

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

Katedra: Katedra krajinného managementu

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Testování využitelnosti "turistických aparatur GNSS" pro
aplikaci v LPIS.**

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

Autor: Bc. Jakub Vladař

České Budějovice 2018

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2016/2017

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

Jméno a příjmení: **Bc. Jakub VLADAŘ**
Osobní číslo: **Z16467**
Studijní program: **N4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**
Název tématu: **Testování využitelnosti "turistických aparatur GNSS" pro aplikaci v LPIS.**
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 práci a využití při údržbě LPIS. V práci budou otestovány vybrané GNSS aparatury v různých podmínkách a prostorech měření, tak aby vybrané podmínky odpovídali reálnému použití. Dosažené výsledky budou porovnány s měřením geodetické GNSS aparatury a současným stavem uvedeným v LPIS. Na základě tohoto porovnání bude provedena analýza využitelnosti testovaných GNSS aparatur při správě LPIS.

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 50-60 stran textu
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:


Ministerstvo Zemědělství: Závazný metodický postup k aktualizaci evidence půdy a ekologicky významných prvků podle zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství, ve znění pozdějších předpisů
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 diplomové práce: Ing. Pavel Hánek, Ph.D.
Katedra krajinného managementu

Datum zadání diplomové práce: 13. března 2017
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2018


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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚPĚSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 1668, 370 05 Česká Budějovice


doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 13. března 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě 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

Abstrakt

Cílem diplomové práce je provést test využitelnosti "turistických aparatur GNSS" pro aplikaci v LPIS. Vybranými přístroji budou zaměřeny lomové body vybraného půdního bloku. Z nich následně vytvořen polygon a určena výměra. Výsledky budou porovnány s daty ze systému LPIS. Na základě tohoto porovnání bude zhodnocena využitelnost vybraných přístrojů.

V teoretické části seznámím čtenáře se základními pojmy v oboru globálních navigačních systémů, souřadnicových systémů a Veřejného registru půdy LPIS.

V praktické části bude popsán výběr půdního bloku a přístrojů, metodika měření a zpracování dat. Ve výsledcích se budou nacházet vyhotovené polygony, spolu s tabulkou odchylek. Následně vyhodnotím využitelnost přístrojů.

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

Abstract

The aim of this thesis is to test the usability of "GNSS tourist equipment" for application in LPIS. Selected devices will fix the position of the fracture points of the selected soil block. Then I create a polygon and determine the area. The results will be compared with LPIS data. Based on this comparison, the usability of selected devices will be evaluated.

In the theoretical part I will introduce readers to basic concepts in global positioning systems, coordinate systems and LPIS public register.

In the practical part I will describe the choice of soil block and instruments, methodology of measurement and data processing. Outputs will include polygons, along with a table of deviations. After that I will evaluate the usability of devices.

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

Poděkování:

Chtěl bych velice poděkovat vedoucímu mé diplomové 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 za její asistenci při měření a pevné nervy s mojí osobou.

Obsah

1	Úvod	8
2	Literární přehled řešené problematiky	9
2.1	Globální navigační satelitní systémy	9
2.1.1	Druhy vysílání	10
2.1.2	Druhy měření	10
2.1.3	Vlivy působící na přesnost měření	12
2.1.4	Družicové navigační systémy	14
2.1.5	Metody měření	20
2.2	Souřadnicové systémy.....	21
2.2.1	Světový geodetický referenční systém 1982	21
2.2.2	Evropský terestrický referenční systém (ETRS).....	21
2.2.3	Souřadnicový systém jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK).....	22
2.3	LPIS.....	22
3	Metodika	25
3.1	Výběr lokality	25
3.2	Výběr měřících přístrojů.....	27
4	Vlastní práce	29
4.1	Přípravné práce	29
4.2	Postup měření.....	29
4.3	Zpracování dat.....	31
4.4	Hrubá data získaná měřením	34
4.4.1	Xiaomi Mi Max	35
4.4.2	Xiaomi Redmi Note 3	38
4.4.3	Garmin eTrexH	41
4.4.4	Garmin Vista CX.....	44
5	Výsledky	46
6	Závěr a diskuze	55
7	Přehled použité literatury a zdrojů	56
8	Seznam zkratk	59
9	Přílohy	60

1 Úvod

Potřeba navigace a s tím spojené určení polohy a směru provází lidstvo už od budování prvních civilizací. Slovem navigace lze shrnout postupy, za jejíž pomoci lze kdekoliv v prostoru stanovit polohu sebe, nebo objektu. Dalším významem tohoto slova je stanovení cesty, která je dle daných kritérií nejvhodnější. Původně definoval tento termín plavbu po moři (navis = loď), význam se však postupem času přenesl na zjišťování polohy, směru a volbu trasy.

Tak jako se změnil významu slova navigace, prošlo transformací vybavení využívané k určení polohy. V dobách mořeplavců se pro navigaci využíval především sextant, jehož pomocí se měřila elevace vesmírných těles. Díky několika měřením byl navigátor s relativně velkou přesností schopen určit polohu lodi. A to za použití jednoduchého aparátu v porovnání s moderní aparaturou.

Zásadním pro pokrok v navigaci byl objev bezdrátové komunikace na počátku 20. století. Začínají vznikat navigační systémy jak pro plavbu, tak také pro leteckou dopravu. Několik z těchto systémů již vykazovalo určitou globálnost, např. LONAR, ovšem plně globální pokrytí byly schopny poskytnout až družicové systémy ve druhé polovině 20. století

2 Literární přehled řešené problematiky

2.1 Globální navigační satelitní systémy

Princip fungování moderních GNSS systémů je až na drobné technické detaily stejný jako u původního GPS NAVSTAR. Jedná se o dálkoměrný systém, tzn. družice vysílají navigační zprávu, ve které je jejich označení, poloha a čas vysílání. Pro určení polohy je potřeba tento signál přijmout minimálně ze čtyř různých satelitů. Poté lze z rozdílu času vyslání signálu a času jeho přijetí vypočítat jejich vzájemnou vzdálenost, které spolu s informacemi o poloze družice vytvoří kulovou plochu. V průsečíku kulových ploch lze určit jeho souřadnice X, Y, Z. Z hlediska geodetických úloh jde o princip protínání z délek. Výsledek bude tím přesnější, čím více signálů z různých družic bude zachyceno. Další důležitou rolí z hlediska přesnosti hraje konfigurace družic. V případě, že viditelné družice budou seřazeny v jedné přímce, např. v dlouhé úzké ulici s vysokými domy po stranách, bude přesnost v podélném směru odpovídající, v příčném směru bude ovšem špatná.

Systémy se skládají ze tří segmentů: kosmického, řídicího a monitorovacího. Parametry jednotlivých GNSS se liší v závislosti od jejich určení a stupně dokončenosti.

Kosmický segment je tvořen družicemi obíhajícími na kulových drahách. Dráhy jsou vzájemně posunuty. Satelity obsahují několik přesných atomových hodin, antény pro komunikaci s pozemními stanicemi, optické a rentgenové detektory, senzory, solární panely jako zdroj energie. Družice jsou několikrát do roka odstaveny pro údržbu atomových hodin a korekci drah. Průměrná životnost družice je 10 let.

Řídicí a kontrolní segment monitoruje kosmický segment, zasílá povely jednotlivým družicím, provádí jejich manévry a údržbu atomových hodin. Výsledky monitoringu jsou zveřejňovány v rámci navigační zprávy. V případě nečekané situace, kdy by nemohl žádný z řídicích systémů komunikovat, mají družice implementovaný mód automatické navigace, ve kterém jsou schopny pracovat až 6 měsíců. V tomto režimu družice vzájemně komunikují, vzájemně si porovnávají efemeridy a stavy svých palubních hodin. K této situaci ale zatím nikdy nedošlo, čili nelze posoudit spolehlivost systému. [28]

Uživatelský segment umožňuje pomocí přijímače určit polohu s pomocí signálů z jednotlivých družic nacházejících se v danou chvíli nad obzorem. Na základě přijatých dat a předem definovaných parametrů vypočítá polohu antény, nadmořskou výšku. Geodetický GNSS se skládá z antény, přijímače a kontroleru. Kontrolér je polní počítač umožňující nastavení parametrů měření, jeho spuštění a ovládání [22]

2.1.1 Druhy vysílání

Každá družice v systémech GNSS vysílá rádiové vlny. Aby se jednotlivé systémy nerušily, každý má vyhrazenou frekvenci, nebo smluvený způsob vysílání na stejné frekvenci. V rámci jednoho systému je několik desítek družic, aby bylo možno odlišit jednu od druhé, používá se několik metod.

Kódové - CDMA (Code Division Multiple Access) - každá družice vysílá různé kódy na stejné frekvenci, svou charakteristikou se blíží náhodnému kódu a proto se označují za PRN (Pseudo Random Noise). Přijímač na základě znalosti kódu najde signál konkrétní družice. Signály ostatních družic s nekorelovaným signálem se projeví jako šumové pozadí. To využívají například systémy GPS a Galileo.

Frekvenční - FDMA (Frequency Division Multiple Access) - každá družice vysílá stejné kódy na jiné frekvenci, to vyžaduje velký počet volných frekvencí. Vznikají interference vlnění při šíření radiových vln a je obtížná interoperabilita mezi různými systémy GNSS. Využívá ho GLONASS.

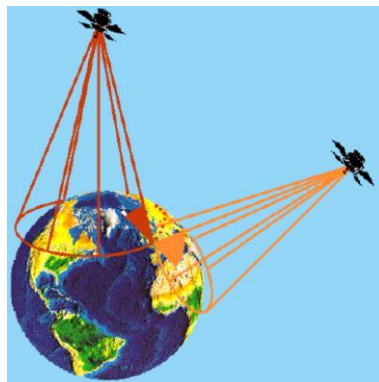
Časové - TDMA (Time Division Multiple Access) - každá družice vysílá na stejné frekvenci stejné kódy, ale v jiném čase. Tento způsob je komplikovaný na realizaci přijímače a nepoužívá se. [22]

2.1.2 Druhy měření

Při určování polohy zpracováním signálů lze obecně aplikovat následující metody: úhломěrnou, dopplerovskou, interferometrickou, založenou na měření nosné fáze a dálkoměrnou.

Metoda úhломěrná patří k nejstarším satelitním navigačním metodám. Z místa určování polohy zaměříme družici a měříme její elevační úhel. Geometrickým místem bodů s konstantním elevačním úhlem k satelitu je kužel s vrcholem v místě družice. Provedeme-li měření ke stejné družici v jiném čase, nebo

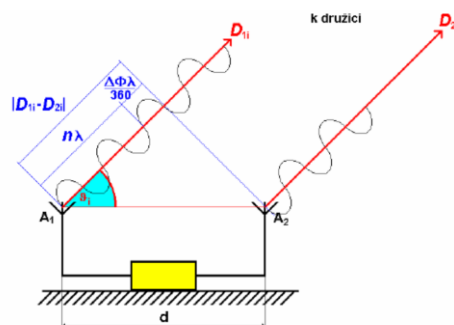
k jiné družici ve stejném čase, určíme druhý kužel. Průsečnice kuželů s výškovou hladinou, v níž se poloha měřeného bodu nachází, se protínají v měřeném bodě. Dále ze znalosti aktuální polohy družic a příslušných elevačních úhlů určíme průsečík kuželů definující polohu měřeného bodu. Pro úspěšné určení úhlu je nutné použít směrové antény s úzkým svazkem ve směru maxima vyzařovací charakteristiky. Vzhledem k nízkým kmitočtům používaným v 60. letech 20. století byly vyžadovány velmi rozměrné anténní systémy. Tato metoda se z tohoto důvodu více nerozšířila. [25]



Obr.1 Princip úhloměrné navigační metody

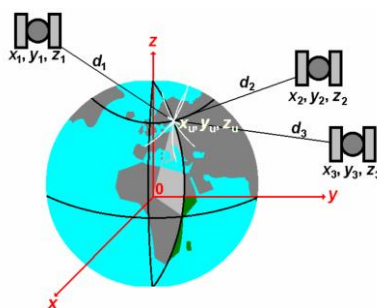
U dopplerovské metody měříme Dopplerův kmitočet.

Interferometrické systémy jsou často označovány jako diferenciální. Pozemský přijímač má dvě antény umístěné na společné základně se vzájemnou vzdáleností d . První anténou změříme zdánlivou vzdálenost D_{1i} a současně druhou anténou zdánlivou vzdálenost D_{2i} . Poté lze určit úhly který svírá základna se spojnicí středu základny a družice. Tento úhel představuje pro měřicí antény umístěné ve stejné výšce úhel elevační. Znalost elevačního úhlu k družici a polohy družice pak vede k metodě úhloměrné. [25]



Obr.2 Interferometrická metoda měření polohy pomocí družic

Dálkoměrná metoda je nejčastěji využívaným způsobem měření polohy pomocí družic. Je základem systémů GPS, GLONASS i GALILEO. Vychází z měření vzdálenosti mezi uživatelskou stanicí a družicí. Využívá se zde měření času zpoždění signálu na trase uživatel družice-uživatel. Pro měření nezatížené chybou musí být tato trasa nezastíněná jinými objekty, aby nedocházelo k deformaci trasy. To nelze vždy spolehlivě zajistit, především při průchodu ionosférou, proto je potřeba definovat modely přídatného zpoždění. Známe-li kartézské souřadnice družic a jsme schopni měřením časového zpoždění signálu zjistit vzdálenost přijímače od družic, můžeme polohu uživatele v daném kartézském souřadném systému určit řešením soustavy tří rovnic pro tři neznámé. [25]



Obr.3 Princip satelitní dálkoměrné metody určování polohy

2.1.3 Vlivy působící na přesnost měření

Přesnost a rychlost stanovení polohy je rozhodující otázkou využití daného navigačního systému. Největší vliv na přesnost měření má aktuální konstelace družic použitých k měření. Kvalitní GNSS přijímač dokáže vybrat družice s nejmenší chybou určení polohy. Další možností, jak zpřesnit měření, ovšem na úkor rychlosti, je akumulace řady výsledků při statickém měření. Budeme-li uvažovat, že používáme dálkoměrnou metodu, chyba měření může být dána: vícecestným šířením, ionosférickým a troposférickým zpožděním, nepřesně definovanou polohou družice, omezením přesnosti vlastníkem systému. [3]

Dalším důležitým faktorem v rámci přesnosti jsou hodiny. Jedna pikosekunda nepřesnosti u satelitních hodin způsobí v měrné délce od přijímače k satelitu chybu 30 cm podle signálu. Z toho důvodu obsahují satelity přesné atomové hodiny. Přesto tyto hodiny jsou schopny naakumulovat během 3 hodin chybu 1 pikosekundy. Z toho důvodu jsou neustále monitorovány pozemními stanicemi a srovnávány s hlavním řídicím hodinovým systémem. [19]

Parametr DOP definuje zhoršení činitele přesnosti a závisí pouze na konstelaci měřených družic. Lze jej rozdělit na složku horizontální HDOP a vertikální VDOP. Celkový radiální činitel zhoršení přesnosti PDOP je pak roven:

$$PDOP = \sqrt{HDOP^2 + VDOP^2}$$

Atmosférické chyby. Při výpočtu vzdálenosti k družici je měřen čas, za který dorazí signál z družice k přijímači, a následně je tento čas vynásoben rychlostí světla. Tato rychlost je vlivem atmosférických podmínek různá pro dané prostředí. Lze prokázat, že vlivem atmosféry dochází u fázových měření ke zkrácení změřené pseudovzdálenosti, naopak u kódových měření se pseudovzdálenost prodlouží. Největší vliv na signál mají vrstva troposféry a ionosféry. Hovoříme tedy o troposférické, resp. ionosférické refrakci.

Troposféra jakožto nejnižší a nejhustší vrstva atmosféry obsahuje značné množství vodních par. Vzniká zde tzv. nedisperzní médium pro vlnění. Vliv na signál je řešen pomocí modelů, podle nichž se opravuje pseudovzdálenost. [3]

Ionosféra je horní část atmosféry obsahující velké množství volných elektronů. Je ionizovaná a značně vodivá. Vliv je větší během dne a chyba v měřené vzdálenosti může být větší než 10 m. Vliv ionosféry je různý pro různé vlnové délky. Konkrétní hodnoty korekcí se počítají z obsahu elektronů v ionosféře, které lze získat modelováním nebo přímým měřením. [23]

Multipath neboli mnohacestné šíření se nejčastěji objevuje v lese, či zastavěném území. Jedná se o mnohocestný odraz GPS signálu. Odražený signál od okolních budov a dalších objektů je zdrojem silně kolísajících nahodilých chyb. Lze jej částečně eliminovat krycím talířem na anténě. Pro odstranění tohoto efektu se využívá polarizace signálu. Přímočarý GPS signál je pravotočivě polarizovaná vlna, odražený je polarizován levotočivě. [26]

Všechny předchozí vyjmenované vlivy působily negativně na výsledek měření. Existuje ovšem způsob, jak na měření působit pozitivně. Jedná se o síť permanentních aktivních stanic GNSS, které provádějí kontinuální pozorování navigačních družic systému GNSS. Pozorování zpracovávají a data odesílají uživateli. Základ těchto sítí tvoří síť permanentních stanic spolu definujících a

udržujících referenční rámec. Takovou sítí je v Evropě permanentní síť EUREF, v regionálním měřítku připravovaná síť EUPoS a v ČR projekt CZEPOS. [29]

2.1.4 Družicové navigační systémy

2.1.4.1 Beidou/Compass

Jedná se o čínský satelitní navigační systém, který se zaměřuje na potřeby národní bezpečnosti, ekonomického a sociálního vývoje. Vývoj tohoto systému je třístupňový. Koncem roku 2000 byl spuštěn Beidou-1, který poskytoval služby pouze na území Číny. V roce 2012 Čína spustila Beidou-2, ten má být aktuálně schopen pokrýt Asijsko-Pacifický region. Okolo roku 2020 se počítá s dokončením třetího stupně, který má být schopen celosvětového pokrytí, za použití satelitů rozmístěných na 5 GEO (Geostacionárních orbitách Země), tří IGSO (Přikloněných Geo-Synchronních Orbitách) a 27 MEO (Středních Zemských orbitách). [14]

Aktuálně vysílá systém Beidou II veřejnou službu pomocí signálů B1L a B2L. Oblast pokrytí se nachází mezi 55° severní i jižní šířky a 55° východní i západní délky. Udávaná přesnost je pod 10 m a časová přesnost méně než 50 ns. [5]

2.1.4.2 IRNSS

IRNSS je nezávislý národní navigační systém vyvíjený indickou vládou. Je navržen tak, aby poskytoval přesné informace o poloze v Indii a regionech do 1 500 km od jejích hranic v rámci primárních hranic systému. Systém bude poskytovat dva typy služeb. Standardní poziční služby dostupné pro obvyklé koncové uživatele systému, dále pak zakódované Omezené služby pouze pro autorizované uživatele. [15]

2.1.4.3 GLONASS

Zkratka GLONASS znamená GLObální Navigační Satelitní Systém a jde o rádiový navigační systém provozovaný Ruskem.

