pouze ve stupních, ve stupních a minutách, anebo ve stupních, minutách a vteřinách.

8. 1. 2 S-JTSK

Souřadnicový systém jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK) je kartézským systémem souřadnic, ve kterém se poloha jednotlivých bodů určuje pomocí souřadnic X,Y. S-JTSK je definován na Besselově elipsoidu pomocí Křovákova zobrazení, což je dvojité konformní kuželové zobrazení v obecné poloze, které je jednotné pro celou Českou republiku. Počátkem pravoúhlé soustavy souřadnic byl určen

obraz vrcholu promítacího kužele. Osa X směřuje na jih a je tvořena obrazem poledníku $42^{\circ}30'$ a osa Y je k ní kolmá a směřuje na západ [22]. Celé zobrazované území je v prvním kvadrantu, a proto jsou obě hodnoty kladné. Tento fakt neplatí v prostředí programu ArcGIS, který pracuje s matematickými souřadnicemi X a Y (X doprava a Y svisle), a proto jsou obě hodnoty záporné [6].

8. 1. 3 Transformace v prostředí ArcGIS 9.2

Jelikož GPS pracuje a zaznamenává polohu objektů v systému WGS-84 a jelikož poloha geodetických bodů je uváděná v kartézských souřadnicích systému S-JTSK, prvním procesem zpracování bylo jejich sjednocení do stejného souřadnicového systému. Vzhledem k plánovaným statistickým vyhodnocením byly naměřená data převedena ze zeměpisných souřadnic systému WGS-84 do kartézských souřadnic S-JTSK. Ty totiž umožňují jednodušší vypočítání odchylky od skutečné polohy. Tato transformace proběhla v prostředí ArcGIS 9.2 za pomoci aplikace ArcToolbox. Při transformaci může dojít k chybě až 2 m [6]. Na tuto možnou chybu bude brán zřetel pouze při hodnocení absolutní přesnosti obou aparatur. Při jejich vzájemném srovnání bude chyba zanedbána, jelikož všechna data byla transformována stejným způsobem.

Transformace probíhá v prostředí programu ArcToolBox, který je součástí ArcGIS, podle následujících kroků.

- Nejprve se spustí ArcMap a dojde ke spuštění programu ArcToolBox.
- V něm jsou postupně zvoleny položky *Správa dat-Souřadnicové systémy a transformace-Vektorová data-Transformace dat mezi souřadnicovými systémy (Project)*.
- Zde je třeba vyplnit Vstupní datovou sadu (data, které budou převáděna) a Výstupnou datovou sadu (nová vrstva se stejnými prvky a změněným souřadnicovým systémem).
- Poté se zadá výstupní souřadnicový systém (v našem případě S-JTSK), k němuž se dostává postupným klikáním ve výběrovém okně. Cesta volených položek je následující *Projected coordinate systems-National Grids-S-JTSK Krovak EastNorth*.
- Poté už se doplní pouze *Geografická transformace*, kterou je nutné vyplnit, přestože vedle této položky je v závorce napsáno nepovinné (zaškrtně se položka S-JTSK_To_WGS_1984_1).

- Po dokončení je do adresáře s původním souborem s daty ve WGS-84 uložen také nový soubor s týmiž daty, a však v souřadnicovém systému S-JTSK.

8. 2 Statická měření

8. 2 1 Zpracování naměřených dat pro další využití

Tato kapitola se věnuje získání souřadnic jednotlivých bodů sejmutých v terénu v prostředí ArcGIS pomocí aplikace XToolsPro, který je volně dostupný na internetu (<http://www.xtoolspro.com/download.html>). Tento program umožnil jednoduchým způsobem dostat veškeré naměřené souřadnice (X,Y,Z=nadmořská výška) do atributové tabulky a jejich následné převedení do programu Microsoft Excel, kde mohly být data následně statisticky zpracována.

Postup práce s programem XToolsPro:

- Po nainstalování programu podle návodu je třeba zobrazit možnosti této aplikace přes záložku *Zobrazení-Lišty nástrojů-XToolsPro*
- Poté se objeví lišta nástrojů XToolsPro, ve které se klikne na šipku vedle nápisu XToolsPro



Obr. 14: Lišta nástrojů XToolsPro

- Objeví se nabídka, ze které se vybere záložka *Table operations*, kde je nástroj *Add X,Y,Z coordinates*, který ke všem bodům ve vybrané vrstvě vytvoří v atributové tabulce sloupce s příslušnými souřadnicemi naměřenými v terénu.



Obr. 15: Jednotlivé nástroje XTools Pro

8. 2. 2 Zpracování dat do výsledných výstupů

Naměřená data byla zpracována dvěma způsoby. Nejprve statisticky a číselně do tabulkových výstupů. Toto zpracování dat bylo především časově náročné a vedlo ke získání údajů, které pak jsou porovnatelné z různých hledisek. Proces zpracování naměřených souřadnic do takové podoby, aby byly porovnatelné probíhal několika krokovým počítáním v prostředí programu Microsoft Excel.

- Nejprve je nutné získané souřadnice X a Y vyexportovat pomocí XToolsPro nástrojem *Export Data to MS Excel*
- Poté bylo třeba sjednotit formát souřadnic bodů naměřených GPS a odpovídajících geodetických bodů, na kterých byla data získána. Souřadnice X a Y naměřených bodů byly záporné a opačné proti souřadnicím X a Y geodet bodů. To je způsobeno různým pojetím os a kvadrantů kartézské soustavy pro matematické a geodetické účely [6]. Sjednocení bylo provedeno tak, že se počítalo pouze s kladnými hodnotami a že pro účely výpočtu se hodnoty souřadnice Y geodetického bodu staly hodnotami souřadnice X a zároveň hodnoty souřadnice X geodetického bodu se staly hodnotami souřadnicemi Y.
- Po této úpravě se od sebe mohly odečíst souřadnice X naměřeného bodu a odpovídajícího geodetického bodu. Takto byly od sebe odečteny také souřadnice Y týchž bodů.
- Rozdíly mezi nimi pak byly umocněny na druhou a provedl se součet těchto druhých mocnin. Druhá odmocnina tohoto součtu udává v metrech vzdálenost bodu zaznamenaného pomocí GPS od geodetického bodu, tzn. odchylku od skutečné polohy.
- Díky těmto výsledkům pak může být porovnána přesnost jednotlivých měření.

Dalším způsobem zpracování byla jejich vizualizace v mapových výstupech, které graficky znázorňují výsledky vzešlé z tabulkových zpracování dat. Tvorba těchto výstupů proběhla v programu ArcMap, který je součástí ArcGIS 9.2.

8. 3 Dynamická měření

8. 3. 1 Revize dat a jejich prvotní zpracování

Po ukončení práce v terénu je nutné nasbíraná data zkontrolovat zobrazením v programu ArcMap, protože během mapování často dojde k zaznamenání nějakých nepřesností do atributové tabulky, což by mohlo vést při pozdějším zpracování

k nepoužitelnosti dat. Během mapování se navíc několikrát stalo, že byl zaznamenán polygon do jiné vrstvy, než do které náležel. To se dá snadno opravit v aplikacích GIS, ale je potřeba vědět, který geoprvek byl takto špatně zaznamenán.

Dále docházelo k doplnění některých informací, které nemusely být ihned ukládány pro každý sejmutý polygon. To byl případ datumu, počasí a oblačnosti, které se během měření nikdy zásadně nezměnily. Během této první revize došlo většinou k transformaci vrstvy ze souřadnic WGS-84 do souřadnic S-JTSK.

Po transformaci bylo nutné získat údaje o plochách a obvodech sejmutých polygonů. Oba tyto údaje je možné dopočítat a zobrazit v atributové tabulce dané vrstvy díky nástroji *Calculate area, perimeter, length, acres and hectars*, který je součástí nástrojů XToolsPro.

8. 3. 2 Zpracování dat do výsledných výstupů

Naměřená data byla opět zpracována dvěma základními způsoby. První bylo tabulkové zpracování číselných hodnot měření plochy a obvodu polygonů. Pro porovnání jednotlivých hodnot musela být nejprve stanovena forma porovnávání. Oproti výsledkům bodových měření zde nemohla být vypočítávána odchylka od aktuální polohy a jako ukazatel korektnosti měření byly vybrány údaje o obvodu a ploše sejmutých polygonů, jejichž přibližná reálná hodnota byla známa díky faktu, že byly vytyčovány podle stanovených rozměrů.

Zde je třeba zmínit, že vzhledem k metodě vytyčování pomocí pásma a buzoly a k velikosti vytyčovaného území byly očekávány odchylky v měření obvodu v řádech metrů a v měření ploch v řádech desítek až stovek metrů čtverečných. Bylo třeba také definovat jaké konkrétní údaje budou sloužit k posouzení kvality měření. Nakonec bylo rozhodnuto, že k posouzení kvality měření bude sloužit odchylka sejmutých polygonů od obvodu a plochy teoreticky přesně vytyčených polygonů v terénu. Tyto hodnoty poté budou v případě potřeby relativizovány a průměrovány podle různých klíčů, což by mělo v praxi vést k tabulkovým výstupům, které budou číselně vyjadřovat kvalitu snímání dané GPS aparatury.

Zpracování dat proběhlo v několika krocích a to především v programu Microsoft Excel.

- Nejprve je nutné získané hodnoty obvodu a plochy sejmutých polygonů vyexportovat pomocí XToolsPro nástrojem *Export Data to MS Excel*

- Poté dojde k tomu, že se mezi sebou odečtou hodnoty sejmutých polygonů a teoreticky přesně vytyčených polygonů, čímž získáme odchylku od reálných hodnot pro každý sejmutý polygon.
- Dále vytvoříme aritmetický průměr nebo relativní hodnoty těchto odchylek pro určitý den a určitou aparaturu. Veškeré výsledky budou posléze zaneseny do přehledných tabulek a okomentovány.

Dalším zpracováním bude grafické zobrazení vybraných výsledků v mapových výstupech, které budou tvořeny pomocí programu ArcMap, jež je součástí ArcGIS 9.2.

9. Vyhodnocení naměřených údajů

V této kapitole jsou konečně získané výsledky vyhodnoceny a okomentovány. Přestože se jedná o stěžejní kapitolu diplomové práce dá se očekávat, že bude oproti ostatním poměrně stručná. Bude se totiž zabírat přesnými číselnými výsledky, které mají celkem jednoznačnou vypovídací hodnotu a není možné o nich příliš polemizovat. Budou zde konečně zužitkovány veškeré přípravné práce a získané dovednosti a znalosti v oblasti problematiky mobilního mapování pomocí aparatur GPS. Výstupem této kapitoly je zhodnocení získaných dat a vytvoření určitých závěrů týkajících se obou aparatur. Tyto závěry nebudou nahodilé, protože se opírají o rozsáhlou databázi původních měření. V případě statických měření se jedná o databázi 350 bodů, k nimž byl GPS aparaturou zaznamenán výškopis a polohopis a v případě dynamických měření jsou výsledky opřeny o databázi 112 sejmutých polygonových prvků.

9.1 Statická měření

9.1.1 Vliv počasí na přesnost měření

Tato podkapitola bude posuzovat **přesnost měření v závislosti na daných atmosférických podmínkách**. Výsledek bude stanoven na základě srovnání průměru odchylek všech sejmutých pozic v daný den určitou aparaturou. Tento postup byl vybrán proto, aby ve výsledcích nemusel být brán zřetel na hodnoty PDOP a vyšel z předpokladu, že během pěti hodin, kdy měření probíhalo, mění se hodnoty PDOP ovlivňovaly přesnost měření negativně i pozitivně. Proto výsledná průměrovaná hodnota odchylek v daný den mohla posloužit k určení vlivu momentálního stavu počasí.

Největší pozornost byla věnována oblačnosti, protože pro posouzení dalších vlivů jako rychlost větru a teplota by byla zapotřebí větší databáze a lepšího, specializovaného technického vybavení, které by umožnilo kvalitní meteorologická měření přímo v dané lokalitě. Posouzení přesnosti v závislosti na daném počasí je orientační, protože kdyby mělo být zcela jednoznačné, muselo by probíhat vždy na stejném místě a musely by být vždy zaručeny stejné hodnoty PDOP a příjem signálu z týchž satelitů. To je ovšem v praxi velmi těžko proveditelné a navíc byla měření

koncipována tak, aby podle nich bylo možno stanovit více vlivů na přesnost měření a ne pouze vliv počasí. Přesto se výsledky jeví jako korektní a vhodné pro zhodnocení vlivu momentálního stavu počasí na přesnost obou použitých aparatur GPS.

Níže jsou uvedeny meteorologické charakteristiky jednotlivých dnů, během nichž měření probíhalo. Ty byly určeny na základě vlastních pozorování a na základě záznamů meteorologické stanice Českého hydrometeorologického úřadu v Jihlavě. Tyto údaje jsou následovány tabulkou, která řadí měření podle průměrných odchylek v daný den od nejpřesnějšího po nejméně přesné.

- 1.11.2008- polojasno, 14°C, beze srážek, 25 km/h
- 2.11.2008-zataženo, 12°C, mrholení, přeháňky, 7 km/h
- 3.11.2008-zataženo-nízká oblačnost, mlha, 10°C, beze srážek, 25 km/h
- 16.11.2008-zataženo, 7°C, déšť, 21 km/h
- 17.11.2008-polojasno, 4°C, beze srážek, 18 km/h

Tabulka č. 5: Tabulka přesnosti měření podle jednotlivých dnů

Datum měření	GPS přijímač	Odchylka od pozice (m)
1.11.2008	BT-338	1,541
17.11.2008	BT-338	1,573
2.11.2008	BT-338	2,37
16.11.2008	BT-338	2,713
3.11.2008	BT-338	2,788
1.11.2008	PDA- ASUS	2,791
16.11.2008	PDA- ASUS	3,155
2.11.2008	PDA- ASUS	3,215
17.11.2008	PDA- ASUS	3,782
3.11.2008	PDA- ASUS	3,885

Z hlediska atmosférických podmínek při sběru dat je výsledek poměrně jasný u externího GPS přijímače Navilock BT-338. **Nejpřesnější měření byla uskutečněna ve dvou dnech kdy byla nejmenší oblačnost.** Tento fakt je navíc podložen poměrně značným rozdílem v přesnosti mezi dvěma bezoblačnými dny a třemi dalšími dny, které byly oblačné a případně také deštivé. Tento rozdíl činil takřka 80 cm. Z výše zmíněného zároveň vyplývá, že **při oblačném počasí jsou testované aparatury méně přesné než za bezoblačného počasí.** Nejméně přesné výsledky byly získány 3.11. 2008. Specifikem tohoto dne byla mlha a nízká oblačnost, pročež lze usuzovat, že **čím nižší oblačnost, tím negativnější má dopad na přesnost měření.** Za jednoznačně

prokázané bychom to však mohli považovat, až po sérii několika měření za podobných podmínek.

Zmíněné závěry potvrzují také výsledky získané interní anténou GPS kapesního počítače ASUS jen částečně. Tuto odchylku je však možné přičítat občasnému nestandardnímu chování této GPS aparatury (viz. 9.1.5 Srovnání přesnosti použitých aparatur). Vzhledem k tomu, že dny, kdy bylo dosaženo nejpřesnějších a nejméně přesných výsledků byly totožné u obou aparatur, je možné konstatovat, že výše zmíněné závěry se částečně prokázaly také při mapování s interní anténou GPS kapesního počítače ASUS.

9. 1. 2 Vliv hodnot PDOP na přesnost měření

Vyhodnocení vlivu měnících se hodnot PDOP na přesnost měření proběhne na základě podrobnějšího sledování průběhu měření v den, kdy podle průměrné odchylky došlo k nejpřesnějším a nejméně přesným měřením. Tabulky s odpovídajícími údaji pro dané dny jsou součástí příloh (viz. Tabulková příloha č. 1- 4) . K jednotlivým měřením jsou uvedeny intervaly, ve kterých se hodnoty PDOP pohybovaly, protože během průměrování není možné tyto hodnoty zaznamenávat a software ArcPad nemá nástroj, který by zaznamenal pro uložený bod kromě polohy a elipsoidické výšky ještě aktuální nebo průměrované hodnoty PDOP. Tabulky zachycují průběh měření oběma aparaturami dne 1. 11. 2008, kdy byly výsledky v průměru nejpřesnější, a 3. 11. 2008, kdy byly naopak nejméně přesné.

