ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

PRAHA 2013

Lenka VOCHOVÁ

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ OBOR GEODÉZIE A KARTOGRAFIE



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE TESTOVÁNÍ RUČNÍ GIS/GNSS LEICA ZENO

Vedoucí práce: Ing. Jiří Cajthaml, Ph.D. Katedra mapování a kartografie

červen 2013

Lenka VOCHOVÁ

ZDE VLOŽIT LIST ZADÁNÍ

Z důvodu správného číslování stránek

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá základními pracemi s GIS/GNSS přístrojem Leica Zeno. Popisuje sběr dat, jejich správu a přenos do externího GIS software. Součástí práce jsou přehledné návody pro práci s tímto zařízením a softwarem.V závěru práce je uvedeno zhodnocení a návrhy dalších oblastí testování.

KLÍČOVÁ SLOVA

Geografický informační systém, globální navigační systémy, Leica Zeno Field, Leica Zeno Office, ArcGIS

ABSTRACT

This thesis deals with the fundamental operation with GIS / GNSS Leica Zeno. It describes data collection, management and transfer to an external GIS software. The work includes clear manuals for working with the equipment and software. The conclusion describes evaluation and suggestion for testing other areas.

KEYWORDS

Geoinformation system, Global Navigation Satellite System, Leica Zeno Field, Leica Zeno Office, ArcGIS

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že bakalářskou práci na téma "Testování ruční GIS/GNSS Leica Zeno" jsem vypracovala samostatně. Použitou literaturu a podkladové materiály uvádím v seznamu zdrojů.

V Praze dne

(podpis autora)

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat vedoucímu práce lng. Jiřímu Cajthamlovi, Ph. D. za připomínky, ochotu a trpělivost během zpracování této práce. Dále bych chtěla poděkovat rodičům a přátelům za podporu při studiu.

Obsah

Ú	vod		8								
1	Glo	Globální navigační satelitní systémy									
	1.1	Segmenty GNSS	9								
	1.2	Přístroje	10								
	1.3	Kódové měření	10								
	1.4	Fázové měření	11								
	1.5	Chyby měření	11								
	1.6	Diferenční GNSS	12								
		1.6.1 Postprocessing	12								
		1.6.2 RTK	12								
		1.6.3 SBAS	13								
		1.6.4 CZEPOS	13								
2	Geo	Geografické informační systémy									
	2.1	Data	14								
	2.2	Definice	14								
	2.3	Části GIS	15								
3	Pou	Použité přístroje									
	3.1	Kontroler CS15	16								
	3.2	Antény GS06 a AS05	16								
4	Instalace										
	4.1	Instalace Zeno Office on ArcGIS	18								
	4.2	Propojení CS15 s počítačem	18								
5	Prá	ce se Zeno Field a Zeno Office	19								
	5.1	Základní ovládání programu	19								
		5.1.1 Panely nástrojů	19								
		5.1.2 Ovládání mapy	19								

		5.1.3	GNSS Status Bar	20	
		5.1.4	Nastavení vlastního panelu nástrojů	20	
	5.2	Založe	ení projektu v Zeno Field a Zeno Office	21	
		5.2.1	Založení projektu v Zeno Field	22	
		5.2.2	Založení projektu v Zeno Office	22	
	5.3	Přípra	ıva měření	25	
		5.3.1	Nastavení GPS	25	
		5.3.2	Nastavení RTK	25	
		5.3.3	Měření metodou Stop & Go	28	
	5.4	Tvorb	a nových prvků	29	
		5.4.1	Tvorba nových prvků digitalizací	29	
		5.4.2	Tvorba nových prvků měřením GNSS	30	
	5.5	Práce	s integrovaným fotoaparátem	32	
		5.5.1	Tvorba nové Photo vrstvy	33	
		5.5.2	Vytvoření fotografie přičleněné k prvku	33	
		5.5.3	Tvorba samostatné fotografie	34	
	5.6	Přenos	s naměřených dat zpět do Zeno Office	35	
		5.6.1	Přenos naměřených dat z projektu vytvořeném v Zeno Field $% \left({{{\bf{F}}_{{{\bf{F}}}}} \right)$.	35	
		5.6.2	Přenos naměřených dat přes EasyIn	35	
6	Dřo	enost		40	
U	110	511050		40	
Zá	ivěr			42	
Po	oužit	é zdro	je	44	
Seznam symbolů, veličin a zkratek					

Úvod

Bakalářská práce se zabývá produkty firmy Leica pro sběr GIS dat. Systém se jmenuje Leica Zeno. Je zde popsána práce s ručním zařízením Leica CS15 a anténami GS06 a AS05. Jedna kapitola je věnována návodům na ovládání softwaru pro polní měření Zeno Field a počítačového programu Zeno Office.

Zeno Field je program, který se používá při sběru dat v kontroleru. Jedná se o OEM verzi polního softwaru ArcPad. Nasbíraná data se následně přenesou do ArcGIS projektu pomocí rozšíření ArcGISu Zeno Office. Je zde popsána práce se základními funkcemi tohoto programu. Vybírány byly takové činnosti, které by mohly být nejčastěji využívané či nezbytné pro práci se systémem Leica Zeno.

Nadstavbová aplikace Zeno Office umožnuje zpracovat GNSS data uloženáv Arc-GIS databázi. Dále umožňuje přenášet data z ArcGISu do Zeno Field a obráceně. Oba projekty se tímto synchronizují a tak se zachová jejich aktuálnost.

Poslední kapitola se věnuje přesnosti měření s anténami Leica GS06 a Leica AS05 doporučenými výrobcem. Bylo vyzkoušeno měření s přijímáním korekcí ze sítě permanentních stanic CZEPOS i bez nich a výsledky byly porovnány s hodnotami uváděnými výrobcem v uživatelských příručkách.

Cílem bakalářské práce bylo vyzkoušet tento systém a vytvořit návody na jeho použití.

1 Globální navigační satelitní systémy

Globální navigační satelitní systém je obecné označení pro určování polohy za pomoci družic. Funkčními satelitními systémy jsou například americký Navstar GPS (Navigation and Satellite Timing and Ranging Global Positioning System), ruský GLONASS (Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema), francouzský DO-RIS (Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite) a čínský Beidou. GNSS pro Evropu je zatím ve výstavbě, jedná se o projekt GALILEO, který má na starost Evropská kosmická agentura (ESA).

1.1 Segmenty GNSS

Systémy můžeme rozdělit do tří segmentů: kosmického, řídícího a uživatelského. Kosmický segment GPS zahrnuje již 32 družic, i když původně byl plánován na 24 satelitů. Družice obíhají na šesti drahách ve výšce 20 200 km a vůči rovníku jsou skloněny o 55°. Tuto dráhu oběhne družice za 11 h 58 min. Na každé dráze se pohybuje 5-6 družic nepravidelně rozmístěných.

U systému GLONASS je celkem 24 družic, z nichž jsou 3 záložní. Družice se pohybují po 3 oběžných drahách vzájemně posunutých o 120° se sklonem 65° vzhledem k rovníku. Satelity obíhají na střední oběžné dráze ve výšce 19 100 km rychlostí 3,9 km/s, doba oběhu je tedy 11 h 15 min.

Každá družice, ať už ze systému GPS nebo GLONASS, s sebou nese velmi přesné atomové hodiny (řádově 10^{-13} s), dále antény pro komunikaci s ostatními družicemi, antény pro spojení s řídícím střediskem a antény pro vysílání radiových kódů.

