

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

Katedra: Katedra krajinného managementu

Vedoucí katedry: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Testování využitelnosti „turistických aparatur GPS“ pro správu
GIS aplikací

Vedoucí bakalářské práce: Hánek Pavel, Ing. Ph.D.

Autor: Jakub Vladař

České Budějovice 2016

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jakub VLADAŘ**
Osobní číslo: **Z13068**
Studijní program: **B4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**
Název tématu: **Testování využitelnosti „turistických aparatur GPS ” pro
správu GIS aplikací**
Zadávající katedra: **Katedra krajinného managementu**

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

Cílem práce je provést testy využitelnosti neměřických GNSS pro správu GIS aplikací. V práci budou otestovány vybrané GNSS aparatury v různých podmínkách a prostorech měření. Dosažené výsledky budou porovnány s měřením geodetické GNSS aparatury. Na základě tohoto porovnání bude provedena analýza využitelnosti vybraných GNSS aparatur při správě GIS aplikací.

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 35 stran textu
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

RAPANT, P.: Družicové polohové systémy. VŠB-TU Ostrava, 2002. 200 str.
ISBN 80-248-0124-8.

Vyhláška ČÚZK č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, ve znění vyhlášky č. 212/1995 Sb., vyhlášky č. 365/2001 Sb., vyhlášky č. 92/2005 Sb. a vyhlášky č. 311/2009 Sb.

Hánek, P. - Hánek, P. - Maršíková, M.: Geodézie pro obor pozemkové úpravy a převody nemovitostí. České Budějovice, JU 2008.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Hánek, Ph.D.
Katedra krajinného managementu


Datum zadání bakalářské práce: 16. března 2015

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2016

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studená 13
370 02 České Budějovice


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

L.S.


doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 23. března 2015

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum

Podpis studenta

Poděkování:

Chtěl bych velice poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Pavlu Hánkovi, Ph. D. za veškerou pomoc, ochotu a cenné rady při zpracování této práce. Poděkování patří i Českému úřadu zeměměřickému a katastrálnímu (ČÚZK) za poskytnutí mapových podkladů. V neposlední řadě patří díky mé přítelkyni.

Obsah

1	Úvod	8
2	Literární přehled řešené problematiky	9
2.1	Globální navigační satelitní systém	9
2.1.1	Struktura	9
2.1.2	Družicové navigační systémy	9
2.1.3	Používaná aparatura pro měření	12
2.1.4	Metody měření	14
2.1.5	Vlivy působící na přesnost měření	16
3	Metodika	18
3.1	Výběr lokality	18
3.2	Měřené body	18
3.2.1	Definice ZhB a bodů PBPP	18
3.2.2	Vybrané body	19
3.3	Výběr měřících přístrojů	24
3.3.1	Mobilní telefon Lenovo S920 :	24
3.3.2	Mobilní telefon LG LII	25
3.3.3	Autonavigace Tom Tom:	25
3.3.4	Turistická GPS Garmin eTrex H	26
3.3.5	Trimble R4	26
4	Vlastní práce	28
4.1	Postup měření	28
4.2	Zpracování dat	28
4.2.1	Data katastr Milčice	29
4.2.2	Data katastr Nepomuk	30
5	Výsledky	32
5.1	Výsledky měření katastr Milčice	33
5.2	Výsledky měření katastr Nepomuk	35
5.3	Porovnání přesností jednotlivých mobilních aplikací	37
5.4	Vyhodnocení přesnosti a použitelnosti jednotlivých přístrojů	37
6	Závěr	39
	Přehled použité literatury a zdrojů	40
	Seznam zkratk	42
	Přílohy	43

Abstrakt

Cílem bakalářské práce je provést testy využitelnosti neměřických GNSS aparatur. Vybrané přístroje budou testovány v různých prostředích. Výsledky budou porovnány s měřením geodetické GNSS aparatury. Na základě tohoto porovnání bude provedena analýza využitelnosti vybraných přístrojů.

V teoretické části seznámím čtenáře se základními pojmy v oboru družicových satelitních systémů, s jejich stručnou historií, aktuálně využívanými a nově vznikajícími systémy.

V části praktické poté objasním výběr lokality a měřených bodů. Dále předložím získaná data a vyhodnotím využitelnost jednotlivých přístrojů.

Klíčová slova: GNSS, GPS, přesnost měření, neměřické aparatury

Abstract

The aim of the thesis is to perform usability tests of non geodetic apparatus. The selected device will be tested in various environments . Results will be compared with measurements of GNSS surveying equipment. Based on this comparison will analyze the usability of selected devices.

The theoretical part acquainted readers with the basic concepts in the field of satellite systems, with their brief history, currently exploited and emerging systems.

In the practical part then I will explain the selection of locations and measuring points. Furthermore, I will present the data and evaluate the usability of the devices.

Key words: GNSS, GPS, accuracy of measurement, non geodetic apparatus

1 Úvod

V posledních několika letech se stala elektrotechnika a elektronika nedílnou součástí našeho každodenního života. Přístroje, které se před deseti lety zdáli být utopií a bylo je možno vidět maximálně ve sci-fi filmech jsou dnes součástí každodenního života. Vlastnictví chytrých telefonů dnes přestává být považováno za něco výjimečného a je naprosto běžné, že je vlastní děti již v předškolním věku. Dalším fenoménem je vývoj počítačů, bez kterých si většina z nás již nedokáže představit svůj život a svoji práci. Využívání GIS aplikací již není výsadou pouze geodetů, geografů, kartografů, ale jejich uživatelem se stává také široká veřejnost. Asi nejznámější aplikací která obsahuje prvky geografického informačního systému, je Google Earth. Spolu s GIS zažívá nárůst popularity další fenomén, Global Positioning System (GPS). Jedná se o družicový systém, díky kterému můžete zjistit svoji aktuální polohu kdekoliv na Zemi. Široká veřejnost ho začala využívat v běžném životě, jak k praktickým úkonům, tak i pro zábavu. Prudký nárůst uživatelů je způsoben zvyšující se finanční dostupností GPS přijímačů, jejichž výroba je snazší a levnější. S růstem počtu přijímačů narůstá také konkurence mezi výrobci a s tím spojená rozdílná kvalita přístrojů. Tato situace logicky vytváří poptávku po testování funkčnosti GPS aparatur. V mé bakalářské práci budou testovány celkem 4 neměřické aparatury.

Vedle široké veřejnosti otevírají satelitní systémy 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 satelitní systémy, protože je díky tomu dosahováno větší přesnosti a významné časové úspory. Přesnost systému GPS se pohybuje bez velmi nákladných geodetických 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 práce zaměřuje na zjištění přesnosti zájmových GPS aparatur.

2 Literární přehled řešené problematiky

2.1 Globální navigační satelitní systém

Obor družicových navigačních systémů je v rámci geodetického zaměřování velice mladý. V posledních letech zažívá opravdový vzestup a to hlavně díky její úspěšnosti a efektivnosti v porovnání s klasickými geodetickými metodami. Hlavní devízou těchto systémů je možnost zaměřit dva různé body bez nutnosti jejich vzájemné viditelnosti.

2.1.1 Struktura

Družicové systémy jsou obecně tvořeny třemi základními segmenty

Kosmický

Je tvořen družicemi, jež obíhají Zemi v předem určených drahách a vzdálenosti. U různých systémů se liší počet a rozmístění družic dále typ, sklon a výška jejich oběžných drah.

Řídící

Jedná se soustavu pozemních stanic plnících řadu různých úkolů jako například monitorování signálů družic, případně manévry s družicemi. V tomto segmentu zpravidla rozlišujeme tři typy - hlavní řídicí stanici, monitorovací stanici a stanici pro komunikaci s družicemi.

Uživatelský

Tento segment je tvořen přijímači a veškerým technickým zařízením, umožňujícím a usnadňujícím možnosti využití družicového polohového systému. Jeho konfigurace je plně dána požadavky uživatelů a technickými možnostmi a omezením kosmického segmentu (s řídicím segmentem uživatelé do přímého styku nepřicházejí).

[13]

2.1.2 Družicové navigační systémy

V průběhu let vzniklo velké množství více či méně úspěšných projektů v oblasti družicové navigace. Zmíním pouze ty, které jsou dnes nejhojněji využívané a také nově vznikající systémy. Vzhledem k využití systému NAVSTAR-GPS pro měření se mu budu věnovat v samostatné kapitole.

GLONASS

Navigační systém dříve provozovaný Sovětským svazem, dnes Ruskem, je obdobou amerického NAVSTAR-GPS a evropského Galilea. První dvě testovací družice spolu s jednou provozní družicí zaujaly svoji pozici na oběžné dráze 12. října 1982. Do roku 1991 následovalo 44 provozních a 8 testovacích družic. Oznámení o kompletnosti systému bylo vydáno v září 1993, ovšem úplného dokončení se dočkal až v roce 1995. V dubnu 2002 bylo z důvodu ekonomické krize funkčních pouze 8 družic, což znemožnilo použití systému jako globálního navigačního nástroje. Kompletního pokrytí dosáhl až v roce 2010. Koncem roku 2011 se podařilo dosáhnout při “absolutně nejlepším prostředí“ přesnosti 2,8m. V současnosti se pracuje na modernizaci celého systému. [5]

GALILEO

Jedná se o vznikající autonomní evropský GNSS. Původní provozuschopnost byla plánována na rok 2010, podle nových plánů se datum posune na rok 2018. Tento systém je odlišný tím, že se jedná o projekt primárně řízený a spravovaný civilní správou, na rozdíl od NAVSTAR-GPS a GLONASS, které jsou primárním určením vojenské systémy. Po dokončení se bude skládat z 30 družic, z toho 3 budou záložní. Galileo má umožnit určení uživatelské polohy s přesností lepší než jeden metr. Celkem bude systém poskytovat 4 druhy služeb. Základní bude poskytována zdarma. Komerční služba bude využívat o dva signály více, přístup bude kontrolován na úrovni přijímače přístupovým klíčem. Veřejně regulovaná služba obsahující dva šifrované systémy s kontrolovaným přístupem bude určena především pro bezpečnost složky státu. A nakonec Vyhledávací a záchranná služba pro nouzovou lokalizaci v rámci COSPAS-SARSAR bude umožňovat oboustrannou komunikaci. [4]

Egnos

European Geostationary Navigation Overlay Service je evropský projekt pro korekci signálu GPS. Skládá se z více než 40 pozemních stanic a několika družic. Systém umožňuje využití existujících satelitních signálů v letectví nebo lodní navigaci.

V rámci systému jsou poskytovány tři služby. Základní služba pro podporu všeobecně volně šířitelných aplikací GNSS je poskytována zdarma.

SoL (Safety of Life Service) byl schválen pro využití v civilní letecké dopravě v roce 2011. Poslední složkou je komerční služba EGNOS Data Access Server. Ta šíří data z EGNOS v reálném čase prostřednictvím internetu.[3]

Beidou/Compass

Jedná se o projekt Čínské lidové republiky s cílem vyvinout nezávislý družicový navigační systém. Systém byl přejmenován na Compass po změně konceptu z regionálního navigačního systému na globální. [2] První družice Beidou 1A byla na oběžnou dráhu vynesena 30. října 2000, dále následovala Beidou 1B (20. 12. 2000) a Beidou 2A 24. května 2003. Dle posledních zpráv je momentálně na orbitě 16 funkčních (z 19 vyslaných) satelitů. Celý systém má po dokončení využívat 35 satelitů, jeho dokončení je naplánováno na rok 2020. Bude možno využívat dva typy služeb: bezplatnou a koncesovanou.

Bezplatná služba bude určovat polohu s přesností přibližně 10 metrů, družicové hodiny budou synchronizovány s přesností 50 ns, rychlost bude měřena s přesností 0.2 m/s. Koncesovaná služba bude přesnější než bezplatná služba, bude moci být využita také pro komunikaci a bude uživatelům poskytovat informaci o stavu systému. [9]

IRNSS

IRNSS je nezávislý národní navigační satelitní systém vyvíjený Indií. Je navržený tak, aby poskytoval přesné informace o poloze uživatelům v Indii. Dále jej bude možno využívat v rozšířené oblasti užívání. Systém bude poskytovat dva typy služeb: Standardní polohovou službu, která bude přístupná pro všechny uživatele, a poté Omezenou službu, ta bude samozřejmě dostupná pouze autorizovaným uživatelům. Předpokládá se, že systém bude schopen dosáhnout polohové přesnosti pod 20 m. [8]

Quasi-Zenith QZSS

Jedná se o regionální systém pro přenos časových dat a zpřesnění GPS, který bude přístupný v Japonsku. První satelit byl vypuštěn 11. září 2010. Tento systém by měl být plně funkční po roce 2018, tehdy by měla být dosažena plná kooperace s americkým GPS. [17]

NAVSTAR (NAVSTAR GPS)

NAVigation System using Time And Range, byl vyvinutý Ministerstvem obrany Spojených států amerických. Konečná podoba systému je odvozena od pozemních navigačních systémů jako byl například LORAN. První námořnictvem používaný systém Transit byl úspěšně otestován v roce 1960. První experimentální družice z Block-I GPS byla vypuštěna v únoru 1978. V roce 1994 bylo na oběžné dráze 24 družic potřebných pro plnou funkčnost systému. V roce 2000 bylo umožněno civilním uživatelům přijímat plnohodnotný signál, ten byl do té doby určen pouze pro vojenské účely. [1]

V současné době probíhá fáze modernizace GPS Block IIF. V letošním roce dosáhl své orbity desátý satelit GPS IIF od firmy Boeing. Tyto satelity přidávají třetí civilní signál (L5) a jsou navrženy pro dvanáct let provozu. Další fází je GPS III, pro kterou zvolila americká vláda spolupráci s firmou Lockheed Martin. Dle informací by měly další civilní kanál (L1C) a poskytovat třikrát větší přesnost. Jejich doba provozu je navržena na 15 let. [10]

Počet viditelných družic se během dne pohybuje mez 4-12, nejčastěji je možné přijímat signály od osmi z nich. Pokud by se pohybovaly na vypočtených drahách bez jakýchkoli odchylek, bylo by zajištěno téměř stoprocentní pokrytí povrchu Země (99,999714%) alespoň čtyřmi družicemi s hodnotou PDOP < 6. V důsledku nepřesnosti při vynesení družic na oběžnou dráhu a běžného posunu jejich drah se však skutečné dráhy liší od nominálních. To pak vede ke zhoršení pokrytí signálem. V okamžiku, kdy odchylka dráhy družice překročí stanovené meze, se provede korekční manévr.[7]

2.1.3 Používaná aparatura pro měření

Aparatury lze dělit podle konstrukce, přijímaných údajů a způsobu využití.