Podíváme-li se na vývoj měření oběma aparaturami na určitém místě, je možné si všimnout, že někdy dochází k **výrazným změnám v přesnosti měření na jedné lokalitě v těsném časovém sledu. Tyto změny jednoznačně souvisí s měnícími se hodnotami PDOP. Jinak totiž není možné vysvětlit, že průměrované hodnoty z menšího počtu pozic (například 15) jsou přesnější než hodnoty vytvořené z 300 pozic. Z tohoto vyplývá, že rozestavení satelitů a jejich počet hraje významnou roli při přesnosti daného měření v danou chvíli a že například průměrování hraje pouze dílčí roli korekce přesnosti.**

9. 1. 3 Vliv průměrování na přesnost měření

Možnost ovlivnit přesnost měření průměrováním bude zhodnocena na základě tabulky, která uvádí průměrné hodnoty všech odchylek od pozice, které byly sejmuty jako průměr daného počtu pozic. Další grafická příloha jsou dva grafy (viz. Grafická

příloha č. 8 a č. 9), které zobrazují rozdělení četností podle toho z jakého počtu pozic byla daná poloha průměrována. Oba třídí veškerá získaná data podle jejich odchylky od pozice do intervalů po jednom metru.

Tabulka č. 6: Tabulka přesnosti měření podle jejich délky

Délka měření (počet pozic)	Odchylka od pozice (m) [PDA- ASUS]	Odchylka od pozice (m) [BT-338]
1	4,221	2,232
5	3,601	2,212
15	3,467	2,308
30	3,294	2,267
60	2,777	2,098
120	2,812	2,215
300	3,387	2,048

Z hlediska vlivu **průměrování** na přesnost měření vyšly velmi zajímavé výsledky, které ukazují poměrně **malý vliv této funkce na přesnost měření externího modulu Navilock**. Je pravdou, že **nejpřesnějšího měření bylo dosaženo při nejdelším průměrování, ale rozdíl proti nejhoršímu výsledku je pouhých 30 centimetrů, což znamená, že tento GPS přijímač je schopen zajistit konstantně podobně přesné měření bez ohledu na to, jak dlouho bude průměrování probíhat**. To je zajímavá informace především z hlediska časové úspory při mapování.

U výsledků **interní antény kapesního počítače ASUS** se ukázalo opět její nestandardní chování (9.1.5 Srovnání přesnosti použitých aparatur), když **při nejdelším čase nebylo ani zdaleka dosaženo nejpreciznějších výsledků**. Navíc rozdíl mezi nejpreciznějším a nejméně přesným měřením je 1,5 metru. Nepočítá-li se však nejdelší čas, **je možné konstatovat, že delší průměrování má v zásadě pozitivní vliv na přesnost měření**.

Z tohoto důvodu lze průměrování jako jeden z nástrojů pro zpřesnění mapování v terénu pomocí GPS jednoznačně doporučit. **Podle výsledků, kterých bylo dosaženo na obou aparaturách se jeví pro průměrování jako optimální sejmutí 60 pozic. Tento počet průměrovaných pozic zaručuje dostatečnou eliminaci náhodné chyby, zvýšení přesnosti a zároveň časovou úsporu.**

9. 1. 4 Vliv lokálních podmínek-reliéf a vegetace

Původní záměr bylo nalézt geodetické body, které se budou nacházet v různém prostředí, ve kterém může v praxi mapování probíhat, a zde pak provádět testování. Těmito prostředími měl být lesní porost, městská zástavba, hluboké údolí a prostranství bez překážek [23]. Při hledání těchto lokalit byl výběr omezen přítomností geodetického bodu o známých souřadnicích a nadmořské výšce a také snadnou časovou dosažitelností všech lokalit, na kterých bude sběr dat probíhat. Z tohoto důvodu byla prostředí nakonec redukována na tři základní, která odpovídala původnímu záměru pouze částečně. Prvním prostředím byla **městská zástavba- lokalita č.1 a lokalita č. 5**. Další byla lokalita s **ideálními observačními podmínkami**, to znamená, bez viditelných překážek v podobě vegetace a svahu, což splňovala **lokalita č. 3**. Zbylé dvě **lokality č. 2 a č. 4** byly **na volném prostranství a nenacházeli se na návrší, ale naopak v konvexním svahu nebo v jeho blízkosti**, což mohlo alespoň částečně simulovat příjem signálu v údolí.

Pro posouzení vlivu lokálních podmínek na jednotlivých místech sběru dat jsou důležité výsledky zaznamenané v tabulce č. 8. Tabulka zachycuje aritmetický průměr odchylek všech měření, které byly v dané lokalitě provedeny. Dále jsou rozděleny podle aparatury, pomocí které měření proběhlo. Vzhledem k výše zmíněným podmínkám se očekávalo, že **v lokalitě č. 3 bude dosaženo jednoho z nejpřesnějších výsledků**. Tato hypotéza se potvrdila výslednou **průměrnou odchylkou okolo 1,8 m u externí antény BT-338 a 2,7 m u interní antény zařízení ASUS A639**. Z druhé strany **horší výsledky byly očekávány v lokalitě č. 5**, která je v zastavěné oblasti a může docházet k zastínění signálu okolními budovami. **Výsledky okolo 3,9 m u integrované antény kapesního počítače ASUS a 2,5 m přístroje BT-338** zmíněný předpoklad také potvrdili.

Těžko interpretovatelná je situace, která se odehrála v **lokalitě č. 1, ve které bylo externím modulem dosaženo nejpřesnějších měření (1,637 m) a interní anténou naopak nejméně přesných (4,118 m)**. Přestože je tato lokalita uprostřed městské zástavby, v její blízkosti se nenacházejí výraznější překážky a navíc se nalézá na návrší. Proto nebylo předpokládáno, že zde bude některou z aparatur dosaženo extrémně nepřesných výsledků. Rozdíl v průměrné odchylce mezi oběma aparaturami byl okolo 2,5 m, což je oproti srovnání jiných jejich výsledků značný rozdíl. Na to mohlo mít vliv několik aspektů jako například velká chyba několika měření pořízených integrovanou GPS anténou v důsledku kolísajících hodnot PDOP nebo v důsledku změn v ionosféře. Otázkou ale zůstává, proč se tyto chyby neprojevíly také

na výsledcích pořízených BT-338, když byly pořizovány za stejných podmínek. Z tohoto důvodu je třeba opět zmínit, že tento výsledek podtrhuje fakt, že se interní anténa kapesního počítače může často chovat z hlediska přesnosti velmi nestandardně (9. 1. 5 Srovnání přesnosti použitých aparatur).

Na závěr je třeba zmínit výsledek, který byl zaznamenaná **v lokalitě č. 4, kde se jednoznačně prokázal negativní vliv reliéfu na přesnost měření.** Je to patrné především z mapové přílohy (viz. Mapová příloha č. 4), kde je jasně vidět nerovnoměrné rozložení výsledků po kružnici. Všechny sejmuté body jsou posunuty severním směrem. Z tohoto důvodu jsem si určil řez AB v dané lokalitě (viz. Mapová příloha č. 7), pro který jsem vytvořil profil reliéfu (viz. Grafická příloha č. 7). Ze všech zmíněných příloh pramení konstatování, že přesnost měření v lokalitě č. 4 ovlivnil konvexní svah, v němž se nachází geodetický bod, a který se zvedá ve směru JJV.

Tabulka č. 7: Tabulka přesnosti měření podle místa

Lokalita měření	PDA- ASUS (m)	BT-338 (m)
1	4,118	1,637
2	2,659	2,132
3	2,728	1,876
4	3,429	2,82
5	3,894	2,521

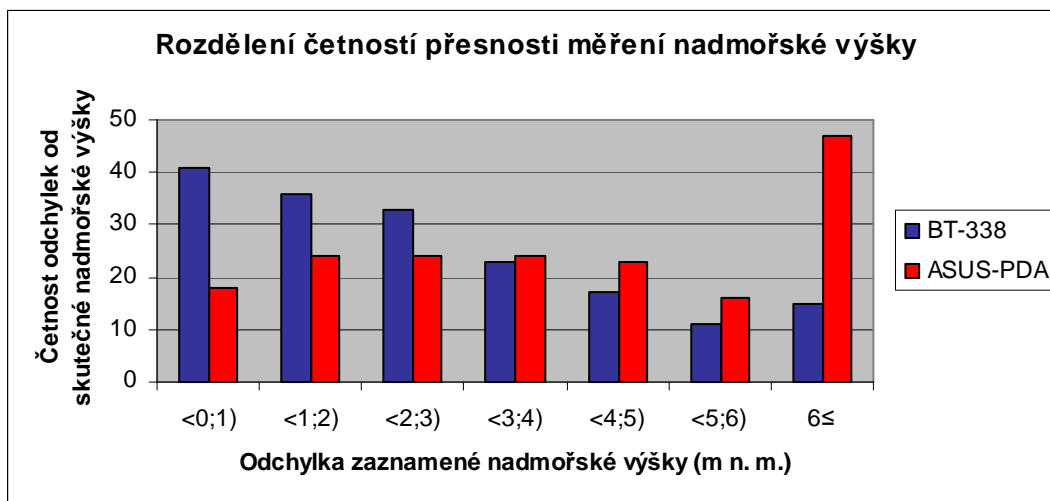
9. 1. 5 Přesnost měření nadmořské výšky

Přesnost měření nadmořské výšky získané pomocí aparatury GPS je komplikovaná, protože systém GPS pracuje v jiném výškovém systému, než ve kterém jsou k dispozici nadmořské výšky příslušných geodetických bodů. V Evropě je dnes běžně užíván Baltský systém normálních výšek (Bpv). Nadmořské výšky jsou v tomto systému určovány jako vertikální vzdálenosti stanoviště od úrovně geoidu (střední hladiny referenčního moře) ve směru místní normály referenčního elipsoidu [6]. V případě normálního výškového systému Bpv je za referenční hladinu zvolena střední hladina Baltského moře. Oproti tomu aparatury GPS měří výšky v elipsoidickém výškovém systému. Tento systém definuje výšky jako vertikální vzdálenosti stanoviště od elipsoidu, jehož odlehlost od geoidu může být až 150 m. Na našem území se odlehlost těchto základních ploch (geoidu a elipsoidu) projevuje výškovým rozdílem elipsoidických výšek GPS a nivelovaných výšek Bpv v rozmezí 41 až 47 m [6].

Já měl naštěstí k dispozici pro jeden z vybraných geodetických bodů jak výšku v Bpv, tak výšku elipsoidickou. Díky tomu jsem mohl určit přibližnou odchylku pro místní region jejich odečtením od sebe. Tento rozdíl byl 46,09 m. Jelikož všechny lokality, na kterých měření probíhalo, od sebe nebyly vzdáleny více než 3 km, použil jsem tento zjištěný rozdíl pro převedení elipsoidických výšek získaných pomocí GPS na všech lokalitách do systému Bpv. Toto převedení proběhlo jako odečet hodnoty 46,09 od naměřených elipsoidických výšek. Takto upravené údaje mohly být posléze porovnány s hodnotami nadmořských výšek, které byly známy pro jednotlivé geodetické body, na nichž probíhala měření.

Výsledkem je graf č. 1, který zobrazuje, jakých odchylek bylo během celého mapování dosahováno. Výsledky jsou překvapivě přesné především u **externího modulu BT-338. Nadpoloviční většina záznamů nadmořské výšky svou přesností nepřekročila 3 metry, což se dá považovat za vynikající výsledek. Navíc v rozdělení četností je nejvíce zastoupen interval s odchylkou do 1 m. Takového výsledku nebylo dosaženo ani při měření horizontální polohy. Výsledky integrované GPS antény jsou horší. Nejvíce měření mělo odchylku větší než 6 m. Vyskytlo se dokonce několik hodnot, které udávaly až o 20 metrů jinou nadmořskou výšku, než která byla v místě měření ve skutečnosti.**

Graf č. 1: Rozdělení četností přesnosti měření nadmořské výšky



9. 1. 6 Srovnání přesnosti použitých aparatur

Přesnost obou aparatur bude porovnána především na základě tabulky č. 5, která byla použita a vytvořena pro posouzení vlivu počasí na přesnost měření, protože

výsledky v ní zobrazené zároveň ukazují nejvýrazněji rozdíl v přesnosti mezi oběma aparaturami.

Tabulka č. 5: Tabulka průměrných chyb měření za jednotlivé dny

datum měření	GPS přijímač	Odchylka od pozice(metry)
1.11.2008	BT-338	1,541
17.11.2008	BT-338	1,573
2.11.2008	BT-338	2,37
16.11.2008	BT-338	2,713
3.11.2008	BT-338	2,788
1.11.2008	PDA- ASUS	2,791
16.11.2008	PDA- ASUS	3,155
2.11.2008	PDA- ASUS	3,215
17.11.2008	PDA- ASUS	3,782
3.11.2008	PDA- ASUS	3,885

Tabulka zobrazuje dosaženou průměrnou odchylku v daný den měření rozdělenou navíc podle toho, jakou aparaturou byla data zaznamenána. **Jednoznačným vítězem srovnání obou aparatur je externí GPS, jejíž průměrná denní odchylka se i v nejhorším případě vměstnala do hranice 3 m, což je o 7 metrů lepší přesnost než udává výrobce.** Navíc nejlepší výsledek **okolo 1,5 metrů zaručuje za dobrých podmínek značně přesné měření a tím pádem i mapování.** Zajímavostí je, že i nejhorší výsledek externí GPS zůstal lepší než nejlepší výsledek interní antény. Je třeba ale dodat, že to bylo pouze o 3 mm, což umožňuje konstatovat, že jsou tyto dva výsledky v podstatě totožné.

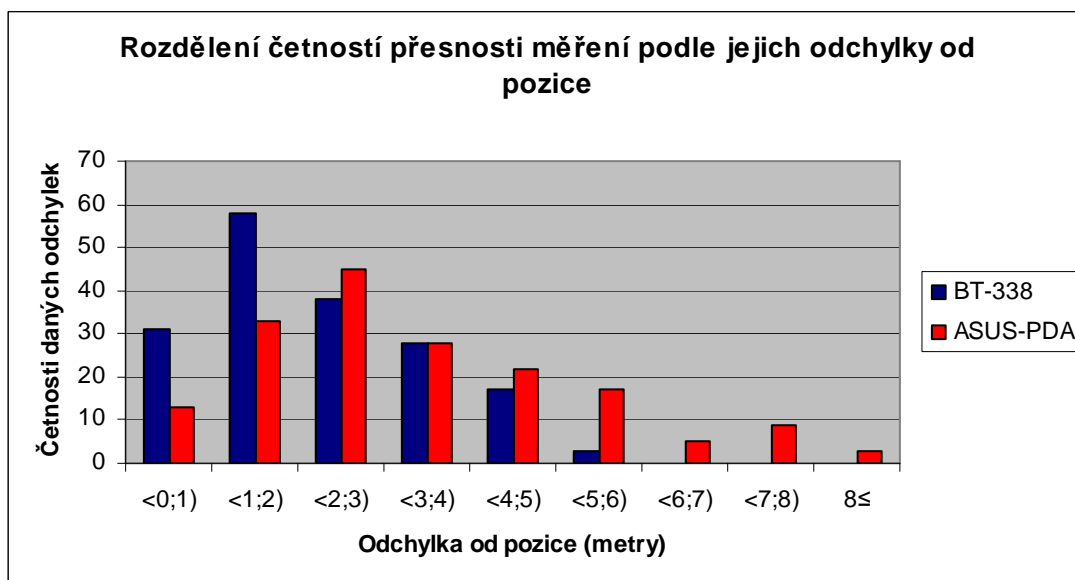
Celkovou absolutní přesnost externího GPS modulu lze doložit také ostatními výsledky, které byly zmíněny v předchozích podkapitolách. Ať už se jednalo o posouzení vlivu reliéfu, průměrování, hodnot PDOP či porovnání výškové přesnosti obou aparatur, **nejpřesnější měření byla vždy na straně externího modulu BT-338 a nejméně přesná byla naopak pořízena integrovanou anténou kapesního počítače ASUS A639.**

Toto tvrzení dokládá také graf (graf č. 2) rozdělení četností, který umožnil zachytit grafické vyjádření veškerých provedených měření bez toho, aniž by byla data přepočítávána do aritmetických průměrů. Tento graf ukazuje, že **veškerá měření prováděná pomocí BT-338 se svou přesností vešla do 6 metrové odchylky od reálné polohy, což poukazuje na jeho rezistenci vůči náhodné chybě.** V případě této

aparatury se odchylka od reálné pozice pohybovala nejčastěji mezi 1-2 metry, což je velmi kvalitní výsledek. Navíc se naprostá většina všech bodů, které byly touto aparaturou pořízeny, vměstnala svou přesností do vzdálenosti 4 m od reálné pozice.