Řídící segment GPS se skládá z hlavního velitelství Navstar Headquaters, které sídlí na letecké základně Los Angeles v Californii v USA a řídícího střediska Master Control Station se sídlem na Schrieverově letecké základně USAF v Colorado Springs. Dále se sem řadí 3 povelové stanice a 18 monitorovacích stanic. Řídící segment kontroluje činnost kosmického segmentu, předává povely družicím a provádí údržbu atomových hodin. V navigační zprávě každé družice je uveden její technický stav, korekce atomových hodin, předpokládané pozice ostatních družic a data o stavu ionosféry.

U navigačního systému GLONASS je řídící segment podobný. Skládá se z řídícího střediska Systém Control Center v Krasnoznamensk, 3 rozšířených stanic, 5 povelových stanic a 10 monitorovacích stanic. Stejně jako u GPS vydává řídící segment GLONASSu navigační zprávu, ve které zveřejňuje pozici, rychlost a zrychlení družice, korekce pro atomové hodiny, přibližné pozice ostatních družic, používané frekvence a technický stav družic.

Posledním segmentem globálních navigačních systémů jsou samotní uživatelé, kteří pomocí svého přijímače zachycují signály z družic, které jsou v daném místě nad obzorem.

1.2 Přístroje

Přijímače můžeme dělit podle několika hledisek. Podle principu určení polohy se dělí na kódová nebo fázová, podle počtu frekvencí na jednofrekvenční, dvoufrekvenční a vícefrekvenční, podle počtu kanálů na jednokanálové a vícekanálové.

1.3 Kódové měření

Při kódovém měření se určuje doba, za kterou signál vyslaný z družice dosáhne přijímače. Výsledná poloha přijímače se počítá jako prostorové protínání z délek. Měření transitního času je zatíženo mnoha chybami, z nichž výrazně největší je chyba hodin přijímače. Proto pro přesnější určení polohy se chyba hodin přijímače uvažuje jako další neznámá. Pro výpočet čtyř neznámých – X, Y, Z a chyba hodin, je třeba mít signál minimálně ze čtyř družic. Polohu družic počítá přijímač z Keplerovských parametrů jejich drah (tzv. efemerid).

1.4 Fázové měření

Při fázovém měření se zjišťuje rozdíl mezi fází vyslaného a přijatého signálu. Určit zlomek vlny není problém, ale v určení počtu celých vln mezi družicí a přijímačem je nejednoznačnost. Počet celých vln se označuje jako fázová ambiguita. Problém se řeší tak, že se nejprve ambiguity vypočtou stejně jako ostatní parametry metodou nejmenších čtverců. Toto řešení se nazývá float. Výsledkem jsou racionální hodnoty a příslušná kovarianční matice. Za určitých podmínek lze nalézt k racionálním hodnotám příslušné celočíselné hodnoty, ale vlivem systematických chyb nelze nejbližší celé číslo považovat za správné, nelze tedy jen jednoduše zaokrouhlit. Potom se výpočet metodou nejmenších čtverců opakuje a celočíselné ambiguity se již považují za správné. Tomuto řešení se říká fixed. Fázové řešení je přesnější, protože pracuje s kratší vlnovou délkou (cca 20 cm). Nevýhodou je, že nelze určit absolutní polohu, ale pouze relativní polohu dvou přijímačů. A dále je měření náchylné na tzv. fázové skoky, kdy je signál přerušen nějakou překážkou, a tím se změní ambiguity.

1.5 Chyby měření

Chyby jsou především systematické povahy. Měření ovlivňuje ionosférická refrakce. Ionosféra je vrstva atmosféry, která se nachází 60-1000 km nad povrchem Země. Skládá se z neutrálního plynu, iontů a elektronů. Volné elektrony mají vliv na šíření krátkých radiových vln. Vliv ionosféry závisí na výšce nad obzorem, denní době a frekvenci signálu.

Vliv na měřený signál má i troposféra, vrstva atmosféry od povrchu Země, která sahá do výšky 11 km. Způsobuje stejnou chybu pro fázové i kódové měření. Velikost této chyby závisí na elevačním úhlu a nadmořské výšce přijímače.

Další chybou je i chyba družicových hodin a tzv. multipath, což je vícecestné šíření signálu v důsledku odražení od různých ploch v blízkosti přijímače.

V souvislosti s přesností se uvádí několik hodnot – PDOP, GDOP, HDOP a VDOP. PDOP (Positional dilution of precision) v sobě zahrnuje chybu v poloze HDOP (horizontal dilution of precision) a ve výšce VDOP (vertical dilution of precision). Pokud by se k hodnotě PDOP přidala informace o chybě hodin přijímače vzikne hodnota nazývaná GDOP (geometric dilution of precision). Velikosti hodnot DOP závisí na geometrickém rozložení družic GNSS a přijímače v době měření.

1.6 Diferenční GNSS

Přesnost kódového měření lze zpřesnit pomocí diferenčního GNSS, kdy přijímač (tzv. referenční stanice) stojí na bodě o známých souřadnicích. Rozdíl mezi aktuálně určenou polohou a známými souřadnicemi udává především vliv atmosféry. Tyto korekce předává dalším přijímačům, které pseudovzdálenost opraví o předané hodnoty. Předání korekcí a následná oprava může probíhat buď on-line v reálném čase nebo offline, kdy se výsledné hodnoty vypočítají až při následném zpracování (tzv. postprocessing). Pro výpočet offline je nutné ukládat pseudovzdálenosti (raw-data). Se vzdáleností přijímače od referenční stanice klesá přesnost předávaných korekcí.

1.6.1 Postprocessing

Velkou nevýhodou tohoto typu zpracování je, že se výsledné souřadnice nezískají hned v terénu, ale až po zpracování v kanceláři. Naopak lze použít levnější přijímače, než jaké jsou třeba pro měření s RTK (Real Time Kinematic). Pro měření postačí jednodušší software, který nemusí provádět žádné výpočty, ale jen ukládá naměřená data. Navíc není třeba komunikace s referenční stanicí.

1.6.2 RTK

Metodou Real Time Kinematic se získají souřadnice ihned po měření. Ale k tomu musí přijímač obsahovat software pro výpočet ambiguit v reálném čase a musí být vybaven (softwarově i hardwarově) pro komunikaci s referenční stanicí. Pro propojení se využívá internet a komunikace probíhá přes protokol NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol).

1.6.3 SBAS

SBAS je zkratka ze Satellite Based Augmentation Systems. Jedná se o systém pozemních monitorovacích stanic, které rozšiřují monitorovací segment GNSS. Stanice v reálném čase sledují a vyhodnocují aktuální stav kosmického segmentu GPS i GLONASSu a také stav ionosféry. Vypočtené korekce a data o stavu kosmického segmentu vysílají přes družice k uživatelům. Tyto družice jsou nad rovníkem, tedy na území České republiky jsou viditelné nízko nad jižním obzorem. Globální SBAS jsou komerční produkty a patří mezi ně například Omnistar a StarFire. Oproti tomu regionální SBAS jsou obvykle zřizovány vládními organizacemi a jsou volně dostupné. Pro Evropu se tento systém jmenuje EGNOS.

1.6.4 CZEPOS

CZEPOS je síť permanentních stanic GNSS České republiky, která poskytuje registrovaným uživatelům data pro postprocessingové zpracování, DGNSS korekce ke zpřesnění kódového měření v reálném čase a RTK data pro fázové měření v reálném čase. Na CZEPOSu se podílí Zeměměřický úřad v Praze, Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický a Český úřad zeměměřický a katastrální. Rozložení stanic je zobrazeno na obrázku 1.1.