Plány pro vývoj byly schváleny už v roce 1976. Družice dostaly jméno Uragan následované číslem pro provozní družice, případně zkratkou GVM pro testovací družice. První dvě testovací a jedna provozní byly umístěny na oběžnou dráhu v roce 1982. Celkem bylo do roku 1991 Sovětským svazem vypuštěno 44 provozních a 8 testovacích družic. Na oběžné dráze bylo ve dvou rovinách dvanáct družic, což stačilo na omezený provoz. [8]

Po rozpadu Sovětského svazu převzalo systém GLONASS Rusko. Plná provozuschopnost byla plánována na rok 1991, v září 1993 bylo oznámeno zkompletování systému, konstelace ovšem byla dokončena až v roce 1995. Bohužel z důvodu špatné finanční situace byl systém v roce 2001 v úpadku. Po schválení nového rozpočtu bylo možné začít s obnovou systému a ten se do plného operačního stavu dostal v roce 2011. Nyní se pracuje na verzi systému GLONASS-K2, jejíž spuštění je naplánováno na rok 2018, jeho životnost je naplánována na deset let.

Kosmický segment je projektován na 24 družic, z nichž bude 21 v provozu a 3 jsou záložní. Satelity jsou rozmístěny do tří oběžných rovin. Roviny oběžných drah jsou vzájemně posunuty o 120° , v rámci jedné roviny jsou družice posunuty o 45° . Charakteristickým znakem GLONASS konstelace je její identické opakování rozmístění družic kolem Země každých osm dní. Po jednom hvězdném dni v ní dochází k neidentickému opakování rozmístění družic (non-identical repeat). To znamená, že jiná družice zaujme stejné místo jako předchozí. Tímto se GLONASS liší od GPS, kde dochází k identickému opakování (identical repeat) během periody rovnající se jednomu hvězdnému dni. [24]

Přenos dat z více družic je řešen pomocí FDMA. Družice vysílají na několika kanálech. U družice Uragan na kanálech L1/HP+SP a L2HP, Uragan-M L1/HP+SP, L2/HP+SP a Uragan-K na L1/HP+SP, L2/HP+SP, L3/HP+SP, L1/CR, L5/R. [21]

2.1.4.4 EGNOS

Celým názvem The European Geostationary Navigation Overlay Service. Jedná se o evropský projekt, který formou diferenciálního signálu poskytuje korekce k signálu GPS. Pro území Evropy jsou signály nevyhnutelně zatíženy chybami, které tento systém eliminuje. Chyby satelitních dat jsou odeslány do centrálního výpočetního centrá, kde jsou provedeny korekce a zpátky odeslána data s opravnými koeficienty prostřednictvím geostacionárních satelitů. [6]

EGNOS je určený pro využití v oblastech, ve kterých je vyžadována co nejvyšší přesnost a stabilita. Například v letectví standardní navigační systémy jsou nedostačující. S využitím EGNOSu, který byl certifikovaný pro využití v letectví v roce 2011, systém GPS splňuje požadavky Mezinárodní organizace pro civilní letectví. [10]

Dalšími z oborů, pro které rozšiřuje EGNOS možnosti aplikace, jsou například precision farming, řízení aut v dopravě (samo říditelná auta), lodní navigace v úzkých kanálech a vlaková doprava. [11]

2.1.4.5 GALILEO

Navigační systém Galileo je plánovaný autonomní evropský Globální družicový polohový systém, který by měl být obdobou americkému systému NAVSTAR GPS a ruskému GLONASS. Výstavbu zajišťuje Evropská unie reprezentovaná Evropskou komisí a Evropskou kosmickou agenturou (ESA). [7]

Projekt je složen ze dvou částí. První, In-Orbit validation fáze, byla zahájena v roce 2005 vypuštěním prvního zkušebního satelitu. V roce 2011 odstartovala druhá fáze vynesemím prvního operačního satelitu na oběžnou dráhu. První služby jsou k dispozici od 15. prosince 2016. V prosinci 2017 byly na oběžnou dráhu doručeny další čtyři satelity, tím se jejich počet zvedl na 22. Dokončení systému je naplánováno na rok 2020. V lednu tohoto roku proběhl průmyslový den o přípravě druhé generace systému Galileo – G2G.

Příprava systému začala před lety v rámci programu ESA EGEP. Počátek provozu prvních družic G2G je naplánován na rok 2030. Kromě stanovení cílů a plánu pro přípravu systému G2G byla tato akce zaměřena na přechodnou sérii družic. Tyto družice by měly nahrazovat první generaci od roku 2025.

Galileo má poměrně složitou strukturu pozemního segmentu. Ten se skládá ze dvou Kontrolních center systému Galileo, *Galileo Control Centres (GCC)*, která se nacházejí v Oberpfaffenhofenu (Německo) and Fucinu (Itálie). Každý GCC řídí funkce "kontroly" podporované *Segmentem Pozemní Kontroly (GCS)* a "misijní" funkce podporované specializovaným *Pozemním Segmentem Mise (GMS)*.

GCS má na starosti údržbu kosmických lodí a údržbu konstelace prostřednictvím sítě celosvětově distribuovaných stanic TT & Cs. Rozsah této funkce zahrnuje řízení a sledování satelitů, plánování a automatické funkce, které umožňují bezpečné a správné operace. [12]

GMS určuje navigační a časovací datovou část navigačních zpráv pomocí sítě GSS. GMS komunikuje se satelity Galileo prostřednictvím sítě ULS.

GMS a GCS propojují družice s celosvětovou sítí pozemních stanic provádějících monitorovací a řídicí funkce. *Stanice senzorů Galileo (GSS)*, které sbírají a předávají měření a data systému Galileo SIS v reálném čase. *Galileo Uplink Stations (ULS)*, které distribuují a sdružují data mise Galileo. *Telemetrické, Sledovací a Řídicí stanice (TT & C)*, které shromažďují a předávají telemetrické údaje generované družicemi Galileo a distribuují a nahrávají řídicí příkazy požadované pro udržování družic a konstelace Galileo. [12]

Hlavní infrastruktura systému Galileo je doplněna službami, které podporují poskytování služeb Galileo. *Evropské středisko služeb GNSS (GSC)* je rozhraním mezi komunitami uživatelů Galileo Initial OS a CS a systémem Galileo. Toto zařízení se nachází v Torrejonu (Španělsko). *Poskytovatel geodetických referenčních služeb (GRSP)* podporuje GCC při realizaci poskytovatele geodetických referenčních služeb (GTRF) v souladu s Mezinárodním terestrickým referenčním rámcem (ITRF). *Poskytovatel časových služeb (Time Service Provider – TSP)* podporuje GCC při realizaci systémového času systému Galileo (GST) a jeho sladění s koordinovaným univerzálním časem (UTC). *Centrum pro sledování bezpečnosti systému Galileo (GSMC)* zodpovídá za sledování bezpečnosti systému. Tato zařízení se nacházejí v St. Germain-en-Laye (Francie) a Swanwick (Spojené království). *Poskytovatel datových služeb SAR / Galileo (SGDSP)* je subjektem pověřeným koordinací operací týkajících se služby SAR / Galileo. Toto zařízení se nachází v Toulouse (Francie).

Referenční centrum Galileo (GRC) je odpovědné za sledování a hodnocení výkonu služeb Galileo, zcela nezávisle na jádrové infrastruktuře Galileo a jejích operacích. Toto zařízení bude umístěno v Noordwijku (Nizozemsko).

Pro Českou republiku je tento systém důležitý nejen z pohledu zlepšení přesnosti měření pomocí satelitních systémů, ale také z důvodu, že se zde nachází administrativní centrum systému Galileo.

Evropský civilní družicový navigační systém GALILEO bude poskytovat celkem 4 druhy služeb: [13]

Základní služba (Open Service – OS) – základní signál, poskytovaný zdarma.

Komerční služba (Commercial Service – CS) – na rozdíl od služby základní využívá ještě další dva signály, ty jsou chráněny díky komerčnímu kódování, které bude řízeno poskytovateli služeb a budoucím Galileo operátorem. Přístup je kontrolován na úrovni přijímače, kde se využívá přístupového klíče.

Veřejně regulovaná služba (Public Regulated Service – PRS) – dva šifrované signály s kontrolovaným přístupem a dlouhodobou podporou jsou určeny pro státem vybrané uživatele, především pro bezpečnostní složky státu.

Vyhledávací a záchranná služba (Search And Rescue service – SAR) - služba nouzové lokalizace v rámci celosvětové družicové záchranné služby COSPAS-SARSAT s možností oboustranné komunikace. [13]

2.1.4.6 GPS NAVSTAR

Global positioning system, zkráceně GPS, je vojenský navigační družicový systém provozovaný Ministerstvem obrany Spojených států amerických. Systém byl vyvinut americkými vzdušnými silami a námořnictvem. Počátek vývoje lze datovat do padesátých let, kdy se rychle vyvíjel systém TRANSIT. Jednalo se o velice úspěšný systém, ovšem neumožňoval nepřetržité měření polohy. Z tohoto důvodu byl vývoj TRANSITu sloučen s výzkumným programem metod družicové navigace Timation. Tímto sloučením vznikl GPS NAVSTAR.

Budování systému GPS začalo v roce 1973 a práce byly rozděleny do 3 fází. V rámci první byla ověřena koncepce celého systému. Dále bylo vypsáno výběrové řízení na veškeré komponenty potřebné k provozu tohoto systému. Následovalo vypuštění prvních dvou testovacích družic. V prosinci 1978 byly na oběžné dráze již 4 družice, to umožnilo testování systému na zkušebním polygonu v Arizoně. Všechny družice vypuštěné v rámci první fáze jsou označovány jako družice bloku I. Celkem bylo v tomto bloku vypuštěno 11 družic s projektovanou životností tři roky, některé z nich sloužily i 10 let. [16]

Druhá fáze byla zaměřena převážně na budování řídicích a monitorovacích středisek. Firma Rockwell byla vybrána pro vývoj 28 družic bloku II. Další součástí této fáze byl vývoj armádního uživatelského prostředí. [4]

Hlavním cílem třetí fáze bylo nahradit satelity bloku I za nové z bloku II. Třírozměrné určení polohy na libovolném místě na Zemi po 24 hodin bylo možné od počátku roku 1993. Plného operačního stavu bylo dosaženo 27. 4. 1995 po důkladném testování systému.

GPS se dělí na tři hlavní segmenty. Jsou to: kosmický segment (Space Segment, SS), řídicí segment (Control Segment, CS) a uživatelský segment (User Segment, US).

Kosmický segment je složen z minimálního počtu 24 družice. Momentální počet družic je proměnlivý z důvodu nahrazování starých družic novými. 24 družic je rovnoměrně rozloženo v šesti oběžných rovinách. Oběžné roviny jsou centrické vzhledem k Zemi. Mají sklon přibližně 55° k rovníku a jsou k sobě posunuty o 60° podél rovníku. Družice obíhají ve výšce přibližně 20 000 km, každá družice oběhne svou dráhu dvakrát za hvězdný den, takže přeletí nad stejným místem na Zemi jednou za den. [4]

Řídicí systém je složen z pěti monitorovacích stanic, tří pozemních vysílačů, povělů a hlavního řídicího střediska. Monitorovací stanice jsou rozmístěny rovnoměrně podél rovníku: na Havajských ostrovech, na atolu Kwajalein na Marshalových ostrovech, na ostrově Ascension, na ostrově Diego Garcia a v Colorado Springs. Tyto stanice jsou vybaveny cesiovými normály a přijímači P kódu. Jejich primárním účelem je vytváření sítě pro určení palubních efemerid a modelování chodu družicových hodin. Signály přijaté z družic uchovávají a následně předávají do hlavní stanice nacházející se na Schrieverově letecké základně v Colorado Springs. Celý systém GPS je řízen z ředitelství Navstar na letecké základně v LA.

Uživatelský segment je tvořen přijímači GPS. Ten je tvořen anténou, radiofrekvenční jednotkou, mikroprocesorem, komunikační jednotkou, pamětí a zdrojem napětí. Anténa může být spojena s přístrojem nebo oddělena. Je doplněna předzesilovačem s ohledem na sílu signálu. [17]

2.1.5 Metody měření

Při měření za pomoci globálních navigačních systémů máme na výběr z několika metod měření. Volba je důležitá v kontextu s potřebnou přesností měření. Patří sem statická metoda, rychlá statická metoda, metoda stop and go a RTK metoda.

Statická metoda spočívá v kontinuální observaci několika aparatur po dobu několika hodin až dnů a přeměrování velmi dlouhých základů. Jedná se o časově nejnáročnější metodu, poskytující nejpřesnější výsledky. Je využívána pro speciální práce s požadovanou maximální přesností jako budování polohových základů nebo sledování posunů a přetvoření. Při opakovaných měřeních v dostatečně vzdálených intervalech lze sledovat tektonické pohyby.

Rychlá statická metoda, také nazývána jako pseudostatická, je podobná metodě statické, doba měření je ovšem výrazně kratší. Doba observace dosahuje několika minut, to je umožněno technologií rychlého určování ambiguit. Je zde vyžadován dvoufrekvenční přijímač s P kódem a výhodná konfigurace družic. Používá se pro zhuštění základních i podrobných bodových polí a budování prostorových sítí nižších přesností.

Metoda stop and go se řadí mezi nejrychlejší způsoby měření, které umožňují určit souřadnice bodů s přesností 1-2 cm. Jedná se o metodu podobnou rychlé statické, přijímač zde ovšem měří i při přesunu mezi body. Pouze je nutné setrvat na prvním bodě tak dlouho, aby se vyřešily ambiguita. Přijímač, který se pohybuje, musí být nastaven v kinematickém režimu, přijímač na referenční stanici může pracovat jako statický nebo kinematický.

RTK neboli real time kinematic je nejnovější metodou měření. Využívá rádiového přenosu korekcí fázových měření od referenčního k pohybujícímu se přijímači. Metoda nachází uplatnění při určování souřadnic bodů podrobných bodových polí a podrobných bodů, především však při vytyčování. [3]

2.2 Souřadnicové systémy

Jednou z nejdůležitějších informací, které poskytuje geodezie lidské společnosti, je informace o poloze jednotlivých míst na zemském tělese. Tato poloha je určena složitým geodeticko-astronomickým měřením. [18]

Každý stát, případně skupina států si volí vhodný souřadnicový systém pro zobrazení svého území. Na území České Republiky jsou závaznými referenčními systémy dle nařízení vlády č. 430/2006 Sb. v platnosti od 1. 9. 2006 tyto:

- a) Světový geodetický referenční systém 1984 (WGS84)
- b) Evropský terestrický referenční systém (ETRS)
- c) Souřadnicový systém jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK)
- d) Katastrální souřadnicový systém gusterberský
- e) Katastrální souřadnicový systém svatoštěpánský
- f) Výškový systém baltský - po vyrovnání (Bpv)
- g) Tíhový systém 1995 (S-Gr95)
- h) Souřadnicový systém 1942 (S-42/83)

2.2.1 Světový geodetický referenční systém 1982

Systém WGS84 je geodetický a geocentrický systém armády Spojených států amerických, ve kterém pracuje GPS. Jedná se o konvenční terestrický systém, realizovaný na základě modifikace Námořního navigačního družicového systému. Použité kartografické zobrazení u tohoto systému je UTM neboli Univerzální transverzální Mercatorovo. [18]

2.2.2 Evropský terestrický referenční systém (ETRS)

Je závazný geodetický referenční systém na celém území státu. Vychází z technologií kosmické geodezie, které jsou součástí programů mezinárodních zpracovatelských center, referenčním rámcem vybraných bodů Jednotné trigonometrické sítě katastrální a elipsoidem geodetického referenčního systému 1980. [27]

Od roku 1994 je systém WGS-84 ztotožněn se systémem ITRS. Přesnost statických bodů je tedy nezávislá na tom, zda se použije systém ETRS-89 nebo WGS-84. To však platí jen do určité přesnosti, ve skutečnosti se souřadnice ve WGS-84 a ETRS-89 v roce 2005 lišila až o 0,3 m. Při přesných výpočtech je proto nutné provést i transformaci mezi systémy WGS-84 a ETRS-89 v patřičné epoše. [9]

2.2.3 Souřadnicový systém jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK)

Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK) byl použit na našem území pro nově vyhotovované katastrální mapy. Pro jeho zobrazení do rovinných souřadnic je použito Křovákovo dvojité konformní kuželové zobrazení v obecné poloze. Nejprve se Besselův elipsoid konformně zobrazí na Gassovu kouli, ta se následně konformně zobrazí na kuželovou plochu. Orientace sečného kužele byla zvolena tak, aby se sečny co nejvíce přiblížily tvaru tehdejšího Československa, a velikost zkreslení byla minimální. Pro celé státní území byla definována jediná souřadnicová soustava tak, že osou X je obraz poledníku o zeměpisné délce $42^{\circ} 30'$ východně od Fera. Osa Y je kolmice k ose X procházející obrazem vrcholu zobrazovacího kužele. Kladná poloosa osy X je orientovaná na jih, kladná poloosa Y je orientovaná na západ. Ve výsledku to znamená, že pro celé území bývalého Československa jsou vždy hodnoty souřadnic X, Y kladné. Souřadnice se nedají zaměnit, neboť vždy platí $X \neq Y$. [17]

2.3 LPIS

LPIS je geografický informační systém (GIS) a je tvořen primárně evidencí využití zemědělské půdy. Vznikal na základě zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství na přelomu let 2003 a 2004. Ke spuštění došlo 21. března 2004.