Z druhé strany lze z grafu vyčíst, že integrovaná GPS anténa kapesního počítače je náchylnější na náhodnou chybu a výkyvy přesnosti měření. Oproti druhé použité aparatuře má také integrovaná anténa GPS posunut o jeden metr interval, do nějž spadá nejvíce výsledků. To znamená, že nejvíce získaných výsledků se nacházelo ve vzdálenosti 2-3 metry od reálné polohy.

Graf č. 2: Rozdělení četností přesnosti měření podle jejich odchylky od pozice



Vše výše zmíněné dokazuje, že externí modul BT-338 je přesnější než integrovaná GPS anténa kapesního počítače ASUS A639. Další rozdíl je v možnostech ovlivnit přesnost mapování pomocí uživatelsky dostupných bezplatných nástrojů jako je kvalitní plánování mapování a nebo využití průměrování. **Externí GPS modul BT-338 se choval při snaze zvýšit přesnost mapování povětšinou tak, jak se u něj očekávalo, to znamená, že měření byla přesnější (viz. kapitoly 9. 1. 1- 9. 1. 4). Integrovaná GPS anténa kapesního počítače ASUS A639 se ukázala jako zařízení, jehož chování a přesnost lze stěží předpovědět a tím pádem také ovlivnit. Proto bych toto zařízení definoval jako nestandardně se chovající aparaturu, která nemusí přes všechno úsilí uživatele vždy zareagovat na aplikování metod určených pro zvýšení přesnosti mapování.**

Získané výsledky není nutné vnímat pouze jako porovnání dvou konkrétních aparatur, ale vzhledem k tomu, že každý z nich zastupuje určitou skupinu výrobků dostupnou na trhu, je možné vyvodit ze získaných výsledků také obecnější závěry pro podobná zařízení. **Kapesní počítač PDA ASUS A639 zastupuje skupinu kapesních počítačů s integrovaným přijímačem GPS, pro které je typické, že nebývají uživateli pořizovány primárně za účelem využití jako GPS přijímače nebo aparatury pro mobilní mapování. Na druhou stranu externí moduly GPS reprezentovány Navilock BT-338 nemají v podstatě jiný účel než příjem a zpracování signálu GPS.** Jejich srovnání je o to zajímavější, že externí moduly bývají nejčastěji zakupovány, aby byly připojeny právě ke kapesním počítačům PDA.

9. 2 Dynamická měření

Tato kapitola je koncipována trochu odlišně než předcházející kapitola věnující se statickým měřením. Pozornost již nebude věnována tolik stanovení vlivu jednotlivých aspektů na přesnost měření. Důvodem je problematičtější a nejednoznačná možnost posuzování přesnosti snímání polygonových a liniových prvků. Více pozornosti bude tedy věnováno specifikům mapování v pohybu pomocí dvou testovaných aparatur a zhodnocení jejich vhodnosti pro určitý typ mapování.

Hodnocení přesnosti dynamických měření je o něco složitější a odlišné od hodnocení výsledků statických měření. Není k dispozici žádný číselný údaj, který by udával o kolik byl v dané chvíli GPS přijímač vzdálen od jeho aktuální reálné polohy, a proto nelze přesně číselně vyjádřit přesnost měření polohy v danou chvíli. Z tohoto důvodu bude porovnávána přesnost obou GPS na základě **premisy, že přesnost měření aktuální sejmuté polohy má v případě polygonových prvků vliv na jejich obvod a plochu.** To znamená, že porovnáním těchto dvou veličin získáme výsledky toho, jak přesné by mohly obě aparatury při mapování být.

Ke zhodnocení vhodnosti dané aparatury pro dynamický typ mapování v terénu bude zapotřebí také pracovat s kartografickými výstupy, které budou zobrazovat nejzajímavější výsledky podle statistického a tabulkového zpracování výsledků. Dále bude přihlédnuto k tomu, jak se jednotlivé aparatury v terénu chovaly. Bude sledováno, jestli při pohybu neztrácely signál, jak rychle se posouval kurzor na displeji, jestli se neměnila příliš hodnota PDOP atd.

Tabulka č. 8 zobrazuje jednotlivé polygony a jejich charakteristiky podle toho, jak byly vytyčeny. Vzhledem k tomu, že vytyčování probíhalo pouze za pomoci pásma a buzoly mohlo dojít k významné chybě. Ta by mohla u obvodu dosahovat až několika metrů a u plochy až několika desítek metrů čtverečných (v případě největších polygonů až několika stovek m²). Tabulka je ještě doplněna mapou, kde jsou všechny vytyčené polygony zakresleny (viz. Mapová příloha č. 8). V závěru této podkapitoly jsou také uvedeny atmosférické podmínky, které panovaly v jednotlivé dny, kdy mapování probíhalo. Tyto údaje pomohou při zhodnocování vlivu počasí na přesnost GPS aparatur při dynamickém typu měření.

Tabulka č. 8: Tabulka charakteristik vytyčených polygonů

Číslo polygonu	Obrazec	Obvod	Plocha
Polygon 1	trojúhelník	68,3 m	200 m ²
Polygon 2	čtverec	80 m	400 m ²
Polygon 3	trojúhelník	204,9 m	1800 m ²
Polygon 4	čtverec	240 m	3600 m ²
Polygon 5	polygon	160 m	1200 m ²
Polygon 6	trojúhelník	341,4 m	5000 m ²
Polygon 7	čtverec	400 m	10000 m ²
Polygon 8	polygon	400 m	6400 m ²

- 18.12.2008-zataženo (nízká oblačnost), 2°C, mrholení, 21 km/h
- 19.12.2008-zataženo, 4°C, sněžení, 25 km/h
- 1.1.2009-jasno, -2°C, beze srážek, 7 km/h
- 4.1.2009-zataženo, 0°C, sněžení, 14 km/h
- 7.1.2009-polojasno až jasno, -5°C, beze srážek, 18 km/h
- 8.1.2009-polojasno až jasno, -4°C, beze srážek, 7 km/h
- 9.1.2009 (experimentální měření s průměrovanou pozicí lomených bodů)-zataženo,-8°C, sněžení, 3 km/h

9. 2. 1 Měření obvodu polygonů

První věcí, která bude středem zájmu hodnocení, jsou výsledky měření obvodů v určitý den určitou aparaturou. **Tabulka zachycuje v metrech průměrnou odchylku od skutečně ušlé trasy při pohybu po obvodu některého z polygonů 1-8 v určitý den.** Tato průměrná odchylka byla vytvořena tak, že byl nejprve zjištěn obvod polygonů sejmutých v jeden den stejnou GPS aparaturou. Tento obvod byl následně odečten od obvodu příslušného vytyčeného polygonu (viz. Tabulka č. 8), čímž se získala odchylka pro daný polygon. Takto byla vypočítána odchylka pro všechny polygony 1-8, které byly sejmuty ve stejný den stejnou aparaturou. Z těchto 8 odchylek se poté stanovil aritmetický průměr, který je zanesen v tabulce jako *Průměrná odchylka od obvodu*. Pro

porovnání výsledků byly zvoleny absolutní hodnoty v metrech, protože odchylka od délky ušlé trasy by měla být podobná bez ohledu na délku ušlé trasy.

Tabulka č. 9: Tabulka odchylek obvodu polygonů

Datum	Zařízení	Průměrná odchylka od obvodu (m)
1. 1. 2009	externí GPS	2,1
4. 1. 2009	externí GPS	2,4
8. 1. 2009	externí GPS	3,8
7. 1. 2009	externí GPS	4,7
19. 12. 2008	externí GPS	4,9
18. 12. 2008	externí GPS	5
1. 1. 2009	PDA- ASUS	3,2
18. 12. 2008	PDA- ASUS	3,6
4. 1. 2009	PDA- ASUS	3,9
7. 1. 2009	PDA- ASUS	4,1
9. 1. 2009 speciální měření	PDA- ASUS	4,6
19. 12. 2008	PDA- ASUS	5,7
8. 1. 2009	PDA- ASUS	8,3

Tato tabulka ukazuje, jaké průměrné odchylky od reálně ujitě trasy bylo dosaženo v jednotlivé dny při měření různou aparaturou. Z dané tabulky je patrné, že **velmi přesných hodnot bylo dosaženo 1. 1. 2009. Na základě tohoto výsledku, je možné opět usuzovat na pozitivní vliv jasného počasí na přesnost aparatury. Také ostatní dny s malou oblačností bylo dosaženo kvalitnějších výsledků u obou aparatur.** Vzhledem k faktu, že polygon byl vytyčován laicky pouze běžně dostupnými pomůckami můžeme výsledky odchylky do čtyř metrů považovat za velmi úspěšné. Zajímavostí je položka **9. 1. 2009 speciální měření, která byla experimentálně vytvořena jinou metodikou a to ukládáním průměrovaných hodnot v lomových bodech. Cílem bylo zjistit, jestli tato metoda může vést k zásadnímu zpřesnění měření. Na základě takřka nejhoršího výsledku statistického vyhodnocení je možné konstatovat, že tomu tak není.**

Dalším zajímavým výsledkem je, že **18. 12. 2008 a 7. 1. 2009** byla podle průměrné denní odchylky **méně nepřesná měření, která byla provedena pomocí interní antény kapesního počítače**. Jedná se tak o ojedinělé výsledky, kdy **interní anténa alespoň částečně předčila externí modul BT-338**.

Celkově je možné konstatovat, že obě aparatury nám mohou poskytnout **kvalitní údaje o délkách geoprvků, které byly sejmuty**.

9. 2. 2 Měření plochy polygonů

Porovnání dat podle této charakteristiky proběhne jiným způsobem než předchozí srovnání odchylek od obvodu. Plochy budou srovnávány podle plošné odchylky od vytyčené plochy (viz. tabulka č. 10). Odchylky nebudou uvedeny v absolutních číslech, ale budou relativizovány. Pro každý sejmutý polygon bude jeho odchýlení od skutečné plochy vyjádřeno v procentech na základě skutečné výměry tohoto polygonu. Během statistického vyhodnocení totiž vyšlo najevo, že čím větší plochu polygon má, tím větší je odchylka. Kdyby byly zpracovány absolutní odchylky v m², výsledky by mohly mít odlišnou vypovídající hodnotu. Z takto získaných odchylek v procentech byl vytvořen aritmetický průměr pro daný den a danou aparaturu. Výsledky a jejich srovnání jsou zaneseny v Tabulce č. 10.

Aby bylo možné výsledky porovnat je třeba si demonstrovat jejich vypovídací hodnotu. **Například při měření 1. 1. 2009 externí anténou BT-338 bylo dosaženo v průměru odchylky 2,5 % od skutečné plochy daného polygonu. To znamená, že při snímání polygonu č. 2 (čtverec o straně 20 m a výměře 400 m²) bylo dosaženo výsledku, který se od reálné plochy lišil průměrně o 10 m². Při snímání polygonu č. 7 (čtverec o straně 100 m a výměře 10000 m²) ve stejný den to znamenalo, že bylo v jeho případě dosaženo výsledku, který se od jeho reálné výměry lišil průměrně o 250 m².**

Tabulka č. 10: Tabulka odchylek ploch polygonů

Datum	Zařízení	Průměrná odchylka od plochy snímaného polygonu (%)
1. 1. 2009	externí GPS	2,45
19. 12. 2008	externí GPS	3,03
7. 1. 2009	externí GPS	4,34
8. 1. 2009	externí GPS	4,44
18. 12. 2008	externí GPS	6,94
4. 1. 2009	externí GPS	6,99
4. 1. 2009	PDA- ASUS	3,55
1. 1. 2009	PDA- ASUS	6,18
8. 1. 2009	PDA- ASUS	6,54
19. 12. 2008	PDA- ASUS	6,58
18. 12. 2008	PDA- ASUS	7,23
7. 1. 2009	PDA- ASUS	8,93
9. 1. 2009 spec. měření	PDA- ASUS	9,91

Výše zmíněný výsledek byl nejlepším dosaženým výsledkem během všech dynamických měření. **Podíváme-li se na přesnost měření podle data je opět zřetelné, že nejpřesnějších výsledků bylo dosaženo za jasného a polojasného počasí. Jedná se o dny 1. 1. 2009, 7. 1. 2009 a 8. 1. 2009.**

Hodnoty odchylek do 5% lze považovat za kvalitní data, která je možné následně využít k účelu, za jakým byla pořizována.

Zajímavý je výsledek kterého bylo dosaženo **4. 1. 2009, protože zatímco tento den došlo k nejhorsímu výsledku měření externím modulem BT-338, integrovanou anténou bylo dosaženo zdaleka nejkvalitnějšího měření.** Tento výsledek je třeba podrobněji okomentovat, protože v daný den měl externí modul velké problémy s výkyvy hodnot PDOP a tím pádem se zachováním dostatečné kvality přijímaného signálu. V určitých chvílích hodnota PDOP dosáhla na několik sekund dokonce maximální možné hodnoty 50,0. Tento problém se objevoval především na počátku mapování, a proto přisuzuji toto chování nespecifikovaným problémům v přenosu signálu a nahrávání aktuálního almanachu. Tyto problémy je třeba zmínit, protože tak

výrazný rozdíl mezi oběma aparaturami ve prospěch integrované antény, byl pravděpodobně způsoben nestandardním problémem.

9. 2. 3 Vyhodnocení mapových výstupů dynamických měření

Jak bylo řečeno na začátku této kapitoly, některé zajímavé výsledky byly zaneseny do mapy, aby bylo možné posoudit, zda měření, která se jeví podle statistického hodnocení odchylky ploch polygonů jako nejpřesnější, jsou skutečně také vizuálně přesná.

Na základě analýzy mapových příloh 9-11 je skutečně možné konstatovat, že 1. 1. 2009, kdy podle statistických výsledků došlo k nejpřesnějším měřením došlo také k menším odchýlením od pozice vytyčených polygonů. Toto konstatování bylo podpořeno srovnáním s mapovým listem č. 11 , který naopak zobrazoval výsledky měření ve ze dnů 4. 1. 2009 a 7. 1. 2009, kdy bylo dosaženo nejméně kvalitních statistických výsledků. Ty se projeví také ve větším vychýlení naměřených polygonů od pozice vytyčených polygonů. **Přesto je třeba říci, že rozdíly nejsou vizuálně tak markantní, jak by se mohlo zdát podle statistických výsledků, což je pro uživatele velice dobrá zpráva. Obě aparatury jsou tudíž vhodné pro tento typ mapování.**

Vrátíme-li se krátce k výsledkům na mapovém listu č. 9, kde jsou zachyceny polygony snímané **průměrováním v jejich lomových bodech, je patrné, že jejich tvar o něco přesněji kopíruje vytyčené polygony než polygony z ostatních měření, při nichž nebylo použito této metody. Zároveň je ale také patrné výrazné vychýlení od pozice vytyčených polygonů.** To by se dalo interpretovat jako momentální zhoršení příjmu kvality signálu. **Z tohoto důvodu bych se k této metodě průměrování v lomových bodech neobracel zády, přestože ve statistických výsledcích v přesnosti oproti ostatním výsledkům víceméně propadla.** Je třeba brát v potaz, že šlo pouze o jedno experimentální měření, na jehož základě nelze tuto metodu co do přesnosti a výhodnosti pro uživatele objektivně posoudit.