Obr. 1.1: Rozmístění referenčních stanic CZEPOS, zdroj: [7]

2 Geografické informační systémy

2.1 Data

Zkratka GIS znamená geografický informační systém. Každý informační systém je tvořen daty. Data lze rozdělit do dvou kategorií na atributová a prostorová. Jako atributová data se označují informace, které nejsou prostorově určené, ale dají se ve většině případů určit. Datům, která obsahují prostorové určení objektu a prostorové vztahy, se říká prostorová data. Po propojení obou kategorií se data označují jako geografická data či geodata. Příkladem atributových dat může být jméno a příjmení osoby a prostorová informace může být například ulice a číslo popisné. Spojením těchto informací se jménu a příjmení dodá prostorové určení a získají se geodata.

2.2 Definice

GIS je tedy informační systém, který pracuje i s prostorovou složkou dat oproti běžným informačním systémům. Jedná se o nástroj, který umožňuje efektivně ukládat, zpracovávat a analyzovat nasbíraná data. Pro geografický informační systém neexistuje jednotná definice.

Norma ČSN EN ISO 19101 uvádí, že GIS je informační systém zabývající se informací, jež se týká jevů přidružených k místu vztaženému k Zemi.

Podle definice Clause a Schvilla z roku 1991 je informační systém soubor hardware a software na získávání, uchovávání, spojování a vyhodnocování informací. Informační systém se skládá ze zařízení na zpracování dat, systému báze dat a vyhodnocovacích programů.

Definice podle ESRI: GIS spojuje hardware, software a geografické údaje pro efektivní získávání, správu, analyzování a zobrazování všech forem geografických informací.

2.3 Části GIS

Obecně lze GIS rozdělit do čtyř částí – hardware, software, data a lidé. V této práci byl použit kontroler Leica CS15, antény GS06 a AS05 a notebook Lenovo ThinkPad Edge s operačním systémem Windows 7 64bit. Podrobnější popis použitého hardwaru bude uveden dále. Jako software byly použity programy Leica Zeno Office verze 3.1 a Leica Zeno Field verze 3.0.0.343. Data jsou nejdůležitější složkou GIS. Náklady na jejich získání a obnovu tvoří až 90 % celkových finančních nákladů. Poslední složkou jsou programátoři, GIS analytici a v neposlední řadě koncoví uživatelé.

3 Použité přístroje

Pro práci s programem Leica Zeno Field byl použit polní kontroler CS15 a GNSS nástavce GS06. Byla vyzkoušena práce i s přídavnou fázovou anténou AS05. Při měření s kontrolerem lze naměřená data ukládat do interní paměti, na SD kartu, CompactFlash kartu nebo na USB flash disk. V návodu k přístroji upozorňují, že odpojení paměťového media je třeba provádět ve chvíli, kdy je kontroler vypnutý, jinak může dojít ke ztrátě dat.

3.1 Kontroler CS15

Kontroler lze ovládat přes dotykovou obrazovku nebo klávesnicí. Nalezneme zde numerickou klávesnici, ovládací šipky a potvrzovací tlačítko OK. Přes klávesu Fn se ovládá nastavení přístroje jako např. jas, hlasitost zvuku či podsvícení klávesnice. Klávesami F1-F6 lze ovládat softwarová tlačítka, která se objeví ve spodní části aktivní obrazovky a klávesy F7–F12 jsou uživatelsky definovatelné. Kromě kláves a dotykové obrazovky se na přední straně kontroleru nachází také dvě LED diody. Levá signalizuje zapnutí či vypnutí Bluetooth a druhá stav baterie. LED dioda pro Bluetooth může mít hned několik barev. Zelená značí, že je Bluetooth v datovém režimu a je připraven k připojení, purpurová barva oznamuje, že se připojuje a po dokončení připojování svítí modře. Pokud se právě přenáší data, LED dioda modře bliká. Označení napájení přechází od zelené přes žlutou až k červené barvě, kdy zelená značí, že napájení je v pořádku, a červená, že je napájení velmi nízké a je třeba vyměnit baterii. V uživatelské příručce je udávaná výdrž dodávané baterie Li-Ion typ GEB212 při běžném používání 10 h.

3.2 Antény GS06 a AS05

GS06 je jednofrekvenční anténa, která měří kódově na vlně L1. Najednou je možné sledovat až 14 satelitů GPS na L1 a zároveň i 14 družic GLONASS také na L1 a až jeden SBAS. Co se týká přesnosti, uživatelská příručka uvádí hodnotu 40 cm u diferenčního kódového měření a to jak u statického, tak kinematického měření. Anténa AS05 se připojuje kabelem přes konektor, který se nachází na nástavci GS06. Kontroler automaticky rozpozná anténu AS05, vypne GS06 a k měření použije AS05. Není tedy nutné nic nastavovat. AS05 je jednofrekvenční fázová anténa měřící na vlně L1. O přesnosti této antény se uživatelská příručka nezmiňuje.



Obr. 3.1: Kontroler CS15 s anténou GS06

4 Instalace

4.1 Instalace Zeno Office on ArcGIS

Leica Zeno Office on ArcGIS se instaluje z DVD podle pokynů průvodce instalací. Pro instalaci je třeba mít nainstalovaný ArcGIS verzi 10.0. Samotná instalace trvá poměrně dlouhou dobu. Po úspěšné instalaci je třeba zadat umístění licenčního souboru. Po potvrzení cesty v licence manageru a vložení hardwarového klíče lze již spustit ArcMap. Aby bylo možné používat rozšíření Leica Zeno Office, musí být v ArcMapu v menu Customize v položce Extensions zaškrtnuto Leica Zeno Office. Potom přes pravé tlačítko lze zobrazit panely nástrojů Zeno Office.

4.2 Propojení CS15 s počítačem

Pro propojení kontroleru s počítačem je třeba nainstalovat ovladač a Centrum zařízení Windows Mobile. V ArcCatalogu se zobrazí položka mobile connection kam lze ukládat vytvořená data nebo z ní data načítat pokud je zařízení připojené.

5 Práce se Zeno Field a Zeno Office

5.1 Základní ovládání programu

5.1.1 Panely nástrojů

Po zapnutí kontroleru a spuštění programu Zeno Field se v horní liště nacházejí standardně tři panely nástrojů – hlavní, prohlížecí a pro editaci. V hlavním panelu nástrojů nalezneme menu s funkcemi pro správu mapy a jejích vrstev a tlačítka pro ovládání a nastavení GPS. V prohlížecím panelu nástrojů se nacházejí různé funkce pro přibližování, oddalování a otáčení mapy. Také jsou zde nástroje pro meření vzdáleností na mapě a funkce pro práci se záložkami. V posledním panelu nástrojů, pro editaci, jsou tlačítka pro tvorbu nových prvků mapy.



Obr. 5.1: Hlavní panel nástrojů



Obr. 5.2: Toolbar pro prohlížení



Obr. 5.3: Panel nástrojů pro editaci



Obr. 5.4: Rychlý panel nástrojů

5.1.2 Ovládání mapy

Pro práci v Zeno Field je praktické si zapnout Map Navigator v hlavním panelu nástrojů v menu Options. Map Navigator jsou čtyři ikony v levém horním rohu mapy. Jsou to tlačítka pro přiblížení a oddálení mapy, ikona zeměkoule pro zobrazení celé mapy a ruka pro posun po mapě. Ulehčí to práci při měření, není třeba přepínat mezi panely nástrojů a jednotlivými funkcemi. Funkce z Map Navigatoru se aktivuje pouze na jednu akci a například po přiblížení se aktivuje funkce, která byla používána před použitím Map Navigatoru.