Hlavním účelem registru půdy je ověřování údajů v žádostech o dotace poskytovaných ve vazbě na zemědělskou půdu, bez ohledu na to, zda jde o dotace financované ze zdrojů EU nebo o národní dotační programy. V průběhu vývoje se objevily další možnosti uplatnění, například jej lze použít jako podklad pro vedení zákonných evidencí o použití hnojiv, pastvy, přípravků na ochranu rostlin. Dále je využíván jako podklad pro stanovení omezení hospodaření z titulu nitrátové směrnice, erozní ohroženosti apod. Další využití nachází např. v oblasti lokalizace ohnisek nákaz zvířat nebo v oblasti monitoringu výskytu škodlivých organismů. [31]

Za jádro registru půdy lze označit evidenci půdy dle uživatelských vztahů. Ta je vedena na základě § 3a a násl. zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství, v platném znění. Zákon upravuje prvotní vznik evidence a v § 3g dále veškeré aktualizací procesy. Od 1. října 2009 je v účinnosti novela zákona o zemědělství, která zavádí do LPIS nové druhy evidencí. Jedná se o evidenci krajinných prvků, evidenci umístění objektů hospodářství a evidenci obnovy travního porostu.

LPIS obsahuje 3 moduly:

Veřejný registr půdy (pLPIS) – tato aplikace je určena široké veřejnosti a byla spuštěna 23.10. 2009. Její spuštění umožnila novela zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství, která uvolnila data LPIS pro veřejnost.

WMS/WFS služby – tyto služby jsou určeny zejména pro uživatele používající komerčního SW a umožňují do externích aplikací načítat mapy z LPIS.

Registr půdy pro farmáře (iLPIS) – tato aplikace je nejstarší a byla spuštěna 21. března 2005. Je určena registrovaným farmářům, a kromě prezentace evidovaných dat, obsahuje nástroje pro vedení osevních postupů. [2]

Základem je pasivní prezentace dat evidence půdy, která spočívá jednak v popisných datech o půdních blocích a hospodářstvích a jednak v mapové prezentaci, kdy je možno kombinovat různé vrstvy a následně provádět jejich tisk a případně export. Slouží také jako podklad pro stanovení opatření omezení hospodaření z titulu nitrátové směrnice a tzv. podmínek na ochranu vod v rámci agroenvironmentálních opatření. Obsahuje i data katastru nemovitostí, v mapě lze pak sledovat průniky hranic parcel KN a půdních bloků LPIS. Je zde možné si evidovat vlastní osevní postupy a návazně na to vést evidenci hnojení, pastvy, zelené nafty a přípravků na ochranu rostlin. Pro účely snazší pomoci uživatelům jsou k dispozici instruktážní videa, jak provádět některé úpravy v LPIS.

V září 2009 došlo v iLPIS k technologické změně. Byla zavedena nová technologie tisku map do formátu PDF. Rovněž došlo k rozšíření formátů tisku map a je možné si nechat vytisknout i nástěnné mapy ve formátu A0. Dále je možnost provádění zákresů zemědělských parcel na půdních blocích, na nichž je pěstováno více plodin. Byly přidány nové tisky přehledu AEO závazků. V rámci záložky „Dotace“ byly zpřístupněny ke stažení skutečně podané mapové předtisky na SZIF.

Byla doplněna záložka „Řízení“, která obsahuje přehled všech řízení evidence půdy vedených na AZV pro daného uživatele včetně obsahu elektronického spisu. [31]

Základní jednotkou evidence půdy je půdní blok o minimální výměře 0,01 ha, který představuje souvislou plochu zemědělsky obhospodařované půdy zřetelně v terénu oddělené zejména lesním porostem, zpevněnou cestou, pozemní komunikací, vodním útvarem povrchových vod nebo trvale zemědělsky neobhospodařovanou půdou, která může obsahovat ekologicky významný prvek obklopený zemědělsky obhospodařovanou půdou. Dále také souvislou vodní plochu využívanou pro účely chovu ryb, vodních živočichů a pěstování rostlin ve vodním útvaru povrchových vod, pro účely provozování rybníkářství podle jiného právního předpisu, nebo souvislou plochu zalesněné půdy, která byla v evidenci půdy vedena jako zemědělsky obhospodařovaná půda se zemědělskou kulturou stanovenou nařízením vlády podle § 3i. Za půdní blok se považuje také ekologicky významný prvek, který není součástí půdního bloku podle odstavce 9 písm. a) a současně bezprostředně přiléhá k zemědělsky obhospodařované půdě evidované jako půdní blok podle odstavce 9.[31]

3 Metodika

Vzhledem k tomu, že se práce zaměřuje na aplikaci měření pro LPIS, bylo rozhodnuto, že bude měřen obvod půdního bloku. Zaměření se provede na lomových bodech půdního bloku a poté se s pomocí takto získaných bodů vytvoří polygon za pomoci GIS aplikace. U polygonu se pomocí nástroje implementovaného v programu vypočte plocha. Poté se porovná s plochami ostatních polygonů získaných měřeními a s plochou zapsanou v systému LPIS.

3.1 Výběr lokality

Lokalita byla vybírána s ohledem na několik faktorů.

Nejdůležitějším z nich bylo zajištění přístupnosti pozemků v kteroukoliv dobu. Byl vybrán katastr Milčice. S ohledem na to, že z této oblasti pocházím, dohodnutí přístupu na pozemky s firmou, která na nich v současné době hospodaří, nebylo komplikované.

Dalším kritériem výběru byla členitost porostu na hranicích půdního bloku. Předpokladem bylo, aby hranice půdního bloku obsahovala rozdílné stupně vegetačního stínění.

Dalším faktorem byla velikost pozemku. Ten byl vybírán tak, aby na něm mohlo být provedeno měření, které by poskytovalo dostatečný datový soubor, který mohl být posléze vyhodnocen.

Těmto parametrům odpovídal půdní blok 2003/6 (810-1110) v katastru Milčice. Zhruba polovina jeho obvodu je situována na hranici lesa s různou hustotou vegetačního krytu. Velikost bloku je 3,40 ha. Na půdním bloku hospodaří firma MK Milčice.



Obr. č.4 Vybraný půdní blok – pohled z komunikace 1

Foto: Jakub Vladař



Obr. č.5 Vybraný půdní blok – pohled z komunikace 2

Foto: Jakub Vladař




Obr. č.6 Vybraný půdní blok – zadní část bloku

Foto: Jakub Vladař

3.2 Výběr měřících přístrojů

Přístroje byly vybírány tak, aby je bylo možno zařadit do kategorie turistických GPS. Pro měření nakonec byly použity dva mobilní telefony a dva ruční GPS přístroje. Jako referenční přístroj byl zapůjčen TRIMBLE R4 od Zemědělské fakulty Jihočeské Univerzity. Z mobilních telefonů byl využit můj Xiaomi Mi Max, a zapůjčený Xiaomi Redmi Note 3. Z ručních GPS se jednalo o dva zástupce firmy Garmin, modely eTrexH a eTrex Vista CX.


Xiaomi Mi Max

Rozměry	173.1 x 88.3 x 7.5 mm
Váha	203 g
Display	6,44 palce, IPS, Gorilla Glass, Full HD
Specifikace	Qualcomm Snapdragon 650, 3 GB RAM, 32 GB interní paměť
GPS	A-GPS, GLONASS, BDS
Baterie	Li-Ion 4850 mAh, nevyjímatelná
	
<p>https://mobilizujeme.cz/clanky/recenze-xiaomi-mi-max-prerostly-ale-presto-prakticky</p> <p>https://www.gsmarena.com/xiaomi_mi_max-pictures-8057.php</p>	


Xiaomi Redmi Note 3

Rozměry	150 x 76 x 8.7 mm
Váha	164 g
Display	5,5 palce, IPS, Full HD
Specifikace	Qualcomm Snapdragon 650, 3 GB RAM, 32 GB interní paměť
GPS	A-GPS, GLONASS, BDS
Baterie	Li-Ion 4050 mAh, nevyjímatelná
	
<p>https://mobilizujeme.cz/clanky/recenze-xiaomi-redmi-note-3-od-pejska-a-kocicky</p> <p>https://www.gsmarena.com/xiaomi_redmi_note_3-pictures-7863.php</p>	



Garmin eTrex H

Rozměry	5,1x11,2x3,0 cm	 <p>http://www.gpscentral.ca/products/garmin/etrex-h.html</p>
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	3 m, 95 % pravděpodobnost	

Garmin Vista CX

Rozměry	5,1x11,2x3,0 cm	 <p>https://static.garmincdn.com/en/products/010-00439-00/gcflg.jpg</p>
Hmotnost	150 g	
Baterie	2x AA (výdrž až 17 hodin)	
GPS	vysoce citlivý, s podporou systému WAAS	
Horizontální přesnost	<15 m nebo méně při GPS	
Horizontální přesnost s WAAS	3 m	

TRIMBLE R4

Rozměry	19 cm x 10,2 cm včetně konektorů	 <p>Zdroj: http://www.prosurveyingequipment.com/images/Trimble-TSC2.jpg</p>
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	
 <p>Zdroj: http://g04.s.alicdn.com/kf/HTB1Xq39FFXXXaOXFXXq6xXFXXX7/220824980/HTB1Xq39FFXXXaOXFXXq6xXFXXX7.jpg</p>		

4 Vlastní práce

4.1 Přípravné práce

Jako první bylo nezbytné dohodnout podmínky přístupu na pozemek s MK Milčice. Uskutečnilo se několik schůzek s jednatelem firmy. Nakonec mi byl poskytnut prakticky neomezený přístup na půdní blok.

Dále bylo potřeba rozhodnout o aplikaci, která bude využita pro měření u mobilních telefonů. Po několika zkušebních měřeních a exportech formátů se jako nejlepší ukázala aplikace GPS Essentials v 4.4.23. Nabízela příznivé uživatelské prostředí, ukazatel přibližné odchylky měření, počtu využívaných satelitů a export v několika formátech.

Dalším krokem byla příprava kolíků určených k dočasné stabilizaci bodů. Na první měření bylo připraveno 55 ks kolíků. Každý z nich byl označen barvou pro lepší identifikaci při druhém měření viz Obr. č. 7.



Obr. č. 7 – Připravené stabilizační kolíky

4.2 Postup měření

Poté bylo potřeba určit, jakým způsobem bude měření probíhat. Rozhodl jsem se, že proběhnout tři sady měření, vždy po dvou měřeních na stejných bodech, aby byla možnost zprůměrování.

První variantou postupu bylo měření ve dvojici. Nejprve se vyznačí bod kolíkem a poté se změří. Tento postup se ukázal jako velice neefektivní, měření jednoho bodu trvalo okolo 5 minut.

Z tohoto důvodu byla zvolena druhá varianta. Ta spočívala v tom, že se nejprve vytyčily lomové body podél celé hranice půdního bloku pomocí kolíků a následně se zaměřila jejich poloha. Vlastní měření probíhalo tak, že vždy jedna osoba obsluhovala GNSS TRIMBLE R4 a Garmin eTrexH a druhá osoba ostatní přístroje. Díky tomu mohlo probíhat simultánní měření na více přístrojích. Po přesunu na bod se vyčkalo inicializace GNSS Trimble.

Mezitím, v závislosti na délce inicializace, druhá osoba měřila nejprve mobilními telefony a poté Garmin. U mobilního telefonu se vždy vyčkalo minimálně 20-30 sekund, dokud se ukazatel polohové odchylky neustálil. Poté byl bod přidán do tzv. streamu. Jedná se o balík, ve kterém jsou uloženy body měření a lze vyexportovat do uživatelského formátu GPX. Po změření bodu na obou mobilních telefonech byl bod uložen také do navigací Garmin. Zde, na rozdíl od aplikace, u které se muselo každé číslo bodu zadávat ručně, se číslo bodu automatiky změnilo o jedna.

U několika bodů se stalo, že TRIMBLE R4 nebyl schopen dosáhnout nastavené přesnosti, proto musel být ručně zadán příkaz ke změření. Tyto body jsou ve výstupu označeny !No Fix! Zde byl kladen důraz na to, aby jak horizontální, tak vertikální odchylka, které jsou při měření zobrazeny na kontroleru, byly minimální.

Během měření jsem narazil na několik komplikací. Původním plánem bylo, že všechna měření by mohla probíhat na stejných bodech, stabilizovaných kolíky. Bohužel s ohledem na to, že pozemek je zemědělsky využíván, byly kolíky po první sadě měření zničeny zemědělskou technikou. Bylo tedy potřeba vytyčit nové body pro druhou sadu měření. Opět bylo vyrobeno 50 ks kolíků, body byly vytyčeny na lomových místech. Bohužel pole bylo poté zoráno a téměř všechny kolíky byly zničeny. Z těchto důvodů bylo například u sady měření číslo 2 nutné poslední měření provést v opačném pořadí od bodu 850 směrem k bodu 845, jelikož kolíky vytyčující body mezi 841 až 845 nebylo možné identifikovat. Následovala opět výroba nových kolíků a zaměření třetí sady.

Celkem byly provedeny tři sady měření a v každé z nich byl bod změřen dvakrát. První měření první sady probíhalo 27. 5. 2017. První měřený bod má časovou značku 11:43 minut. Druhé měření první sady proběhlo 10. 06. 2017, začátek je časován na 12:14 a celková doba obou měření se pohybovala okolo

75 minut. Při obou měřeních bylo jasno a příznivé klimatické podmínky. Tato sada byla koncipována jako testovací, proto nebylo v tomto případě dodrženo kritérium $\langle -1 + n.k; n.k + 1 \rangle$ 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 [30] První měření druhé sady proběhlo 7. 10. 2017. Začátek měření byl okolo 13. hodiny. Celkový čas měření byl okolo 105 minut, toto zpomalení měření je způsobeno potřebou založení nových bodů. Druhé měření proběhlo 14. 10. 2017, začátek byl v 9:45 a konec v 11 hodin. Zde můžeme pozorovat zkrácení doby měření přibližně o 30 minut. U tohoto měření byl dodržen parametr měření $\langle -1 + n.k; n.k + 1 \rangle$ hodin. Při obou měřeních bylo polojasno a příznivé klimatické podmínky. Poslední sada byla měřena 17. a 18. 2. 2018. První měření začalo okolo 9 hodiny ráno, po změření 15 bodů bylo přerušeno z důvodu nevyhovujících klimatických podmínek. Měření bylo znovu zahájeno okolo 11:45 a ukončeno okolo 12:30. Druhé měření bylo provedeno 18. 2. 2018 a bylo započato přibližně ve 14:30, ukončeno v 15:30. Zde se vyskytla komplikace s čerstvou sněhovou pokrývkou, která znepříjemnila měření.

U některých přístrojů se vyskytla chyba při ukládání dat. U mobilního telefonu Xiaomi Redmi Note 3 se neuložilo druhé měření první sady. U třetí sady, druhého měření se telefon po změření 21 bodů vypnul a nebylo možné ho znovu zapnout. S největší pravděpodobností to bylo způsobeno klimatickými podmínkami. U tohoto měření se objevilo stejné chování i Garmin Vista CX. S ní bylo naměřeno bodů 40, poté se samovolně vypla a nešla znovu zapnout. U tohoto přístroje se vyskytla chyba s ukládáním bodů i při sadě číslo dvě. Zde se bohužel neuložilo ani jedno z měření.

4.3 Zpracování dat

Zpracování dat probíhalo několika způsoby z důvodu různých výstupních formátů a rozdílných souřadnicových systémů. Data z mobilních telefonů a turistických GPS přístrojů vyžadovala převod z formátu WGS-84 do S-JTSK. Tento převod lze provést přímo v kontroleru TRIMBLE R4. S ohledem na obtížnou komunikaci přístroje s notebookem byla hledána alternativa. Poté jsem objevil převodník na portálu ČÚZK. Zde bylo potřeba ovšem data přepracovat na odpovídající formát.

U GNSS TRIMBLE R4 nebyl potřeba převod, měří v S-JTSK, takže zde se pouze vyexportoval textový soubor. Exporty z TRIMBLE R4 jsou součástí digitálních příloh. Následovalo přenesení dat do MS Excel pro další zpracování. Textový soubor byl v programu Excel otevřen a pomocí importu textu byla data přenesena do listu. Bohužel formátování dat neumožňovalo další práci s daty. Číselné hodnoty se naimportovaly jako prostý text a místo desetinné čárky obsahovala data desetinnou tečku. MS Excel není chopen pracovat s tečkou jako operátorem u číselné hodnoty. K převodu textu na číselné hodnoty byl využit příkaz HODNOTA(nazev_bunky). Desetinná tečka byla změněna příkazem (DOSADIT(nazev_bunky;".";",")). Po spojení těchto výrazů vznikl vzorec HODNOTA(DOSADIT(nazev_bunky;".";",")). Dále byla data seřazena podle masky, jejíž tvorbu jsem popsal na konci kapitoly Postup měření.

U výstupů z mobilních telefonů byly dvě možnosti, jak data zpracovat. Buďto prosté ruční opsání dat z telefonu do MS Excel, nebo export ve formátu GPX. Vyexportované soubory byly následně přeneseny do počítače. Tam byly otevřeny pomocí programu GPX Editor, který umožňuje editaci tohoto formátu. Poté byla data vyexportována do formátu CSV neboli Comma-separated values. Jedná se o jednoduchý souborový formát určený pro výměnu tabulkových dat. Ten byl následně otevřen v MS Excel. Poloha bodů byla vyjádřena ve stupních v desítkové soustavě. Pro další práci s daty bylo potřeba převést data do formátu Stupně Minuty Vteřiny (D° M' S"). Toho bylo docíleno pomocí několika vzorců. Vycházíme z toho, že každý stupeň je složen z 60 minut a každá minuta z 60 vteřin. Poté dostaneme vzorec:

$$49,39887^{\circ} = 49^{\circ} + 0,39887^{\circ}$$

$$0,39887^{\circ} * 60 = 23,9322' \rightarrow 23' + 0,9322'$$

$$0,9322' * 60 = 55,932''$$

Výsledná poloha je tedy 49° 23' 55,932". Tuto hodnotu porovnáme s daty v aplikaci přímo v mobilním telefonu. Poloha dle aplikace v mobilním telefonu je 29° 23' 55,6". Čili tímto jednoduchým výpočtem získáme hodnotu s větším počtem desetinných míst. Tento formát dat je nezbytný pro jejich převod v Geoportál ČUZK. Poté jsem převedl všechna data do požadovaného formátu. Vyskytla se zde další

komplikace, neboť Geoportál neumí pracovat s desetinnou čárkou, ale pouze s tečkou. Využijeme opět vzorec (DOSADIT(nazev_bunky;".";",";")).

Zde již nepoužíváme vzorec HODNOTA, jelikož nepotřebujeme, aby data měla číselnou hodnotu. Tato data jsem uložil jako textový soubor. Následuje kontrola, zda se data v průběhu exportu nějakým způsobem neposunula. Dále jsem nahrál textový soubor do Geoportál ČUZK, obratem se automaticky stáhne textový soubor s hodnotami převedenými do S-JTSK dle platného transformačního klíče. Dále se postupovalo jako u importu výstupu z GNSS Trimble. Správnost převedených dat byla ověřena v kontroleru TRIMBLE, ten nabízí možnost převodu mezi WGS-84 a S-JTSK. Je nutné zadat ručně souřadnice bodu ve formátu D° M' S", kontrolér automaticky převede hodnotu do systému S-JTSK.