Podle konstrukce

Zde rozlišujeme dva hlavní typy konstrukcí. Kompaktní, kde je přístroj tvořen jedním kompaktním celkem (např. Trimble GeoExplorer) a víceprvkové, které se skládají z více prvků – anténa, přijímač (např. Trimble R7)

Podle přijímaných signálů

Existují tři kategorie přijímaných údajů. Kódové aparatury využívají pro určení polohy C/A kód. Lze je nalézt zejména u turistických a navigačních systémů. Fázové aparatury se v současnosti dělí na jednofrekvenční, dvoufrekvenční a dvoufrekvenční s podporou GNSS. U dvoufrekvenčních aparatur je využíváno pro určení polohy nosných vln signálu L1 a L2. V dnešní době je většina nově vyráběných přístrojů schopna kombinovat signály ze systémů GLONASS, v pozdější době od systému Galileo, či novou nosnou vlnu L5 GPS. Kombinované systémy využívají fázové i kódové měření.

Podle způsobu využití

Turistické GPS aparatury jsou využívány hlavně pro navigaci turistů a cykloturistů. Přijímače jsou vyráběny v několika provedeních. Jedním z typů jsou nemapové aparatury. Jedná se o jednoduché přístroje, u kterých není možnost nahrát mapový podklad. Dokáží zaznamenat průběh cesty a řídit návrat za zhoršených klimatických podmínek. Dalším typem jsou aparatury, které umožňují nahrání mapových podkladů. Jejich výsek se aktuálně zobrazuje na displeji.

Navigační systémy využívající digitální mapový podklad jsou využívány zejména v automobilovém průmyslu. Lze se setkat s přístroji vestavěnými přímo do palubní desky, ale i přenosnými. Moderní přístroje umožňují aktivní plánování trasy k určenému cíli. Pro navržení optimálního průjezdu jsou využívány informace z radiových policejních hlášení a údaje o okamžité poloze vozidla určené systémem GPS. Speciálním využitím je řízení pohybu zemědělských a stavebních strojů. Je zde možnost aktivně zobrazit na displeji polohu činných částí stroje vůči podzemním sítím a tím eliminovat případné škody.

GIS-GPS aparatury umožňují rychlé a zároveň dostatečně přesné pozemní měření pro tvorbu GIS. Využívají se pro rychlé doplnění údajů, které nebylo možno získat pomocí dálkového průzkumu Země. Přesnost těchto aparatur se pohybuje od několika desítek centimetrů do několika metrů.

Geodetické aparatury se v dnešní době používají pro tvorbu bodových polí, sledování deformací stavebních objektů, vytyčovací práce, velkoměřítková mapování. Tato měření používají fázová měření, jejich přesnost dosahuje několika milimetrů. [7]

2.1.4 Metody měření

Metody měření lze rozdělit podle několika dále uvedených kritérií.

Podle měřených veličin

Kódová měření představují základní princip měření pomocí systému GPS. Nejprve si popíšeme způsob, jak přijímač zpracovává signály. V jednodušším případě se na vstupu objeví signál pouze z jedné družice a bez jakéhokoliv šumu. Nosná vlna L je modulována kódem C/A, převedena na signál s nižší frekvencí a pak je směřována s C/A kódem generovaným přímo v přijímači. Kód v přijímači ale není synchronní s C/A kódem generovaným družicí, a proto musí přijímač pro neznámou družici nalézt odpovídající dálkoměrný kód a postupným posouváním generované sekvence dosáhnout shody signálů. Vzhledem k tomu, že družice vysílá jednotlivé sekvence kódu v přesné časové okamžiky, je možné určit přesný čas odeslání signálu. Rozdíl mezi časem odeslání a přijetí je roven času šíření signálu od družice k přijímači. Z tohoto rozdílu je možné spočítat jeho vynásobením rychlostí šíření rádiových vln tzv. zdánlivou vzdálenost (pseudo-range). Otázkou je reálně dosažitelná přesnost kódových měření. V případě C/A kódu je vysílaná frekvence rovna 1 023 MHz, kde odpovídá jeden bit vlnové délce 300 m, u P-kódu jde o 30 m. Při uvažované přesnosti 1-2 % z vlnové délky je maximální dosažitelná přesnost určení zdánlivé vzdálenosti u C/a kódu 3-6 metrů, u P-kódu je řádově 0,3-0,6 m. P kód je precision kód nedostupný pro neautorizované uživatele.

Fázová měření využívají krátké vlnové délky nosných vln. U nosné vlny L1 asi 19cm, L2 24 cm a u nejnovější vlny L5 26cm. Budeme-li uvažovat stejnou přesnost měření jako v případě kódových měření, lze určovat vzdálenost mezi družicemi a přijímačem na milimetry. Problémem je však nemožnost určit čas jejího odeslání. Fázová měření proto vykazují určitou nejednoznačnost rovnající s počtu celých vlnových délek nosné vlny, nacházejících se mezi přijímačem a družicí (proto se někdy označuje také termínem celočíselná nejednoznačnost). Pro nalezení této nejednoznačnosti byla vypracována celá řada postupů umožňujících určit tuto hodnotu buďto následně v kanceláři nebo při vyhodnocování v reálném čase. Dnes se využívají metody OTF a Lambda. Jakmile je hodnota určena, je přijímač schopen sledovat změny fázového posunu a počtu celých vln a tím i vlastní polohu. Pokud dojde k přerušování sledování nosné vlny, vznikne tzv. fázový skok. Znamená to, že přijímač

je nucen započít nový cyklus měření, od určení fázového posunu až po nové určení počtu celých vln mezi ním a družicí.

Kombinované systémy využívají fázové i kódové měření.

Podle doby získání výsledné polohy

Metody v reálném čase (real-time processing), zde jsou výsledky známé okamžitě v terénu.

Metody s následným zpracováním (postprocessing), zde se měřená data registrují a potom se dodatečně zpracovávají.

Podle pohybu přijímače

Statické měření je založeno na jednoduchém principu. Jeden přijímač je umístěn na bodě o známých souřadnicích, druhý na bodě, jehož souřadnice chceme zjistit a současně se provede jednodinové měření, které se pak zpracuje metodou dvojitého nebo trojitých diferencí. Lze měřit základny do délky 30 km s přesností řádově na centimetry.

Kinematické měření umožňuje výrazně zrychlit vlastní provedení měření v terénu, má však také určitá omezení. Tím hlavním je, že oba přijímače musí být po celou dobu měření napojené na stejnou čtveřici družic. Dalším omezením je, že měření pohyblivým přijímačem musí být vždy započato na bodě se známou polohou.

V poslední době se objevila varianta kinematických měření v reálném čase tzv. RTK. Tato varianta klade zvýšené nároky na technické vybavení, protože mezi referenčním a pohyblivým přijímačem musí být vybudován stálý komunikační kanál. Na rozdíl od DGPS však tento kanál nepřenáší jen prosté diferenční korekce, ale musí na mobilní stanici přenášet kompletní data získaná při kódových a fázových měření. Tato varianta GPS umožňuje rozšířit aplikace kinematických měření i do oblastí, kde je potřebné provádět v reálném čase velice přesné určování polohy pohybujících se objektů [16]

Podle použitých přijímačů

Autonomní měření využívá pouze jeden přijímač.

Diferenční a relativní metody GPS zahrnují spolupráci dvou přijímačů, jednoho statického a druhého pohyblivého, který měří polohu. Pro určení polohy je potřeba signál minimálně ze čtyř satelitů. Každý z nich má ovšem nějakou chybu případně zpoždění s ohledem na to, jaké a kolik překážek na cestě potkal. DGPS je schopen eliminovat chyby, které jsou společné jak pro statický, tak pro pohyblivý přijímač. To zahrnuje vše, kromě multipath chyb a chyb na samotném přístroji.

Představa je jednoduchá: referenční přijímač postavíme na místo, které je velmi přesně zaměřeno, a necháme ho tam. Takle referenční stanice přijímá stejný GPS signál jako pohybuující se přijímač, ale místo toho, aby fungovala jako normální GPS přijímač koriguje signál. Porovnává to, kde by signál měl být s tím, kde je právě teď, a výsledkem je faktor opravy korekce. Přijímače ovšem nevysílají tato data samy o sobě, ale musejí být připojeny k radio vysílači. Pro získání korekcí jsou také využitelné systémy EGNOS a WASS. [7]

2.1.5 Vlivy působící na přesnost měření

Faktorů ovlivňujících přesnost měření je mnoho. V této kapitole jich několik zmíním a u některých je doplněn i způsob korekce chyb způsobených daným faktorem.

Ionosféra

Ionosféra je vrstva atmosféry sahající do výšky od 50 do 500 km. Obsahuje vysoký počet ionizovaných částic, které mohou působit rušivě na signál. Přestože mnoho z těchto chyb může být odstraněno matematickým modelováním, jedná se stále o jeden z nejvýznamnějších zdrojů chyb.

Troposféra

Troposféra je nižší část zemské atmosféry, která zahrnuje veškeré počasí. Je plná vodních par, kolísá zde teplota a tlak, i přes svoji nekonzistentnost způsobuje relativně málo chyb

Je zde několik možností jak minimalizovat tento typ chyb. Kupříkladu můžeme předpokládat, jaké je typické zpoždění pro určitý den. Tento postup nazýváme modelováním. Je účinný, ale atmosférické podmínky jsou zřídka naprosto stejné. [18]

Vícecestné šíření - multipath

Kvalita signálu může být snížena i odrazem od povrchu s vysokou odrazivostí jako například karoserie auta, vodní plocha. Tím pádem se do antény dostane signál více cestami. Může dojít například k interferenci signálu, a tím dojde k vyřazení dané družice z měření. Případně přijímač použije k určení své polohy odražený signál, a tím vzroste chyba určování polohy

Geometrické uspořádání družic nad místem měření

Tento faktor rovněž významně ovlivňuje přesnost určování polohy přijímačem. Na velikost chyby vnesené do určování polohy tímto faktorem lze usoudit na základě hodnoty parametru DOP (Dilution of Precision; zhoršení přesnosti v důsledku geometrie uspořádání družic na obloze). Tento parametr má celou řadu složek: vertikální, horizontální, časovou, polohovou apod. Přijímač vypočítává každou složku DOP pro všechny možné kombinace čtveřic viditelných družic a pro určování je použita ta u které je nejmenší hodnota parametru PDOP (Position Dilution of Precision, zhoršení přesnosti určování polohy). Normálně hodnota PDOP v rozmezí od 1 do 3 znamená chybu do 15 m. U PDOP 4 až 6 může chyba stoupnout na mnoho desítek metrů. Uživatel v této situaci nemá možnost měření ovlivnit. Nejčastěji lze jen počkat na příhodnější polohu družic. Tato situace může být vyvolána také zastíněním oblohy překážkou. Pak lze vyhledat příhodnější místo pro provedení měření. [12]

Výsledek měření GNSS, pro který platí, že hodnota parametru GDOP (Geometric Dilution of Precision) nebo parametru PDOP (Position Dilution of Precision) je větší než 7,0, nelze ověřit pomocí dalšího výsledku měření GNSS, pro který rovněž platí, že hodnota parametru GDOP nebo parametru PDOP je větší než 7,0, jestliže se čas ověřujícího měření vůči času měření ověřovaného nachází v intervalu: $\langle -3 + n.k ; n.k + 3 \rangle$ hodin [19]

Přesnost určení polohy ovlivňuje také elevační úhel. Elevační úhel se volí zpravidla od 10° do 15° . Na signál z družice s malým elevačním úhlem má chyba ze šíření signálu větší vliv. [7]

3 Metodika

3.1 Výběr lokality

Místa měření byla vybrána blízko k mému bydlišti z důvodu znalosti místního terénu a snadné komunikaci s majiteli okolních pozemků ohledně přístupu k měřeným bodům. Body jsou měřeny ve dvou různých katastrálních územích, Milčice a Nepomuk. V obou katastrech jsou podobná data poslední údržby katastrálního operátu. V milčickém katastru proběhla údržba na zhušťovacích bodech 284 a 285 naposledy v letech 1996-98, bod podrobného polohového pole 508 byl zřízen v roce 2001, bod 506 až v roce 2007. Obdobné je to v katastru Nepomuk. U zhušťovacího bodu 226 byla naposledy provedena údržba v roce 1998. Bod PPBP 604 a 528 byli přeурčeny v roce 2008, body 630 a 662 vznikly v roce 2009.