9. 2. 4 Přesnost měření dvěma různými přijímači GPS

Tato část slouží ke zhodnocení předchozích tabulek z hlediska porovnání obou aparatur GPS. Je sice pravda, že **externí GPS dosáhla v obou případech nejpřesnějších měření, ale v celkovém pojetí není její převaha nad interní GPS tak významná, jako byla podle výsledků statických měření.** Když došlo na srovnání jednotlivých dnů, tak se dokonce stalo, že v daný den bylo interní anténou dosaženo

přesnějších výsledků. To je příklad dne 4. 1. 2009 a 18. 12. 2008. **Při dynamických měřeních se neprojevilo tak výrazně nestandardní chování interní GPS antény kapesního počítače ASUS a složitější ovlivnitelnost přesnosti této aparatury, které byly pozorovány během statických měření.**

9. 2. 5 Specifická pozorování při dynamických měřeních

Do těchto poznatků lze zahrnout **rychlejší reagování posunu kurzoru aktuální polohy na displeji v případě externí GPS Navilock**, který pravděpodobně souvisí s rychlostí přenosu dat, která je v případě interní GPS menší. Na druhou stranu měl externí přijímač větší problém s udržení signálu s dostatečně nízkou hodnotou PDOP. **Zatímco interní GPS byla schopná si udržet požadovanou kvalitu signálu po celou dobu mapování, externí několikrát zaznamenala náhlé zvýšení hodnot PDOP**, což způsobilo nutnost opakovaného sejmutí daného polygonu.

V této kapitole je třeba také zmínit, že v místě, kde vždy snímání polygonu začínalo, tedy v **místě geodetického bodu se často vytvořil zajímavý nepravidelný tvar nebo smyčka**. To bylo způsobeno rozdílností snímané aktuální polohy při začátku snímání polygonu a při jeho dokončení, když se došlo opět na místo geodetického bodu.

9. 3 Desatero pro mobilní mapování GPS

Poslední částí a výstupem je krátké desatero pro mobilní mapování pomocí GPS, které má případným uživatelům tohoto způsobu sběru dat v terénu pomoci zpřesnit a urychlit měření. Desatero vychází ze zjištěných výsledků a je zaměřeno na uživatele, kteří nemají k dispozici drahou a velmi přesnou aparaturu pro mobilní mapování. Obě testované aparatury včetně softwarového vybavení se dají pořídit za méně než 10 000 Kč.

- Při možnosti výběru dát přednost externím modulům, které jsou obecně přesnější než v kapesních počítačích integrované chipsety GPS.
- Seznámit se co nejlépe s prací s danou aparaturou a daným softwarem před zahájením mapování.
- Cvičně otestovat chování používané aparatury při dynamickém a statickém typu měření. Na základě jeho výsledků určit, zda je zapnutá statická navigace a případně ji vypnout.
- Organizovat a plánovat mapování tak, aby probíhalo pokud možno za jasného a málo oblačného počasí.
- Plánovat mapování pomocí internetových služeb umožňujících určit počet viditelných družic a hodnoty PDOP pro určitou lokalitu.
- Zapnout GPS přijímač před zahájením mapování, aby se stáhla data potřebná pro určování polohy. Tento úkon znamená časovou úsporu, která nám zajistí, že začneme mapovat v plánovaný čas na plánovaném místě.
- Využívat průměrování, ale ne extrémně dlouhé snímání, protože se jeho výrazný pozitivní vliv na přesnost nepotvrdil. Dostačující zpřesnění a eliminaci náhodné chyby zajišťuje již 30 vteřin trvající průměrování.
- Omezit v nastavení GPS maximální hodnotu PDOP pro uložení snímané polohy.

- Uskutečnit alespoň dvě měření v různé dny na stejném místě-identifikování náhodné chyby na základě koncentrace většiny sejmutých pozic.
- Pečlivá revize a kontrola dat po jejich pořízení- srovnání pozice v dostupných mapových podkladech.

10. Závěr

Pro účely této diplomové práce bylo zpracováno v databázi 350 bodových a 112 polygonových geoprvků, které byly pro její účely nasbírány v terénu. Skutečný počet nasbíraných dat byl však dvojnásobný, ale nemohl být použit vzhledem k jiné metodice jejich pořízení. Tato metodika se během zpracovávání diplomové práce změnila, jelikož byla původní a byla změněna na základě zkušenosti, aby lépe vyhovovala účelu pořizování dat v terénu. Kromě metod sběru byla vlastní také metodika zpracování nashromážděných dat, která musela umožnit korektní porovnání dat. Při jejím stanovení bylo možné vycházet z literatury pouze v případě statických měření. Pro dynamická měření byla stanovena metodika jejich zpracování zcela samostatně, jelikož v žádném zdroji nebyla ani naznačena. S tím souvisí, že ve zdrojích nebylo také nikde zmíněno ani podloženo, jak by bylo možné pozitivně ovlivnit přesnost sběru liniových a polygonových geoprvků.

Měření v terénu pro konkrétní účel poskytla věrohodnou a dostatečně velkou databázi pro naplnění hlavního cíle i dílčích cílů diplomové práce. Hlavní význam práce spatřuji ve faktu, že testované aparatury ještě vzájemně porovnávány nebyly a že získané výsledky a závěry mohou umožnit kvalitně pracovat s GPS aparaturami za nižší cenu nejen odborníkům s nižšími finančními možnostmi, ale také široké veřejnosti, která se o technologii GPS zajímá čím dál více.

Účelem diplomové práce bylo vysledovat chování testovaných aparatur a na základě posbíraných dat zpracovaných do databáze stanovit jejich přesnost a vlivy, které ji nejvíce ovlivňují. V neposlední řadě pak šlo o zhodnocení možností využití obou testovaných aparatur v geografické či jiné praxi.

Z hlediska přesnosti se jako jeden z nejdůležitějších aspektů, který může pozitivně či negativně ovlivnit obě testované aparatury, zdá být momentální stav počasí. Nejdůležitější je oblačnost, jejíž absence stála za nejpřesnějšími výsledky jak statistických, tak dynamických měření. Z tohoto poznatku vzešlo tedy ponaučení pro plánování mapování, které je samo o sobě jedním z nejdůležitějších nástrojů, které uživatel má v ruce pro zpřesnění sbíraných výsledků [7]. Toto ponaučení zní: plánovat mapování tak, aby bylo jasné až polojasné počasí.

Další aspekt důležitý pro přesnost měření je rozmístění satelitů ve vesmíru, které je možné sledovat podle hodnot PDOP. Hodnoty PDOP a počet družic jejichž signál je při určování polohy zpracováván jsou známy jako jedny z hlavních činitelů ovlivňujících přesnost měření pomocí GPS. Tento fakt se potvrdil také při testování obou aparatur. Hodnoty PDOP jsou běžnými uživateli neovlivnitelné, a proto jediná možnost, jak využít měnící se PDOP, je naplánovat mapování tak, aby proběhlo v době, kdy bude dosahovat nejnižších hodnot. Dále ještě jako uživatel můžete v nastavení aparatury omezit, jaké maximální PDOP hodnoty musí být dosaženo, aby snímaná poloha geoprůvku byla uložena.

Další vliv, který uživatel může jen těžko eliminovat a modifikovat je reliéf a vegetace v místě mapování, která může zastínit signál určitých družic, což se následně projeví snížením hodnot PDOP nebo snížením počtu družic, ze kterých je signál přijímán. Uživatel si samozřejmě nemůže většinou místo mapování vybírat a proto jediný nástroj jak zmírnit nepřesnost měření je opět již zmiňované plánování. V tomto případě může uživatel využít specializovaných programů, které umožňují zohlednit přímo lokální podmínky v místě mapování zanesením konkrétních překážek.

Jako jeden z nejdůležitějších a nejdostupnějších nástrojů pro zpřesnění měření je uváděno využívání možnosti průměrování. Tyto výsledky byly jedny z neočekávanějších a ukázaly, že je zásadní rozdíl mezi oběma aparaturami. Pro externí modul BT-338 bylo průměrování zpřesňujícím nástrojem a platilo pro něj tvrzení, že čím déle průměrování probíhalo, tím přesnější mělo tendenci měření být. Je však třeba říci, že absolutní přesnost přístroje bezprostředně souvisela s výše zmíněnými vlivy a že průměrování umožnilo v danou chvíli pořídit relativně nejpřesnější výsledky. Došlo-li však ke změně v rozestavení družic nebo k jiným změnám podmínek příjmu signálu mohlo dojít k tomu, že průměrované hodnoty prováděné kratší dobu byly přesnější než průměrované hodnoty prováděné delší dobu.

Veškeré zmíněné vlivy byly stanoveny a pozorovány na základě statických i dynamických měření a jsou podloženy reprezentativním vzorkem nasbíraných dat.

Co se týče zhodnocení obou testovaných aparatur a možností jejich využití, externí anténa BT-338 je schopna poskytovat velmi přesná měření a navíc pozitivně reaguje na nástroje umožňující zpřesnění měření. Z tohoto důvodu bych tuto aparaturu jednoznačně doporučil jako vhodnou pro mobilní mapování v terénu za různými účely. Její přesnost v kombinaci s plánováním umožňuje dosáhnout v ideálním případě přesnosti do 2 m, což je dostatečně kvalitní výsledek pro různé druhy mapování

v terénu. Jednalo by se především o různé druhy specializovaných mapování, jejichž mapovými výstupy by byly různé tematické mapy. Za všechny je možné zmínit například geomorfologické mapování, geologické mapování, mapování výskytu invazních druhů rostlin a živočichů, mapování za účelem vytvoření mapových tabulí pro naučnou stezku a mnoho dalších. Z druhé strany není možné tuto aparaturu doporučit pro obory, kde je potřeba přesně vytyčovat pozemky. Jednoznačně nemůže být použit v geodézii, ve které se používají zcela jiné typy vysoce přesných GPS přijímačů. Nelze ho doporučit ani pro účely zemědělství nebo správu pozemků. Díky tomu, že tato aparatura splňuje kritéria pro využití v odborných oblastech je jasné, že by byla v kombinaci s aparátem, ke kterému by se připojovala pomocí technologie Bluetooth, vhodná také jako turistická GPS.

Integrovanou anténu kapesního počítače ASUS A639 je o něco komplikovanější posuzovat. Po výsledcích statických měření se jevila tato aparatura jako méně vhodná pro mobilní mapování v terénu, protože nebyla přesná jako externí modul a také byla náchylnější na chybu a extrémní výchyly přesnosti. Nakonec však i tato aparatura při dynamických měření ukázala svoje kvality, jelikož se jí podařilo několikrát v přesnosti předčít externí modul BT-338 a také působila velice spolehlivě co se příjmu signálu týče. Z tohoto důvodu bych doporučil také tuto aparaturu k podobným účelům jako externí modul. Je však třeba mít na paměti, že celková nepřesnost získaných dat bude větší než u externího modulu a že uživatel nemá tak široké možnosti pro zpřesnění měření.

Tato diplomová práce se snažila o stanovení postupů pro testování různých GPS aparatur dostupných na trhu a o jejich aplikaci na příkladu dvou aparatur, které patří mezi finančně nejdostupnější (externího modulu Navilock BT-338 a integrované GPS antény kapesního počítače ASUS A639). Tato práce ukázala, že by navrženým způsobem bylo možné GPS aparatury testovat a v případě zájmu o zvětšení rozsahu práce by bylo zajímavé podrobit testování více různorodých GPS aparatur.

Dílním cílem bylo, mimo jiné, zkoumání, které faktory mají na přesnost testovaných GPS aparatur největší vliv a jaké možnosti máme jako běžní uživatelé pro zpřesnění měření. Tato oblast nabízí další možnosti rozšíření této práce, neboť by bylo možné zabývat se jednotlivými faktory mnohem podrobněji a koncipovat metodiku testování tak, aby se vliv určitého faktoru mohl rozpracovat do větších detailů. Například by bylo možné rozpracovat podrobněji vliv reliéfu a vegetace, když by

testování probíhalo v extrémním reliéfu jako jsou skalní soutěsky, hluboká říční údolí, husté lesní porosty nebo různé kotliny atd.

Během testování nebylo využito jednoho z nejvýznamnějších nástrojů pro zpřesnění měření, kterým jsou diferenční GPS systémy. Důvodem byla snaha stanovit možnosti ovlivnění přesnosti GPS aparatur při vynaložení co nejmenších finančních nákladů. Tuto podmínku diferenční GPS nesplňují, jelikož se jedná většinou o placené služby, které navíc mnohdy vyžadují dražší software GIS, anebo specializovaný program, který musí umět zpracovat signál diferenčních GPS systémů. Z tohoto pohledu by bylo možné tuto práci rozšířit o testování přesnosti GPS aparatur, které by tohoto signálu využívaly. Také by bylo možné uskutečnit další sérii měření s týmiž dvěma aparaturami (externím modulem Navilock BT-338 a integrovanou GPS anténou kapesního počítače ASUS A639), přičemž by mohlo být využito možnosti korekce měření na základě dat z diferenčního GPS systému i za cenu zvýšených nákladů.

Závěrem je třeba říci, že mobilní mapování v terénu pomocí GPS je poměrně novým odvětvím, jehož přínos a úskalí jsou zatím postupně odhalována. Tato práce měla za cíl některá úskalí a klady odhalit a otevřít cestu širšímu využívání technologie GPS při tvorbě tematických map na základě sběru dat v terénu.

11. Seznam použité a citované literatury a zdrojů dat

- [1] NOVOTNÁ, Marie. Gis Nečtinsko. 1. brožované vyd. Plzeň : Katedra geografie, (Západočeská univerzita), 2005. 20 s.
- [2] RAPANT, Petr. Družicové polohové systémy. Ostrava: Vysoká škola báňská–Technická univerzita, 2002. 200 s.
- [3] STEINER, Ivo, ČERNÝ, Jiří. GPS od A do Z. Praha : eNav, s. r. o., 2006. 264 s.
- [4] ŠVEC, Pavel, KADUBEC, Josef. Manuál pro mobilní mapování (stručná příručka). České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích–katedra geografie, 2007. 16 s.
- [5] ČAPEK, Richard, MIKŠOVSKÝ, Miroslav, MUCHA, Ludvík. Geografická kartografie. 1. vydání. Praha: SPN Praha, 1992. 375 s.
- [6] VELHARTICKÝ, David. Testování výškové přesnosti navigační GPS pro účely (cyklo)turistiky (bakalářská práce). Plzeň: Západočeská univerzita–katedra matematiky, 2006, 40 s.
- [7] MIŘIJOVSKÝ, Jakub. Hodnocení podmínek využitelnosti systému GPS jako zdroje geografických dat v NP České Švýcarsko (diplomová práce). Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě– katedra fyzické geografie a geoekologie, 2007. 56 s.
- [8] VÁLEK, Tomáš. Mapování výskytu křídlatky v povodí Morávky (diplomová práce). Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě– katedra fyzické geografie a geoekologie, 2000. 50 s.