U Garmin eTrex H byl problém s exportem dat. Není zde možnost propojení s PC, tím pádem musela být všechna data ručně přepsána do MS Excel. Opět bylo potřeba převést desetinnou čárku na desetinnou tečku. Následoval export do textového souboru. Ten byl následně převeden pomocí Geoportál ČUZK. Další zpracování proběhlo stejně jako u GNSS Trimble.

Po převedení všech bodů na souřadnicový systém S-JTSK se objevila komplikace. Ta spočívala ve špatném označení některých bodů. To bylo způsobeno zemědělskými pracemi. Jako třídicí maska pro ostatní přístroje byla použita měření GNSS TRIMBLE R4.

U první sady byl první bod u TRIMBLE R4 změřen dvakrát. Vznikl tedy bod 4001 a 1021.1. Bod 4001 proto byl odstraněn. U druhého měření první sady bylo zjištěno, že měření započalo až na původním bodě 1071 a body 1021 a 1022 nemají pár. Dále nebyly změřeny body 1025, 1026 a 1027. Zde byly kolíky nalezeny, ale byly pohozené u pole. Dále bylo zjištěno, že bod 1000.21 nemá korespondující bod v první sadě, proto byl z výsledků vynechán.

U druhé sady se v prvním měření nevyskytla žádná chyba. Bylo zjištěno, že druhé měření bylo započato na bodu 702 místo 701. Dále nebyly změřeny body 734 a 744. Zde bylo provedeno měření posledních bodů v opačném gardu, tedy od bodu 750 směrem k bodu 730. Tento postup byl zvolen z důvodu chybějících kolíků mezi body 730 a 750.

U třetí sady bylo první měření v pořádku. Pouze u druhého měření nebyly znovu změřeny body 302 a 309. Tyto body byly s největší pravděpodobností poničeny některým z majitelů přilehlých lesů, který vyvážel materiál přes námi měřené pole.

4.4 Hrubá data získaná měřením

V tomto odstavci budou představena data získána měřením v terénu. Je zde vynecháno měření z GNSS Trimble z toho důvodu, že u něj není potřeba převodu, je měřeno v S-JTSK. V tabulkách č.1 až č. 11 jsou původní získané hodnoty.

4.4.1 Xiaomi Mi Max

Sada 1							
Měření 1				Měření 2			
Číslo bodu	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška v m	Číslo bodu	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška v m
1	49,39887°	13,60454°	545,80664	1	49,398777°	13,604527°	529
2	49,39869°	13,60427°	547,8437	2	49,39877°	13,604516°	531
4	49,39862°	13,60433°	549,5219	3	49,39856°	13,604395°	532
5	49,39862°	13,60426°	549,1188	4	49,39848°	13,603652°	531
6	49,39861°	13,60425°	549,2414	5	49,39844°	13,603515°	532
7	49,39861°	13,60414°	548,61017	6	49,39844°	13,603488°	539
8	49,39845°	13,60357°	548,81903	7	49,398464°	13,603209°	532
9	49,39847°	13,60354°	548,3102	8	49,39852°	13,603317°	542
10	49,39853°	13,60343°	546,68616	9	49,39883°	13,603153°	533
11	49,39849°	13,60333°	547,07385	10	49,398895°	13,603198°	533
12	49,39845°	13,60335°	547,95166	11	49,398933°	13,603145°	532
13	49,39885°	13,60321°	539,8237	12	49,39903°	13,602986°	533
14	49,39891°	13,6031°	538,4138	13	49,399036°	13,602774°	544
15	49,39894°	13,6029°	537,5564	14	49,399124°	13,602505°	540
16	49,39892°	13,60277°	537,6557	15	49,39912°	13,602394°	530
17	49,3989°	13,60244°	537,3755	16	49,3991°	13,602279°	533
18	49,39937°	13,602°	530,7816	17	49,399174°	13,601725°	534
19	49,39924°	13,60223°	532,5695	18	49,39899°	13,600219°	530
20	49,39916°	13,60176°	533,5886	19	49,39869°	13,60004°	532
21	49,39894°	13,6004°	535,64484	20	49,398792°	13,600027°	533
22	49,39905°	13,60015°	534,15173	21	49,39878°	13,59979°	529
23	49,39874°	13,59981°	537,85565	22	49,398705°	13,599096°	531
24	49,39891°	13,59968°	535,6143	23	49,39872°	13,599042°	531
25	49,39891°	13,59917°	535,79706	24	49,398792°	13,598954°	530
26	49,39891°	13,59906°	535,8364	25	49,399017°	13,598819°	526
27	49,39903°	13,59874°	535,2593	26	49,399265°	13,598963°	526
28	49,39925°	13,59882°	531,04425	27	49,399315°	13,599029°	531
29	49,39935°	13,59888°	529,2773	28	49,399197°	13,600002°	530
30	49,39935°	13,59891°	529,19147	29	49,39931°	13,601225°	534
31	49,39938°	13,59988°	529,93726	30	49,3993°	13,601243°	530
32	49,39931°	13,60121°	531,37195	31	49,399292°	13,601275°	532
33	49,3993°	13,60121°	531,5059	32	49,399426°	13,601276°	532
34	49,39936°	13,60132°	530,81683	32	49,399426°	13,601276°	532
35	49,39937°	13,60132°	530,73517	34	49,399727°	13,601728°	531
36	49,39966°	13,60154°	528,5026	35	49,39975°	13,602207°	531
37	49,39975°	13,60171°	527,95374	36	49,399734°	13,602247°	531
38	49,39969°	13,60221°	528,834	37	49,399662°	13,603444°	533
39	49,39967°	13,60281°	529,32007	38	49,399776°	13,603843°	533
40	49,39971°	13,60347°	530,0868	39	49,399796°	13,604327°	539
41	49,39982°	13,60383°	530,1893	40	49,399765°	13,605138°	523
42	49,39983°	13,60427°	531,15717	41	49,39924°	13,605016°	531
43	49,3997°	13,60511°	535,3707	42	49,398975°	13,605166°	530
44	49,3993°	13,6051°	541,1324	44	49,398693°	13,605138°	519
45	49,39907°	13,60515°	546,50336	45	49,398766°	13,604909°	520
46	49,39908°	13,60513°	546,1293	46	49,39878°	13,604876°	530
47	49,39897°	13,6049°	546,6631	47	49,39888°	13,604515°	532
48	49,39895°	13,60486°	546,76337				
49	49,39891°	13,60478°	546,95374				
50	49,39886°	13,60454°	546,0112				

Tabulka. č. 1 – První sada měření u Xiaomi Mi Max

Sada 2							
Měření 1				Měření 2			
Číslo bodu	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška v m	Číslo bodu	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška v m
701	49,39892°	13,604553°	539	801	49,398876°	13,604476°	536
702	49,398888°	13,604548°	540	802	49,398857°	13,604477°	535
703	49,39871°	13,604699°	586	803	49,39882°	13,604501°	539
704	49,39881°	13,604562°	539	804	49,398663°	13,604392°	538
705	49,39868°	13,604515°	538	805	49,39864°	13,604337°	542
706	49,398617°	13,604442°	537	806	49,398487°	13,604263°	537
707	49,39857°	13,604222°	536	807	49,398586°	13,604109°	543
708	49,39849°	13,604064°	529	808	49,398552°	13,603963°	539
709	49,398556°	13,603981°	543	809	49,398537°	13,603964°	539
710	49,398544°	13,603891°	541	810	49,39826°	13,603692°	536
711	49,398438°	13,603632°	544	811	49,398438°	13,603294°	534
712	49,39842°	13,603506°	541	812	49,398457°	13,603324°	536
713	49,398464°	13,603403°	543	813	49,398476°	13,603296°	538
714	49,39849°	13,603329°	542	814	49,398617°	13,603189°	542
715	49,39856°	13,603257°	536	815	49,39875°	13,60315°	539
716	49,39881°	13,603262°	540	816	49,398808°	13,603134°	537
717	49,398922°	13,603283°	539	817	49,398907°	13,6031°	534
718	49,398895°	13,603092°	533	818	49,39888°	13,602685°	534
719	49,398907°	13,602861°	531	819	49,398987°	13,602579°	538
720	49,398945°	13,602696°	531	820	49,399067°	13,602509°	537
721	49,39903°	13,602534°	538	821	49,39906°	13,602491°	535
722	49,399105°	13,602322°	539	822	49,39912°	13,601562°	538
723	49,399143°	13,601623°	536	823	49,399082°	13,599987°	537
724	49,39903°	13,600146°	526	824	49,39881°	13,60004°	541
725	49,399002°	13,600145°	531	825	49,39886°	13,600131°	534
726	49,398777°	13,600004°	535	826	49,39878°	13,599876°	540
727	49,398773°	13,599934°	536	828	49,398785°	13,599074°	537
728	49,398808°	13,598981°	527	829	49,398834°	13,598832°	534
729	49,39885°	13,598973°	537	830	49,39887°	13,598846°	533
730	49,39902°	13,598865°	537	831	49,39929°	13,598845°	539
731	49,39926°	13,598879°	538	832	49,399307°	13,598868°	538
732	49,399338°	13,598887°	530	833	49,3993°	13,601203°	535
733	49,39936°	13,599072°	535	834	49,399345°	13,601301°	536
734	49,399265°	13,599672°	533	835	49,39936°	13,601317°	538
735	49,399242°	13,60129°	526	836	49,399673°	13,601549°	535
736	49,39929°	13,601275°	535	837	49,399643°	13,601769°	538
737	49,399536°	13,601425°	530	838	49,399734°	13,602819°	538
738	49,39967°	13,601521°	530	839	49,399647°	13,603514°	538
739	49,399708°	13,601728°	539	840	49,399796°	13,604157°	535
740	49,39969°	13,602831°	537	841	49,39978°	13,604902°	536
741	49,399673°	13,603506°	540	850	49,39886°	13,60474°	536
742	49,399757°	13,604197°	534	849	49,39886°	13,604797°	537
743	49,39967°	13,605006°	539	848	49,39895°	13,605325°	510
744	49,3997°	13,605021°	539	847	49,398933°	13,605166°	533
745	49,39933°	13,605144°	533	846	49,39913°	13,605133°	539
746	49,399143°	13,605136°	536	845	49,399193°	13,605142°	538
747	49,399014°	13,605178°	539				
748	49,398888°	13,605073°	542				
749	49,398808°	13,605038°	539				
750	49,398834°	13,604821°	538				

Tabulka. č. 2 – Druhá sada měření u Xiaomi Mi Max

Sada 3							
Měření 1				Měření 2			
Číslo bodu	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška v m	Číslo bodu	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška v m
301	49,398888°	13,604527°	536	401	49,398937°	13,604502°	544
302	49,39882°	13,604588°	540	402	49,398792°	13,604424°	555
303	49,398716°	13,604533°	534	403	49,398792°	13,604471°	551
304	49,3987°	13,604489°	537	404	49,398643°	13,604367°	541
305	49,398624°	13,604323°	539	405	49,39867°	13,604219°	541
306	49,3986°	13,604092°	540	406	49,398453°	13,603624°	541
307	49,39852°	13,603617°	546	407	49,398453°	13,603557°	541
308	49,39847°	13,603355°	540	408	49,39868°	13,603272°	542
309	49,39856°	13,603268°	536	409	49,398792°	13,60319°	541
310	49,39867°	13,603231°	534	410	49,39886°	13,603097°	534
311	49,39877°	13,603164°	537	411	49,39903°	13,602593°	547
312	49,398903°	13,603096°	538	412	49,39916°	13,602411°	545
313	49,398945°	13,602939°	537	413	49,399143°	13,601668°	540
314	49,399063°	13,60236°	536	414	49,399048°	13,600328°	529
315	49,399105°	13,601577°	535	415	49,39904°	13,600162°	528
316	49,398994°	13,600245°	536	416	49,3989°	13,600082°	532
317	49,398956°	13,600136°	536	417	49,39887°	13,600068°	546
318	49,398937°	13,600064°	537	418	49,398834°	13,59991°	546
319	49,398808°	13,599902°	541	419	49,398838°	13,599423°	542
321	49,39885°	13,599381°	538	420	49,398808°	13,599193°	539
322	49,398853°	13,59929°	538	421	49,398823°	13,599009°	532
323	49,398823°	13,598949°	532	422	49,398933°	13,598865°	535
324	49,398884°	13,59879°	534	423	49,399265°	13,598881°	544
325	49,399277°	13,598883°	534	424	49,39938°	13,598908°	532
326	49,3993°	13,598867°	533	425	49,3994°	13,599092°	536
327	49,399353°	13,599023°	527	426	49,399376°	13,599139°	537
328	49,39934°	13,599504°	540	427	49,399277°	13,600092°	533
329	49,399315°	13,600106°	537	428	49,399334°	13,601188°	535
330	49,399326°	13,60122°	531	429	49,399345°	13,601307°	536
331	49,399334°	13,601327°	532	430	49,39945°	13,601343°	527
332	49,3994°	13,60136°	535	433	49,39947°	13,601354°	534
333	49,399563°	13,601415°	535	434	49,39959°	13,601591°	547
334	49,399616°	13,601425°	539	435	49,39966°	13,601598°	535
335	49,399723°	13,601697°	529	436	49,399754°	13,602208°	532
336	49,399765°	13,602208°	529	437	49,399696°	13,602766°	544
337	49,39974°	13,602787°	532	438	49,399704°	13,603421°	540
338	49,399727°	13,603493°	533	439	49,399784°	13,604041°	533
339	49,399803°	13,604024°	542	440	49,399803°	13,604086°	535
340	49,399708°	13,604238°	539	441	49,399696°	13,605054°	539
341	49,39974°	13,605054°	533	442	49,3997°	13,605131°	533
342	49,399708°	13,605079°	536	443	49,399456°	13,605104°	534
343	49,39947°	13,605103°	539	444	49,399303°	13,605094°	539
344	49,399353°	13,605133°	538	445	49,39909°	13,605064°	548
345	49,399082°	13,605114°	547	446	49,398975°	13,605055°	546
346	49,398888°	13,605049°	537	447	49,398914°	13,604943°	542
347	49,39889°	13,604946°	538	448	49,398987°	13,60461°	547
348	49,398937°	13,604694°	540	449	49,3991°	13,604444°	542
349	49,398914°	13,604624°	540	450	49,399002°	13,604428°	540
350	49,39889°	13,604541°	538				

Tabulka. č. 3 – Třetí sada měření u Xiaomi Mi Max

4.4.2 Xiaomi Redmi Note 3

Sada 1			
Měření 1			
Číslo bodu	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška v m
1	49,39887°	13,604537°	546
2	49,398685°	13,604272°	592
4	49,398624°	13,604326°	588
5	49,398617°	13,604263°	543
6	49,398605°	13,60425°	591
7	49,398605°	13,60414°	546
8	49,39845°	13,603568°	544
9	49,398468°	13,603541°	590
10	49,39853°	13,603434°	547
11	49,39849°	13,603334°	593
12	49,398453°	13,603352°	594
13	49,398853°	13,603209°	547
14	49,398914°	13,603098°	546
15	49,398937°	13,602902°	545
16	49,39892°	13,602773°	545
17	49,398895°	13,602438°	546
18	49,39937°	13,601998°	592
19	49,399235°	13,602225°	546
20	49,399162°	13,601763°	546
21	49,39894°	13,600402°	546
22	49,39905°	13,600149°	546
23	49,398743°	13,599809°	538
24	49,398907°	13,599676°	538
25	49,39891°	13,599167°	546
26	49,39891°	13,599064°	545
27	49,399025°	13,598744°	538
28	49,399246°	13,598823°	541
29	49,399353°	13,598881°	543
30	49,399345°	13,598907°	537
31	49,399384°	13,599879°	542
32	49,399307°	13,601213°	540
33	49,399303°	13,601208°	537
34	49,39936°	13,601315°	540
35	49,399372°	13,601316°	540
36	49,39966°	13,601541°	536
37	49,399754°	13,601707°	538
38	49,399685°	13,602211°	536
39	49,39967°	13,602805°	535
40	49,399708°	13,603467°	536
41	49,399822°	13,603825°	540
42	49,399826°	13,60427°	536
43	49,399704°	13,605105°	540
44	49,399303°	13,605097°	546
45	49,39907°	13,605152°	541
46	49,399082°	13,605128°	545
47	49,398968°	13,604897°	544
48	49,39895°	13,604864°	546
49	49,398914°	13,604775°	544
50	49,39886°	13,604541°	547