3.2 Měřené body

Body byly vybírány s ohledem na jejich polohu, dostupnost, kladen byl důraz na odlišnost prostředí, ve kterém se nacházejí. Dále jsem se snažil vybírat jak body zhušťovací, tak podrobného polohového pole. Informace o bodech byly staženy a portálu Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního.

3.2.1 Definice ZhB a bodů PBPP

Zhušťovací bod se může stabilizovat buď povrchovou a jednou podzemní značkou, kovovým čepem s křížkem osazeným do ploché střechy stavby, použitím neporušené stabilizace nivelačního kamene, kde centrem bodu je průsečík úhlopříček horní plochy hlavy kamene nebo střed vrchlíku hřebové značky, použitím trvale signalizovaného bodu (makovice věže kostela apod.). K ochraně zhušťovacích, zajišťovacích a orientačních bodů se používá výstražná tabulka má nápis "GEODETICKÝ BOD - POŽKOZENÍ SE TRESTÁ.". Údaje o zhušťovacích bodech obsahují: číslo a název bodu, lokalizační údaje o územních jednotkách a katastrálním území, označení listu Státní mapy 1 : 5 000 - odvozené, označení Základní mapy ČR 1:50 000, označení triangulačního listu, číslo parcely nebo číslo popisné stavby, na níž je bod umístěn, souřadnice zhušťovacího bodu, jeho nadmořskou výšku s uvedením vztažného místa a údaje o orientaci, místopisný náčrt s vyhledávacími mírami a místopisný popis, údaje o stabilizaci a ochraně bodu, údaje o zřízení bodu.

Body podrobného polohového bodového pole se zřizují například na technických objektech poskytujících trvalou signalizaci, zejména na rozích budov. Pokud nejsou pro umístění bodů podrobného polohového bodového pole vhodné

objekty, potom se výjimečně stabilizují kamennými hranoly o celkové délce nejméně 500 mm a s opracovanou hlavou o rozměrech nejméně 120 mm x 120 mm x 70 mm. Body se volí v hustotě s přihlédnutím k technickým možnostem měření pro účely správy katastru. Souřadnice a výšky bodů se určují geodetickými metodami (např. početním zpracováním měřených určovacích prvků, využitím družicových systémů, aerotriangulací). Zaokrouhlují se na 2 desetinná místa. Zaměření každého bodu se provede nezávisle nejméně dvakrát. [19]

3.2.2 Vybrané body

Přibližná poloha bodů je zakreslena v mapové příloze číslo 1. Veškeré fotografie dokumentující polohu bodů byly pořízeny mnou. V katastru Milčice jsem vzhledem k typu oblasti vybíral body spíše v prostředí hůře měřitelném. Tři z bodů se nacházejí na hranici lesa s různou intenzitou stínění stromů. Bod 506 je umístěn přímo pod vzrostlou borovicí, z toho důvodů byl značný problém pro přístroje zaměřit polohu. [Obr. 1,2]

Obr. 1



Obr. 2



Bod 508 je lokalizován zhruba 300 m od bodu 506. Nachází asi 20 m od hrany lesa. Zde je stínění jen z 1 strany, díky tomu měření probíhalo bez větších problémů, o čemž svědčí i mnohem lepší PDOP než u prvního bodu. [Obr. 3,4]

Obr. 3



Obr. 4



Třetí bod, který byl ovlivněn stíněním jen minimálně, se nachází u východní stany listnatého lesíka. [Obr. 5,6]

Obr. 5



Obr. 6



Poslední bod měřený v katastru Milčice se nachází u místního zemědělského družstva, asi 5 m od místní komunikace číslo 54. [Obr. 7,8]

Obr. 7



Obr. 8



V katastru Nepomuk jsem se také snažil o diverzifikaci prostředí, ve kterém se body nacházejí. Protože velkou část katastru zabírá městská zástavba, rozhodl jsem se zvolit dva body na hraně budov, Ve snaze přiblížit se podmínkám v katastru Milčice se bod číslo 226 nachází úplně mimo zástavbu. Jak je z fotografií patrné, je situovaný u veřejné komunikace bez jakéhokoliv stínění. [Obr. 9,10]

Obr. 9



Obr. 10



Bod 528 je lokalizován v okolí místních garáží, z čehož vyplývá minimální vliv na měření. [Obr. 11,12]

Obr. 11



Obr. 12



Drobné ovlivnění výsledků by se mohlo objevit u bodu 604, ten se nachází v blízkosti panelového domu a v době měření byl v blízkosti i vzrostlý smrk. V době pořizování fotografií byl bohužel již poražený. [Obr. 13,14]

Obr. 13



Obr. 14



U bodů 630 a 662 se dají očekávat horší výsledky vzhledem k jejich poloze. Oba body jsou určeny rajónem a nacházejí se na hraně domu. Zde se vyskytl i drobný problém s měřením pomocí aparatury Trimble R4. Kvůli velikosti antény nebylo možno měřit přímo na bodu. Ve snaze eliminovat chyby měření byla měření ostatními přístroji prováděna na místě styku hrotu výtyčky s povrchem. [Obr. 15,16,17,18]

Obr. 15



Obr. 16



Obr. 17



Obr. 18




3.3 Výběr měřících přístrojů

Při výběru jsem kladl důraz na rozdílnost přístrojů. Dalším významným faktorem byla cena přístrojů. Snažil jsem se získat přístroje v obdobné cenové relaci. Byl zde předpoklad, že tyto přístroje budou mít hardwarovou vybavenost na obdobné úrovni. Nakonec byla vybrána ruční turistická navigace Garmin eTrex, auto-navigace Tom Tom, a dva mobilní telefony. Vzhledem k masovému rozšíření GPS modulů v mobilních telefonech a pro jejich snadnou dostupnost byly zvoleny 2 tyto přístroje. Dále byly do každého nainstalovány dvě různé aplikace, aby mohlo dojít k následnému porovnání oněch aplikací. Jako srovnávací aparatura mi byla zapůjčena GNSS přístroj Trimble R4 s výrobním číslem: 5238496940 a Trimble Survey Controller SW: 12.49 od Jihočeské univerzity. V dalších odstavcích budou aparatury popsány podrobně.

3.3.1 Mobilní telefon Lenovo S920 :


Lenovo S920 je stylový smartphone se superštíhlým tělem a velkým 5.3" IPS displejem. O chod přístroje se stará čtyřjádrový procesor s taktom 1.2 GHz. Přístroj podporuje dvě SIM karty. Jeden telefon tak poslouží k pracovním i soukromým účelům. Skvělé zobrazení mobilního obsahu zajistí již zmíněný 5.3" IPS displej s HD rozlišením. Operační paměť RAM je 1 GB. V telefonu je nainstalován operační systém Google Android ve verzi 4.2 Jelly Bean. [12]

Rozměry	15,40 x 7,77 x 0,79 cm	
Hmotnost	159 g	
Baterie	Li-Po 2 250 mAh	
GPS	MTK_GPS_MT6628, A-GPS	
Cena	2990 Kč	

Zdroj: <http://cdn2.gsmarena.com/vv/pics/lenovo/lenovo-s920-1.jpg>

3.3.2 Mobilní telefon LG LII

LG Optimus L3 II patří do druhé řady známé rodiny chytrých telefonů LG a momentálně se představuje jako jeden z nejmenších smartphonů od LG. V jeho stylově propracovaném těle naleznete 3,2" dotykový displej. Celá řada Optimus byla navrhována tak, aby uživatelům dávala co nejvíce radosti z používání smartphonů, jinak tomu není ani v případě L3, kdy se o chod a plynulost telefonu stará systém Android ve verzi 4.1.[15]

Rozměry	10,2x6,1x1,2 cm	
Hmotnost	107 g	
Baterie	Li-ion 1540 mAh	
GPS	ano, podpora A-GPS	
Cena	1990 Kč	

Zdroj: <https://im9.cz/iR/importprodukt-orig/8ab/8ab21f806f5ed91f111328d070716207--mm1000x1000.jpg>

3.3.3 Autonavigace Tom Tom:


Automobilová navigace s širokouhlým 4,3" dotykovým displejem. Jezděte s jistotou díky jasnému navigování při řazení do jízdnic pruhů. I na těch nejsložitějších dálničních uzlech budete díky realistickému 3D znázornění křižovatky v pohodě a bezpečí [11]

Rozměry	5,1x11,2x3,0 cm	
Hmotnost	150 g	
Baterie	Li-ion 1540 mAh	
GPS	QuickGPSfix	
Cena	2 690 Kč	

Zdroj: <https://i.cdn.nrholding.net/15708988/1000/1000>

3.3.4 Turistická GPS Garmin eTrex H



eTrex H je jednoduchý, dvanáctikanálový GPS, který zvládá všechny základní funkce běžné GPSky, jako je: zaměření pozice, možnost uložení bodů v terénu, možnost zadání bodu o známých souřadnicích do paměti, navigace na zvolený bod nebo po trase, ukládání prošlé trasy a možnost zpětné navigace, ukazatel číselných hodnot rychlosti, prošlé trasy, max., min. a okamžité rychlosti, výšky. Přístroj má odolnost pro použití v extrémních podmínkách a odolnost na ponoření do vody - 1m hloubka po dobu 30 minut (norma IEC 60529 IPX7). Není však zajištěna vodotěsnost prostoru baterií, kam se může dostat voda. [14]

Rozměry	5,1x11,2x3,0 cm	
Hmotnost	150 g	
Baterie	2x AA (výdrž až 17 hodin)	
GPS	vysoce citlivý, s podporou systému WAAS	
Horizontální přesnost	<10 metrů střední chyba	
Horizontální přesnost s WAAS	3m, 95% pravděpodobnost	
Cena	1990 Kč	

Zdroj: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/62/Garmin_Etrex_H_7262.jpg/418px-Garmin_Etrex_H_7262.jpg

3.3.5 Trimble R4

Je určená pro geodety, kteří hledají výkonný GNSS přijímač. Nejen že je cenově dostupný pro každého, ale jeho výkon můžete kdykoliv navyšovat podle potřeby. S pokročilou technologií Trimble R-Track, integrovanou komunikací a možností GNSS upgradu nabízí vysoký výkon dnes a ještě vyšší výkon v budoucnosti. Přijímač je vybavený čipem Trimble Maxwell 6, který umožňuje současně zpracovat 220 kanálů ze všech současných i plánovaných GNSS družicových systémů: GPS, GLONASS, Galileo, Beidou (Compass) a QZSS. Komunikační protokol CMRx v přístroji Trimble R4 poskytuje nebyvalou kompresi korekcí pro optimální využití pásma a plné využití všech satelitů v dosahu, díky čemu máte k dispozici nejspolehlivější určování polohy.[6]

Rozměry	19 cm x 10,2 cm včetně konektorů
Váha	1,52 kg s vnitřní baterií, celková váha i s výtyčkou a ovladačem je 3,04 kg
Pracovní teplota	40 °C až + 65 °C
Odolnost	prachotěsný, chráněný proti dočasnému ponoření do hloubky 1 m
Náraz	vydrží pád z výšky až 2 m s dopadem na beton
Přesnost	Diferenční kódové měření: 0,25 m + 1 ppm RMS Vysoce přesná statická metoda: 3 mm + 0,1 ppm RMS
Cena:	Anténa: 220 000 Kč
	
<p>Zdroj:http://g04.s.alicdn.com/kf/HTB1Xq39FFXXXXaOXFXXq6xXFXXX7/220824980/HTB1Xq39FFXXXXaOXFXXq6xXFXXX7.jpg</p>	
	
<p>Zdroj:http://www.prosurveyingequipment.com/images/Trimble-TSC2.jpg</p>	

4 Vlastní práce

4.1 Postup měření

Měřeno v katastru Milčice bylo 28. 11. 2015. Proběhly 2 sady měření podle tedy provedeno při nezávislém postavení družic, tzn., že opakované měření nesmí být provedeno v čase, který se vůči času ověřovaného měření nachází v intervalech:

$\langle -1 + n.k ; n.k + 1 \rangle$ hodin kde: k je počet dní a může nabývat pouze hodnot nezáporných celých čísel $n = 23,9333$ hodin (23 hod. 56 minut) pro americký systém GPS- NAVSTAR a 22,5000 hodin (22 hod. 30 minut) pro ruský systém GLONASS.[19]

K zefektivnění měření jsem měl s sebou 1 asistenta u všech měření. Vzhledem ke vzdálenosti mezi jednotlivými body byla veškerá aparatura přesouvána autem. Po příjezdu bylo vždy nejprve nutné najít a identifikovat bod. První byla sestavena aparatura Trimble R4, kde se přepokládala nejdelší doba inicializace v rámci používaných přístrojů. Nejprve bylo nutné GNSS aparaturu nastavit. Byla vytvořena zakázka, ve které byl nastaven měřický styl a parametry pro měření: výška antény, PDOP maska, interval a souřadnicový systém (S-JTSK). Pro získání více dat a pro možnost následného porovnání mobilních telefonů byly použity 2 aplikace: GPS Data a GPS Status. Vždy nejprve proběhlo měření první aplikací na obou telefonech následované druhou aplikací. U přístroje Trimble R4 byla data zaznamenána do paměti přístroje a následně importována na flash disk. Soubor s měřením je přiložen v přílohách [soubor bp]. Data z navigací a mobilních telefonů byla zapisována do bloku a následně přepsána do PC. U neměřických aparatur byl použit souřadnicový systém ETRS.