Dále může být užitečné, mít při zapnuté GPS nastavený střed mapy na aktuální polohu GPS. Toto lze nastavit v panelu nástrojů pro prohlížení, rozkliknutím nabídky šipkou pod zeměkoulí a vybráním volby Center on GPS.

5.1.3 GNSS Status Bar

Pro přehledné zobrazení nastavení a stavu GNSS je vhodné si v hlavním panelu nástrojů v menu pod ikonou kontroleru zapnout GNSS Status Bar. Význam jednotlivých znaků je uveden na obrázku 5.5.



Obr. 5.5: GNSS Status Bar

5.1.4 Nastavení vlastního panelu nástrojů

Pokud se při práci používají jen některé funkce, lze si vytvořit vlastní panel nástrojů s těmito funkcemi. Nástroje budou snadno dostupné a bude možné mezi nimi jednoduše přepínat. Takový panel lze vytvořit přes Zeno Field Options – Toolbars a Toolbar Settings. V záložce Favorites se zaškrtnou všechny požadované nástroje. Po potvrzení se zobrazí informace o tom, že je nutné aplikaci restartovat, aby se projevily provedené změny.



Obr. 5.6: Nastavení vlastního panelu nástrojů

5.2 Založení projektu v Zeno Field a Zeno Office

Pokud nejsou předem připravená data z počítače, lze začít měřit rovnou v terénu. V programu Zeno Field lze vytvořit shapefily, do kterých se budou vytvořené prvky ukládat. Všechny shapefily a vrstvy se uloží jako mapa s příponou apx. Nevýhodou této tvorby projektu je, že není možné ukládat raw data pro postprocessing.

Druhou možností je připravení projektu v počítači s využitím programu Leica Zeno Office nebo Leica Zeno Office on ArcGIS. Je tak možné využít již existující data, například ortofoto nebo katastrální mapu jako podklad. Vše se následně převede do Zeno Field za pomoci funkce EasyOut. Pro nahrání naměřených dat zpět do počítače slouží funkce EasyIn. Pokud při měření bylo nastaveno ukládání raw-dat, funkce EasyIn zpřístupní volbu automatického provedení postprocessingu.

Funkce EasyOut slouží pro přenesení stávajícího projektu do programu Zeno Field. V terénu se naměří data, která se přenesou zpět funkcí EasyIn, tím se projekt synchronizuje. Následně je možné pokračovat v měření a poté už jen používat EasyIn pro vložení nových dat. Toho lze využít například při rozsáhlejším projektu, kde by se na měření podílelo více měřických čet, které by dodávaly postupně naměřená data a tím celkový projekt aktualizovaly.

5.2.1 Založení projektu v Zeno Field

1. Nastavit souřadnicový systém

Vrstvy – Souřadnicový systém – vybrat požadovaný soubor s příponou prj. Kde se nastavuje souřadnicový systém je patrné z obrázku 5.7.

2. Uložit mapu

Nastavit název a cestu, kam se soubor s příponou apx uloží

3. Vytvořit nové shapefily

New – Shapefile

Vybrat typ, podle toho, co se do shapefilu bude ukládat – body, polygony nebo linie. Klepnutím na tlačítko plus se přidávají atributová pole. Mohou být typu text, číslo, datum nebo pravda/nepravda. Dále je možno definovat délku a přesnost zadávaných atributových dat. Jako atributová data lze také uložit obrázek. Pokud se takové pole pojmenuje photo, image nebo picture, bude automaticky rozpoznáno a používáno pro ukládání odkazů k obrázkům. Klepnutím na tlačítko OK se shapefile uloží na zadané místo pod zvoleným názvem.

4. Nakonec program nabídne vytvoření QuickForm, což je formulář pro vkládání atributů k naměřeným prvkům. Mohou se měnit parametry jako rozměry formuláře, rozlišení, atributová pole, která se přes tento formulář budou zadávat, a další údaje. Většinou stačí nechat přednastavené hodnoty.

5.2.2 Založení projektu v Zeno Office

Aby bylo možné použít funkci EasyOut, je třeba mít v projektu založenou geodatabázi, v ní vytvořený Survey Dataset a v něm Survey Project. Do Survey Project se ukládají přijatá data z družic GNSS, která se pak využijí pro postprocessing.



Obr. 5.7: Nastavení mapy, vrstev a souřadnicového systému

V geodatabázi se vytvoří Feature Dataset a do něj následně Feature Class. Všechny Feature Class v datasetu musí mít stejný souřadnicový systém. Do Feature Class se ukládají prvky se stejnou geometrií a stejnými atributovými poli. V Zeno Field je také možné pracovat s daty ve formátu shapefile, rastry a dalšími typy souborů.

- 1. Založit geodatabázi
- 2. Vytvořit Survey Dataset a Survey Project

V ArcCatalogu pravé tlačítko na databázi – New – Survey Dataset

Zadá se název a souřadnicový systém

Pravé tlačítko na vytvořený Survey Dataset – New – Survey Project

3. Vytvořit Feature Dataset a Feature class

Pravé tlačítko na geodatabázi – New – Feature Dataset

Vyplnit název datasetu, souřadnicový systém pro polohu a pro výšku pokud budou ukládány i výškové údaje. Dále se nastaví tolerance souřadnic, kdy se dva body budou ještě považovat za shodné. Jako výchozí hodnota je nastaven 1 mm.

Pravé tlačítko na vytvořený Feature Dataset – New – Feature class

Zadává se název, typ ukládaných dat (body, plochy nebo linie) a informace jestli se bude ukládat i souřadnice Z. Dále se definují atributová pole, vyplní se název a datový typ ukládaných informací.

- 4. Otevřít v ArcGISu vytvořenou geodatabázi a případně shapefily a další soubory, které chceme používat v Zeno Field.
- 5. Spustit funkci EasyOut

Zobrazí se všechny vrstvy, které lze přenést do Zeno Field. U každé z nich je volba Check Out nebo Copy Out. Copy Out se zvolí v případě, že chceme vrstvu použít jako podklad a nebudeme ji chtít přenášet zpět do Zeno Office. Dále se volí přístupnost vrstev, jestli bude pouze pro čtení nebo editovatelná. Můžeme také zvolit, jestli chceme použít všechny prvky a atributová pole z dané vrstvy nebo pouze některé.

Pokud bychom chtěli pouze kopírovat schéma databáze – třídy s definovanými atributy, prázdný projekt měření atd., zaškrtneme volbu Check out only schema of data.

Je možné také zvolit rozsah přenášených dat – buď aktuálně zobrazené prvky v okně nebo celý rozsah dat. V části o projektu se automaticky nastaví Survey Project na předem vytvořený a je třeba doplnit pouze název celého projektu pro Zeno Field a zadat umístění, kam se má uložit. Při připojeném kontroleru k počítači, je možné mapu uložit přímo do zařízení. Okno funkce EasyOut je na obrázku 5.8.