Tabulka. č. 4 – První sada měření u Xiaomi Note

Sada 2							
Měření 1				Měření 2			
Číslo bodu	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška v m	Číslo bodu	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška v m
701	49,39895°	13,604548°	538	801	49,398884°	13,604511°	548
702	49,398876°	13,604527°	538	802	49,39882°	13,604495°	541
703	49,3988°	13,604568°	535	803	49,398746°	13,604405°	551
704	49,39876°	13,604541°	538	804	49,398693°	13,604369°	540
705	49,398743°	13,604523°	539	805	49,398655°	13,604304°	547
706	49,398705°	13,604492°	540	806	49,39858°	13,604115°	558
707	49,39861°	13,604203°	537	807	49,398636°	13,604104°	559
708	49,398537°	13,604083°	551	808	49,398525°	13,603972°	537
709	49,398575°	13,60403°	545	809	49,39848°	13,60388°	541
710	49,398556°	13,603993°	543	810	49,39849°	13,603568°	546
711	49,398212°	13,603719°	499	811	49,398468°	13,603548°	544
712	49,39854°	13,603442°	547	812	49,39;8457°	13,603238°	548
713	49,398518°	13,603335°	542	813	49,398544°	13,603256°	557
714	49,39851°	13,603353°	548	814	49,398598°	13,602989°	555
715	49,398537°	13,603285°	540	815	49,398655°	13,602891°	544
716	49,39876°	13,603201°	531	816	49,39891°	13,603175°	541
717	49,398796°	13,603127°	528	817	49,39889°	13,603064°	538
718	49,39884°	13,603084°	531	818	49,39899°	13,60274°	552
719	49,398876°	13,602818°	526	819	49,398994°	13,602704°	549
720	49,398926°	13,602652°	524	820	49,39902°	13,60252°	535
721	49,39895°	13,602524°	533	821	49,399162°	13,60225°	530
722	49,39907°	13,602304°	530	822	49,39906°	13,601625°	530
723	49,39906°	13,601635°	520	823	49,39905°	13,600142°	524
724	49,39903°	13,600153°	528	824	49,399036°	13,600178°	553
725	49,39877°	13,600083°	514	825	49,398792°	13,600085°	526
726	49,398796°	13,600085°	520	826	49,39876°	13,600015°	526
727	49,39881°	13,600064°	524	827	49,398804°	13,599088°	547
728	49,39876°	13,599053°	531	828	49,398777°	13,59899°	537
729	49,398827°	13,59888°	531	829	49,398968°	13,598878°	531
730	49,398914°	13,598817°	525	830	49,399067°	13,598845°	527
731	49,398968°	13,598809°	521	831	49,399147°	13,59886°	525
732	49,39928°	13,59886°	532	832	49,3993°	13,598949°	523
733	49,399315°	13,599059°	532	833	49,39934°	13,601253°	542
734	49,39925°	13,599625°	529	834	49,399338°	13,601288°	537
735	49,399323°	13,601061°	521	835	49,399616°	13,601456°	516
736	49,39931°	13,60116°	526	836	49,399593°	13,601438°	521
737	49,399605°	13,601354°	536	837	49,399605°	13,601462°	518
738	49,39968°	13,601539°	517	838	49,39963°	13,602872°	528
739	49,39969°	13,601562°	526	839	49,39969°	13,602957°	544
740	49,39969°	13,602831°	530	840	49,399822°	13,604101°	527
741	49,39968°	13,603499°	525	841	49,39977°	13,604931°	514
742	49,39975°	13,604172°	532	850	49,3989°	13,604857°	539
743	49,399734°	13,604964°	527	849	49,398903°	13,604858°	540
744	49,399635°	13,60515°	538	848	49,39891°	13,604954°	534
745	49,399292°	13,605058°	534	847	49,39896°	13,605165°	524
746	49,399273°	13,605077°	532	846	49,399105°	13,605012°	521
747	49,398994°	13,605135°	541	845	49,39915°	13,605021°	523
748	49,39897°	13,605102°	540				
749	49,39891°	13,604879°	546				
750	49,398876°	13,60484°	541				

Tabulka. č. 5 – Druhá sada měření u Xiaomi Note

Sada 3							
Měření 1				Měření 2			
Číslo bodu	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška v m	Číslo bodu	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška v m
301	49,39884°	13,604507°	533	401	49,39892°	13,604599°	529
302	49,398857°	13,604521°	534	402	49,39871°	13,604418°	566
303	49,398792°	13,604487°	538	403	49,39862°	13,604409°	543
304	49,398693°	13,604416°	536	404	49,398617°	13,604342°	538
305	49,398632°	13,604355°	545	405	49,39855°	13,604076°	538
306	49,398613°	13,603957°	542	406	49,39843°	13,603617°	538
307	49,398487°	13,603704°	540	407	49,39844°	13,603564°	545
308	49,39849°	13,603503°	535	408	49,39878°	13,603156°	537
309	49,398514°	13,603236°	534	409	49,398857°	13,60315°	542
310	49,398834°	13,603174°	544	410	49,39884°	13,603119°	541
311	49,398846°	13,603169°	551	411	49,398922°	13,602825°	528
312	49,398857°	13,603157°	552	412	49,399113°	13,602452°	547
313	49,39906°	13,602685°	524	413	49,399075°	13,601753°	531
314	49,39902°	13,602554°	522	414	49,39907°	13,600324°	536
315	49,399147°	13,601676°	586	415	49,39906°	13,600108°	531
316	49,42536°	13,572387°	556	416	49,39888°	13,60012°	533
317	49,399048°	13,60006°	513	417	49,398876°	13,599961°	536
318	49,398945°	13,600023°	539	418	49,398865°	13,599939°	541
319	49,398888°	13,599995°	540	419	49,398544°	13,599473°	509
320	49,398804°	13,599909°	545	420	49,398857°	13,599072°	533
321	49,39875°	13,599547°	530	421	49,39887°	13,599052°	536
322	49,39881°	13,598989°	551				
323	49,398827°	13,599057°	557				
324	49,398937°	13,598828°	536				
325	49,39932°	13,598758°	537				
326	49,399376°	13,599011°	542				
327	49,399353°	13,59901°	541				
328	49,399384°	13,599521°	543				
329	49,399296°	13,600071°	531				
330	49,399303°	13,601214°	526				
331	49,39941°	13,601246°	535				
332	49,39944°	13,60139°	541				
333	49,39961°	13,601348°	541				
334	49,399662°	13,601498°	529				
335	49,399742°	13,601629°	534				
336	49,399754°	13,601788°	529				
337	49,399696°	13,602901°	601				
338	49,399727°	13,603449°	529				
339	49,39981°	13,604016°	539				
340	49,399807°	13,604072°	536				
341	49,39974°	13,605025°	539				
342	49,399715°	13,605083°	536				
343	49,399548°	13,605193°	534				
344	49,399452°	13,605141°	529				
345	49,39905°	13,605146°	554				
346	49,39899°	13,605116°	550				
347	49,39896°	13,604946°	542				
348	49,398933°	13,604837°	543				
349	49,39887°	13,604663°	541				
350	49,39886°	13,60461°	539				

Tabulka. č. 6 – Třetí sada měření u Xiaomi Note

4.4.3 Garmin eTrexH

Sada 1							
Měření 1				Měření 2			
Číslo bodu	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška v m	Číslo bodu	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška v m
11	49,39886°	13,6048°	537	100	49,39931°	13,60509°	542
12	49,39871°	13,60444°	535	101	49,39887°	13,60447°	541
13	49,39867°	13,60439°	536	102	49,39887°	13,60447°	541
14	49,39866°	13,60438°	537	103	49,39873°	13,60446°	543
15	49,39866°	13,60438°	537	104	49,39865°	13,60439°	547
16	49,39863°	13,60429°	544	105	49,3985°	13,60359°	547
17	49,39853°	13,6039°	558	106	49,39847°	13,60349°	544
18	49,39847°	13,60369°	557	107	49,39846°	13,60339°	540
19	49,39844°	13,60354°	556	108	49,39848°	13,60328°	541
20	49,39843°	13,60346°	556	109	49,39851°	13,60324°	542
21	49,39842°	13,6034°	553	110	49,39874°	13,60318°	542
22	49,39844°	13,60333°	552	111	49,39879°	13,60313°	541
23	49,3988°	13,60317°	547	112	49,3988°	13,60306°	541
24	49,39882°	13,60315°	546	113	49,39885°	13,60288°	538
25	49,39883°	13,60309°	544	114	49,3989°	13,60272°	538
26	49,39887°	13,6029°	542	115	49,39905°	13,60249°	536
27	49,3989°	13,60277°	542	116	49,39909°	13,60226°	532
28	49,39907°	13,60249°	538	117	49,39914°	13,60179°	533
29	49,39911°	13,60238°	534	118	49,39904°	13,60021°	539
30	49,39912°	13,60225°	534	119	49,39905°	13,60019°	538
31	49,39913°	13,60169°	532	120	49,39893°	13,60012°	538
32	49,39907°	13,6001°	537	121	49,39889°	13,60007°	538
33	49,3989°	13,60006°	533	122	49,39882°	13,59993°	537
34	49,39882°	13,59998°	533	123	49,39879°	13,59987°	537
35	49,39878°	13,59986°	529	124	49,39881°	13,59891°	534
36	49,39881°	13,59904°	531	125	49,39886°	13,5988°	531
37	49,39892°	13,59894°	537	126	49,39891°	13,5988°	531
38	49,39906°	13,59895°	542	127	49,3992°	13,59881°	528
39	49,39903°	13,59892°	539	128	49,39933°	13,59894°	529
40	49,39928°	13,59888°	536	129	49,39934°	13,59902°	530
41	49,39934°	13,59909°	532	130	49,39926°	13,59995°	527
42	49,39924°	13,60002°	541	131	49,39935°	13,60121°	528
43	49,39928°	13,60126°	532	132	49,39935°	13,60129°	528
44	49,39929°	13,60132°	535	133	49,39937°	13,60131°	526
45	49,39936°	13,60132°	537	134	49,39949°	13,60137°	528
46	49,39959°	13,60137°	537	135	49,39963°	13,60151°	528
47	49,3997°	13,60156°	534	136	49,39971°	13,60168°	528
48	49,39975°	13,60169°	531	137	49,39972°	13,60226°	525
49	49,39974°	13,60222°	532	138	49,39973°	13,60274°	524
50	49,39966°	13,60277°	532	139	49,39971°	13,60342°	522
51	49,3997°	13,60351°	529	140	49,39981°	13,6038°	525
52	49,39977°	13,60386°	531	141	49,39976°	13,60431°	527
53	49,39978°	13,60435°	530	142	49,39969°	13,60509°	525
54	49,39974°	13,60509°	532	143	49,39926°	13,60509°	530
55	49,39934°	13,60502°	539	144	49,39903°	13,60513°	531
56	49,39905°	13,60506°	540	145	49,39895°	13,6051°	531
57	49,39895°	13,60502°	542	146	49,39882°	13,60495°	527
58	49,39889°	13,60489°	543	147	49,39885°	13,60479°	533
59	49,3989°	13,60468°	541	148	49,39886°	13,60458°	536
60	49,3989°	13,60452°	539				

Tabulka. č. 7 – První sada měření Garmin eTrex H

Sada 2							
Měření 1				Měření 2			
Číslo bodu	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška v m	Číslo bodu	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška v m
701	49,39881°	13,60457°	532	801	49,39892°	13,60444°	545
702	49,39889°	13,60445°	537	802	49,39892°	13,60445°	545
703	49,39884°	13,60447°	537	803	49,39869°	13,60442°	546
704	49,39865°	13,60443°	538	804	49,39865°	13,60436°	545
705	49,39862°	13,60434°	539	805	49,39863°	13,60432°	544
706	49,3859°	13,60433°	541	806	49,3986°	13,60414°	544
707	49,39858°	13,60417°	542	807	49,39861°	13,60403°	546
708	49,39856°	13,60401°	545	808	49,39857°	13,60394°	546
709	49,39856°	13,60395°	537	809	49,39853°	13,60387°	546
710	49,39848°	13,60382°	541	810	49,39845°	13,60359°	546
711	49,39844°	13,60363°	540	811	49,39842°	13,60343°	546
712	49,39843°	13,60341°	543	812	49,39847°	13,60326°	545
713	49,39847°	13,60369°	546	813	49,39852°	13,60324°	547
714	49,39849°	13,60332°	548	814	49,39868°	13,60322°	550
715	49,39858°	13,60321°	544	815	49,39876°	13,60322°	551
716	49,3987°	13,60317°	541	816	49,39884°	13,60314°	544
717	49,39881°	13,60322°	539	817	49,39885°	13,60305°	544
718	49,39884°	13,60313°	539	818	49,3989°	13,60278°	544
719	49,39889°	13,60285°	535	819	49,39899°	13,6026°	545
720	49,39896°	13,60269°	536	820	49,39905°	13,60249°	545
721	49,39903°	13,60255°	536	821	49,39908°	13,60228°	537
722	49,3991°	13,60231°	537	822	49,39905°	13,60159°	527
723	49,39908°	13,60162°	533	823	49,399°	13,60012°	527
724	49,39902°	13,60015°	523	824	49,39892°	13,6001°	537
725	49,39891°	13,60013°	525	825	49,39883°	13,60006°	537
726	49,39883°	13,60008°	529	826	49,39876°	13,59985°	534
727	49,3988°	13,59988°	531	827	49,39881°	13,59905°	534
728	49,39881°	13,59908°	535	828	49,39888°	13,59897°	537
729	49,39883°	13,59897°	537	829	49,39898°	13,59885°	537
730	49,3988°	13,59885°	537	830	49,39925°	13,59882°	528
731	49,39924°	13,59881°	540	831	49,39932°	13,59885°	527
732	49,39931°	13,59885°	536	832	49,39934°	13,59901°	527
733	49,39933°	13,59897°	534	833	49,39928°	13,60122°	521
734	49,39934°	13,59965°	546	834	49,39938°	13,60133°	527
735	49,3993°	13,6012°	531	835	49,39953°	13,60137°	527
736	49,39937°	13,6013°	531	836	49,39967°	13,60156°	526
737	49,39953°	13,60136°	532	837	49,39971°	13,60176°	530
738	49,39965°	13,60151°	533	838	49,39968°	13,60279°	537
739	49,39972°	13,60172°	519	839	49,3997°	13,60346°	532
740	49,39971°	13,60278°	529	840	49,39979°	13,60415°	532
741	49,39972°	13,60278°	529	841	49,39971°	13,60501°	540
742	49,3997°	13,60349°	530	842	49,39888°	13,60491°	541
743	49,3998°	13,6041°	532	843	49,39888°	13,60491°	541
744	49,39974°	13,60498°	531	844	49,39889°	13,60508°	545
745	49,3997°	13,60511°	532	845	49,39897°	13,60515°	546
746	49,39934°	13,60511°	537	846	49,3991°	13,60512°	544
747	49,39914°	13,60511°	537	847	49,39931°	13,60513°	538
748	49,399°	13,60515°	537				
749	49,39891°	13,60509°	540				
750	49,39892°	13,60476°	538				

Tabulka. č. 8 – Druhá sada měření Garmin eTrex H

Sada 3							
Měření 1				Měření 2			
Číslo bodu	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška v m	Číslo bodu	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška v m
301	49,39932°	13,60519°	543	401	49,39904°	13,6048°	536
302	49,39886°	13,60449°	544	402	49,39877°	13,60446°	543
303	49,39876°	13,60455°	543	403	49,39872°	13,60444°	544
304	49,39871°	13,60448°	544	404	49,39867°	13,60432°	544
305	49,39867°	13,60437°	544	405	49,3986°	13,60405°	540
306	49,39858°	13,6041°	543	406	49,39846°	13,6036°	544
307	49,39847°	13,60362°	546	407	49,39845°	13,60339°	546
308	49,39846°	13,60339°	547	408	49,39883°	13,6032°	545
309	49,39853°	13,60325°	548	409	49,3989°	13,60316°	545
310	49,39879°	13,6032°	545	410	49,39892°	13,60309°	543
311	49,39888°	13,60317°	543	411	49,39901°	13,60266°	536
312	49,39889°	13,60309°	543	412	49,3991°	13,60239°	536
313	49,39902°	13,60264°	540	413	49,39912°	13,60157°	536
314	49,3991°	13,60241°	538	414	49,39908°	13,60027°	530
315	49,39906°	13,60164°	536	415	49,39905°	13,60012°	531
316	49,39902°	13,60036°	523	416	49,39887°	13,6001°	532
317	49,39905°	13,60013°	526	417	49,39881°	13,60002°	533
318	49,3989°	13,60007°	539	418	49,39878°	13,5999°	533
319	49,39879°	13,59995°	539	419	49,399878°	13,59939°	534
320	49,39876°	13,59978°	544	420	49,3988°	13,59908°	533
321	49,39878°	13,59936°	536	421	49,39883°	13,59896°	537
322	49,39879°	13,59908°	537	422	49,39894°	13,59885°	537
323	49,39882°	13,59893°	535	423	49,39927°	13,59886°	527
324	49,39892°	13,59884°	535	424	49,39935°	13,59887°	530
325	49,39929°	13,59885°	530	425	49,39935°	13,59904°	531
326	49,39936°	13,59887°	531	426	49,3993°	13,5995°	531
327	49,39935°	13,59903°	531	427	49,3993°	13,60014°	530
328	49,3993°	13,5995°	532	428	49,3993°	13,60121°	531
329	49,3993°	13,60013°	533	429	49,39933°	13,6013°	532
330	49,39933°	13,6012°	532	430	49,39945°	13,60134°	538
331	49,39937°	13,60133°	537	431	49,39956°	13,6014°	534
332	49,39944°	13,60132°	532	434	49,39969°	13,60154°	534
333	49,39955°	13,60141°	534	435	49,3997°	13,60166°	533
334	49,39966°	13,60156°	537	436	49,39974°	13,60225°	530
335	49,39971°	13,60168°	535	437	49,3997°	13,6028°	531
336	49,39975°	13,60226°	532	438	49,39971°	13,60347°	532
337	49,39971°	13,60277°	532	439	49,39981°	13,60401°	535
338	49,39971°	13,60348°	531	440	49,3998°	13,60412°	536
339	49,39984°	13,60399°	535	441	49,39972°	13,60503°	535
340	49,3998°	13,60416°	535	442	49,39969°	13,60513°	534
341	49,39972°	13,60506°	530	443	49,39948°	13,60512°	535
342	49,39968°	13,60518°	530	444	49,39932°	13,60508°	537
343	49,39949°	13,60514°	534	445	49,39901°	13,60513°	542
344	49,39934°	13,60508°	535	446	49,39892°	13,60507°	540
345	49,39905°	13,60509°	538	447	49,39885°	13,60495°	537
346	49,3989°	13,606508°	541	448	49,39889°	13,6047°	541
347	49,3989°	13,60496°	537	449	49,39892°	13,60454°	542
348	49,39891°	13,60473°	535	450	49,39891°	13,60447°	542
349	49,39889°	13,60461°	535				
350	49,39891°	13,60456°	535				