Měření v katastru Nepomuk proběhlo 29. 11. 2015. Postup byl stejný jako v případě katastru Milčice. Byla vynechána auto navigace Tom Tom z důvodu na první pohled irelevantních měření. Rozdíl od ostatních aparatur činil dvacet stupňů, to bylo vyhodnoceno jako nevyhovující a vynecháno.

4.2 Zpracování dat

Data měřená aparaturou Trimble R4 byla exportována na flash disk. Jednalo se o textový soubor [Příloha č.5]. Měření z ostatních přístrojů bylo přepsáno ze zápisového bloku a následně do tabulek v programu Excel. U měření z telefonu Lenovo byla využita možnost vytvoření screenshotu obrazovky pro případ následné kontroly dat. Ukázka pořízených screenshotů je taktéž součástí příloh.

Prvním krokem zpracování původních dat bylo převedení všech dat na stejný formát z důvodu odlišnosti výstupních formátů u jednotlivých přístrojů. Všechna měření byla vyčíslena na vteřiny. Toho bylo docíleno vynásobením desetinných zbytků u měření, která měla přesnost pouze na minuty. Zde se objevil první problém pro případné využití aparatur v praxi. Po roznásobení bylo možno u některých měření dosáhnout přesnosti pouze na setiny, což je nedostačující vzhledem k potřebě dosahovat přesností na desetitisíciny z důvodu kvalitního porovnání, či případného převodu do jiných souřadnicových systémů.

4.2.1 Data katastr Milčice

V následujících tabulkách 1.1 a 1.2 jsou zaznamenána původní data. U měření mobilním telefonem Lenovo se nepodařilo u bodu 506 zafixovat signál. To bylo nejspíše způsobeno dvěma faktory: stíněním stromů přímo nad bodem a dobou měření, to probíhalo kolem jedenácté hodiny dopolední. V době měření nebyla dobrá viditelnost družic na území České republiky. U navigace Tom Tom došlo k vybití baterie při přesunu mezi měřeními na bodech 508 a 285.

Tabulka 1.1

Katastr Milčice - 1. měření				
	506	508	285	284
GNSS Trimble R4	49° 23' 57,3340'' 13° 36' 26,8317''	49° 23' 54,8216'' 13° 36' 15,2355''	49° 24' 27,1910'' 13° 36' 35,8333''	49° 24' 34,1640'' 13° 36' 06,8868''
Garmin eTrex H	49° 23,955' 13° 36,448'	49° 23,914' 13° 36,256'	49° 24,453' 13° 36,595'	49° 24,570' 13° 36,112'
Navigace TomTom	49° 39,928' 13° 60,759'	49° 39,856' 13° 60,423'	Vybití baterie	Vybití baterie
LG -GPS Data	49° 23' 58,5555'' 13° 36' 26,7030''	49° 23' 54,6526'' 13° 36' 15,0790''	49° 24' 26,2900'' 13° 36' 35,9900''	49° 24' 33,6600'' 13° 36' 08,1700''
LG - GPS Status	49° 23,979' 13° 36,449'	49° 23,912' 13° 36,251'	49° 24,451' 13° 36,594'	49° 24,571' 13° 36,119'
Lenovo - GPS Data	49° 23'56,8800'' 13° 36'26, 7500''	49° 23' 55,0440'' 13° 36' 15,2520''	49° 24' 27,372'' 13° 36' 35,628''	49° 24' 34,128'' 13° 36' 06,948''
Lenovo - GPS Status	Nepodařilo se inicializovat	49° 23,915' 13° 36,255'	49° 24,463' 13° 36,583'	49° 24,568' 13° 36,117'

Tabulka 1.2

Katastr Milčice - 2. měření				
	506	508	285	284
GNSS Trimble R4	49° 23' 57,3373'' 13° 36' 26,8310''	49° 23' 54,8221'' 13° 36' 15,2347''	49° 24' 27,1902'' 16° 36' 00,8332''	49° 24' 34,1647'' 13° 36' 06,8858''
Garmin eTrex H	49° 23,956' 13° 36,447'	49° 23,914' 13° 36,253'	49° 24,453' 13° 36,597'	49° 24,571' 13° 36,115'
Navigace TomTom	49° 39,930' 13° 60,744'	49° 39,857' 13° 60,425'	49° 40,757' 13° 60,597'	49° 40,949' 13° 60,192'
LG -GPS Data	49° 23' 57,7347'' 13° 36' 26,7444''	49° 23' 55,0550'' 13° 36' 15,2400''	49° 24' 27,2300'' 16° 36' 00,7300''	49° 24' 34,1210'' 13° 36' 06,9925''
LG - GPS Status	49° 23,956' 13° 36,447'	49° 23,917' 13° 36,253'	49° 24,459' 13° 36,598'	49° 24,568' 13° 36,116'
Lenovo - GPS Data	49° 23' 57,5280'' 13° 36' 26,5200''	49° 23' 54,9780'' 13° 36' 15,4680''	49° 24' 27,4920'' 13° 36' 36,2460''	49° 24' 34,4940'' 13° 36' 06,9720''
Lenovo - GPS Status	49° 23,961' 13° 36,447'	49° 23,915' 13° 36,256'	49° 24,453' 13° 36,604'	49° 24,574' 13° 36,116'

4.2.2 Data katastr Nepomuk

V tabulkách 2. 1. a 2. 2. jsou původní data z měření v katastru Nepomuk. Zde byla v druhém měření vynechána navigace Tom Tom s ohledem na výsledky prvního měření. Jak je z tabulek patrné, rozdíl mezi naměřenými daty a informacemi získanými z geodetických údajů byl více než desetinásobný oproti ostatním přístrojům. Při druhém měření se nepodařilo změřit bod 662 mobilním telefonem Lenovo. Jednalo se o roh budovy stíněný vzrostlými stromy, to by mohl být důvod, proč se nebyl schopen přístroj zafixovat.

Tabulka 2.1a

Katastr Nepomuk - 1. měření			
	226	604	630
GNSS Trimble R4	49° 28' 45,4353'' 13° 35' 08,2032''	49° 29' 32,1441'' 13° 35' 41,7644''	49° 29' 28,2395'' 13° 35' 32,8625''
Garmin eTrex H	49° 28,758' 13° 35,137'	49° 29,535' 13° 35,697'	49° 29,470' 13° 35,545'
Navigace TomTom	49° 39,788' 13° 60,919'	49° 39,789' 13° 69,390'	49° 49,139' 13° 59,261'
LG -GPS Data	49° 28' 45,52'' 13° 35' 08,27''	48° 29' 31,89'' 13° 35' 41,90''	49° 29' 27,65'' 13° 35' 32,31''
LG - GPS Status	49° 28,758' 13° 35,139'	48° 29,531' 13° 35,698'	49° 29,461' 13° 35,535'
Lenovo - GPS Data	49° 28' 45,054'' 13° 35' 08,454''	48° 29' 32,46'' 13° 35' 43,398''	49° 29' 28,176'' 13° 35' 32,928''
Lenovo - GPS Status	49° 28,761' 13° 35,130'	49° 29,537' 13° 35,701'	49° 29,468' 13° 35,542'

Tabulka 2.1b

Katastr Nepomuk - 1. měření		
	528	662
GNSS Trimble R4	49° 29' 24,6674'' 13° 35' 07,5133''	49° 29' 18,9873'' 13° 35' 03,7763''
Garmin eTrex H	49° 29,412' 13° 35,125'	49° 29,315' 13° 35,062'
Navigace TomTom	49° 49,010' 13° 58,536'	49° 48,853' 13° 58,384'
LG -GPS Data	49° 29' 24,36'' 13° 35' 07,03''	49° 29' 18,10'' 13° 35' 01,48''
LG - GPS Status	49° 29,405' 13° 35,116'	49° 29,301' 13° 35,024'
Lenovo - GPS Data	49° 29' 24,036'' 13° 35' 09,102''	49° 29' 19,20'' 13° 35' 04,68''
Lenovo - GPS Status	49° 29,412' 13° 35,132'	49° 29,312' 13° 35,067'

Tabulka 2.2a

Katastr Nepomuk - 2. měření			
	226	604	630
GNSS Trimble R4	49° 28' 45,4370'' 13° 35' 08,2013''	49° 29' 32,1442'' 13° 35' 41,7651''	49° 29' 28,2464'' 13° 35' 32,8622''
Garmin eTrex H	49° 28,758' 13° 35,137'	49° 29,534' 13° 35,693'	49° 29,471' 13° 35,545'
Navigace TomTom	Měření vynecháno	Měření vynecháno	Měření vynecháno
LG -GPS Data	49° 28' 45,69'' 13° 35' 08,28''	49° 29' 32,21'' 13° 35' 41,40''	49° 29' 28,47'' 13° 35' 32,829''
LG - GPS Status	49° 28,761' 13° 35,137'	49° 29,531' 13° 35,690'	49° 29,474' 13° 35,546'
Lenovo - GPS Data	49° 28' 45,762'' 13° 35' 08,25''	49° 29' 31,182'' 13° 35' 41,352''	49° 29' 26,652'' 13° 35' 31,32''
Lenovo - GPS Status	49° 28,758' 13° 35,136'	49° 29,524' 13° 35,683'	49° 29,462' 13° 35,519'

Tabulka 2.2b

Katastr Nepomuk - 2. měření		
	528	662
GNSS TrimbleR4	49° 29' 24,6665'' 13° 35' 07,5136''	49° 29' 19,0097'' 13° 35' 03,8037''
Garmin eTrex H	49° 29,411' 13° 35,123'	49° 29,312' 13° 35,066'
Navigace TomTom	Měření vynecháno	Měření vynecháno
LG-GPS Data	49° 29' 24,54'' 13° 35' 08,06''	49° 29' 20'',11'' 13° 35' 04'',16''
LG-GPS Status	49° 29,412' 13° 35,133'	49° 29,333' 13° 35,069'
Lenovo – GPS data	49° 29' 24,618'' 13° 35' 07,278''	Nepodařilo se inicializovat
Lenovo GPS status	49° 29,416' 13° 35,139'	Nepodařilo se inicializovat

5 Výsledky

Následující body budou obsahovat tabulky spolu s grafy konečných výsledků kancelářských prací. Abychom mohli správně vyhodnotit použitelnost měřičských aparatur, je potřeba znát mezní odchylku u obou typů měřených bodů. V grafech 1.1 až 1.4 jsou výsledky z katastru Milčice. Grafy 2.1 až 2.5 obsahují výsledky katastru Nepomuk.

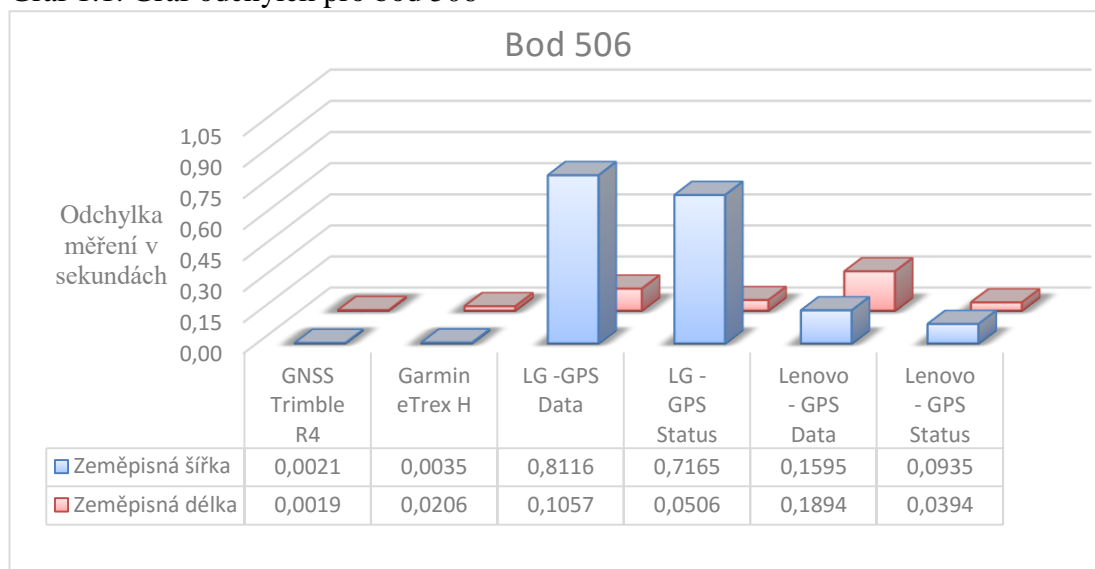
Přesnost souřadnic a nadmořských výšek zhušťovacích bodů: základní střední souřadnicová chyba je stanovena hodnotou 0,02 m. Mezní odchylka nesmí překročit 2,5násobek této hodnoty. Poloha bodu musí být určena buď ze dvou nezávislých výsledků měření pomocí technologie GNSS, nebo jednoho výsledku měření technologií GNSS a jednoho výsledku měření klasickou metodou. Podrobné polohové bodové pole se vytváří s přesností, která je dána základní střední souřadnicovou chybou 0,06 m.