- [9] KADUBEC, Josef. GPS mapování geomorfologicky zajímavých lokalit Novohradských hor (diplomová práce), České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích-katedra geografie, 2007. 69 s.
- [10] SEDLÁRIKOVÁ, R. Mapování výskytu neofytů a příprava GIS pro NPP Landek. GISáček 2002. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2002. 56 s.
- [11] VANIŠ, Pavel, KOCÁB, Milan: Testování aparatur GPS pro navigační systémy a mobilní sběr geodat (referát ve sborníku GIS Ostrava). Ostrava: VŠB- TU Ostrava, 2007. 14 s.
- [12] VOŽENÍLEK, Vít, 2004: Towards to Digital Geomorphological Mapping. In: Drbohlav, D., Kalvoda, J., Voženílek, V. (eds): Czech Geography at the Dawn of the Millennium. ČGS, Olomouc: Palackého univerzita, p. 375-390.

Elektronické odkazy:

- [13] DRIVER, Ted. Long-Term Prediction of GPS Accuracy: Understanding the Fundamentals [online]. [2007] [cit. 2008-12-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.tedd-driver.net/gnss/Long%20term%20prediction%20of%20GPS%20accuracy%20-%20Understanding%20the%20Fundamentals.htm>>.
- [14] KLEČKOVÁ, Kateřina. Metody sběru dat pomocí mobilních GIS a GPS [online]. [2006] [cit. 2009-01-25]. Dostupný z WWW: <http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2002/Sbornik/Referaty/kleckovar.htm>.
- [15] Geodetické centrum s.r.o. Pardubice (přijímače GPS) [online]. [2009] [cit. 2009-02-10]. Dostupný z WWW: <http://www.geoserver.cz/>.
- [16] ČAD, Václav. Přednáškové texty z Geodézie: Geodetické základy [online]. [2007] [cit. 2009-02-25]. Dostupný z WWW: <<http://gis.zcu.cz/studium/gen1/html/ch03.html>>.

- [17] Zeměměřický úřad: Databáze bodových polí [online]. [2008] [cit. 2008-11-09]. Dostupný z WWW: <<http://bodovapole.cuzk.cz/>>.
- [18] Zeměměřický úřad: Body bodového polohového pole [online]. [2008] [cit. 2008-11-09]. Dostupný z WWW: <<http://dataz.cuzk.cz/>>.
- [19] XIAO, B., ZHANG, K. Ruční GPS a mobilní mapování [online]. [2003] [cit. 2009-01-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.zememeric.cz/default.php?clanek.php?zaznam=1136>>.
- [20] STEJSKAL, Jan. Jak vypnout statickou navigaci [online]. [2006] [cit. 2008-11-19]. Dostupný z WWW: <<http://navigovat.mobilmania.cz/clanky/AR.asp?ARI=113030>>.
- [21] Navilock GPS Bluetooth Receiver BT-338 [online]. [2009] [cit. 2009-02-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.softcom.cz/produkt/navilock-gps-bluetooth-receiver-bt-338/?flist=1>>.
- [22] ČAD, Václav. Přednáškové texty z Geodézie: Souřadnicové systémy [online]. [2007] [cit. 2009-02-29]. Dostupný z WWW: <<http://gis.zcu.cz/studium/gen1/html/ch02s03.html>>.
- [23] VOŽENÍLEK, Vít. Integrace GPS/GIS při mapování krajiny [online]. [2006] [cit. 2009-03-15]. Dostupný z WWW: <http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2001/Sbornik/Referaty/Vozenilekr.htm>.

12. Seznam mapových, grafických a tabulkových příloh

Mapové přílohy:

- č. 1: Mapa bodů sejmutých v lokalitě č. 1
- č. 2: Mapa bodů sejmutých v lokalitě č. 2
- č. 3: Mapa bodů sejmutých v lokalitě č. 3
- č. 4: Mapa bodů sejmutých v lokalitě č. 4
- č. 5: Mapa bodů sejmutých v lokalitě č. 5
- č. 6: Mapa lokalit pro statická měření
- č. 7: Mapa řezu AB pro sestrojení profilu reliéfu v lokalitě č. 4
- č. 8: Mapa polygonů vytyčených v parku Stromovka pro účely dynamických měření
- č. 9: Mapa dynamických měření ve Stromovce 9.1.2009 (interní anténa PDA-ASUS)
- č. 10: Mapa dynamických měření uskutečněných ve Stromovce 1. 1. 2009
- č. 11: Mapa dynamických měření uskutečněných ve Stromovce 4. 1. 2009 a 7. 1. 2009

Grafické přílohy

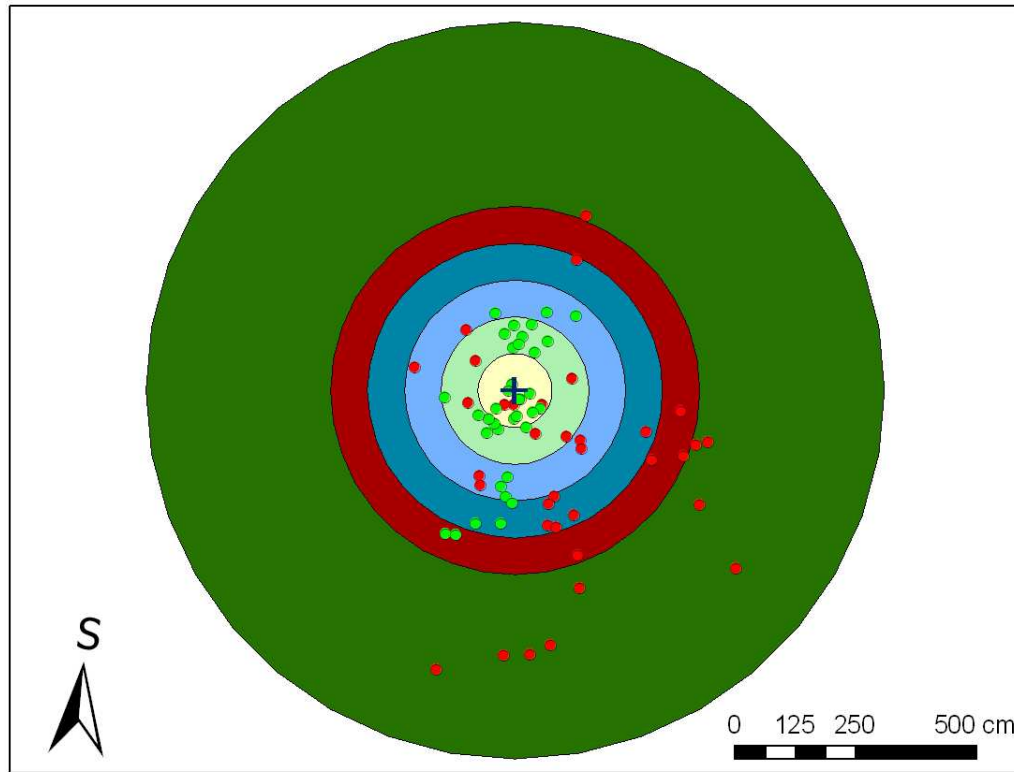
- č. 1: Geodetické údaje o trigonometrickém bodu
- č. 2: Fotografie geodetického bodu v lokalitě č. 1 určeného pro statická měření
- č. 3: Fotografie geodetického bodu v lokalitě č. 2 určeného pro statická měření
- č. 4: Fotografie geodetického bodu v lokalitě č. 3 určeného pro statická měření
- č. 5: Fotografie geodetického bodu v lokalitě č. 4 určeného pro statická měření
- č. 6: Fotografie geodetického bodu v lokalitě č. 5 určeného pro statická měření
- č. 7: Profil reliéfu řezu AB v lokalitě č. 4
- č. 8: Rozdělení četností přesnosti měření podle průměrování (1, 5, 15, 30 pozic)
- č. 9: Rozdělení četností přesnosti měření podle průměrování (60, 120, 300 pozic)
- č. 10: Ukázka počítání odchylky od pozice jednotlivých bodů získaných během statických měření

Tabulkové přílohy:










- č. 1: Tabulka výsledků statických měření ze dne 1. 11. 2008 (Navilock BT-338)
- č. 2: Tabulka výsledků statických měření ze dne 1. 11. 2008 (PDA- ASUS)
- č. 3: Tabulka výsledků statických měření ze dne 3. 11. 2008 (Navilock BT-338)
- č. 4: Tabulka výsledků statických měření ze dne 3. 11. 2008 (PDA-ASUS)

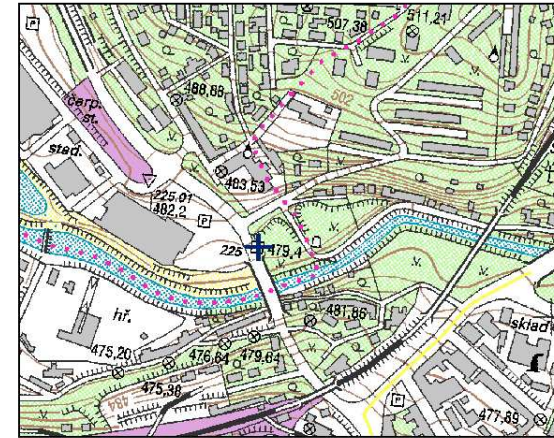
Mapové přílohy:

Mapa bodů sejmutých v lokalitě č. 1

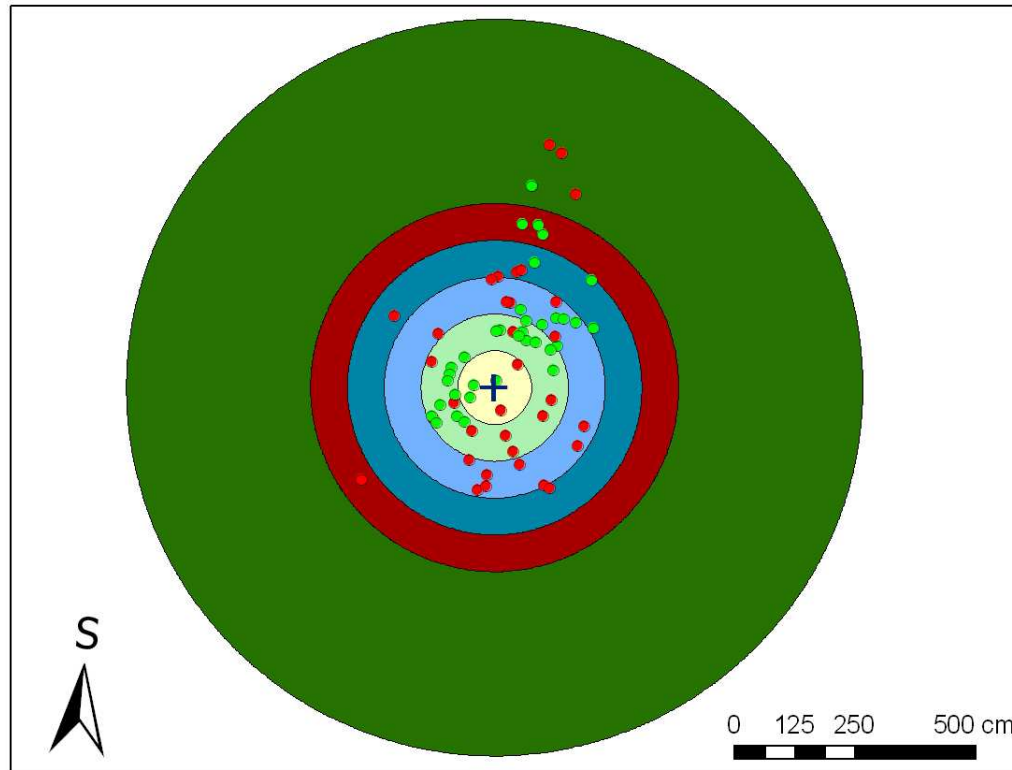


Legenda:










- | | | | |
|---|-----------|---|-----------------|
|  | 0-1 metr |  | 5-10 metrů |
|  | 1-2 metry |  | geodetický bod |
|  | 2-3 metry |  | Navilock BT-338 |
|  | 3-4 metry |  | PDA-interní GPS |
|  | 4-5 metrů | | |

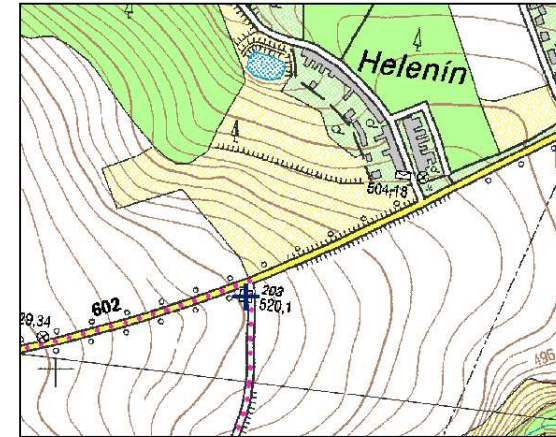


Mapa bodů sejmutých v lokalitě č. 2

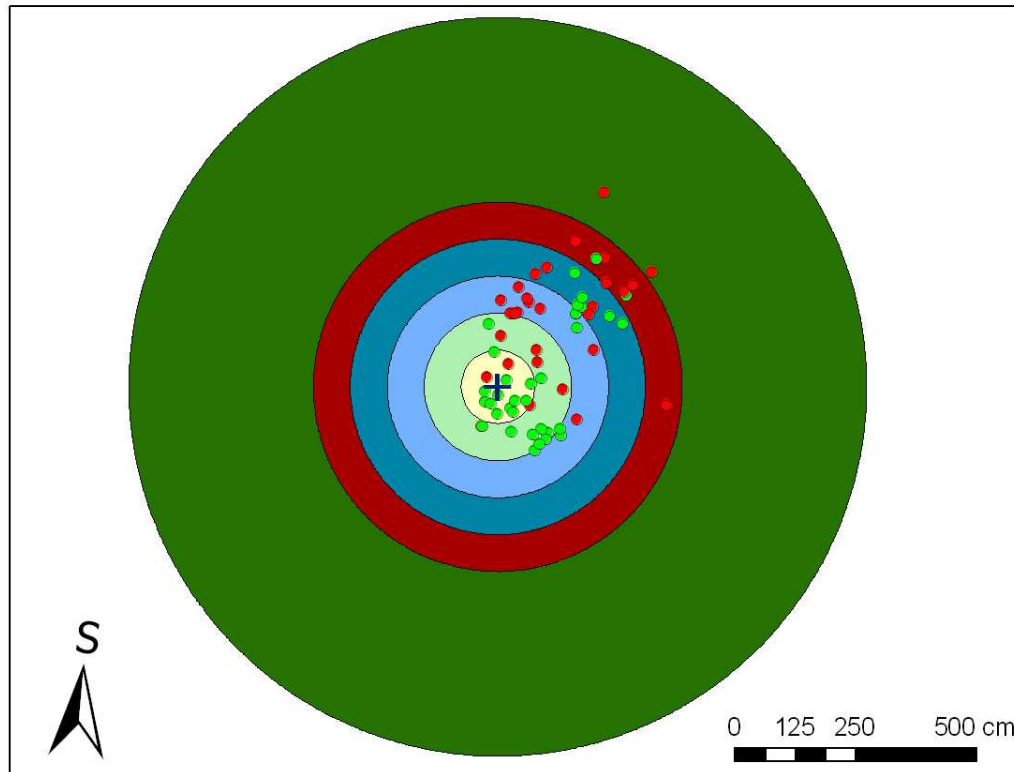


Legenda:










- | | | | |
|---|-----------|---|-----------------|
|  | 0-1 metr |  | 5-10 metrů |
|  | 1-2 metry |  | geodetický bod |
|  | 2-3 metry |  | Navilock BT-338 |
|  | 3-4 metry |  | PDA-interní GPS |
|  | 4-5 metrů | | |