Tabulka. č. 9 – Třetí sada měření Garmin eTrex H

4.4.4 Garmin Vista CX

Sada 1							
Měření 1				Měření 2			
Číslo bodu	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška v m	Číslo bodu	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška v m
10	49°23'56.1"	13°36'17.4"	519	100	49°23'33.0"	13°36'18.9"	476
11	49°23'56.0"	13°36'17.3"	518	101	49°23'33.0"	13°36'18.9"	476
12	49°23'55.9"	13°36'17.3"	521	102	49°23'55.2"	13°36'16.7"	523
13	49°23'55.3"	13°36'15.9"	528	103	49°23'55.3"	13°36'16.0"	524
14	49°23'54.5"	13°36'15.9"	528	104	49°23'54.3"	13°36'13.4"	525
15	49°23'55.1"	13°36'15.9"	528	105	49°23'54.4"	13°36'13.2"	526
16	49°23'55.2"	13°36'15.7"	529	106	49°23'54.4"	13°36'13.0"	525
17	49°23'55.3"	13°36'15.5"	528	107	49°23'54.4"	13°36'12.5"	526
18	49°23'54.7"	13°36'14.3"	529	108	49°23'54.5"	13°36'11.7"	525
19	49°23'54.5"	13°36'13.1"	531	109	49°23'54.5"	13°36'11.8"	522
20	49°23'54.5"	13°36'13.0"	530	110	49°23'54.8"	13°36'11.8"	521
21	49°23'54.4"	13°36'12.1"	530	111	49°23'55.5"	13°36'11.6"	522
22	49°23'54.4"	13°36'12.1"	528	112	49°23'56.0"	13°36'10.3"	522
23	49°23'54.5"	13°36'11.7"	530	113	49°23'56.1"	13°36'10.3"	522
24	49°23'55.9"	13°36'10.7"	527	114	49°23'56.4"	13°36'09.3"	521
25	49°23'55.5"	13°36'11.3"	527	115	49°23'56.6"	13°36'08.8"	523
26	49°23'55.5"	13°36'11.3"	527	116	49°23'56.8"	13°36'08.3"	522
27	49°23'55.3"	13°36'11.2"	525	117	49°23'56.4"	13°36'01.0"	520
28	49°23'55.5"	13°36'11.0"	524	118	49°23'56.3"	13°36'01.0"	520
29	49°23'56.4"	13°36'09.5"	523	119	49°23'56.1"	13°36'00.7"	522
30	49°23'56.8"	13°36'09.0"	523	120	49°23'56.0"	13°35'59.7"	524
31	49°23'57.1"	13°36'08.3"	523	121	49°23'56.0"	13°35'59.7"	524
32	49°23'56.8"	13°36'06.2"	523	122	49°23'55.1"	13°35'59.7"	524
33	49°23'56.4"	13°36'00.5"	521	123	49°23'54.9"	13°35'56.2"	525
34	49°23'55.9"	13°36'00.3"	522	124	49°23'55.5"	13°35'56.0"	525
35	49°23'55.9"	13°36'00.6"	523	125	49°23'55.6"	13°35'55.9"	524
36	49°23'55.6"	13°35'59.9"	525	126	49°23'57.0"	13°35'55.9"	522
37	49°23'56.0"	13°35'56.6"	526	127	49°23'57.0"	13°35'55.9"	522
38	49°23'56.5"	13°35'56.4"	527	128	49°23'57.5"	13°35'56.7"	523
39	49°23'56.4"	13°35'56.4"	527	129	49°23'57.5"	13°35'59.9"	524
40	49°23'56.4"	13°35'55.8"	527	130	49°23'57.5"	13°36'04.4"	524
41	49°23'57.3"	13°35'56.3"	527	131	49°23'57.8"	13°36'04.6"	523
42	49°23'57.5"	13°35'56.7"	527	132	49°23'57.9"	13°36'04.8"	524
43	49°23'57.4"	13°36'0.3"	529	133	49°23'58.1"	13°36'04.7"	524
44	49°23'56.9"	13°36'04.7"	529	134	49°23'57.8"	13°36'05.4"	523
45	49°23'57.2"	13°36'04.7"	528	135	49°23'59.2"	13°36'06.2"	524
46	49°23'58.0"	13°36'04.9"	529	136	49°23'58.9"	13°36'08.0"	525
47	49°23'58.2"	13°36'05.1"	529	137	49°23'58.9"	13°36'10.0"	526
48	49°23'58.2"	13°36'05.5"	528	138	49°23'58.9"	13°36'12.5"	527
49	49°23'58.8"	13°36'06.1"	528	139	49°23'59.2"	13°36'14.0"	527
50	49°23'59.3"	13°36'07.1"	531	140	49°23'59.2"	13°36'15.6"	528
51	49°23'58.8"	13°36'10.0"	531	141	49°23'58.9"	13°36'18.3"	531
52	49°23'58.7"	13°36'12.4"	532	142	49°23'57.0"	13°36'18.3"	531
53	49°23'58.9"	13°36'13.8"	532	143	49°23'56.3"	13°36'18.3"	533
54	49°23'59.1"	13°36'15.7"	534	144	49°23'56.3"	13°36'18.3"	533
55	49°23'58.6"	13°36'18.6"	536	145	49°23'56.3"	13°36'18.4"	534
56	49°23'57.3"	13°36'18.5"	537	146	49°23'56.3"	13°36'18.2"	536
57	49°23'56.4"	13°36'18.7"	538	147	49°23'56.2"	13°36'17.6"	535
58	49°23'56.2"	13°36'18.4"	541	148	49°23'55.8"	13°36'17.0"	533
59	49°23'56.2"	13°36'17.8"	541				
60	49°23'56.1"	13°36'17.3"	540				
61	49°23'56.1"	13°36'16.5"	541				

Tabulka. č. 10 – První sada měření Garmin Vista CX

Sada 3							
Měření 1				Měření 2			
Číslo bodu	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška v m	Číslo bodu	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška v m
301	49°23'56.0''	13°36'16.2''	499	401	49°23'55.8''	13°36'16.2''	521
302	49°23'55.9''	13°36'16.1''	502	402	49°23'55.5''	13°36'16.2''	522
303	49°23'55.6''	13°36'15.9''	506	403	49°23'55.3''	13°36'16.4''	523
304	49°23'55.3''	13°36'16.0''	508	404	49°23'55.1''	13°36'16.1''	524
305	49°23'55.2''	13°36'15.9''	509	405	49°23'54.9''	13°36'14.6''	525
306	49°23'55.2''	13°36'14.8''	511	406	49°23'54.4''	13°36'13.0''	526
307	49°23'54.6''	13°36'12.9''	513	407	49°23'54.5''	13°36'11.7''	527
308	49°23'54.2''	13°36'12.5''	515	408	49°23'55.7''	13°36'11.2''	524
309	49°23'54.6''	13°36'11.7''	515	409	49°23'56.4''	13°36'11.1''	524
310	49°23'55.3''	13°36'11.4''	513	410	49°23'56.4''	13°36'11.0''	524
311	49°23'56.1''	13°36'11.2''	513	411	49°23'56.7''	13°36'09.7''	523
312	49°23'56.1''	13°36'10.8''	513	412	49°23'57.1''	13°36'08.7''	523
313	49°23'56.5''	13°36'09.5''	513	413	49°23'56.8''	13°36'05.8''	523
314	49°23'56.8''	13°36'08.6''	513	414	49°23'57.5''	13°36'00.6''	523
315	49°23'56.8''	13°36'05.7''	513	415	49°23'56.5''	13°36'00.2''	523
316	49°23'56.9''	13°36'01.2''	519	416	49°23'56.2''	13°36'00.5''	525
317	49°23'56.8''	13°36'00.3''	520	417	49°23'55.7''	13°36'00.7''	525
318	49°23'55.5''	13°36'00.4''	523	418	49°23'55.6''	13°36'00.0''	526
319	49°23'55.6''	13°36'00.2''	524	419	49°23'56.0''	13°35'58.0''	527
320	49°23'55.7''	13°36'00.3''	522	420	49°23'55.7''	13°35'56.7''	527
321	49°23'55.9''	13°35'57.8''	525	421	49°23'55.7''	13°35'56.4''	528
322	49°23'55.2''	13°35'56.1''	525	422	49°23'55.9''	13°35'55.7''	526
323	49°23'55.4''	13°35'56.2''	525	423	49°23'57.4''	13°35'55.7''	525
324	49°23'56.6''	13°35'55.8''	526	424	49°23'57.6''	13°35'55.9''	525
325	49°23'57.4''	13°35'55.9''	525	425	49°23'57.4''	13°35'56.4''	525
326	49°23'57.6''	13°35'55.9''	524	426	49°23'57.4''	13°35'57.8''	527
327	49°23'57.4''	13°35'56.5''	523	427	49°23'57.3''	13°36'0.5''	526
328	49°23'57.3''	13°35'58.4''	525	428	49°23'57.4''	13°36'04.6''	527
329	49°23'57.2''	13°36'01.0''	525	429	49°23'57.5''	13°36'04.9''	527
330	49°23'57.3''	13°36'05.3''	525	430	49°23'57.8''	13°36'05.0''	528
331	49°23'57.4''	13°36'05.3''	526	431	49°23'58.3''	13°36'05.1''	527
332	49°23'57.8''	13°36'05.2''	525	434	49°23'58.5''	13°36'05.7''	528
333	49°23'58.0''	13°36'04.9''	526	435	49°23'58.8''	13°36'06.1''	528
334	49°23'58.7''	13°36'05.5''	526	436	49°23'58.9''	13°36'08.8''	529
335	49°23'58.7''	13°36'06.1''	526	437	49°23'58.9''	13°36'10.1''	531
336	49°23'59.1''	13°36'07.5''	526	438	49°23'58.8''	13°36'12.6''	532
337	49°23'59.0''	13°36'10.0''	526	439	49°23'59.1''	13°36'15.0''	533
338	49°23'58.9''	13°36'12.4''	528	440	49°23'59.1''	13°36'15.1''	533
339	49°23'59.3''	13°36'14.5''	529				
340	49°23'59.2''	13°36'15.0''	529				
341	49°23'59.0''	13°36'17.9''	531				
342	49°23'58.6''	13°36'18.5''	531				
343	49°23'58.0''	13°36'18.0''	531				
344	49°23'57.4''	13°36'17.9''	533				
345	49°23'56.3''	13°36'17.9''	537				
346	49°23'56.1''	13°36'16.3''	538				
347	49°23'56.0''	13°36'16.8''	538				
348	49°23'55.8''	13°36'16.2''	538				
349	49°23'55.5''	13°36'16.3''	539				
350	49°23'55.8''	13°36'16.0''	540				

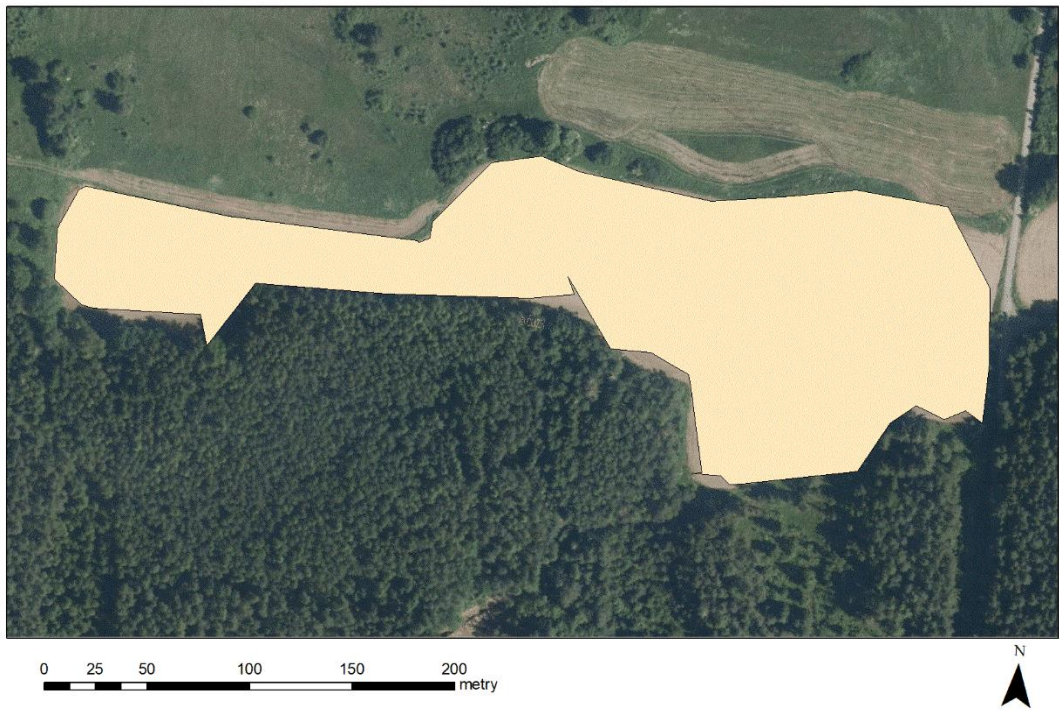
Tabulka. č. 11 – Třetí sada měření Garmin Vista CX

5 Výsledky

Ukázka dat převedených do souřadnicového systému S-JTSK se nachází v příloze č.1. Zbylá data jsou k dispozici v digitálních přílohách. Hodnoty byly následně rozřazeny dle masky vytvořené pomocí TRIMBLE R4 a zprůměrovány. Z takto získaných hodnot byly následně za pomoci GIS softwaru vytvořeny polygony.

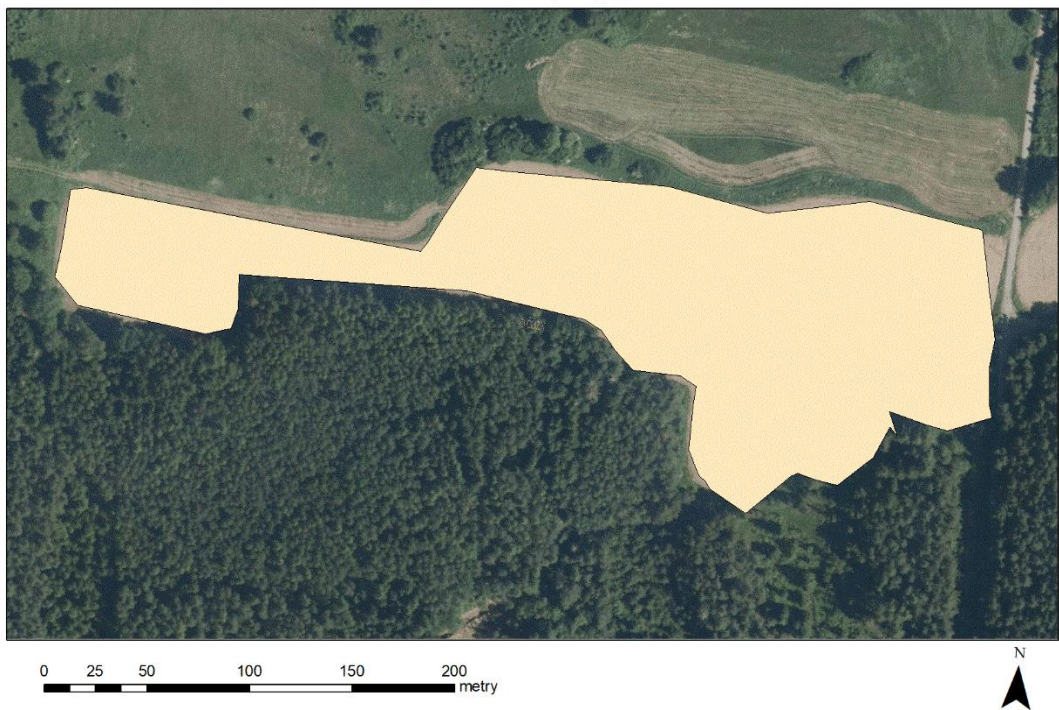
Polygony vznikaly v programu QGIS. Nejprve jsem vyexportoval rozřazená a zprůměrovaná data z excelových souborů do textového souboru. Dále jsem v programu QGIS zadal příkaz vytvořit vrstvu z textového souboru s odděleným textem. Načetl jsem námi vytvořený textový soubor. Zadal jsem název vrstvy, určil hodnoty souřadnic X a Y, a potvrdil. Objevilo se dialogové okno, s výběrem souřadnicového systému. Tím byl zvolen S-JTSK (Greenwich) / Krovak East North, EPSG 102067. Vznikl nám bodový shapefile, který je pro další práci potřeba uložit. Obrazové výstupy těchto shapefilů se nacházejí v přílohách č.9 až č.19 Po uložení shapefilu je nutné pro následující krok přidat pole s označením group do atributové tabulky. Tento krok je nezbytný pro příkaz Body na trasu. Poté, co jsem přidal pole, nastavil jsem stejnou hodnotu pro všechny body. Takto připravený shapefile se načetl do algoritmu Body na trasu. Tento příkaz spojil body a vytvořil linii. Exporty těchto linií jsou v přílohách č.20 až č.30. Pro výpočet plochy bylo nutné tuto linii převést na polygon. K tomu slouží příkaz Linie na polygony. Tímto získáme útvar, u kterého lze pomocí Kalkulačky polí určit výměru. V Kalkulačce polí jsem zvolil možnost Vytvořit nové pole, nazval ho Plocha. Typ pole byl nastaven Desetinné číslo(real), s délkou pole 10 a přesností 2 s ohledem na přesnost výměry v LPIS. Poté se zadal příkaz \$area, který vrátí hodnotu výměry polygonu v m². Takto získanou hodnotu jsem zkopíroval do sešitu Excel a porovnal s ostatními plochami získanými měřením. V další části jsou zobrazeny výsledné mapové výstupy polygonů.