Ověření souřadnic stávajícího bodu podrobného polohového bodového pole se provádí pomocí nezávislého kontrolního určení souřadnic. Skutečná souřadnicová chyba nesmí překročit hodnotu mezní souřadnicové chyby u_{xy} . [19]

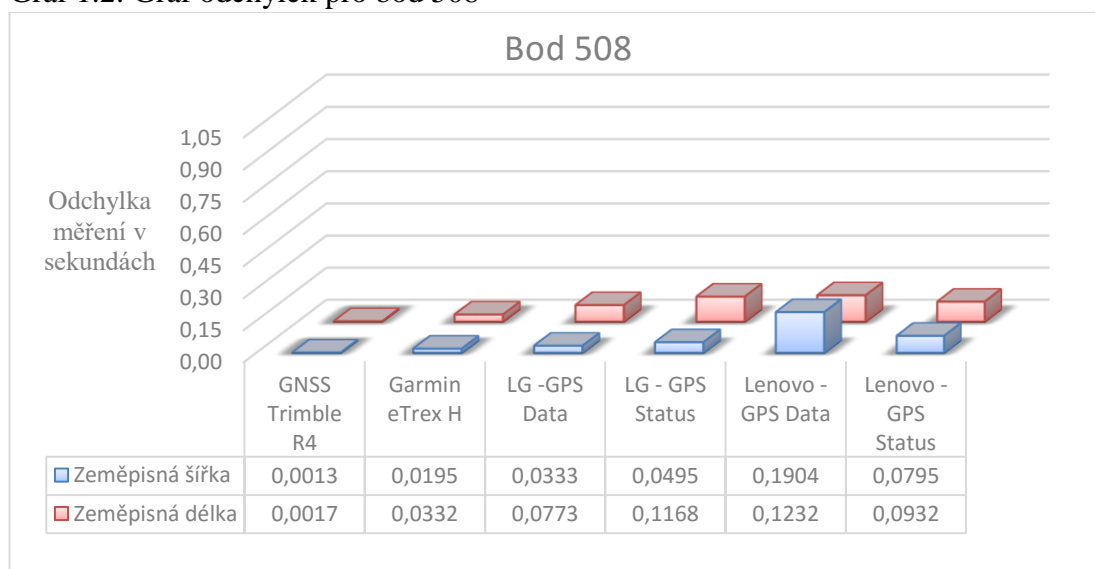
Pro účel bakalářské práce bylo zaměřeno devět dobů pomocí 5 přístrojů a dvou aplikací. Konečný počet provedených měření byl 106. Pro lepší orientaci v grafech byly veškeré odchylky převedeny do svých absolutních hodnot.