Layer(s) body linie		🤁 Check Out	🔧 Copy Out	Accessibility						
body inie		-		1.0000000000000000000000000000000000000		Feature Selection	n	Field	s	Layer Definition
🕂 linie				Editable		All	-	All	-	
		V		Editable		All	-	All	-	
🖾 plochy			V	Read Only	-	All	-	All	-	
🖾 budovy			V	Read Only	-	All	•	All	-	
🖾 polygony		\checkmark		Editable		All	•	Al	-	
•										
•										
Check out only so	hema of data				1	mage output:	Ori	ginal F	oma	at
Validate feature c	asses									
Spatial Extent	evtent									
 Eull extent of set 	lected laver(e)									
Full extent of se	lected fasture(s)									
 Full extent of se 	lected graphic(s)									
Survey Project	Project			1						
Survey Troject.	Froject		*	_						
Project Name:	projekt									
										(
Project Location:										

Obr. 5.8: Okno funkce EasyOut

5.3 Příprava měření

5.3.1 Nastavení GPS

Hlavní panel nástrojů – ikona s družicí – GPS Preferences.

V záložce Capture se zaškrtne volba Enable Averaging. Počet měření, ze kterých bude výsledná poloha prvku vypočtena jako průměr, by měl být alespoň 5. V záložce Height se nastaví výška antény. Lze také nastavit různá varování v případě, že ukazatele kvality GNSS překročí nastavenou hodnotu. Toto lze provést v záložce Quality. Podrobné nastavení GNSS jako protokol, port a modulační rychlost (baud) není nutno měnit, je již nastaveno automaticky.

5.3.2 Nastavení RTK

Pro příjem korekcí je třeba internetové připojení. Může se použít mobilní telefon se SIM kartou s datovým tarifem a připojit jej ke kontroleru přes Bluetooth nebo

GPS Preferences		OK 🔀
& GPS & Capture & Quality &	GPS He	eight 🕺 Datum <u>4</u> 💿 🗵
Enable Averaging		
Number of positions to average :		
Points	10	
Vertices	10	
Streaming :		
Position Interval	1	
Distance Interval	2	m
Start sitsk		1 1 × 1 7:20 PM @

Obr. 5.9: Nastavení délky měření

rovnou tuto SIM kartu vložit do slotu v kontroleru. Většinou pro připojení mobilního telefonu pres Bluetooth jsou nejlepší Nokie s operačním systémem Symbian, telefony s operačním systémem Android nefungují.

1. Vytvoření nového profilu pro RTK

Menu pod ikonou kontroleru – GNSS Settings, záložka Realtime, tlačítko New Profile

- 2. Zadat název profilu a vybrat typ připojení Internet
- 3. Zvolit externí modem a připojení přes Bluetooth nebo interní modem
- 4. Pro externí modem.

Zapnout na telefonu Bluetooth a zkontrolovat, jestli je povolená jeho viditelnost. Na kontroleru vybrat z viditelných zařízení daný telefon a zvolit číselný klíč pro spárování telefonu a kontroleru. Tento klíč se následně zadá i na GNSS přijímači.

- 5. Zvolit internetové připojení GPRS/CDMA
- 6. Vložit APN (Access Point Name) poskytovatele internetových služeb

pro O2: internet

pro Vodafone: internet

pro T-mobile: internet.t-mobile.cz

- 7. Vybrat existující RTK server ze seznamu nebo vytvořit nový
- 8. Vložit detaily RTK serveru. Zadává se jméno serveru, IP adresa, port, uživatelské ID a heslo a zaškrtnout použití NTRIP.
- Zvolit Mount Point, kdy se automaticky vybere vhodná stanice, nebo zadat ručně z nabízeného seznamu. Kódy jednotlivých stanic jsou uvedeny na internetových stránkách CZEPOSu [7].
- 10. Vybrat formát RTK dat a typ sítě zvolit nejbližší.
- 11. Po potvrzení se zkontroluje připojení k mobilnímu telefonu, Internetu, službě RTK, ověří, že má spočítanou aktuální polohu a že přijímá korekce RTK. Pokud je vše v pořádku, tlačítkem Finish se uloží nově vytvořený profil. Pokud se někde vyskytne chyba, tlačítkem Back se lze vrátít do nastavení a opravit ho.

	Profile Propert	ies	
🛁 🕈 📢	Device:	Internal Modem	
• •	Туре:	GSM .	-
en la	Connection:	GPRS	
	Server:	czepos	
	Data Format:	RTCM 1,2 v2	
	Network Type:	Nearest	Ī
	Ref. Antenna:	GS05/06	-
		OK	el <u>1m</u>
Start 2	eno Fiel Pro	file Pr	3:34 PM 🕑 🖊

Obr. 5.10: Nastavení RTK a jeho editace

5.3.3 Měření metodou Stop & Go

Metoda Stop & Go se používá pro získání fixní ambiguity při postprocessingu pro měření nejvyšší přesnosti. Samotné měření se skládá ze dvou fází. První je inicializační, což je desetiminutové měření, při kterém se odhadnutá přesnost po postprocessingu postupně snižuje až na centimetry. Po inicializaci již stačí běžné desetivteřinové měření a přesnost bude stejná jako u první fáze. Tato přesnost bude dostupná do té doby než se přeruší signál, potom je nutné opakovat první fázi. Proto je tato metoda doporučená pro místa s převážně otevřenou oblohou, kde nehrozí ztráta signálu.

1. Zapnout ukládání raw-dat

Ukládání raw-dat se zobrazí na GNSS Status Baru.

- 2. V GPS Preferences změnit nastavení Capture položku point na 600. Každou vteřinu se odečte poloha a po dobu nastavených 600 s se sbírají data a výsledkem je jejich průměr.
- 3. Připojit anténu AS05 a zmáčknout zachycení bodu.

- 4. Po dokončení měření změnit nastavení Capture v GPS Preferences u bodů a vrcholů na 10 s, což je podle uživatelského návodu doporučený čas observace.
- 5. Změřit podrobné body

5.4 Tvorba nových prvků

Nové prvky je možné do mapy vložit buď digitalizací, nebo měřením.

5.4.1 Tvorba nových prvků digitalizací

- Na panelu nástrojů pro editaci se zmáčkne tlačítko Start/stop editing. Zobrazí se všechny editovatelné vrstvy. Najednou může být vybrána jedna bodová, liniová a jedna plošná vrstva.
- 2. Vybrat tlačítko pro vytvoření bodu, linie nebo plochy, podle toho, co se má vytvořit. V případě linie a plochy se přidávání lomových bodů ukončí stisknutím tlačítka se šipkou. Výběr nástroje pro digitalizaci je na obrázku 5.11.
- 3. Nakonec je nutné zadat atributové údaje nově vytvořeného prvku.



Obr. 5.11: Výběr nástroje pro digitalizaci

5.4.2 Tvorba nových prvků měřením GNSS

1. Zapnout GPS

2. Hlavní panel nástrojů – rozbalit menu pod tlačítkem s družicí – GPS Active Leica Zeno Field začne vyhledávat satelity. V průběhu vyhledávání se v dolní části obrazovky objeví červený panel s nápisem No Fix. Až bude poloha vypočtena, panel zezelená a objeví se informace o aktuální poloze. Při nastavení ukládání raw-dat se zobrazí v GNSS Status Baru i informace o odhadnuté přesnosti, která se získá postprocessingem. Záznam raw-dat se nastaví v menu s ikonou kontroleru v položce GNSS settings v záložce Raw-data.



Obr. 5.12: Stav GNSS

Klepnutím na panel No Fix nebo na zelený panel s již spočtenou polohou se zobrazí okno s podrobnějšími informacemi o stavu měření GNSS. Zobrazení viditelných satelitů je uvedeno v záložce Skyplot a přesnost je uvedena v Quality na obrázku 5.13.