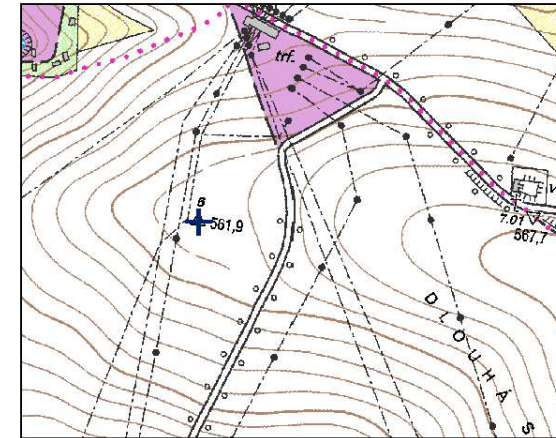


Mapa bodů sejmutých v lokalitě č. 3

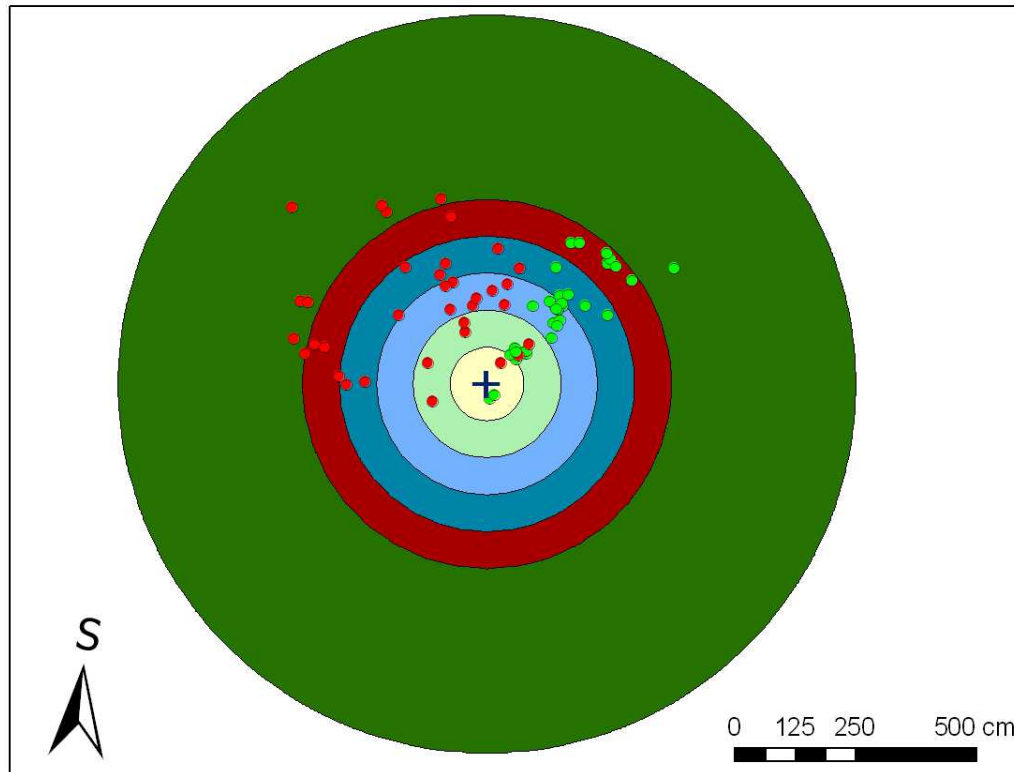


Legenda:










- | | | | |
|---|-----------|---|-----------------|
|  | 0-1 metr |  | 5-10 metrů |
|  | 1-2 metry |  | geodetický bod |
|  | 2-3 metry |  | Navilock BT-338 |
|  | 3-4 metry |  | PDA-interní GPS |
|  | 4-5 metrů | | |

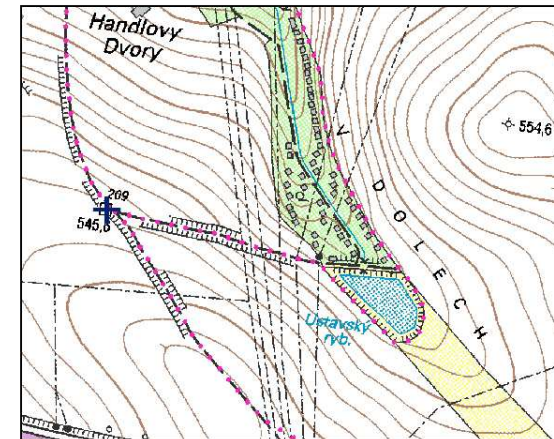


Mapa bodů sejmutých v lokalitě č. 4

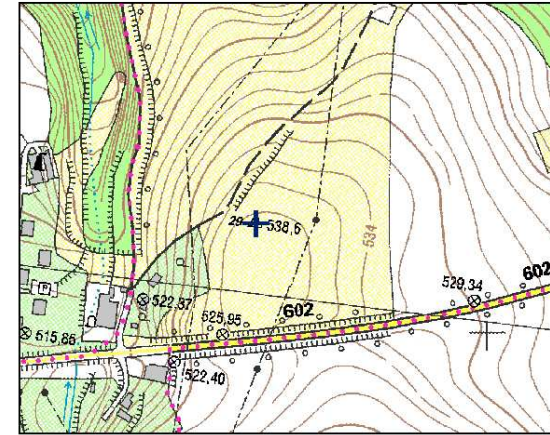
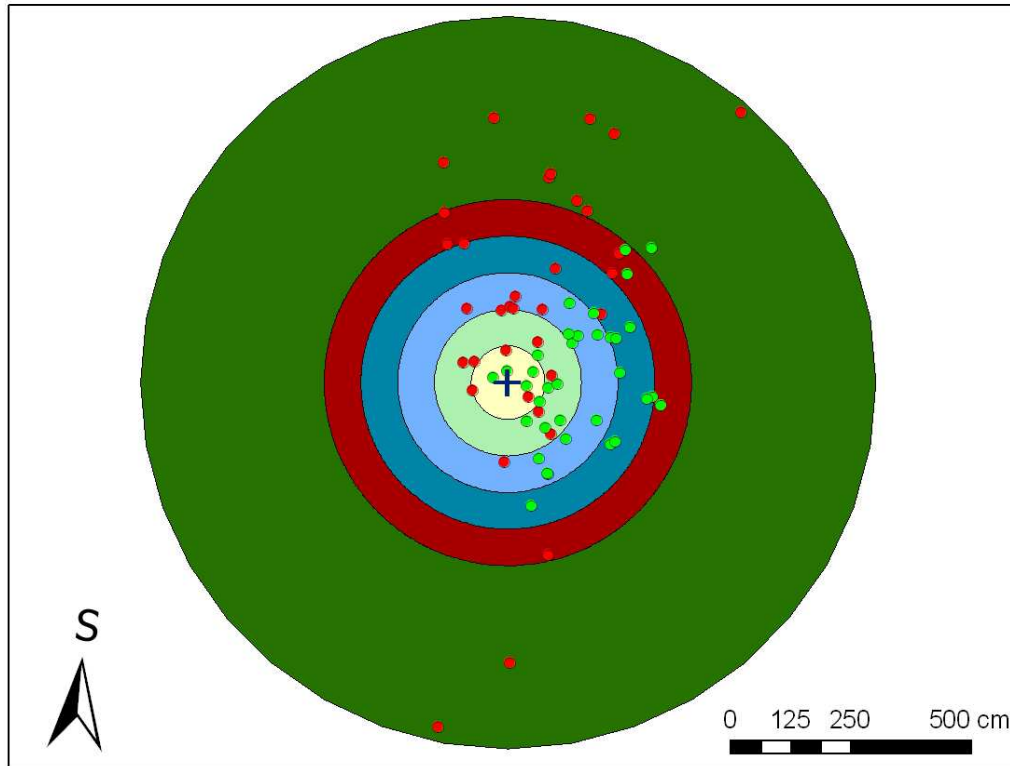


Legenda:










	0-1 metr		5-10 metrů
	1-2 metry		geodetický bod
	2-3 metry		Navilock BT-338
	3-4 metry		PDA-interní GPS
	4-5 metrů		



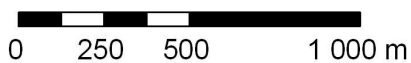
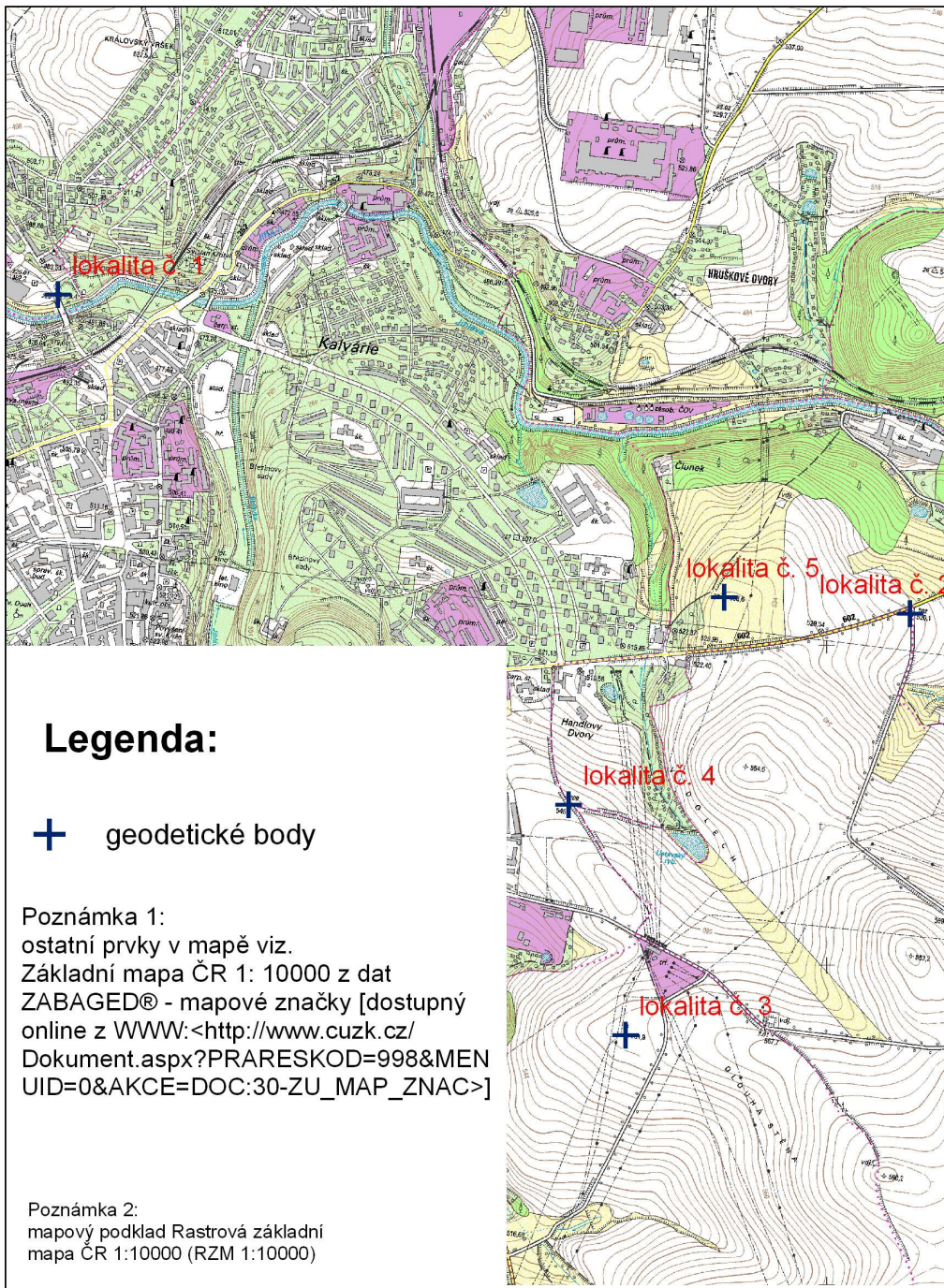
Mapa bodů sejmutých v lokalitě č. 5



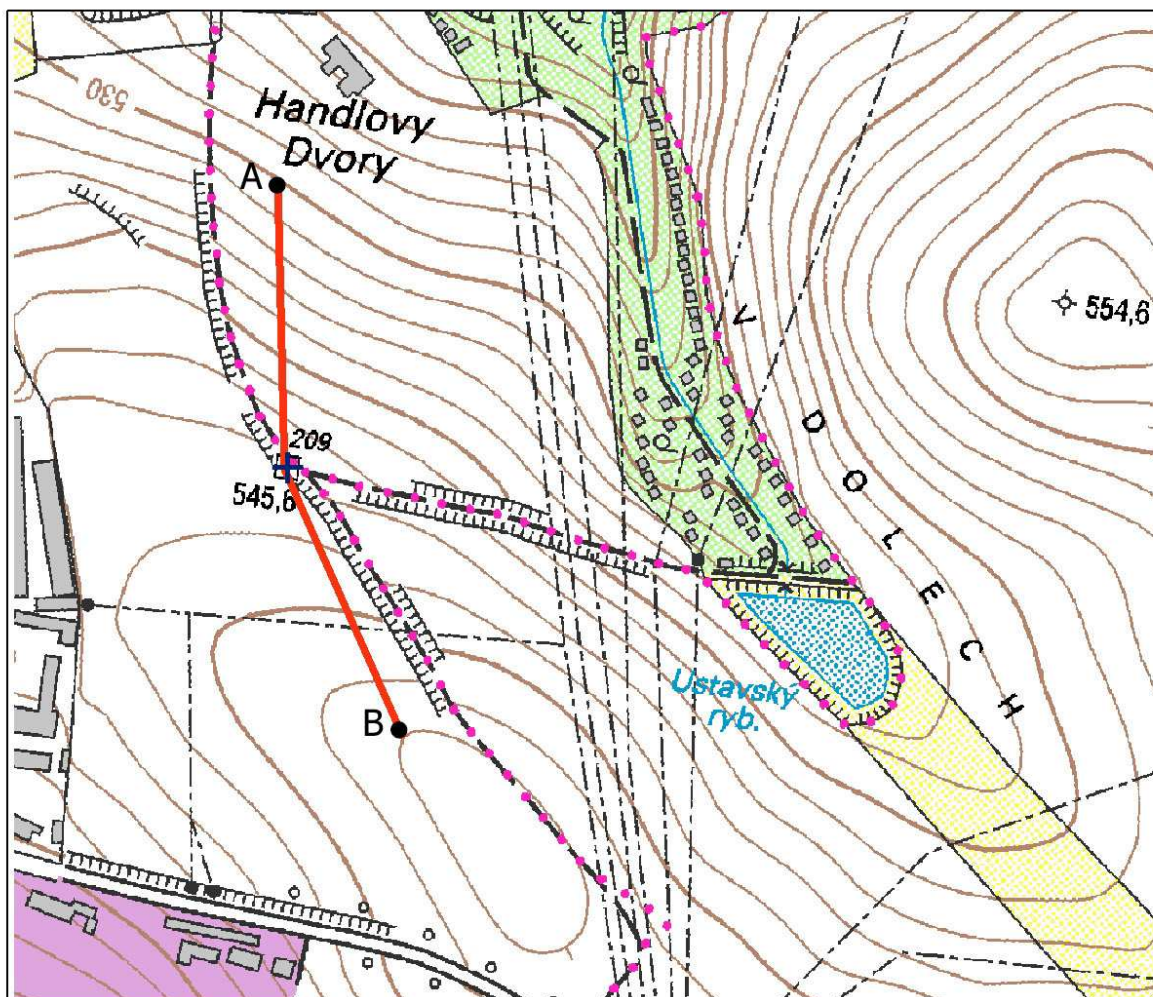
Legenda:

- | | | | |
|---|-----------|---|-----------------|
|  | 0-1 metr |  | 5-10 metrů |
|  | 1-2 metry |  | geodetický bod |
|  | 2-3 metry |  | Navilock BT-338 |
|  | 3-4 metry |  | PDA-interní GPS |
|  | 4-5 metrů | | |

Lokality pro statická měření



Řez AB pro sestrojení profilu reliéfu v lokalitě č. 4



0 45 90 180 270 360 metry



Legenda:

- + geodetický bod
- řez AB pro profil reliéfu

Poznámka 1: ostatní prvky viz. Základní mapa ČR 1 : 10 000 z dat ZABAGED® - mapové značky [dostupný online z WWW: <http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=998&MENUID=0&AKCE=DOC:30-ZU_MAP_ZNAC>]

Poznámka 2: mapový podklad Rastrová základní mapa ČR 1:10000 (RZM 1:10000)

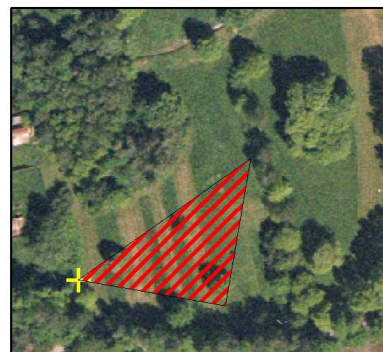
Vytyčené polygony 1-8



Polygon č. 1



Polygon č. 2



Polygon č. 3



Polygon č. 4



Polygon č. 5



Polygon č. 6





Polygon č. 7



Polygon č. 8

Legenda:

-  geodetický bod
-  vytyčené polygony

Poznámka:
podkladová mapa Ortofoto České republiky
v kladu listů Státní mapy ČR 1:5000

0 50 100 200 m



Speciální měření 9. 1. 2009 interní anténou PDA ASUS A639



Polygon č. 1



Polygon č. 2



Polygon č. 3



Polygon č. 4



Polygon č. 5



Polygon č. 6



Polygon č. 7



Polygon č. 8

Legenda:



vytyčené polygony

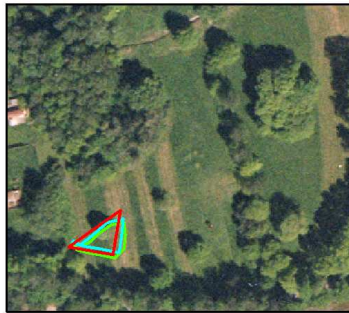


polygony sejmuté
aparturou GPS

Poznámka:
podkladová mapa Ortofoto České republiky
v kladu listů Státní mapy ČR 1:5000



Dynamická měření uskutečněná dne 1. 1. 2009



Polygon č. 1



Polygon č. 2



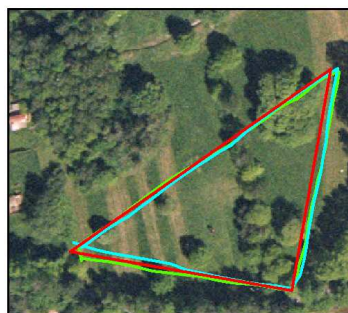
Polygon č. 3



Polygon č. 4



Polygon č. 5



Polygon č. 6



Polygon č. 7



Polygon č. 8

Legenda:



vytyčené polygony



PDA-ASUS A639

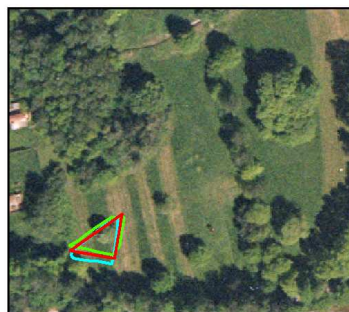


Navilock BT-338

Poznámka:
podkladová mapa Ortofoto České republiky
v kladu listů Státní mapy ČR 1:5000



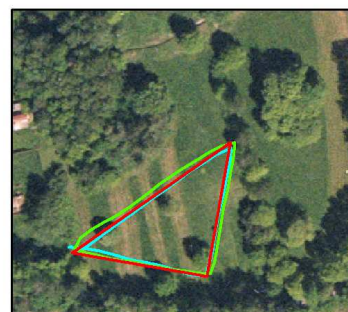
Dynamická měření uskutečněná dne 4. 1. 2009 a 7. 1. 2009



Polygon č. 1



Polygon č. 2



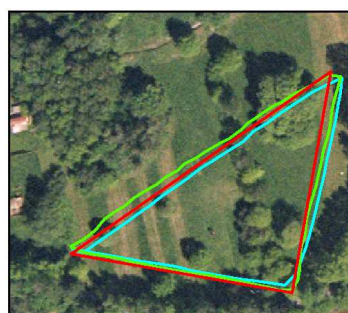
Polygon č. 3



Polygon č. 4



Polygon č. 5



Polygon č. 6

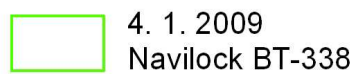
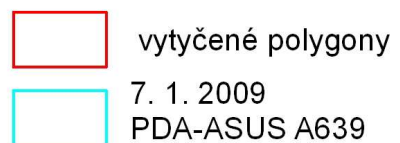


Polygon č. 7



Polygon č. 8

Legenda:



Poznámka:
podkladová mapa Ortofoto České republiky
v kladu listů Státní mapy ČR 1:5000



Grafické přílohy

GEODETICKÉ ÚDAJE

trigonometrického bodu

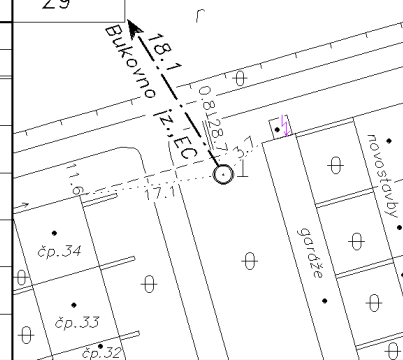
Kraj: Vysočina
 Okres: Jihlava
 Obec: Jihlava

List č.: 1/1
 Stav k: 2008

Vytvořeno pro web 14.04.2009

TL	3208
ZM-50	23-23
SMO-5	101064

Číslo a název bodu		29	Handlovy Dvory sv.			29
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška		
				Bpv	vztahuje se na	
29	TB	667319.54	1129848.07	niv. 538.56	hranol	
ETRS-89		B	L	Helips.		
29		49 24 01.0774	15 36 53.3740	584.65		



Orientace na body (ve stupních)							
Číslo		Jižník	Délka strany	Číslo		Jižník	Délka strany
18.1		147 32 32.5	3648.888				

Místopisný popis: Bod je 0,6 km západně od křižovatky silnic Jihlava – Nové Domky – Kosov, mezi novostavbami rod. domků. Bod je 1,0 m pod úrovní terénu v atypické skruži prům.1,0 m.

Bod	29						
Stab. údaje	0,00	žula 20.20.79	0,00		0,00		0,00
	.96	žula 30.30.15					
	1.14	sklo střed hrdla					
Označ. povrch. značky na boku:							
Ochranný znak: (druh/rok)	OT-2003,OSK-2003						
Kat. území:	Helenín						
Parc.čís.: Druh poz.:	79						

Druh a výška signal. stavby nebo nárys trvalého cíle: 	Signalizace z roku:	Poznámky:
---	---------------------------	-----------