5.1 Výsledky měření katastr Milčice

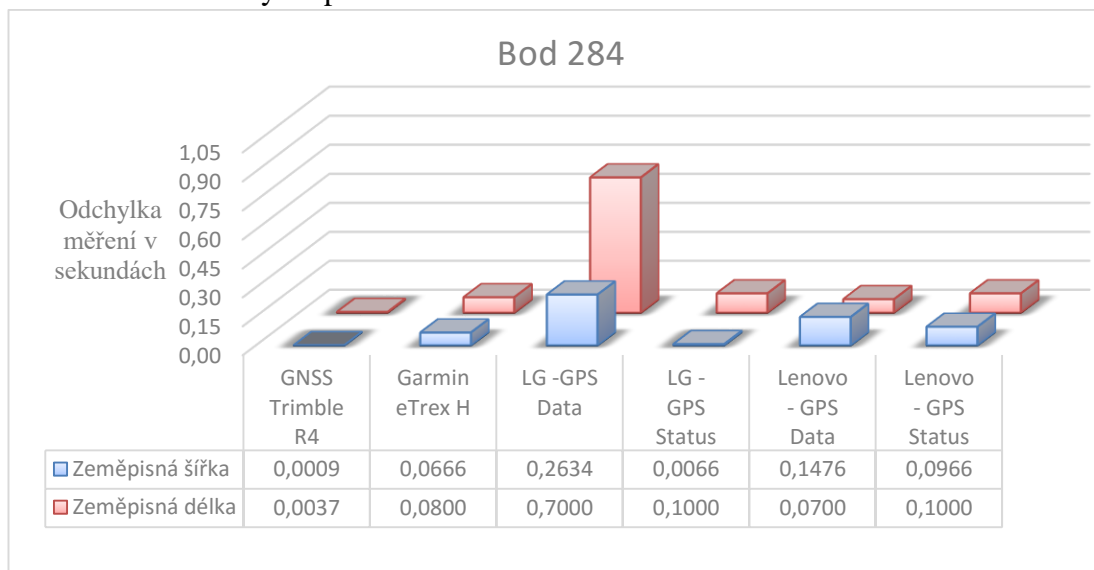
Graf 1.1: Graf odchylek pro bod 506



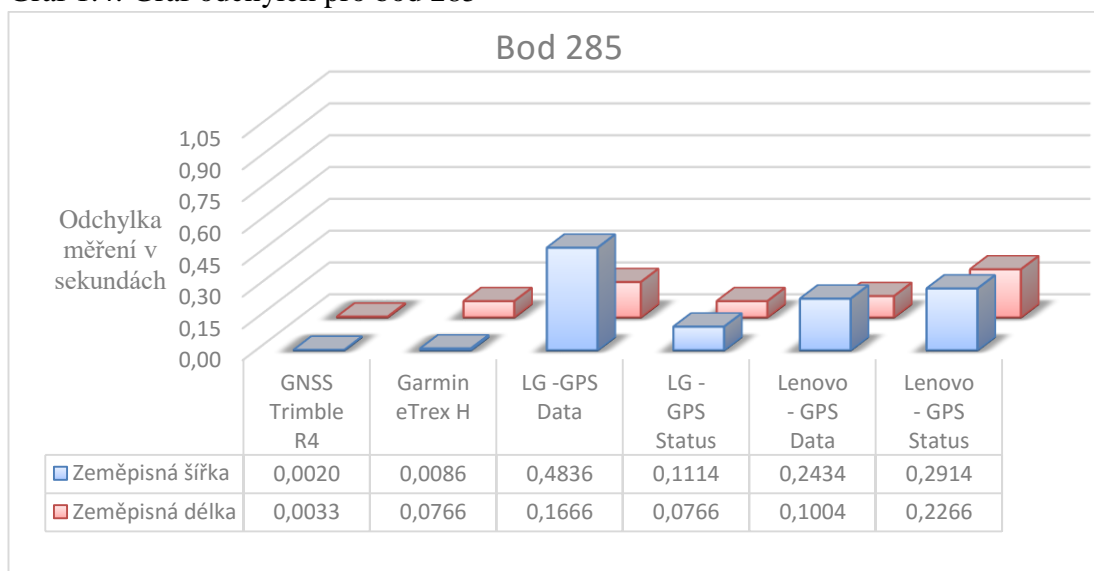
Graf 1.2: Graf odchylek pro bod 508



Graf 1.3: Graf odchylek pro bod 284

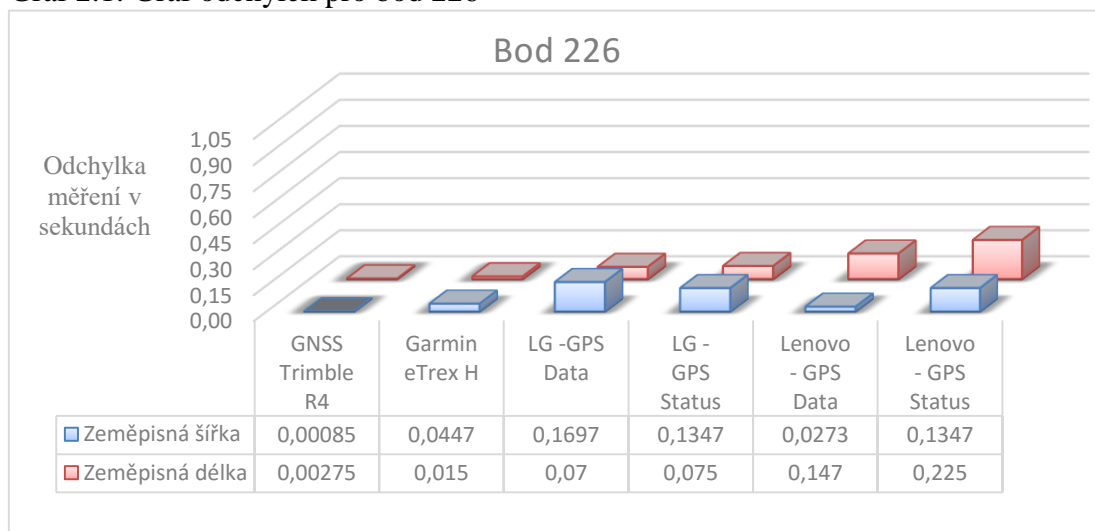


Graf 1.4: Graf odchylek pro bod 285

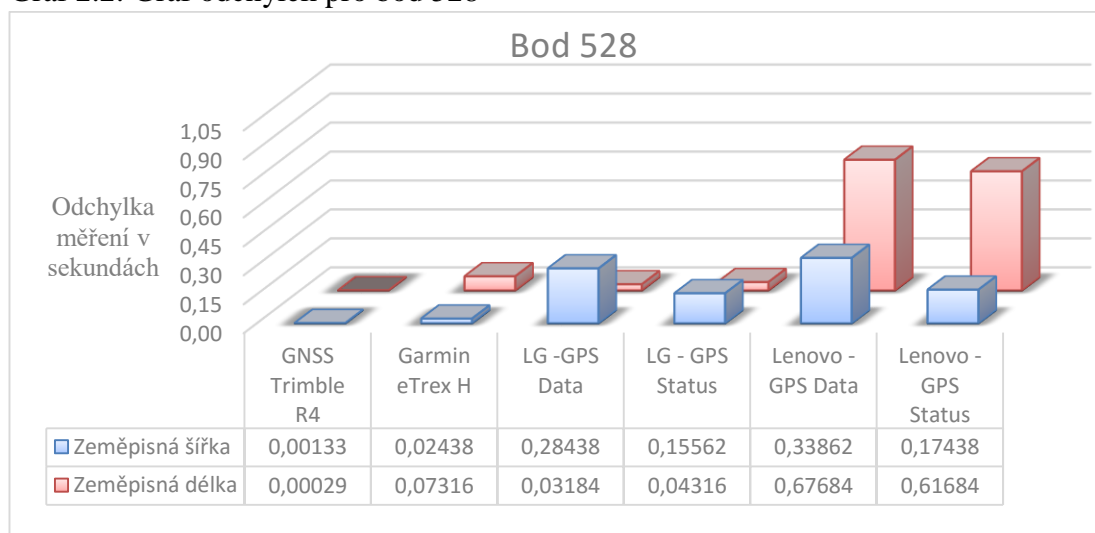


5.2 Výsledky měření katastr Nepomuk

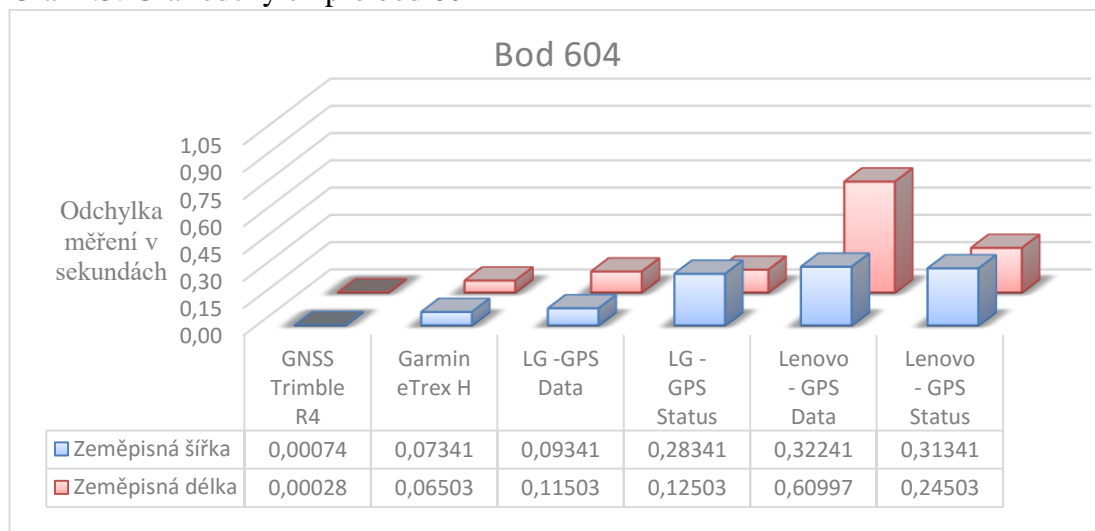
Graf 2.1: Graf odchylek pro bod 226



Graf 2.2: Graf odchylek pro bod 528

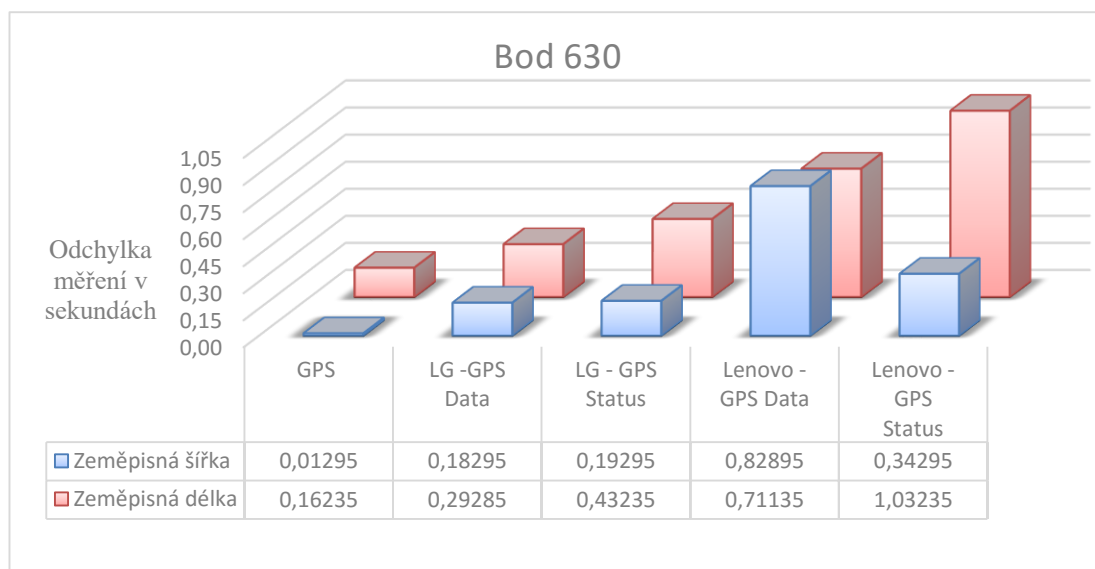


Graf 2.3: Graf odchylek pro bod 604

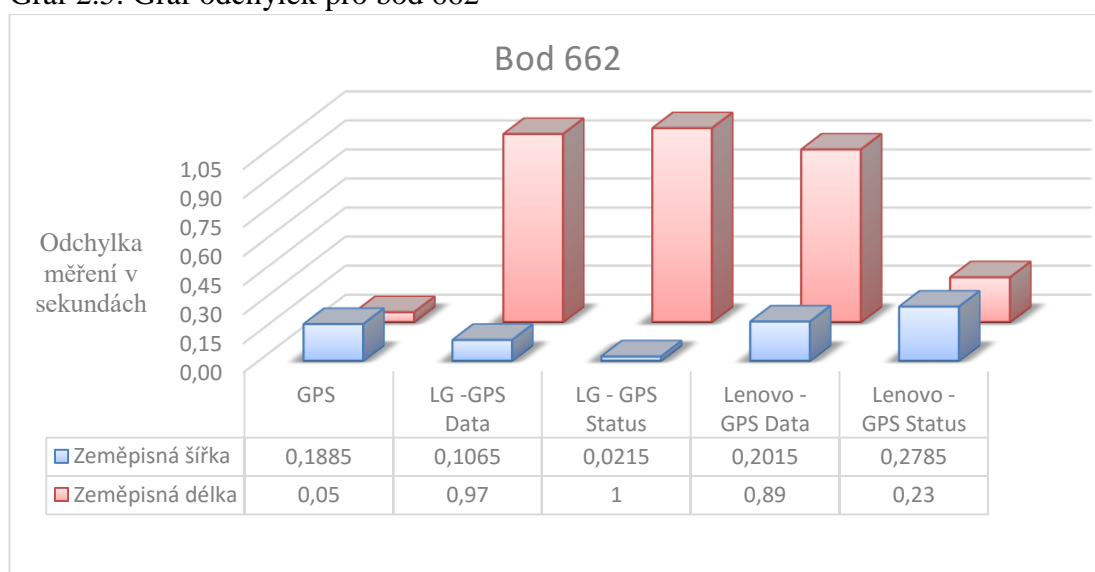


Vzhledem k povaze bodů 630 a 662 a absenci výšky v informacích o bodovém poli jsem u těchto bodů zvolil jako výchozí údaje pro porovnání data naměřená GNSS Trimble R4.

Graf 2.4: Graf odchylek pro bod 630



Graf 2.5: Graf odchylek pro bod 662



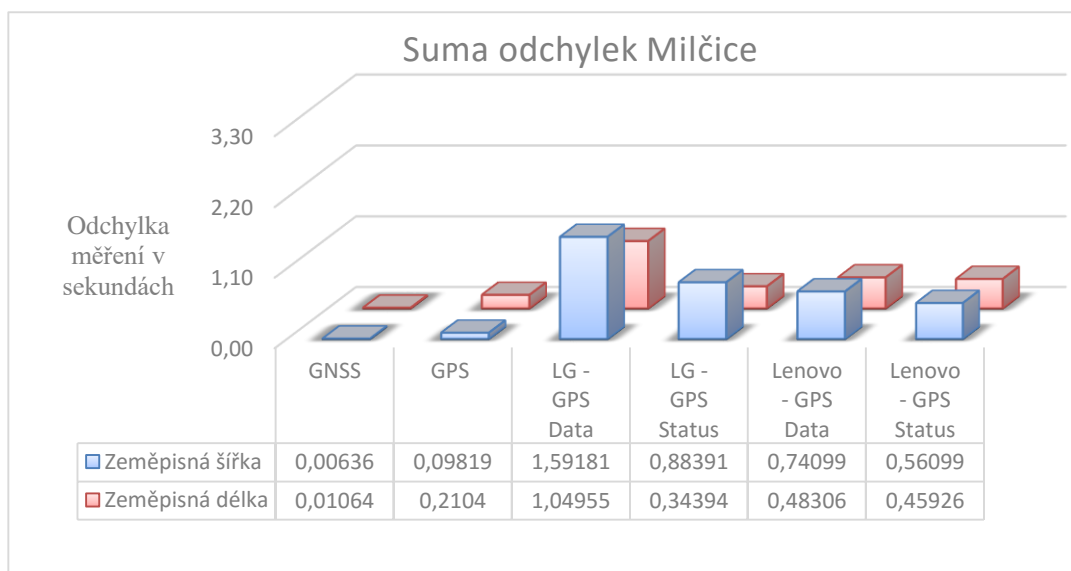
5.3 Porovnání přesností jednotlivých mobilních aplikací

Nejdříve se budeme věnovat porovnání přesností aplikací. Ty vykazují značný rozptyl přesností. Ne vždy musí být rozptyl způsoben daným přístrojem. Kupříkladu vysoké hodnoty u bodu 506 se dají přisuzovat stínění stromů. Ovšem je zde patrný značný rozdíl přesnosti aplikací. V ideálním případě by měli aplikace u mobilního telefonu dosahovat stejných nebo velice podobných výsledků. Bohužel rozptyl mezi výsledky je povětšinou v řádech setin vteřiny.

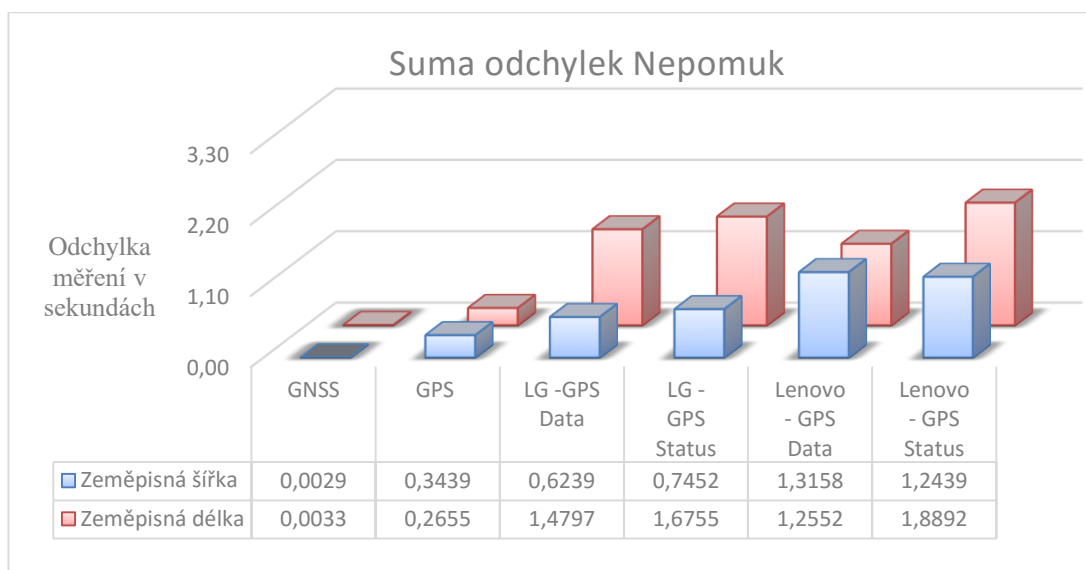
5.4 Vyhodnocení přesnosti a použitelnosti jednotlivých přístrojů

Jak můžeme z předchozích grafů vidět, měřičská aparatura Trimble R4, dosahovala diametrálně odlišných výsledků od všech ostatních přístrojů. Proto byla brána spíše jako referenční. Velice lichotivých výsledků dosáhla GPS Garmin eTrex H. Mobilní telefony jsou na velice podobné úrovni s přesností. Ovšem u těchto přístrojů by bylo potřeba získat více měření, aby byla možnost pomocí statistiky eliminovat náhodné výsledky. Limitujícím faktorem pro přesnost neměřických aparatur je přesnost kódového měření, které je v případě jejich měření používáno. Výrazné zvýšení přesnosti by nastalo až v případě, kdy by bylo používáno fázové měření, tak jak je používáno u geodetických GNSS aparatur, a to včetně připojení k síti pozemních referenčních stanic.

Graf 3.1: Suma odchylek měření v katastru Milčice



Graf 3.2: Suma odchylek měření v katastru Nepomuk



Ve výše uvedených grafech 3.1 a 3.2 byly sečteny všechny odchylky aparatur v katastru pro následné porovnání. Jak je na první pohled vidět, suma odchylek u neměřičských aparatur je mnohem větší v katastru Nepomuk. Lze to přisuzovat zástavbě a následnému multipath šířením signálu. K mému překvapení má v urbanistickém prostředí lepší výsledky levnější z telefonů od firmy LG. Ten, až na dvě drobné výjimky (u bodu 506 a 284) nevykazoval výrazný rozptyl v určených hodnotách. To se nedá říct o mobilním telefonu Lenovo, jehož rozptyl a zdlouhavá inicializace ho v možnosti použití řadí až za LG. Nadprůměrných výsledků bylo dosaženo s turistickou GPS Garmin eTrex H. V několika měřeních bylo dosaženo výsledků blízkých Trimble R4. Ale i přes dosažené výsledky eTrex H, není možné rozsáhlejší využití zkoumaných aparatur pro měřičské účely. Dalším podstatným faktorem u neměřičských aparatur mající vliv na přesnost měření je povětšinou absence korekce signálu, například možnost připojit přístroj na síť permanentních stanic jako je například CZEPOS.

6 Závěr

Předpokládal jsem, že žádná z mnou použitých aparatur nedosáhne takové přesnosti, aby mohla být efektivně využita pro správu GIS aplikací, případně pro měřičské či geodetické práce. Tento předpoklad se potvrdil. Žádný z přístrojů se nepřiblížil přesností měření natolik, aby mohl být považován za využitelný. Na druhou stranu je potřeba zmínit velice dobré výsledky aparatury Garmin eTrex H. Je potřeba říci, že měřicí přístroje byly vybrány z cenového spektra do 5 000 Kč. Jak se také ukázalo u neměřičských aparatur, byl vliv okolí měřeného bodu mnohem podstatnější než u Trimble R4. Což může být způsobeno konstrukcí antén u testovaných neměřičských aparatur. Domnívám se, že v případě využití příjmu korekcí příjmného signálu, je zde možnost dosáhnout vyšší přesnosti měření. Ovšem u mobilních telefonů nastává ten problém, že zaměření polohy není jejich primárním určením. Vzhledem k momentální dostačující přesnosti určování polohy pro běžného uživatele a s přihlédnutím k využití internetového připojení pro upřesnění polohy se zřejmě výraznějšího zlepšení přesnosti určení polohy nedočkáme. Ovšem u turistických GPS přístrojů, které jsou stále populárnější díky geochachingu bychom se jistého zlepšení v určení polohy dočkat mohli.