Obr. 5.13: Vlastnosti GNSS

- 3. Pro přijímání korekcí je nutné v menu Leica Zeno v GNSS Settings v záložce Realtime vybrat předem zvolený profil a potvrdit tlačítkem OK. V tom samém menu zvolit Connect RTK.
- 4. V nastavení jednotlivých vrstev lze povolit přichytávání k vytvořeným prvkům. Zadává se tolerance, kdy ještě bude měřený bod ležet na vytvořeném prvku. Nastavení je uvedeno na obrázku 5.16.
- 5. Pro tvorbu nových prvků je nutné v panelu nástrojů pro editaci vybrat vrstvu, do které se prvek uloží.
- 6. Vybrat nástroj pro tvorbu prvku bod, polygon nebo linie.
- 7. Zmáčknout ikonu pro sejmutí bodu nebo pro sejmutí vrcholu. V případě tvorby polygonu nebo linie se postupně snímají jednotlivé vrcholy a pro ukončení linie či uzavření plochy se použije ikona se zelenou šipkou.





Obr. 5.14: Ikona sejmutí bodu

Obr. 5.15: Sejmutí vrcholu

- 8. Program nabídne vytvořený Quick form pro zadání atributů prvku. V horní liště se zobrazí průběh měření bodu.
- 9. Tlačítkem OK se prvek uloží do vrstvy.
- 10. Pro tvorbu bodu lze také využít funkce z rychlého panelu nástrojů (Quick Toolbar), kdy se pro každou vrstvu vytvoří funkce, která automaticky zvolí nástroj dle typu vrstvy – bod, polygon či linie a rovnou je možné zadávat atributová data prvku.

Table of Contents					or ×
🛃 Layers 🔏 Quick	Capture	Legend	₩ ¥ Sna	pping	
🔂 T	m	Vertex	Edge	End	
<mark>⊳</mark>	5				
✓ linie	5		V		
✓ polygon	5				
				•	
Start sjtsk				坐 🔊 🔧 4:27 P	M 🕑 🥒

Obr. 5.16: Nastavení tolerance pro přichytávání

5.5 Práce s integrovaným fotoaparátem

Součástní kontroleru Leica CS15 je integrovaný fotoaparát, pomocí něhož můžeme pořídit fotografie, které je možné přiřadit prvkům v mapě. Prvky, kterým se budou fotografie přiřazovat, musí mít definované textové atributové pole o minimální délce 20 znaků.

Je také možné nově vytvořeným prvkům přiřadit již existující fotografie či pořizovat fotografie, které se uloží do kontroleru a nebudou spojeny s žádným prvkem v mapě. Pro tvorbu samostatných fotografií je nutné vytvořit Photo vrstvu. Postup tvorby bude popsán níže.

Spuštěním funkce Identify a kliknutím na objekt v mapě se otevře okno s informacemi o prvku. V první záložce lze prohlížet atributová pole a jejich hodnoty. Druhá záložka Picture obsahuje náhled fotografie a umožňuje změnu nebo otočení fotografie. Funkce Identify se nachází v panelu nástrojů pro prohlížení pod ikonou kolečka s písmenem I. Zobrazení tohoto okna lze také provést vybráním daného prvku nástrojem Select z panelu nástrojů pro editaci a následným spuštěním funkce Feature Properties.



Obr. 5.17: Zobrazení atributových dat prvku

5.5.1 Tvorba nové Photo vrstvy

- 1. V hlavním panelu nástrojů vybrat v prvním menu zleva New Photo Layer
- 2. Zadat název a uložit ji.
- 3. Nová vrstva se přidá do mapy. Ikona fotoaparátu se objeví v každé pozici, kde byla pořízena fotografie. Pro zobrazení informací o prvku obsahujícím fotografii se použije nástroj pro identifikaci.

5.5.2 Vytvoření fotografie přičleněné k prvku

- Otevřít vlastnosti prvku, kde kterému se má fotografie přičlenit. Toto okno se automaticky otevře po vytvoření nového prvku. U stávajícího prvku se toto okno zobrazí tak, že se daný prvek vybere nástrojem pro výběr prvku a v panelu nástrojů pro editaci se použije tlačítko Feature Properties (viz obr. 5.17.
- 2. Mezi záložkami vybrat Picture
- Dole v okně vybrat pole, do kterého se bude ukládat název fotografie. Název pole se použije jako část názvu nově vytvořené fotografie.

 Pro přiřazení již existující fotografie se použije ikona složky vedle atributového pole. Pro vytvoření nové fotografie se použije tlačítko s ikonou fotoaparátu (viz obr. 5.18).



Obr. 5.18: Okno pro výběr již dříve pořízené fotografie, její úpravu nebo vytvoření nové

5.5.3 Tvorba samostatné fotografie

- V rychlém panelu nástrojů (Quick toolbar) jsou pod ikonou fotoaparátu dva nástroje. Funkce Camera se použije tehdy, když má být jako poloha fotografie uložena současná poloha antény. Pokud poloha snímané fotografie má být určena digitalizací, zvolí se druhá možnost – Photo Point.
- 2. Zobrazí se okno fotoaparátu a pro sejmutí snímku stisknout Capture. Výchozí složkou pro ukládání samostatných fotografií je My Device\My Documents\My Pictures. Cílovou složku pro ukládání lze změnit v hlavním panelu v Options.

5.6 Přenos naměřených dat zpět do Zeno Office

5.6.1 Přenos naměřených dat z projektu vytvořeném v Zeno Field

Pokud byl projekt založen v Zeno Field, je nutné data z kontroleru překopírovat do počítače. Kopírují se shapefily a všechny soubory se stejnými názvy jako shapefily. Jedná se o soubory s příponami apl, apm, dbf, prj a shx. Po otevření ArcMapu se naměřená data do projektu přidají jako běžný shapefile a je možné s daty rovnou pracovat.

5.6.2 Přenos naměřených dat přes EasyIn

Přes funkci EasyIn se vkládají naměřená data zpět do projektu v ArcGISu, ze kterého byla data předtím přenesena funkcí EasyOut do kontroleru. V případě, že byl projekt vytvořen v Zeno Field, nelze tuto funkci použít. Z projektu v Zeno Field lze otevřít v ArcGISu jen shapefily do kterých se uložily vytvořené prvky. Okno funkce je zobrazeno na obrázku 5.19.

- 1. V ArcGISu otevřít projekt, ze kterého byla data přenesena do Zeno Field.
- 2. Zobrazit panel nástrojů Editor a zapnout editaci. Tímto se zpřístupnila ikona pro spuštění funkce EasyIn.
- Připojit kontroler k počítači a v programu Centrum zařízení Windows Mobile zkontrolovat, že připojení proběhlo úspěšně.
- 4. Spustit funkci EasyOut a přes Mobile connection se získá přístup ke všem datům, která jsou uložena na kontroleru.
- 5. Vyhledat soubor, který se bude přenášet do ArcGISu.
- Zobrazí se informace o projektu jako je název, datum, kdy byl vytvořen, a datum, kdy byl naposledy editován.
- 7. V tabulce Feature Classes se zobrazí vrstvy, které byly při přenášení do Zeno Field označeny jako Check Out. Tedy takové vrstvy, které jsou připravené pro

synchronizaci. V jednotlivých sloupcích tabulky se zobrazí počty přidaných, smazaných a editovaných prvků.