Xiaomi Mi Max – polygon – sada 1



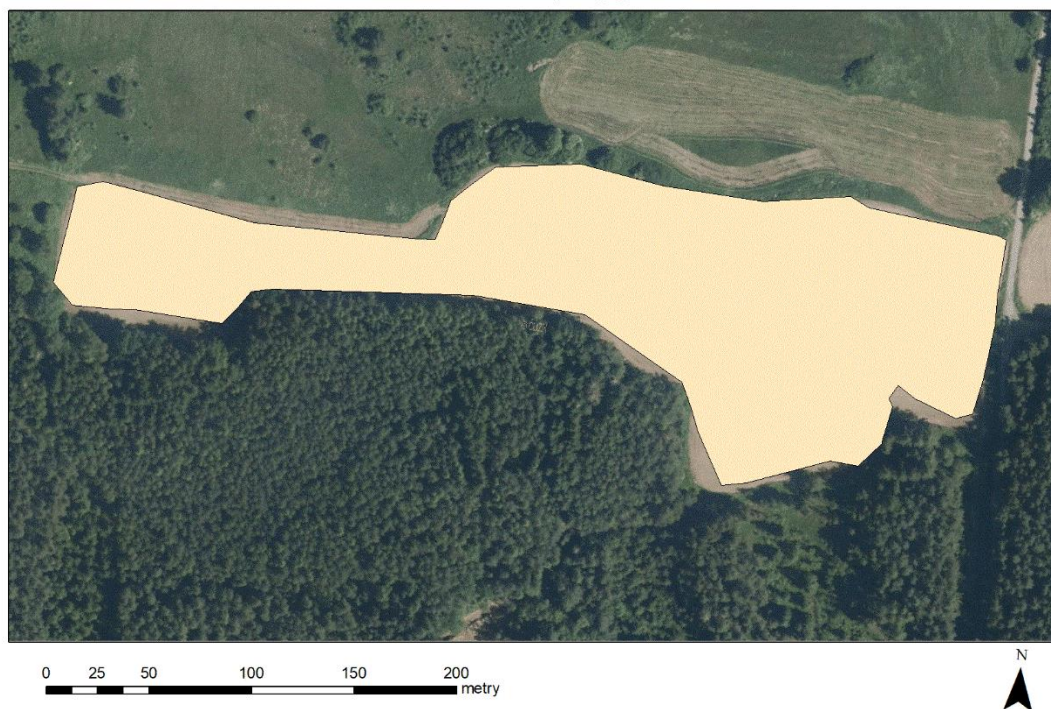
Obr. č.8 – Polygon Xiaomi Mi Max – sada 1

Xiaomi Mi Max – polygon – sada 2



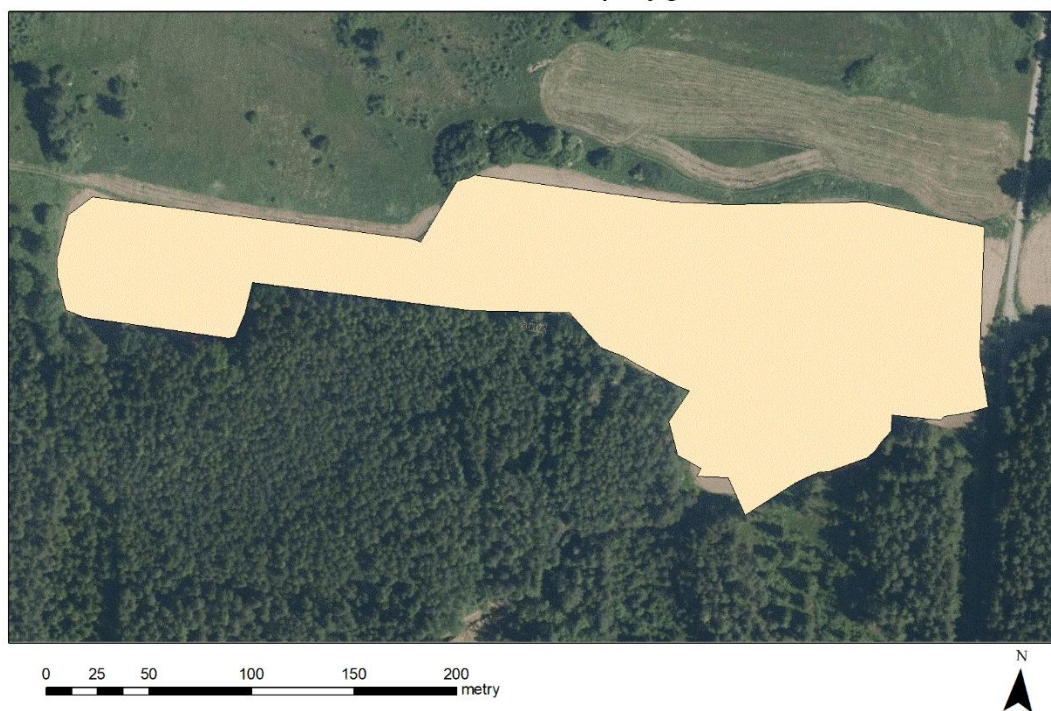
Obr. č.9 – Polygon Xiaomi Mi Max – sada 2

Xiaomi Mi Max – polygon – sada 3



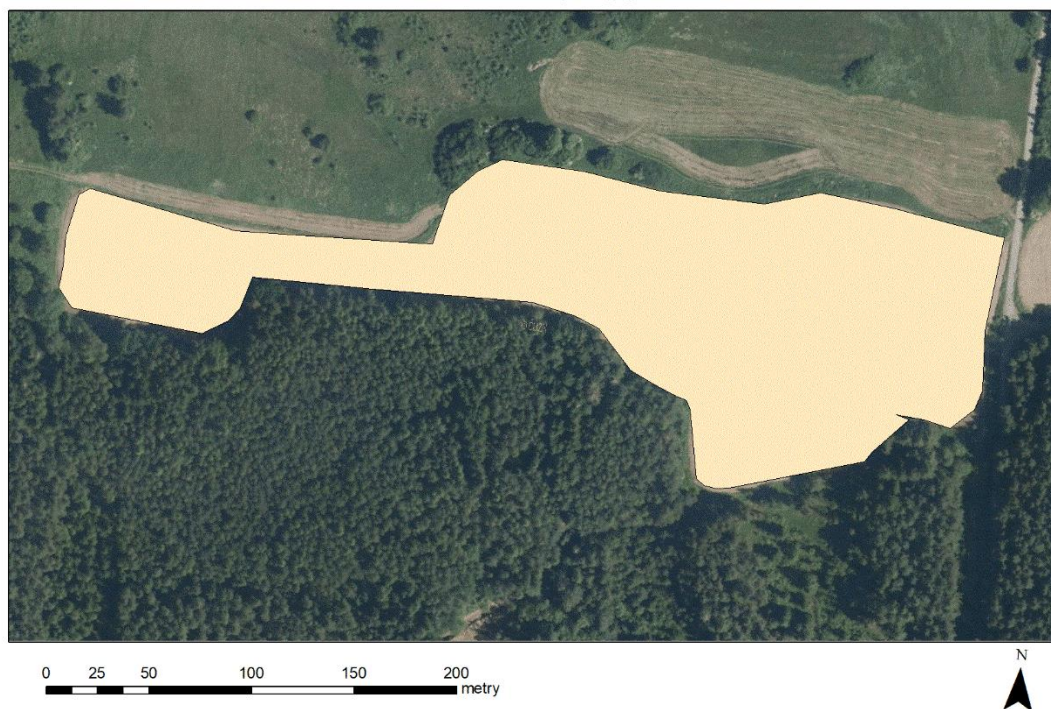
Obr. č.10 – Polygon Xiaomi Mi Max – sada 3

Xiaomi Redmi Note 3 – polygon – sada 2



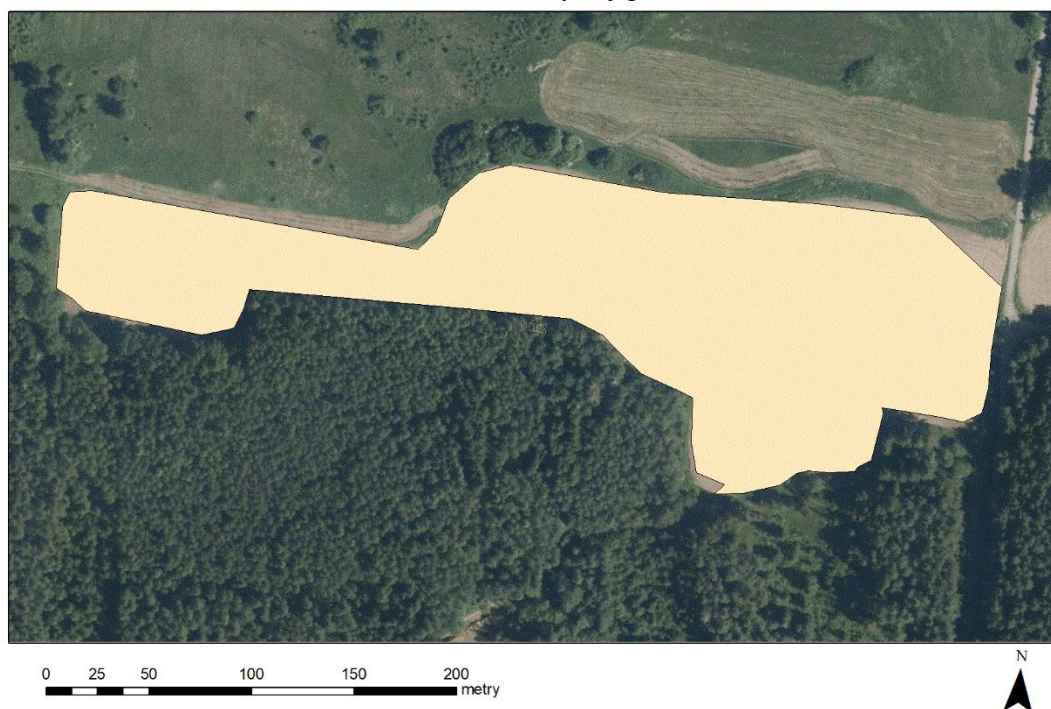
Obr. č.11 – Polygon Xiaomi Redmi Note 3 – sada 2

Garmin eTrex H – polygon – sada 1



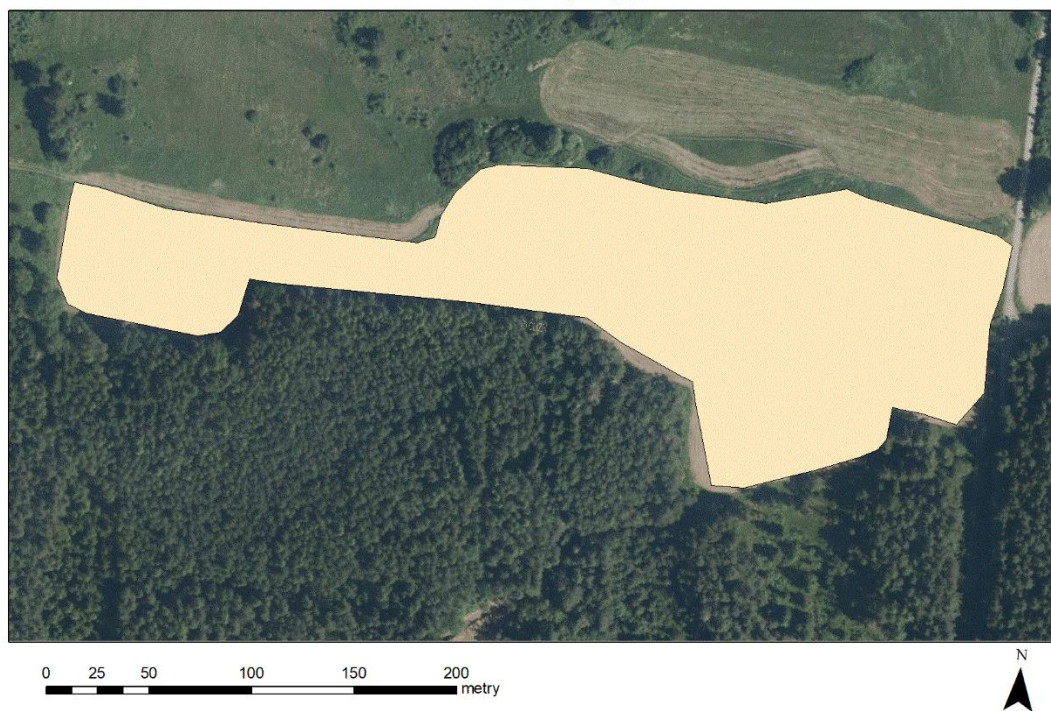
Obr. č.12 – Polygon Garmin eTrex H – sada 1

Garmin eTrex H – polygon – sada 2



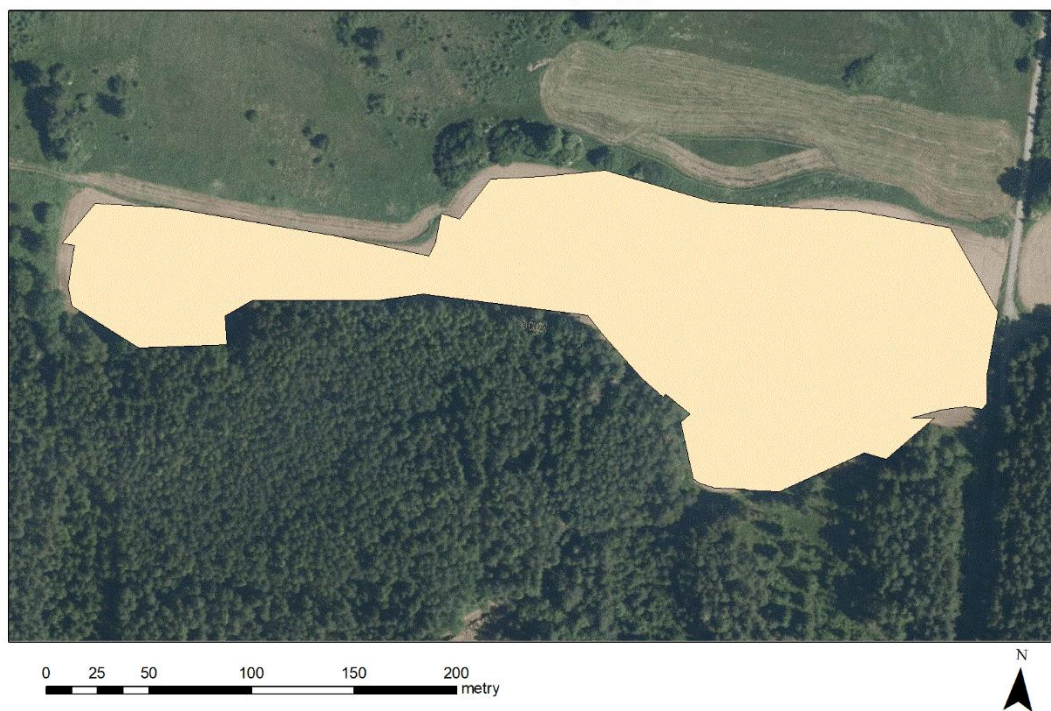
Obr. č.13 – Polygon Garmin eTrex H – sada 2

Garmin eTrex H – polygon – sada 3



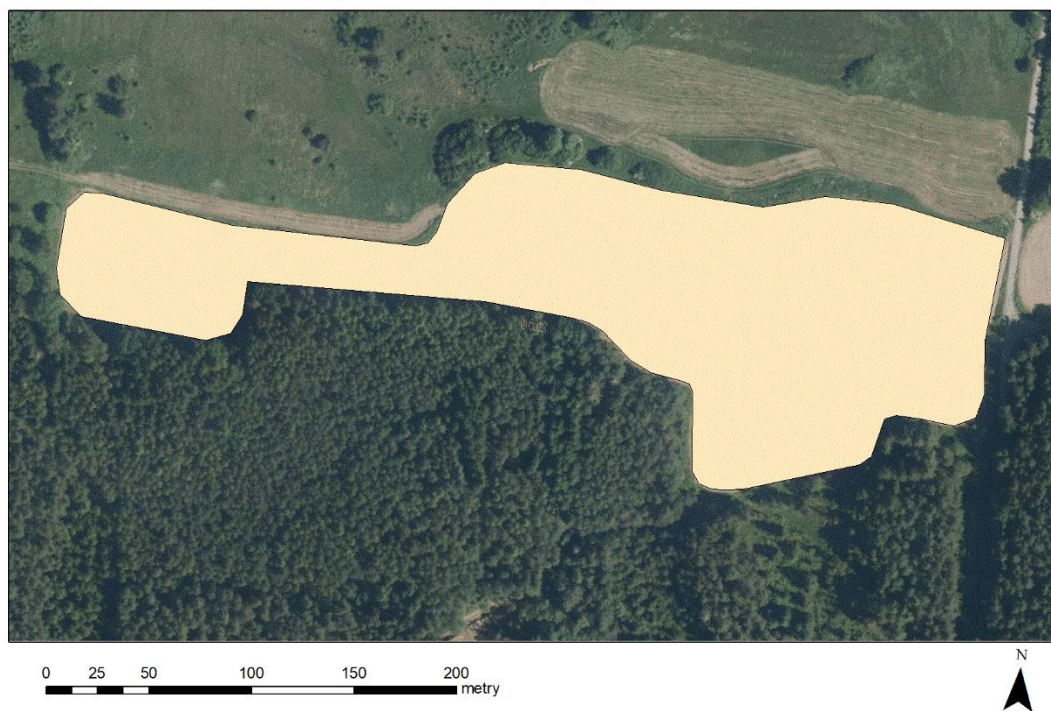
Obr. č.14 – Polygon Garmin eTrex H – sada 3

Garmin Vista CX – polygon – sada 1



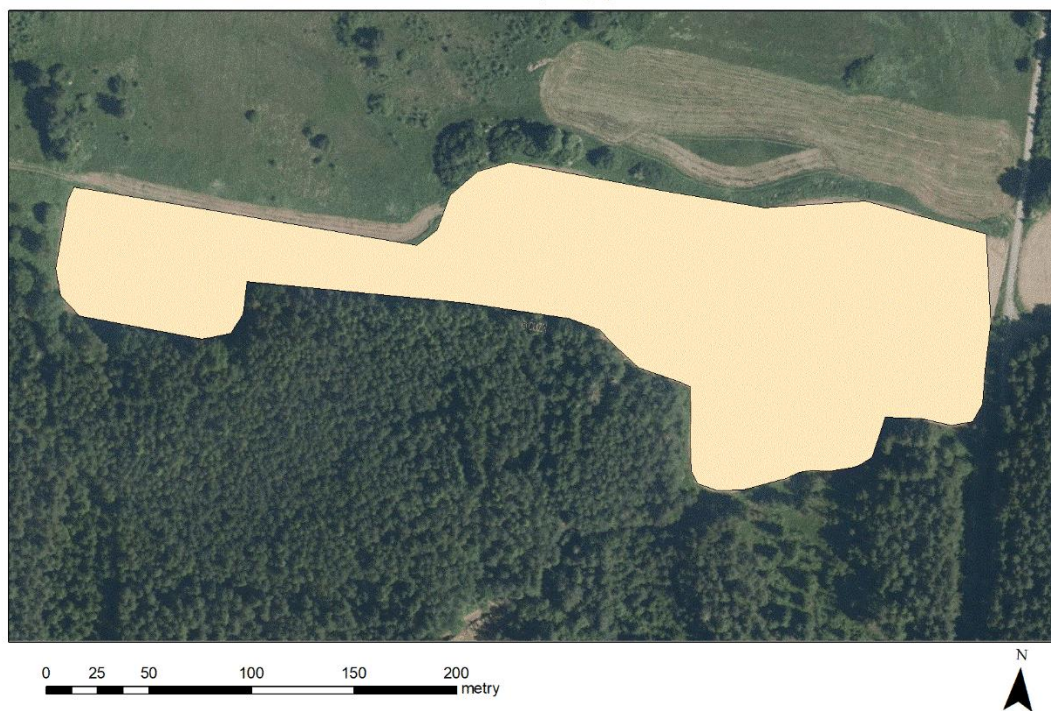
Obr. č.15 – Polygon Garmin Vista CX – sada 1