Přehled použité literatury a zdrojů

- [1] Český kosmický portál (©2014): Americký družicový navigační systém NAVSTAR GPS. Dostupné na www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnssystemy/gnss-mimo-evropu/americky-navstar-gps/. Staženo 10. 12. 2015.
- [2] Český kosmický portál (©2014): Čínský navigační systém Beidou / Compass. Dostupné na <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/gnss-mimo-evropu/cinsky-beidou---compass/>. Staženo 14. 12. 2015
- [3] Český kosmický portál (©2014): EGNOS- Evropská „podpůrná“ geostacionární navigační služba. Dostupné na <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/egnos/>. Staženo 14. 12. 2015.
- [4] Český kosmický portál (©2014): Galileo – Evropský globální navigační družicový systém. Dostupné na: www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnssystemy/galileo/. Staženo 14. 12. 2015.
- [5] Český kosmický portál (©2014): Ruský globální družicový navigační systém GLONASS. Dostupné na: <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/gnss-mimo-evropu/rusky-ghonass/>. Staženo 14. 12. 2015
- [6] Geotronics Slovakia: Informace o Trimble R4. Dostupné na: <http://www.geotronics.sk/produkty/trimble-r4/GNSS>, Staženo 6.2.2016
- [7] Hánek, P., Hánek, P., Maršíková, M. (2008): Geodézie pro obor pozemkové úpravy a převody nemovitostí. České Budějovice. Jihočeská univerzita. Zemědělská fakulta. s. 88. ISBN 978-80-7394-086-7
- [8] Indická vesmírná agentura: Indický státní navigační systém. Dostupné na: <http://www.isro.gov.in/irnss-programme>. Staženo 15. 12. 2015
- [9] Inside GNSS: Nové satelity čínského Beidu on-line. Dostupné na: <http://www.insidegnss.com/node/4606>, Staženo 16.12.2015
- [10] Lockheed Martin. (2011). GPS III – nová generace globálního pozičního systému. Dostupné na: <http://www.lockheedmartin.com/content/dam/lockheed/data/space/documents/gps/gpslllbrochurereviewrev8.pdf>. Staženo 10. 12. 2015
- [11] Mall.cz: Informace o navigaci TomTom Start 20. Dostupné na: https://www.mall.cz/automobilove-gps-navigace/tomtom-start-20-eu-lifetime-mapy1en400219533788?utm_source=heureka.cz&utm_medium=cse&utm_campaign=EF&utm_content=automobilove-gpsnavigace&utm_term=533788. Staženo 3.2.2016
- [12] MP velkoobchod: Informace o mobilním telefonu Lenovo S920. Dostupné na: <http://velkoobchod.mp.cz/produkt-1102394-mt-lenovo-s920-white/>. Staženo 2.2.2016

- [13] Nevosád, Z., Vitásek, J., Bureš, J. (2002): Geodézie IV: Souřadnicové výpočty. Brno. Akademické nakladatelství CERM s.r.o. 157 s. ISBN 80-214-2301-3
- [14] Oficiální stránky Garmin: Informace o Garmin eTrex H. Dostupné na: <http://www.garmin.cz/produkty/mapy-a-ostatni/jiz-nevyrabene/jiz-nevyrabene-pristroje/nevyrabene-outdoor/etrex-h.html>. Staženo 3. 2. 2016
- [15] Oficiální stránky LG: Informace o telefonu LG Optimus L3 II E430. Dostupné na: <http://www.lg.com/cz/telefony/lg-E430-optimus-l-3-ii>. Staženo 2. 2. 2016
- [16] Rapant, P. (2002): Družicové polohové systémy. Ostrava. Vysoká škola báňská - Technická univerzita. s. 202. ISBN 80-248-0124-8
- [17] Satelitní systém Quasi-Zenith: Co je satelitní systém Quasi-Zenith. Dostupné na: http://qzss.go.jp/en/overview/services/sv02_why.html. Staženo 15. 12. 2015
- [18] Trimble: Trimble GPS tutoriál – Korekce chyb. Dostupné na: http://www.trimble.com/gps_tutorial/howgps-error.aspx. Staženo 5. 2. 2016
- [19] Vyhláška č. 31/1995 Sb kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřičtví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením

Seznam zkratek

GNSS – globální navigační satelitní systém

GPS – globální poziční systém

DGPS – diferenciální GPS: jeden ze způsobů, kterým lze zpřesnit výsledky měření v systému GPS

GIS – geografický informační software

ČÚZK – Český úřad zeměměřický a katastrální

PDOP – Position Dilution of Precision - bezjednotkové číslo, které vyjadřuje vztah mezi chybami v poloze uživatele a chybami v poloze družic.

ZhB – zhušťovací bod

ZPBP – základní polohové bodové pole

S-JTSK – systém jednotné trigonometrické sítě katastrální

ETRS – evropský terestrický referenční systém

Přílohy

Příloha číslo 1: Mapa polohy bodů v katastru Milčice

Příloha číslo 2: Geodetické údaje bodů v katastru Milčice

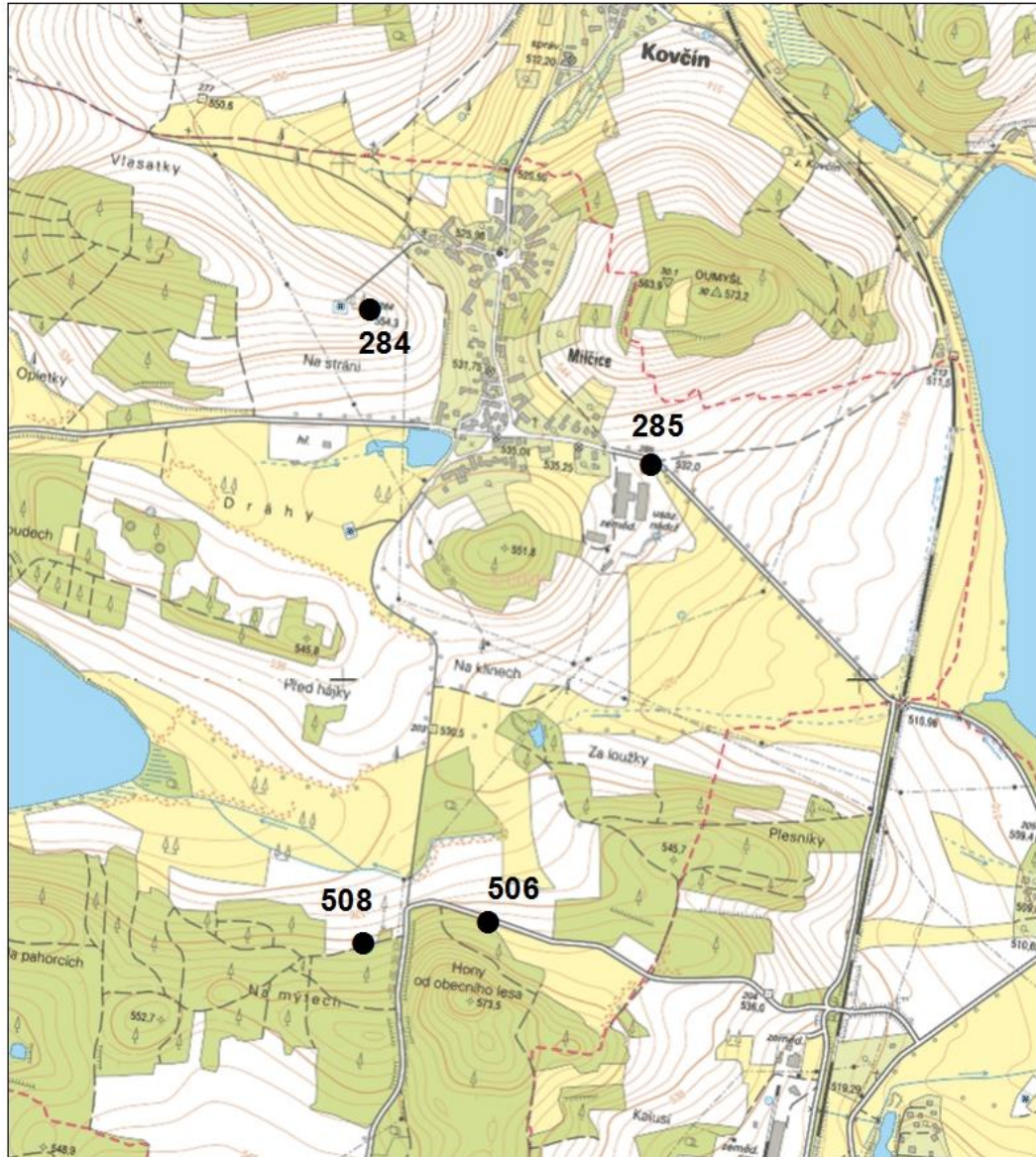
Příloha číslo 3: Mapa polohy bodů v katastru Nepomuk

Příloha číslo 4: Geodetické údaje bodů v katastru Nepomuk

Příloha číslo 5: Výsledky měření Trimble R4

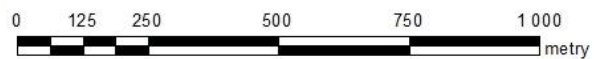
Příloha číslo 6: Ukázka screenshotů z telefonu Lenovo S 920

Mapa bodů katastr Milčice



Legenda

● Pozice bodů



Zdroj: http://geoportál.cz/wms_zm10_pub/wmservice.aspx

Příloha číslo 2

GEODETICKÉ ÚDAJE zhušťovacího bodu

Kraj: Plzeňský kraj
Okres: Klatovy
Obec: Myslív

List č.: 1/1
Stav k: 1998

Vytvořeno pro web 12.11.2015

TL	2906
ZM-50	22-13
SMO-5	090444

Číslo a název bodu		284		Na mýtech		284	
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška			
				Bpv	vztahuje se na		
284	ZHB	811944.78	1109283.11	554.28	hranol		
ETRS-89		B	L	Helips			
284		49 24 34.1634	13 36 06.8900	601.06	STATIC		
Orientace na body (v gradech) :							
Bod číslo :	Jižník	Délka strany	Bod číslo :	Jižník	Délka strany		
277	157.04485	522.545					
/2907/							
203	390.71477	819.895					

Místopisný popis : Bod je u východní strany listnatého lesíka, 0,3 km JJZ od kaple v Milčicích a 0,9 km JJZ od kaple v Kovčíně.

Bod určen : 284 - GPS,

Bod	284					
Stab. údaj	0.00	žula 16x16x74	0.00		0.00	
	.94	žula 20x20x10				
Ochranný znak: (druh,rok)	OT-1996					
Kat.území Porc.čís.	Milčice 1575					

Organizace, rok	Bod	284		
	Zřízen	1998 KÚ Plzeň		
	Určení YX	1998		
	Určení výšky	1998		
Rok	[Pře]Stabilizace	1996		
	Údržba	1998		
	Obnova			

Poznámka :

Zdroj: <http://dataz.cuzk.cz/gu.php?1=671550&3=0518&4=p&stamp=CCzjrYxbx2zGkoFKDoax4vrWyDGHpsZO>

GEODETICKÉ ÚDAJE
zhušťovacího bodu

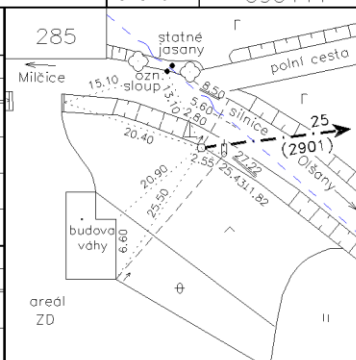
Kraj: Plzeňský kraj
Okres: Klatovy
Obec: Myslív

List č.: 1/1
Stav k: 1998

Vytvořeno pro web 12.11.2015

TL	2906
ZM-50	22-13
SMO-5	090444

Číslo a název bodu		285		U křížku	
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška	
285	ZHB	811399.31	1109582.07	Bpv niv. 532.01	vztahuje se na hranol
ETRS-89 285		B 49 24 27.1886	L 13 36 35.8366	Helips 578.78	STATIC
Orientace na body (v gradech) :					
Bod číslo :	Jižník	Délka strany	Bod číslo :	Jižník	Délka strany
2901/ 25	294.66373	2549.572			



Místopisný popis : Bod je u silnice Milčice – Olšany, 0,5 km JV od kaple v Milčicích.

Bod určen : 285 - GPS.

Bod	285					
Stab. údaje	0.00	žula 16x16x73	0.00		0.00	0.00
	.94	žula 20x20x11				
Ochranný znak: (druh, rok)	OT-1996					
Kat.území Parc.čís.	Milčice 1085/4					

Bod	285				
Organizace, rok	Zřízení	1998 KÚ Plzeň			
	Určení YX	1998			
	Určení výšky	1998			
	[Pre]Stabilizace	1996			
Rok	Údržba	1998			
	Obnova				
Poznámka :					

Zdroj: <http://dataz.cuzk.cz/gu.php?1=671550&3=0518&4=p&stamp=CCzjrYxbx2zGkoFKDoax4vrWyDGHpsZO>

Kat. území **671550 Milčice**
 Obec **556734 Myslív**
 Okres **CZ0322 Klatovy**

Bod	506	Bod zřídil (jméno, rok)	Y	811714,54	SM5	NEPOMUK 4-5
Kód kv.:	2	Platnost od: 24.09.2007	X	1110467,67	<i>Místopisný náčrt</i>	
<i>Popis, způsob stabilizace a určení bodu</i> asi 150m východně od křižovatky komunikací Milčice-Strážovice-Olšany bodem je žulový mezník M2 určen rájónem z bodu (2907) 203			nadm. výška Bpv.	542,58		
			<i>Detail</i>			
<i>Poznámka</i>						
ETRS89						