- 8. Pro provedení postprocessingu zaškrtnout Import GNSS Raw Data pro načtení raw-dat nasbíraných v terénu.
- Pro automatické provedení postprocessingu zaškrtnout Postprocess.
 Funkce EasyIn použije nejlepší nastavení parametrů pro nahrávaná data.
- 10. Nastavit umístění referenčních dat

Jsou zde dvě volby, buď jsou referenční data uložena na disku v počítači nebo budou stažena z internetu.

- LOCAL: místní složka na počítači obsahující referenční data z doby měření stažená z vlastní referenční stanice nebo od poskytovatele referenčních dat.
- IGS NETWORK: automatické stažení referenčních dat z IGS Serveru. Na výběr je buď CDDIS: Greenbelt, MD, USA nebo IGN: Paris, France. Nastavení IGS Serveru je zobrazeno na obrázku 5.20.
- 11. U volby LOCAL rozbalit nabídku Settings, kde jsou dvě volby. Browse for Reference Data - v průběhu zpracování bude funkce EasyIn požadovat ruční zadání cesty k souboru s referenčními daty. U této volby lze vybrat pouze jeden soubor. Druhou možností je Auto Select Reference Data, kdy se automaticky vyberou data v podsložkách. Volba LOCAL podporuje pouze data RINEX uložená na disku, nejsou tedy podporovány komprimované soubory jako např. HATANAKA.
- 12. V případě, že byla zvolena možnost IGS Network, je nutné v nabídce Settings nastavit server, ze kterého se data stáhnou. Poté se vybere, jestli se automaticky mají použít data z nejbližší stanice (volba Use nearest site) nebo bude stanice vybrána ručně (Use selected site).
- 13. Potvrdit nastavení stiskem tlačítka OK

14. Zmáčknutím tlačítka OK v okně EasyIn se funkce spustí. Pokud bylo zvoleno Browse Reference Data, funkce vyzve k zadání souboru s referenčními daty. Následně se otevře okno, kde se budou zobrazovat jednotlivé kroky v reálném čase (viz obr. 5.21).

ČVUT v Praze

EasyIn From Zeno Field	0.51 -	langtime . A	C Paper (see	×				
Location: \SD Card\sjtsk				2				
Project Info								
Name: sjtsk								
Date Created: středa, 24 duben 2013, 9:58:58								
Date Modified: sobota, 4 květen 2013, 10:23:14								
Feature Classes								
Cher Feature Class	Added	Modified	Deleted	Select All				
✓ body	3	0	0	Deselect All				
V linie	1	0	0					
V polygon	1	0	0					
Survey Data								
Survey Project: Project	~							
Import Observations								
Post Process Observations								
Location For Reference Data:								
Local								
IGS Network				Settings				
Create a new computation								
			ОК	Cancel				

Obr. 5.19: Okno funkce EasyIn

Project Info						
vame: sjtsk						
Date Created: středa, 24	duben 2013,	9:58:58				
Date Modified: sobota, 4	květen 2013,	11:01:06				
eature Classes	iS Network					X
Cher Feature Class	a					
) Use neare					
licio	Use select	ted site				
	Sites:					
polygon	ID	City	Location	Interval	Distance (km)	*
	wtzr	Bad Koetzting	Germany	1s		75
	wtza	Koetzting	Germany	30s		75
urvev Data	wtzz	Bad Koetzting	Germany	30s		75
Survey Preject:	wtzs	Bad Koetzting	Germany	30s		75
Survey Project. Project	gope	Ondrejov	Czech Republic	1s	1	02
Import Observations	leij	Leipzig	Germany	1s	1	95
Post Process Obse	pots	Potsdam	Germany	1s	2	.96
	Servers:					
Location For Reference		nbelt MD USA				_
Location For Reference	CDDIS: Gree					
Location For Reference	CDDIS: Gree CDDIS: Gree	nbelt, MD, USA				
Location For Reference	CDDIS: Gree CDDIS: Gree GN: Paris, Fr	nbelt, MD, USA ance			OK Car	cel

Obr. 5.20: Nastavení IGS Network



Obr. 5.21: Průběh a výsledek funkce

6 Přesnost

U GNSS/GIS ručního přístroje uvádí uživatelské příručky přesnost antén při použití DGPS lepší než 40 cm. Přesnost u použití rozšiřujícího systému SBAS by dle výrobce měla být vyšší než 1,2 m. Pokud by se při měření ukládala raw-data a následně se provedlo postprocessingové zpracování, měla by být dosažena až decimetrová přesnost.

Vzhledem k deklarovaným hodnotám přesnosti toto zařízení není vhodné pro geodetické práce. Pro sběr dat pro geodetické účely by bylo možné použít tento kontroler a program Zeno Field ale s jinou anténou – Leica GG03. Pro sběr dat s GG03 je nutné v Zeno Field nastavit v GNSS Settings použití této antény. Jako výchozí nastavení je uvedena GS06. Standardní anténu lze využít pro sběr tematických dat u kterých je uváděná přesnost dostatečná. Například data pro GIS pro životní prostředí, polohy památných stromů, biocenter, biokoridorů a podobně.

Bylo vyzkoušeno měření s anténami GS06 a AS06 na střeše Fakulty stavební ČVUT v Praze. Bod na pilíři byl měřen oběma anténami metodou s přijímáním korekcí z CZEPOSu a poté bez nich. Tento bod byl zvolen z důvodu dobré dostupnosti a také kvůli viditelnosti oblohy. Při měření s AS06 bylo využito nucené centrace, protože v pilíři je zabudovaný šroub kompatibilní s anténou. Při měření bylo nastaveno měření po dobu 10 s, což je doporučená délka uváděná v uživatelské příručce. Každé měření proběhlo dvakrát a výsledky jsou uvedeny v tabulce níže. Pro každé měření byla vypočtena směrodatná souřadnicová odchylka a polohová směrodatná odchylka.

Souřadnice měřeného bodu

Číslo bodu	Y [m]	X [m]
1	$744 958,\! 65$	$1\ 040\ 903,74$

Anténa	Měření	Y	Х	ΔΥ	ΔΧ	S_{xy}	S_P
AS05	RTK	744 958,66	1 040 904,00	0,01	0,26	0,18	0,26
		744 959,13	1 040 903,64	0,48	-0,10	$0,\!35$	$0,\!49$
	bez	744 958,01	1 040 902,09	-0,64	$-1,\!65$	1,25	1,77
	korekcí	744 957,77	1 040 902,59	-0,88	-1,15	1,02	$1,\!45$
GS06	DGPS	744 958,17	$1\ 040\ 903,\!12$	-0,48	-0,62	0,56	0,79
		744 958,21	1 040 903,33	-0,44	-0,41	$0,\!43$	0,60
	bez	744 958,94	1 040 905,48	0,29	1,74	1,25	1,77
	korekcí	744 958,78	$1\ 040\ 905,79$	0,13	2,05	1,45	2,05

V tabulce jsou veškeré hodnoty uváděny v metrech.

Pokud by se měla korektně testovat přesnost měření s jednotlivými anténami, bylo by nutné měřit každou metodou vícekrát, aby byl dostatečně velký vzorek dat. Také by se mělo měřit v různých částech dne, s různým geometrickým rozložením satelitů vůči měřenému bodu a také za odlišného stavu atmosféry.