Zeměměřický úřad 2000

Grafická příloha č. 1

Grafická příloha č. 2- lokalita č. 1



Grafická příloha č. 3- lokalita č. 2



Grafická příloha č.4- lokalita č. 3



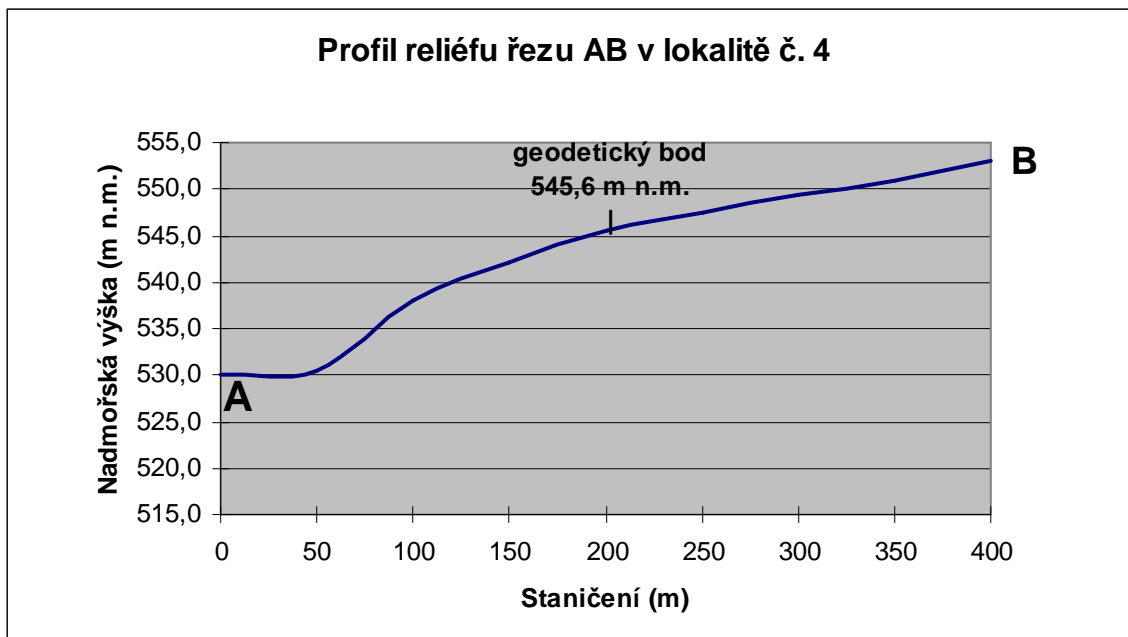
Grafická příloha č. 5- lokalita č. 4



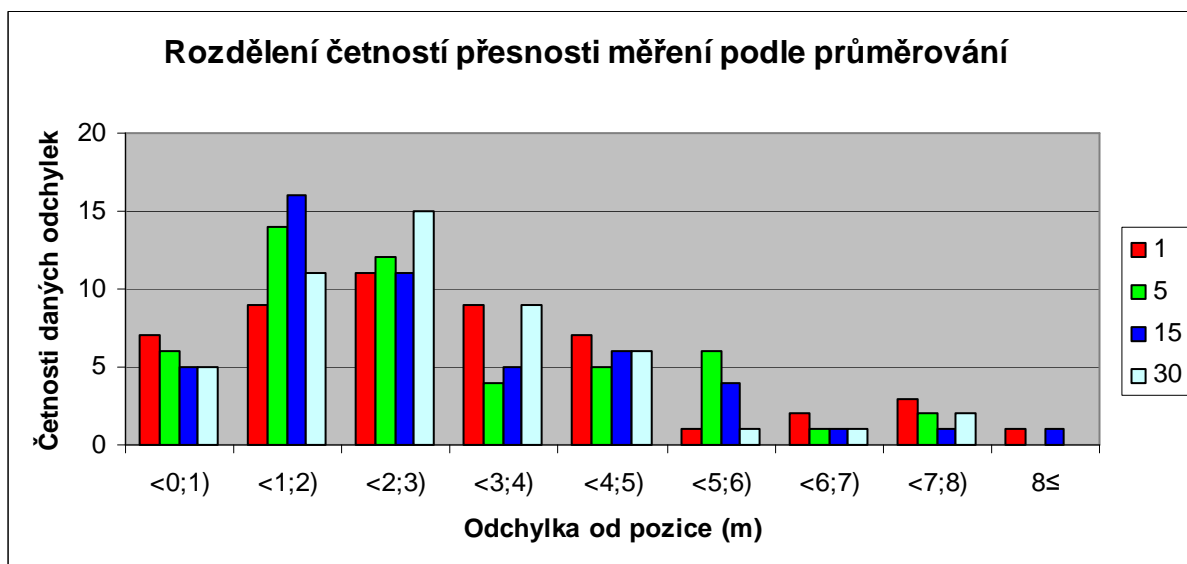
Grafická příloha č. 6- lokalita č. 5



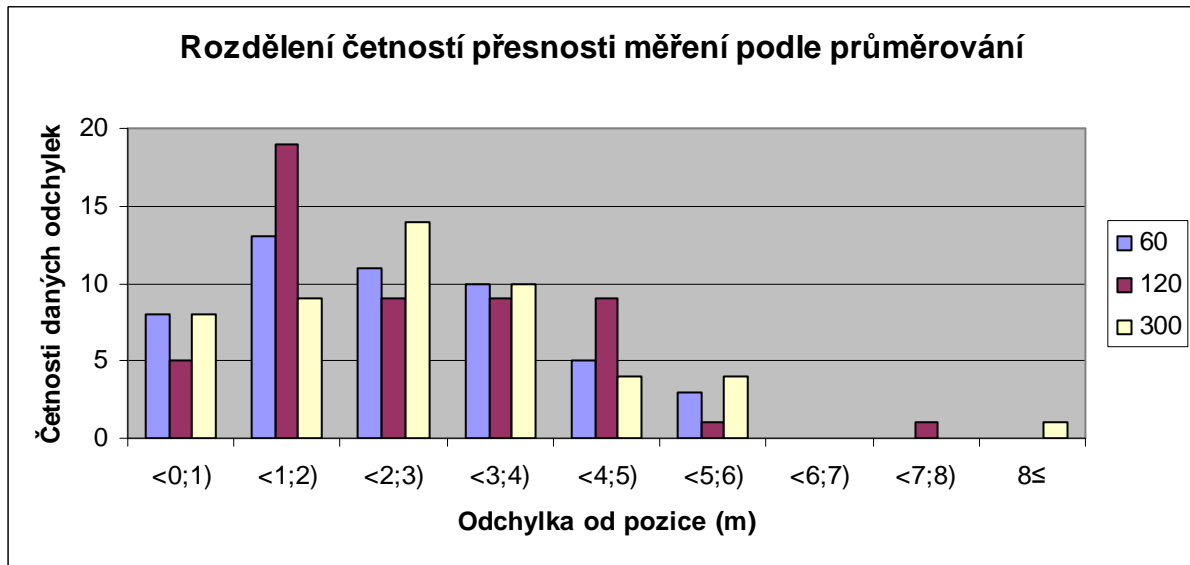
Grafická příloha č. 7



Grafická příloha č. 8



Grafická příloha č. 9



Microsoft Excel - tabulka-3.11.2008pda

Šoubor Úpravy Zobrazit Vložit Formát Nástroje Data Okno Nápověda

Nápověda - zadejte dotaz

Arial 10 B I U

B27 PDA- ASUS

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	Datum	Aparatura	MISTO	CAS	X	Y	abs.hodnota	abs.hodnotaY	rozdil souřad	rozdil souřad	X ² +Y ²	vzd. od geodet	vzd. od geodet	bodů	
2	3.11.2008	PDA- ASUS	1	1	-669398,49	-1128904,42	669398,4864	1128904,42	-4,503627	0,55977	20,59599861	4,53828146	4,538		
3	3.11.2008	PDA- ASUS	1	5	-669397,76	-1128905,255	669397,7597	1128905,255	-5,230344	1,39519	29,30305349	5,413229488	5,413		
4	3.11.2008	PDA- ASUS	1	15	-669399,44	-1128904,964	669399,438	1128904,964	-3,551989	1,10354	13,83442639	3,719465874	3,719		
5	3.11.2008	PDA- ASUS	1	30	-669398,1	-1128905,32	669398,0965	1128905,32	-4,893483	1,45994	26,07760067	5,106623216	5,107		
6	3.11.2008	PDA- ASUS	1	60	-669399,27	-1128905,728	669399,2692	1128905,728	-3,72081	1,86786	17,33332804	4,163331363	4,163		
7	3.11.2008	PDA- ASUS	1	120	-669396,99	-1128908,671	669396,9906	1128908,671	-5,999446	4,81117	59,14070907	7,690299674	7,69		
8	3.11.2008	PDA- ASUS	1	300	-669397,97	-1128906,953	669397,9732	1128906,953	-5,016771	3,09284	34,73365053	5,893526154	5,894		
9	3.11.2008	PDA- ASUS	2	1	-666737,38	-1129896,245	666737,3831	1129896,245	-0,596915	-3,14527	10,24903089	3,201410766	3,201		
10	3.11.2008	PDA- ASUS	2	5	-666737,25	-1129896,186	666737,2541	1129896,186	-0,725926	-3,2043	10,79450705	3,285499512	3,285		
11	3.11.2008	PDA- ASUS	2	15	-666737,88	-1129896,371	666737,8777	1129896,371	-0,102274	-3,01859	9,122345559	3,020322095	3,02		
12	3.11.2008	PDA- ASUS	2	30	-666737,56	-1129897,094	666737,5633	1129897,094	-0,416674	-2,29585	5,444544444	2,333354762	2,333		
13	3.11.2008	PDA- ASUS	2	60	-666736,3	-1129897,073	666736,2977	1129897,073	-1,682342	-2,31653	8,196585845	2,862968013	2,863		
14	3.11.2008	PDA- ASUS	2	120	-666737,35	-1129898,756	666737,3548	1129898,756	-0,625214	-0,63377	0,792556959	0,890256681	0,89		
15	3.11.2008	PDA- ASUS	2	300	-666737,48	-1129897,879	666737,4831	1129897,879	-0,496934	-1,51129	2,530940864	1,590893103	1,591		
16	3.11.2008	PDA- ASUS	3	1	-667627,21	-1131215,951	667627,2135	1131215,951	-1,156455	-2,1195	5,829668417	2,414470629	2,414		
17	3.11.2008	PDA- ASUS	3	5	-667627,53	-1131215,762	667627,532	1131215,762	-0,83803	-2,30755	6,027081283	2,455011463	2,455		
18	3.11.2008	PDA- ASUS	3	15	-667627,57	-1131215,658	667627,5681	1131215,658	-0,801906	-2,41151	6,458433713	2,541344863	2,541		
19	3.11.2008	PDA- ASUS	3	30	-667627,8	-1131215,362	667627,8043	1131215,362	-0,565699	-2,70782	7,652304512	2,766279905	2,766		
20	3.11.2008	PDA- ASUS	3	60	-667627,96	-1131216,087	667627,9574	1131216,087	-0,41261	-1,9827	4,101346302	2,025178092	2,025		
21	3.11.2008	PDA- ASUS	3	120	-667628,27	-1131216,679	667628,274	1131216,679	-0,095956	-1,39103	1,944172015	1,394335689	1,394		
22	3.11.2008	PDA- ASUS	3	300	-667625,8	-1131215,906	667625,8	1131215,906	-2,570043	-2,16436	11,28957523	3,359996314	3,36		
23	3.11.2008	PDA- ASUS	4	1	-667806,67	-1130494,179	667806,6653	1130494,179	0,905296	-2,75115	8,38838717	2,896271253	2,896		
24	3.11.2008	PDA- ASUS	4	5	-667806,13	-1130494,804	667806,1319	1130494,804	0,371909	-2,1262	4,659042744	2,158481583	2,158		
25	3.11.2008	PDA- ASUS	4	15	-667806,04	-1130494,603	667806,0425	1130494,603	0,282518	-2,32694	5,494466183	2,344027769	2,344		
26	3.11.2008	PDA- ASUS	4	30	-667805,47	-1130493,26	667805,465	1130493,26	-0,294988	-3,66952	13,55239495	3,681357759	3,681		
27	3.11.2008	PDA- ASUS	4	60	-667804,87	-1130493,787	667804,8729	1130493,787	-0,887081	-3,14324	10,6668704	3,266017513	3,266		
28	3.11.2008	PDA- ASUS	4	120	-667805,21	-1130494,23	667805,2081	1130494,23	-0,551917	-2,70009	7,595098383	2,755920605	2,756		
29	3.11.2008	PDA- ASUS	4	300	-667805,28	-1130494,777	667805,28	1130494,777	-0,479992	-2,15337	4,867394677	2,206217278	2,206		
30	3.11.2008	PDA- ASUS	5	1	-667319,92	-1129840,836	667319,9186	1129840,836	0,378598	-7,23363	52,46873942	7,243530867	7,244		
31	3.11.2008	PDA- ASUS	5	5	-667317,29	-1129840,857	667317,2891	1129840,857	-2,250857	-7,21301	57,0938705	7,556048603	7,556		
32	3.11.2008	PDA- ASUS	5	15	-667317,66	-1129843,102	667317,6593	1129843,102	-1,880682	-4,96769	28,21490872	5,311770771	5,312		
33	3.11.2008	PDA- ASUS	5	30	-667316,64	-1129841,278	667316,6377	1129841,278	-2,902344	-6,79159	54,54929542	7,385749483	7,386		
34	3.11.2008	PDA- ASUS	5	60	-667316,51	-1129844,546	667316,5105	1129844,546	-3,029488	-3,52433	21,59869949	4,647440101	4,647		
35	3.11.2008	PDA- ASUS	5	120	-667316,68	-1129845,081	667316,6781	1129845,081	-2,861942	-2,98923	17,12620801	4,138382293	4,138		

Připraven

123

Start dynamická ... GIS Ostrav... 2 ICQ Libr... 3643. The ... diplomová p... 3 Průzkum... Adobe Acro... Microsoft E... CS 1:35

Grafická příloha č. 10

Tabulkové přílohy

Tabulková příloha č. 1

Datum	Aparatura	Lokalita	Počet pozic pro průměr	Odchylka od pozice (m)	PDOP
1.11.2008	BT-338	1	1	0,426	1,9-2,7
1.11.2008	BT-338	1	5	0,179	1,9-2,7
1.11.2008	BT-338	1	15	1,916	1,9-2,7
1.11.2008	BT-338	1	30	1,050	1,9-2,7
1.11.2008	BT-338	1	60	0,694	1,9-2,7
1.11.2008	BT-338	1	120	1,177	1,9-2,7
1.11.2008	BT-338	1	300	1,371	1,9-2,7
1.11.2008	BT-338	2	1	1,533	1,5-2,1
1.11.2008	BT-338	2	5	1,544	1,5-2,1
1.11.2008	BT-338	2	15	1,562	1,5-2,1
1.11.2008	BT-338	2	30	1,237	1,5-2,1
1.11.2008	BT-338	2	60	0,208	1,5-2,1
1.11.2008	BT-338	2	120	1,675	1,5-2,1
1.11.2008	BT-338	2	300	1,175	1,5-2,1
1.11.2008	BT-338	3	1	1,200	1,6-1,9
1.11.2008	BT-338	3	5	0,916	1,6-1,9
1.11.2008	BT-338	3	15	0,793	1,6-1,9
1.11.2008	BT-338	3	30	0,596	1,6-1,9
1.11.2008	BT-338	3	60	1,263	1,6-1,9
1.11.2008	BT-338	3	120	1,592	1,6-1,9
1.11.2008	BT-338	3	300	0,856	1,6-1,9
1.11.2008	BT-338	4	1	3,419	2,3-3,0
1.11.2008	BT-338	4	5	2,776	2,3-3,0
1.11.2008	BT-338	4	15	3,766	2,3-3,0
1.11.2008	BT-338	4	30	2,468	2,3-3,0
1.11.2008	BT-338	4	60	1,175	2,3-3,0
1.11.2008	BT-338	4	120	0,410	2,3-3,0
1.11.2008	BT-338	4	300	0,359	2,3-3,0
1.11.2008	BT-338	5	1	3,410	2,1-2,5
1.11.2008	BT-338	5	5	1,747	2,1-2,5
1.11.2008	BT-338	5	15	1,603	2,1-2,5
1.11.2008	BT-338	5	30	2,726	2,1-2,5
1.11.2008	BT-338	5	60	2,698	2,1-2,5
1.11.2008	BT-338	5	120	2,231	2,1-2,5
1.11.2008	BT-338	5	300	2,199	2,1-2,5

Tabulková příloha č. 2

Datum	Aparatura	Lokalita	Počet pozic pro průměr	Odchylka od pozice (m)	PDOP
1.11.2008	PDA-ASUS	1	1	2,108	1,9-2,7
1.11.2008	PDA-ASUS	1	5	1,34	1,9-2,7
1.11.2008	PDA-ASUS	1	15	0,469	1,9-2,7
1.11.2008	PDA-ASUS	1	30	1,309	1,9-2,7
1.11.2008	PDA-ASUS	1	60	2,401	1,9-2,7
1.11.2008	PDA-ASUS	1	120	1,867	1,9-2,7
1.11.2008	PDA-ASUS	1	300	3,215	1,9-2,7
1.11.2008	PDA-ASUS	2	1	2,205	1,5-2,1
1.11.2008	PDA-ASUS	2	5	2,972	1,5-2,1
1.11.2008	PDA-ASUS	2	15	2,648	1,5-2,1
1.11.2008	PDA-ASUS	2	30	3,096	1,5-2,1
1.11.2008	PDA-ASUS	2	60	1,323	1,5-2,1
1.11.2008	PDA-ASUS	2	120	1,8	1,5-2,1
1.11.2008	PDA-ASUS	2	300	2,749	1,5-2,1
1.11.2008	PDA-ASUS	3	1	2,078	1,6-1,9
1.11.2008	PDA-ASUS	3	5	2,023	1,6-1,9
1.11.2008	PDA-ASUS	3	15	2,045	1,6-1,9
1.11.2008	PDA-ASUS	3	30	2,345	1,6-1,9
1.11.2008	PDA-ASUS	3	60	3,22	1,6-1,9
1.11.2008	PDA-ASUS	3	120	3,513	1,6-1,9
1.11.2008	PDA-ASUS	3	300	3,157	1,6-1,9
1.11.2008	PDA-ASUS	4	1	1,52	2,3-3,0
1.11.2008	PDA-ASUS	4	5	1,772	2,3-3,0
1.11.2008	PDA-ASUS	4	15	1,56	2,3-3,0
1.11.2008	PDA-ASUS	4	30	1,151	2,3-3,0
1.11.2008	PDA-ASUS	4	60	0,692	2,3-3,0
1.11.2008	PDA-ASUS	4	120	2,53	2,3-3,0
1.11.2008	PDA-ASUS	4	300	3,218	2,3-3,0
1.11.2008	PDA-ASUS	5	1	1,387	2,1-2,5
1.11.2008	PDA-ASUS	5	5	2,022	2,1-2,5
1.11.2008	PDA-ASUS	5	15	9,575	2,1-2,5
1.11.2008	PDA-ASUS	5	30	7,639	2,1-2,5
1.11.2008	PDA-ASUS	5	60	5,728	2,1-2,5
1.11.2008	PDA-ASUS	5	120	5,175	2,1-2,5
1.11.2008	PDA-ASUS	5	300	5,839	2,1-2,5

Tabulková příloha č. 3

Datum	Aparatura	Lokalita	Počet pozic pro průměr	Odchylka od pozice	PDOP
3.11.2008	BT-338	1	1	0,269	1,8-2,4
3.11.2008	BT-338	1	5	0,204	1,8-2,4
3.11.2008	BT-338	1	15	1,497	1,8-2,4
3.11.2008	BT-338	1	30	2,181	1,8-2,4
3.11.2008	BT-338	1	60	1,178	1,8-2,4
3.11.2008	BT-338	1	120	1,79	1,8-2,4
3.11.2008	BT-338	1	300	1,168	1,8-2,4
3.11.2008	BT-338	2	1	4,497	1,9-2,4
3.11.2008	BT-338	2	5	5,577	1,9-2,4
3.11.2008	BT-338	2	15	4,564	1,9-2,4
3.11.2008	BT-338	2	30	4,364	1,9-2,4
3.11.2008	BT-338	2	60	3,575	1,9-2,4
3.11.2008	BT-338	2	120	2,239	1,9-2,4
3.11.2008	BT-338	2	300	3,934	1,9-2,4
3.11.2008	BT-338	3	1	0,966	2,0-2,3
3.11.2008	BT-338	3	5	1,743	2,0-2,3
3.11.2008	BT-338	3	15	2,691	2,0-2,3
3.11.2008	BT-338	3	30	4,284	2,0-2,3
3.11.2008	BT-338	3	60	3,579	2,0-2,3
3.11.2008	BT-338	3	120	3,793	2,0-2,3
3.11.2008	BT-338	3	300	0,295	2,0-2,3
3.11.2008	BT-338	4	1	3,11	2,0-2,8
3.11.2008	BT-338	4	5	2,805	2,0-2,8
3.11.2008	BT-338	4	15	2,459	2,0-2,8
3.11.2008	BT-338	4	30	2,636	2,0-2,8
3.11.2008	BT-338	4	60	2,952	2,0-2,8
3.11.2008	BT-338	4	120	2,153	2,0-2,8
3.11.2008	BT-338	4	300	2,805	2,0-2,8
3.11.2008	BT-338	5	1	3,954	1,9-2,3
3.11.2008	BT-338	5	5	3,808	1,9-2,3
3.11.2008	BT-338	5	15	4,205	1,9-2,3
3.11.2008	BT-338	5	30	3,266	1,9-2,3
3.11.2008	BT-338	5	60	3,346	1,9-2,3
3.11.2008	BT-338	5	120	3,067	1,9-2,3
3.11.2008	BT-338	5	300	2,631	1,9-2,3

Tabulková příloha č. 4

Datum	Aparatura	Lokalita	Počet pozic pro průměr	Odchyłka od pozice	PDOP
3.11.2008	PDA- ASUS	1	1	4,538	1,8-2,4
3.11.2008	PDA- ASUS	1	5	5,413	1,8-2,4
3.11.2008	PDA- ASUS	1	15	3,719	1,8-2,4
3.11.2008	PDA- ASUS	1	30	5,107	1,8-2,4
3.11.2008	PDA- ASUS	1	60	4,163	1,8-2,4
3.11.2008	PDA- ASUS	1	120	7,69	1,8-2,4
3.11.2008	PDA- ASUS	1	300	5,894	1,8-2,4
3.11.2008	PDA- ASUS	2	1	3,201	1,9-2,4
3.11.2008	PDA- ASUS	2	5	3,285	1,9-2,4
3.11.2008	PDA- ASUS	2	15	3,02	1,9-2,4
3.11.2008	PDA- ASUS	2	30	2,333	1,9-2,4
3.11.2008	PDA- ASUS	2	60	2,863	1,9-2,4
3.11.2008	PDA- ASUS	2	120	0,89	1,9-2,4
3.11.2008	PDA- ASUS	2	300	1,591	1,9-2,4
3.11.2008	PDA- ASUS	3	1	2,414	2,0-2,3
3.11.2008	PDA- ASUS	3	5	2,455	2,0-2,3
3.11.2008	PDA- ASUS	3	15	2,541	2,0-2,3
3.11.2008	PDA- ASUS	3	30	2,766	2,0-2,3
3.11.2008	PDA- ASUS	3	60	2,025	2,0-2,3
3.11.2008	PDA- ASUS	3	120	1,394	2,0-2,3
3.11.2008	PDA- ASUS	3	300	3,36	2,0-2,3
3.11.2008	PDA- ASUS	4	1	2,896	2,0-2,8
3.11.2008	PDA- ASUS	4	5	2,158	2,0-2,8
3.11.2008	PDA- ASUS	4	15	2,344	2,0-2,8
3.11.2008	PDA- ASUS	4	30	3,681	2,0-2,8
3.11.2008	PDA- ASUS	4	60	3,266	2,0-2,8
3.11.2008	PDA- ASUS	4	120	2,756	2,0-2,8
3.11.2008	PDA- ASUS	4	300	2,206	2,0-2,8
3.11.2008	PDA- ASUS	5	1	7,244	1,9-2,3
3.11.2008	PDA- ASUS	5	5	7,556	1,9-2,3
3.11.2008	PDA- ASUS	5	15	5,312	1,9-2,3
3.11.2008	PDA- ASUS	5	30	7,386	1,9-2,3
3.11.2008	PDA- ASUS	5	60	4,647	1,9-2,3
3.11.2008	PDA- ASUS	5	120	4,138	1,9-2,3
3.11.2008	PDA- ASUS	5	300	9,735	1,9-2,3