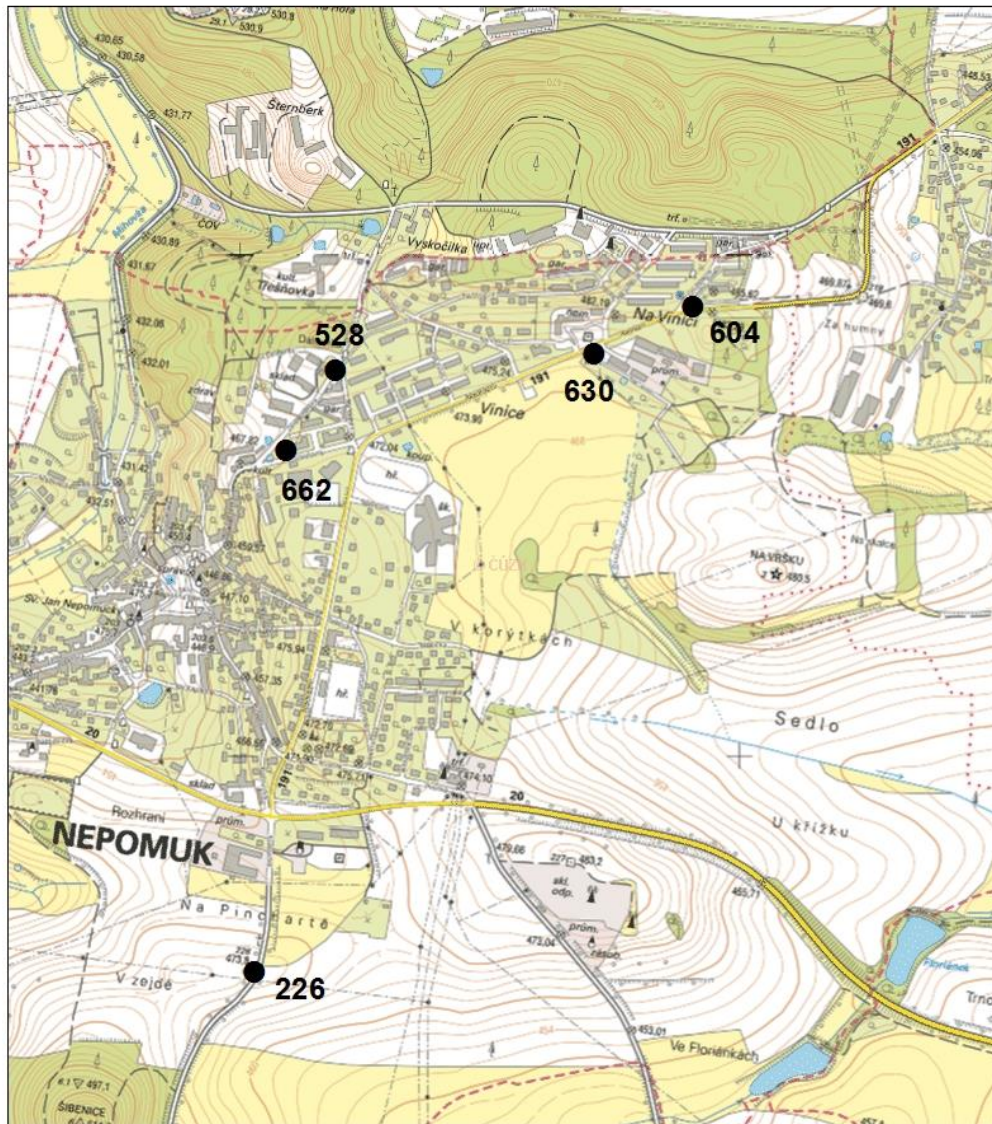
Zdroj: <http://dataz.cuzk.cz/gu.php?l=671550&3=0506&4=p&stamp=g5AuzckajDaEpnM0hUknQeAzfbDVbXHs>

Kat. území **671550 Milčice**
 Obec **556734 Myslív**
 Okres **CZ0322 Klatovy**

Bod	508	Bod zřídil (jméno, rok)	Y	811957,15	SM5	NEPOMUK 4-5
Kód kv.:	2	Platnost od: 18.07.2001	X	1110510,08	<i>Místopisný náčrt</i>	
<i>Popis, způsob stabilizace a určení bodu</i> u lesní cesty, asi 110m jihozápadně od křižovatky komunikací Milčice-Strážovice-Olšany bodem je žulový mezník M2 určen rájónem z bodu (2907) 203			nadm. výška Bpv.	540,92		
			<i>Detail</i>			
<i>Poznámka</i>						
ETRS89						

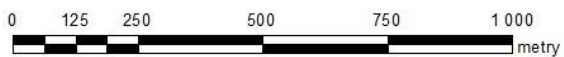
Zdroj <http://dataz.cuzk.cz/gu.php?l=671550&3=0508&4=p&stamp=g5AuzckajDYkW4PKU1yhKrQVNCUhD4uP>

Mapa bodů katastr Nepomuk



Legenda

● Pozice bodů



Zdroj: http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM10_PUB/WMSservice.aspx

Příloha číslo 4

GEODETICKÉ ÚDAJE
zhušřevacního bodu

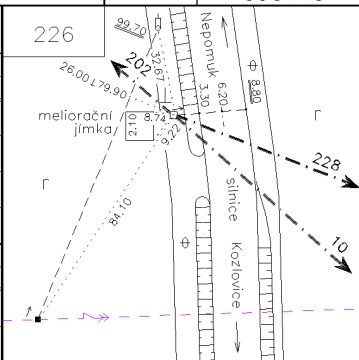
Kraj: Plzeňský kraj
Okres: Plzeň-jih
Obec: Nepomuk

List č.: 1/1
Stav k: 1998

Vytvořeno pro web 12.11.2015

TL	2906
ZM-50	22-13
SMO-5	090440

Číslo a název bodu		226		Na Pinchartě	
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška	
				Bpv	vztahuje se na
226	ZHB	811970.95	1101431.16	473.82	hranol
ETRS-89		B	L	Helips	STATIC
226		49 28 45.4353	13 35 08.2050	520.60	
Orientace na body (v gradech) :					
Bod číslo :		Jižník	Délka strany	Bod číslo :	
10		350.33779	1523.250	228	
202		152.56645	794.783		



Místopisný popis : Bod je u záp. okraje silnice Nepomuk – Kozlovice, 0,8 km JV od kostela sv. Jakuba v Nepomuku a 2,0 km západně od kaple v Třebčicích.


Bod určen : 226 – 6PS,

Bod		226	
Stab. údaje	0.00	žula 16x16x66	0.00
	.86	žula 20x20x10	
Ochranný znak: (druh,rok)	OT-1996		
Kat.území Parc.čís.	Nepomuk 615/29		

Bod		226	
Rok	Organizace, rok	Zřízen	1998 KÚ Plzeň
	Určení YX	Určení výšky	1998
	[Pře]Stabilizace	Údržba	1998
	Obnova		
	Poznámka :		

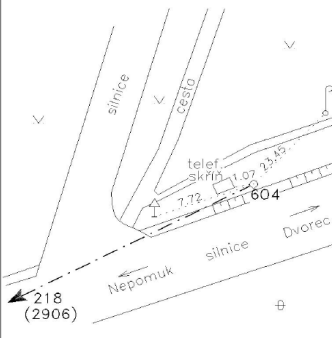
Zdroj: <http://dataz.cuzk.cz/gu.php?1=29&2=06&3=226&4=z&stamp=OdRTTAeElMZ6PRaYeSeRb7s6O%2ftlBbDr>

Kat. území **703478 Nepomuk**
 Obec **558109 Nepomuk**
 Okres **CZ0324 Plzeň-jih**

Bod 528 Kód kv.: <i>Popis, způsob stabilizace a určení bodu</i> Bod leží 10 m západně od č.p. 466 v Zelenohorské ulici. Žulový mezník M2. Přeurčen metodou GNSS v roce 2008.	Bod zřídil (jméno, rok) ÚGK Plzeň, 1962 Platnost od: 02.03.2009	Y	811806,13	SM5 NEPOMUK 4-0 <i>Místopisný náčrt</i>
		X	1100230,39	
<i>Poznámka</i> Bod má mírně poškozenou hlavu mezníku. ETRS89		nadm. výška Bpv.	477,89	
		Detail		

Zdroj: <http://dataz.cuzk.cz/gu.php?l=703478&3=0528&4=p&stamp=OdRTTAEelMabIkK%2bdcgL7eLWcwG9yODh>

Kat. území **703478 Nepomuk**
 Obec **558109 Nepomuk**
 Okres **CZ0324 Plzeň-jih**

Bod 604 Kód kv.: 3 <i>Popis, způsob stabilizace a určení bodu</i> Bod leží na stupni na severní straně silnice Nepomuk - Dvorec. Žulový mezník M2. Přeurčen metodou GNSS v roce 2008.	Bod zřídil (jméno, rok) ÚGK Plzeň, 1962 Platnost od: 21.04.2009	Y	811090,34	SM5 NEPOMUK 4-0 <i>Místopisný náčrt</i>
		X	1100103,43	
<i>Poznámka</i> ETRS89		nadm. výška Bpv.	483,99	
		Detail		

Zdroj: <http://dataz.cuzk.cz/gu.php?l=703478&3=0604&4=p&stamp=OdRTTAEelMaradydVQ6ir7JAjqXAu6bu>

Kat. území **703478 Nepomuk**

Obec **558109 Nepomuk**

Okres **CZ0324 Plzeň-jih**

Bod	630	Bod zřídil (jméno, rok)	KÚ pro Plzeňský kraj, 2008	Y	811285,19	SM5	NEPOMUK 4-0
Kód kv.:		Platnost od:	02.03.2009	X	1100196,32	Místopisný náčrt	
Popis, způsob stabilizace a určení bodu Bodem je SZ roh trafostanice na jižní straně silnice Nepomuk - Dvorec. Roh trafostanice. Určen rájónem z bodu 4001 polyg. pořadu.				nadm. výška Bpv.			
Poznámka ETRS89				Detail			

Zdroj: <http://dataz.cuzk.cz/gu.php?l=703478&3=0630&4=p&stamp=NTq4Fl32uzTryJ0sDzKhz%2ba8K8OmdlkK>

Kat. území **703478 Nepomuk**

Obec **558109 Nepomuk**

Okres **CZ0324 Plzeň-jih**

Bod	662	Bod zřídil (jméno, rok)	KÚ pro Plzeňský kraj, 2008	Y	811905,71	SM5	NEPOMUK 4-0
Kód kv.:		Platnost od:	02.03.2009	X	1100392,04	Místopisný náčrt	
Popis, způsob stabilizace a určení bodu Bodem je JZ roh domu č.p. 556 v ulici U Sokolovny. Roh domu. Určen rájónem z bodu 4013 polyg. pořadu.				nadm. výška Bpv.			
Poznámka ETRS89				Detail			

Zdroj: <http://dataz.cuzk.cz/gu.php?l=703478&3=0662&4=p&stamp=PX1Vz2oOSKyDTe5%2b1500I1u6dGiQfAF%2b>

Příloha číslo 5

Zakazka: bp-vladar
Meril: Jakub Vladař
Datum: 28.11.2015

Přístroj: Trimble R4-2, fw: 4.61, vyr. c.: 5238496940
Trimble Survey Controller SW: 12.49
Verze protokolu: 4.93
Body vypsány od (RRRRMMDD): 2011
Souradnicovy system:
Zona:
Soubor rovinné dotransformace: KG2013

Vertikální transformace

Model kvazigeoidu: CR2005

POUŽITÉ A MĚŘENÉ BODY

Číslo bodu	Y	X	Z	Presnost XY	PDOP Z	Sit	Pocet sat.	Antena vyska;	Datum	Zacatek mereni	Doba mereni[s]	Kod bodu
! NoFix !	001	811714.492	1110467.662	542.343	0.053	0.085	11.94*	5	5	1.60 SZ	28.11 10:57	351
002#	811957.168	1110510.041	540.960	0.013	0.022	1.54	5	13	1.60 SZ	28.11 11:10	5	
003	811399.357	1109581.998	531.964	0.011	0.016	1.24	5	16	1.60 SZ	28.11 11:27	5	
! NoFix !	004	811944.838	1109283.093	554.229	0.022	0.027	1.93	5	12	1.60 SZ	28.11 11:42	42
001.1	811714.491	1110467.557	542.795	0.033	0.037	2.11	5	10	1.60 SZ	28.11 15:06	10	
002.1	811957.183	1110510.025	540.979	0.038	0.055	2.13	5	10	1.60 SZ	28.11 15:24	49	
003.1	811399.364	1109582.021	531.973	0.013	0.021	1.40	5	15	1.60 SZ	28.11 15:43	7	
004.1	811944.856	1109283.068	554.248	0.019	0.028	1.45	5	14	1.60 SZ	28.11 15:59	11	
005	811970.981	1101431.152	473.761	0.011	0.014	1.16	5	17	1.60 SZ	29.11 11:32	7	
006	811090.348	1100103.405	483.910	0.012	0.014	1.45	5	14	1.60 SZ	29.11 11:51	7	
007	811285.296	1100196.335	475.555	0.021	0.024	2.04	5	11	1.60 SZ	29.11 12:04	6	
008	811806.118	1100230.333	477.824	0.016	0.019	1.23	5	15	1.60 SZ	29.11 12:14	6	
! NoFix !	009	811906.361	1100392.810	472.620	0.425	0.409	9.55*	5	8	1.60 SZ	29.11 12:28	229
005.1	811971.011	1101431.094	473.773	0.010	0.017	1.36	5	16	1.60 SZ	29.11 14:38	5	
007.1	811285.271	1100196.123	475.508	0.015	0.019	2.77	5	8	1.60 SZ	29.11 14:52	105	
006.1	811090.335	1100103.405	483.912	0.012	0.017	1.67	5	14	1.60 SZ	29.11 15:00	5	
008.1	811806.115	1100230.363	477.850	0.015	0.021	1.88	5	13	1.60 SZ	29.11 15:11	9	
! NoFix !	009.1	811905.715	1100392.208	471.212	0.029	0.065	4.47	5	8	1.60 SZ	29.11 15:22	158

Vyska anteny merena od: FC = fazoveho centra; SZ = spodku zavitu; SN = stredu narazniku

Bod meren na: 1 = Trimble VRS NOW CZ; 2 = TOPNET; 3 = CZEPOS RTK

4 = CzePOS PRS/FKP; 5 = CZEPOS RTK3/MAX3; 6 = Neznama sit

Hodnoty PDOP oznacene * jsou mimo nastavenou toleranci: 7.00 Hodnoty PDOP oznacene * jsou mimo nastavenou toleranci: 7.00

Hodnoty s RMS oznacene # jsou mimo nastavenou toleranci: 40.00

Body oznacene ! NoFix ! pred cislem bodu, nebyly pri mereni Fixovany!

Příloha číslo 6