Z výsledků je vidět, že při použití antény GS06 bez přijímání korekcí z CZEPOSu je rozdíl v jedné souřadnici i 2 m, což ovlivní možnosti použití takového měření. Ale pro měření některých tematických prvků map může být tato přesnost dostačující. Například pro plán města pro cyklisty s vyznačenými uzamykatelnými stojany pro kola je taková přesnost dostačující. Oproti tomu při použití antény AS05 s online přijímáním korekcí RTK je chyba v jedné souřadnici průměrně 19 cm. Tato přesnost rozšiřuje možnosti použití.

Závěr

V bakalářské práci byla vyzkoušena práce s ručním GNSS/GIS přijímačem. Byly vytvořeny návody k základnímu ovládání přístroje CS15 s anténami GS06 a AS05. Popsány byly i programy Zeno Field a Zeno Office.

V první části kapitoly Práce se Zeno Field a Zeno Office je uvedeno základní ovládání Zeno Field a praktické informace o úpravě jeho výchozího nastavení tak, aby byla co nejvíce zjednodušena práce v terénu. Pro vytvoření projektu byly napsány dva návody – postup založení projektu v počítači v Zeno Office a také pro tvorbu mapy v terénu v Zeno Field. Podrobně je rozepsáno provedení nastavení GNSS a použití obou antén. Nastavení profilu RTK a měření metodou Stop & Go je uvedeno v části o přípravě měření. Popis sběru dat je rozdělen do dvou částí. V první z nich je uvedeno vytváření prvků digitalizací. Poté následuje návod k vytvoření prvku měřením GNSS. Protože součástí kontroleru je fotoaparát byla popsána i práce s ním, a to jak tvorba snímku přiřazeného k prvku v mapě, tak i samostatné fotografie. Po měření se získaná data přenášejí z kontroleru zpět do počítače buď funkcí EasyIn nebo pouhým kopírováním a následným otevřením v ArcGISu. Tyto postupy jsou uvedeny v poslední části kapitoly Práce se Zeno Field a Zeno Office.

Práce s přístrojem je celkem intuitivní, ovládání programu Zeno Field se Arc-GISu. Přenos projektu z ArcGISu do Zeno Field není náročný, pokud jsou připravena podkladová data v geodatabázi. Stejně tak rychle lze přenést naměřená data zpět do ArcGISu. Výhodou je, že při přenášení dat se může automaticky provést postprosessing. Vytváření jednotlivých prvků mapy není náročné a snadno lze přes klávesnici na kontroleru zadávat atributová data. Použitím tohoto systému se zkrátí doba potřebná ke sběru a zpracování dat, což má v praxi ekonomické výhody. Velkou nevýhodou je špatná viditelnost údajů na displeji v terénu při slunečném počasí. Nepomůže ani zvýšení jasu na maximum. Při práci v Zeno Field se při vyplňování textových polí vždy objevuje elektronická klávesnice, která zabírá většinu displeje. Při práci většinou spíše překáží a nelze ji nikde v nastavení vypnout. Při dalším zkoušení práce s přístrojem by bylo vhodné korektně otestovat přesnost dodávaných antén GS06 a AS05 a také vyzkoušet možnost připojení antény s geodetickou přesností.

Použité zdroje

- BHATTA, B. Global Navigation Satelite Systems: Insights into GPS, GLO-NASS, Galileo, Compass and others. Kalkata: BS Publications, 2011. ISBN 978-0-415-66560-5.
- [2] Úvod do GNSS. In: [online]. 2007 [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: ftp://athena.fsv.cvut.cz/EMEG/uvodGNSS.pdf
- [3] Úvod do Globálních Navigačních Satelitních Systémů: Přednáška z předmětu Elektronické metody v geodézii. In: [online]. [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: ftp://athena.fsv.cvut.cz/EMEG/prednaska_ GNSS.pdf
- [4] Information Analytical Centre. Federal Space Agency [online]. [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: http://www.glonass-ianc.rsa.ru/en/
- [5] Úvod do Geografických Informačních Systémů: Přednáškové texty. In: [online].
 [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: http://gis.zcu.cz/studium/ugi/e-skripta/ugi.pdf
- [6] Sběr GIS dat. Gefos [online]. [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: http://www.gefosleica.cz/cz/leica/produktyl/178/sber-gis-dat
- [7] Přehled instalovaných stanic sítě CZEPOS. Zeměměřický úřad [online]. [cit. 2013-05-17]. Dostupné z: http://czepos.cuzk.cz/_prehled.aspx
- [8] Help Leica Zeno Field. In: Leica Zeno GIS Software DVD [DVD]. 2011 [cit. 2013-05-13].
- [9] Help Leica Zeno Office. In: Leica Zeno GIS Software DVD [DVD]. 2011 [cit. 2013-05-13].
- [10] Zeno Quick Start Tutorial Create a project in Zeno Field. In: Leica Zeno GIS Software DVD [DVD]. 2011 [cit. 2013-05-13].
- [11] Zeno Quick Start Tutorial Transfer your data back to Zeno Office with EasyIn. In: Leica Zeno GIS Software DVD [DVD]. 2011 [cit. 2013-05-13].

[12] Zeno Quick Start Tutorial - Working with Zeno Field. In: Leica Zeno GIS Software DVD [DVD]. 2011 [cit. 2013-05-13].

Seznam symbolů, veličin a zkratek

CZEPOS	Síť permanentních stanic GNSS České republiky
ČVUT	České vysoké učení technické
DGNSS	Differential Global Navigation Satellite System – Diferenční globální navigační satelitní systém
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service – SBAS pro Evropu
GIS	Geografický informační systém
GLONASS	Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema – Globální navigační satelitní systém provozovaný Ruskem
GNSS	Global Navigation Satellite System – Globální navigační satelitní systém
GPS	Global positioning system – Globální polohový družicový systém provozovaný USA
HATANAKA	Komprimovaný formát referenčních dat
OEM	Original Equipment Manufacturer – výrobek, u kterého výrobce používá komponenty od jiné firmy a celek prodává pod svojí obchodní značkou
RINEX	Receiver Independent Exchange Format – formát referenčních dat
RTK	Real Time Kinematic – Kinematická metoda v reálném čase
SBAS	Satellite Based Augmentation Systems – systém pozemních stanic rozšiřujících monitorovací segment GNSS

Seznam obrázků

1.1	Rozmístění referenčních stanic CZEPOS, zdroj: [7]	13
3.1	Kontroler CS15 s anténou GS06	17
5.1	Hlavní panel nástrojů	19
5.2	Toolbar pro prohlížení	19
5.3	Panel nástrojů pro editaci	19
5.4	Rychlý panel nástrojů	19
5.5	GNSS Status Bar	20
5.6	Nastavení vlastního panelu nástrojů	21
5.7	Nastavení mapy, vrstev a souřadnicového systému	23
5.8	Okno funkce EasyOut	25
5.9	Nastavení délky měření	26
5.10	Nastavení RTK a jeho editace	28
5.11	Výběr nástroje pro digitalizaci	29
5.12	Stav GNSS	30
5.13	Vlastnosti GNSS	30
5.14	Ikona sejmutí bodu	31
5.15	Sejmutí vrcholu	31
5.16	Nastavení tolerance pro přichytávání	32
5.17	Zobrazení atributových dat prvku	33
5.18	Okno pro výběr již dříve pořízené fotografie, její úpravu nebo vytvo-	
	ření nové	34
5.19	Okno funkce EasyIn	38
5.20	Nastavení IGS Network	38
5.21	Průběh a výsledek funkce	39