TRIMBLE R4 – polygon – sada 1



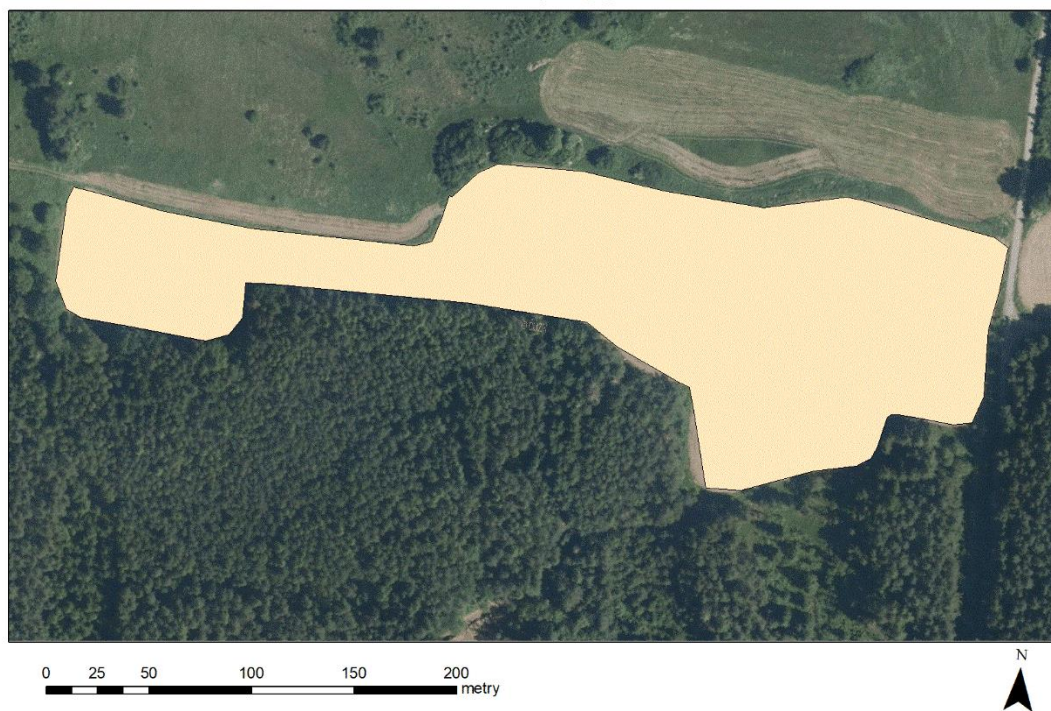
Obr. č.16 – Polygon TRIMBLE R4 – sada 1

TRIMBLE R4 – polygon – sada 2



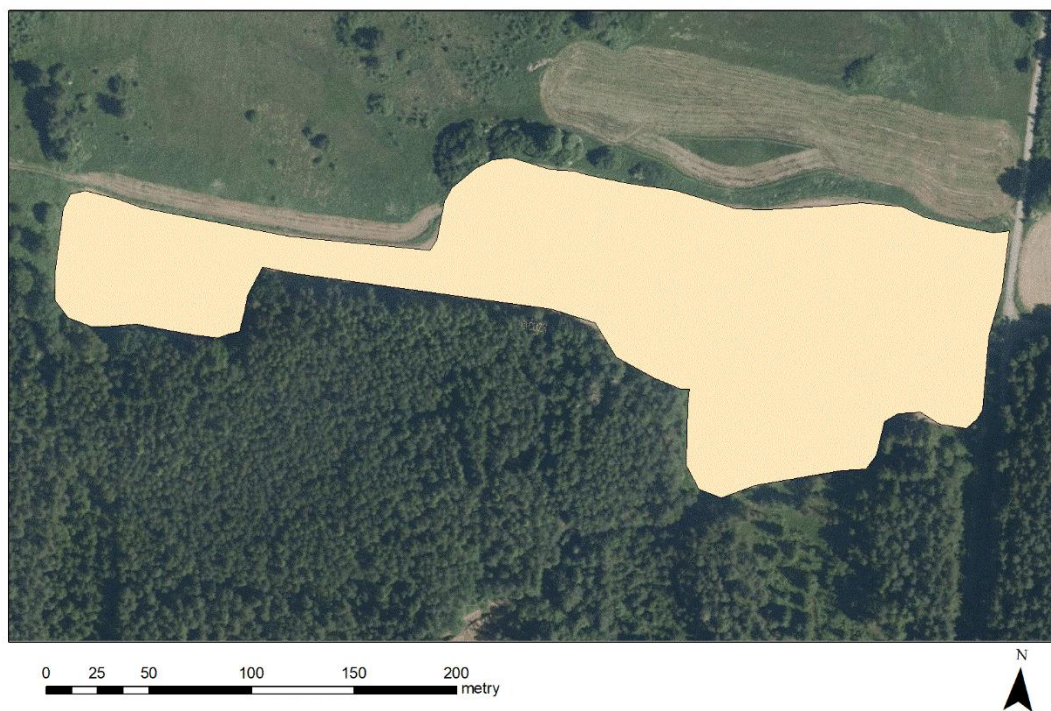
Obr. č.17 – Polygon TRIMBLE R4 – sada 2

TRIMBLE R4 – polygon – sada 3



Obr. č.18 – Polygon TRIMBLE R4 – sada 3

Půdní blok z LPIS

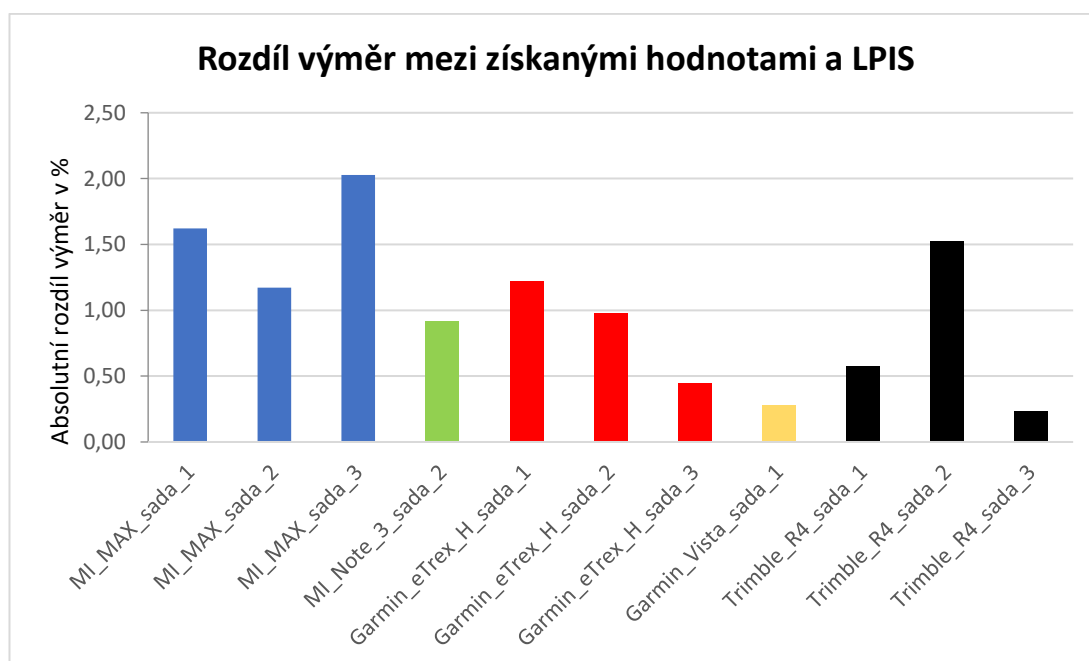


Obr. č.19 – Půdní blok z LPIS s

Výsledky porovnání výměr získaných takto vytvořenými polygonu jsou obsaženy v tab. č.12. Následně jsou graficky zobrazeny v grafu jako absolutní hodnoty rozdílů výměr.

Přístroj/sada	Plocha dle GIS v m ²	Plocha dle GIS v ha	Výměra LPIS	Rozdíl v ha	Rozdíl v m ²	Rozdíl v %
MI_MAX_sada_1	33448,99	3,34	3,40	0,06	551,01	1,62
MI_MAX_sada_2	33601,34	3,36	3,40	0,04	398,66	1,17
MI_MAX_sada_3	33310,20	3,33	3,40	0,07	689,80	2,03
MI_Note_3_sada_1	Pouze první měření					
MI_Note_3_sada_2	34310,78	3,43	3,40	-0,03	-310,78	-0,91
MI_Note_3_sada_3	Pouze částečné druhé měření					
Garmin_eTrex_H_sada_1	33585,02	3,36	3,40	0,04	414,98	1,22
Garmin_eTrex_H_sada_2	34330,55	3,43	3,40	-0,03	-330,55	-0,97
Garmin_eTrex_H_sada_3	34151,46	3,42	3,40	-0,02	-151,46	-0,45
Garmin_Vista_CX_sada_1	33904,53	3,39	3,40	0,01	95,47	0,28
Garmin_Vista_CX_sada_2	Data se neuložila					
Garmin_Vista_CX_sada_3	Pouze částečné druhé měření					
Trimble_R4_sada_1	34193,92	3,42	3,40	-0,02	-193,92	-0,57
Trimble_R4_sada_2	34518,80	3,45	3,40	-0,05	-518,80	-1,53
Trimble_R4_sada_3	34077,60	3,41	3,40	-0,01	-77,60	-0,23

Tabulka č.12 – Výměry polygonů získaných v QGIS



Graf č.1 Rozdíl výměr mezi získanými hodnotami a LPIS

Jak je vidět z tabulky a následně i z grafu, největší rozdíl výměr oproti evidované výměře v systému LPIS měl mobilní telefon Xiaomi Mi Max. Jeho nejmenší odchylka činila 1,17 % čili 398,66 m². Poněkud neprůkazně lze hodnotit výsledky telefonu Xiaomi Redmi Note 3 a turistické navigace Garmin Vista CX. S ohledem na technické komplikace doprovázející měření těchto přístrojů, bylo možné do závěrečného hodnocení zahrnout pouze 1 sadu u každého z nich. Vezmeme-li v potaz celkem nízké odchylky, hlavně u Garmin Vista CX, je poněkud nešťastné, že nebyla data zaznamenána. Ruční GPS Garmin eTrexH vykazuje poměrně stabilní výsledky u všech sad. Její největší odchylka činila 1,22 % a nejmenší 0,45 %. GNSS TRIMBLE R4 vykázal u druhého měření odchýlenou hodnotu 1,53 %. Lze předpokládat že tato hodnota byla způsobena absencí kolíků situovaných na výjezdu z půdního bloku. Jak již bylo popsáno v metodice měření, tyto kolíky byly vyvráceny při polních pracích.

V rámci systému vyplácení jednotných dotací SAPS existuje tzv. Princip „žluté karty“ dle čl. 19a Nařízení komise v přenesené pravomoci 640/2014. To znamená, pokud je rozdíl mezi plochou ohlášenou a plochou zjištěnou do 3 % (včetně) zjištěné plochy a zároveň do 2 ha (včetně) je platba poskytnuta na zjištěnou výměrou. V případě že rozdíl výměr je vyšší než 3 % (nebo větší než 2 ha) a zároveň menší než 10 % zjištěné plochy vznikne tzv. žlutá karta, tj. udělená správní sankce ve výši 1,5 násobku zjištěného rozdílu je snížena o 50 %, tzn. odečten je pouze 0,75 násobek zjištěného rozdílu. Zbýlý 0,75 násobek však může být v následujících třech letech odečten z platby SAPS, dojde-li v následujícím roce opět k předeclaraci vyšší než 3 %. Pokud je ovšem rozdíl vyšší než 10 % plochy zjištěné následuje snížení platby o 1,5 násobek zjištěného rozdílu. Pokud měl žadatel již v roce 2016 předeclaraci větší než 10 %, už nikdy nemá nárok v rámci dotčeného opatření na žlutou kartu. Žlutou kartu lze obdržet pouze jednou.

6 Závěr a diskuze

Jak je vidět z výsledné tabulky odchylek velikostí polygonů, v teoretické rovině je zde možnost využití turistických aparatur GNSS pro správu LPIS aplikací. S ohledem na skutečnost, že povolená odchylka mezi plochou ohlášenou a zjištěnou nikdy nepřesáhla 3%, čili nehrozí sankce od SZIF, lze uvažovat o možnosti využití těchto přístrojů. Ovšem vezmeme-li v potaz nejen výměry polygonů vzniklých měření, ale také jejich prostorovou orientaci, není využití tak jednoznačné. Je pravdou, že měření se nepřekročila hranici 3%, ovšem tvar polygonů v mnoha místech nereflektoval skutečný tvar půdního bloku. Dalším faktorem je časová náročnost celé operace. Pro odpovídající výsledek je nutné značné množství bodů na hranicích bloku, které je potřeba změřit minimálně dvakrát, aby byla možnost zprůměrování. Samozřejmě více měření na stejném bodě výrazně zvyšuje šanci eliminovat měření s odlehlými hodnotami. Dalším faktorem ovlivňujícím kvalitu měřených dat je rozmístění vegetace na hranicích půdního bloku. V případě, že v okolí bloku není lesní porost, případně jiné porosty, které by stínily a tím ovlivňovali měření přesnost získaných dat se samozřejmě zvyšuje. Dá se předpokládat, že by bylo možné dosáhnout vyšší přesnosti a spolehlivosti jednotlivých výsledků s využitím dat z některé ze sítí permanentních referenčních stanic jako například CZEPOS pro korekci signálu u vybraných telefonů, tak jako je využívána pro měření u GIS a geodetických GNSS aparatur jako je například TRIMBLE R4. Tady se dostáváme k otázce, zda je vůbec ekonomicky, technicky a prakticky výhodné postupovat tímto způsobem? S ohledem na fakt, že SZIF na portálu farmáře nabízí editaci půdních bloků přímo v rámci portálu, mohl by se postup zaměření bloků zdát zbytečný [20]

Dalším místem kde by byla možnost využití turistických GNSS se jeví vytyčení například polních hnojišť. [1] V rámci příručky je postup vytyčení popsán a body je možné vyexportovat ve formátu WGS-84, což eliminuje možné chyby v rámci převodu mezi souřadnicovými systémy. Zde narážíme na problém vysoké nehomogenosti v rámci přesnosti jednotlivých měření. Z tohoto důvodu byl v rámci diplomové práce dočasně stabilizovaný bod měřen vždy dvakrát, aby vznikla možnost zprůměrováním hodnot snížit chybu měření.

7 Přehled použité literatury a zdrojů

- [1] BLÁHOVÁ, Jana a VRZÁŇ, Josef. 2017. *Kreslení a výměna dat s GPS - uživatelská příručka pro farmáře*. Ministerstvo zemědělství, Dostupné na: http://egri.cz/public/web/file/338679/LPIS_prirucka_kresleni_iLPIS.pdf, Staženo 10. 1. 2018
- [2] BLÁHOVÁ, Jana, VEJVODOVÁ, Anna, ŠTÁBLOVÁ, Blanka, DERMEKOVÁ, Stanislava a OTRADOVCOVÁ, Šárka. 2017. *LPIS – modul iLPIS - uživatelská příručka*. Ministerstvo zemědělství. Dostupné na: http://eagri.cz/public/web/file/2127/LPIS_modul_iLPIS_prirucka_20140831.pdf, Staženo 10.1. 2018
- [3] ČÁBELKA, Miroslav. *Úvod do GPS*. Praha: Akademie kosmických technologií oblast Galileo, GMES, 2008. 74 s. Dostupné na: <https://www.natur.cuni.cz/geografie/geoinformatika-kartografie/ke-stazeni/vyuka/gps/skriptum-uvod-do-gps>, Staženo 7.10.2017
- [4] Český kosmický portál (©2014): Americký družicový navigační systém NAVSTAR GPS. Dostupné na: www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnssystemy/gnss-mimo-evropu/americky-navstar-gps/
- [5] 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/>
- [6] Český kosmický portál (©2014): EGNOS - Evropská „podpurná“ geostacionární navigační služba. Dostupné na: <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/egnos/>
- [7] Český kosmický portál (©2014): Galileo – Evropský globální navigační družicový systém. Dostupné na: www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnssystemy/galileo/
- [8] Český kosmický portál (©2014): Ruský globální družicový navigační systém GLONASS. Dostupné na: <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/gnss-mimo-evropu/rusky-glonass/>
- [9] ETRS-89. Přesná transformace souřadnic ze systému WGS-84 do systému S-JTSK [online]. Dostupné na: http://transformace.webst.fd.cvut.cz/Iframe/ETRS_iframe.htm
- [10] European Space Agency. Sekce EGNOS. Dostupné na: <http://www.egnos-pro.esa.int/index.html>
- [11] European Global Navigation Systems Agency. Základní informace o systému EGNOS. Dostupné na: <https://www.gsa.europa.eu/egnos/what-egnos>

- [12] European Global Navigation Systems Agency. Základní informace o GSA. Dostupné na: <https://www.gsa.europa.eu/gsa/about-gsa>
- [13] European Global Navigation Systems Agency. Rozdělení systému Galileo. Dostupné na: <https://www.gsc-europa.eu/galileo-gsc-overview/system/>
- [14] China Space Agency. Dostupné na: <http://www.beidou.gov.cn/>
- [15] Indická vesmírná agentura: Indický státní navigační systém. Dostupné na: <http://www.isro.gov.in/irnss-programme>
- [16] Inside GNSS - Engineering Solutions from the Global Navigation Satellite System Community. Dostupné na: <http://www.insidegnss.com>
- [17] LÁSKA, Zdeněk, TEŠNAR, Martin, SLABÝ, Jaroslav a SOUKUP, Jan, 2010. *Globální navigační systémy a jejich využití v praxi* (učební texty k semináři). Dostupné na: http://geoinformatika-1.vsb.cz/vojtek/content/gnps/files/_source/brozura_08_1009.pdf, Staženo 7. 11. 2017
- [18] MARŠÍKOVÁ, Magdalena a Zbyněk MARŠÍK. *Dějiny zeměměřictví a pozemkových úprav v Čechách a na Moravě v kontextu světového vývoje*. Praha: Libri, 2007, 182 s. ISBN 978-80-7277-318-3
- [19] MILNER, Carl, Christophe MACABIAU a Paul THEVENON, 2016. *Bayesian Inference of GNSS Failures*. Journal of Navigation. **69**(02), 277-294. DOI: 10.1017/S0373463315000697. ISSN 0373-4633. Dostupné na: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0373463315000697, Staženo 1. 2. 2017
- [20] Ministerstvo zemědělství, Stručný návod k elektronickému ohlášení změn v aplikaci iLPIS. Dostupné na: http://eagri.cz/public/web/file/368997/LPIS_el_ohlaseni_zmen_iLPIS.pdf, Staženo 3. 2. 2018
- [21] QUAN, Yiming, Lawrence LAU, Gethin W. ROBERTS a Xiaolin MENG, 2016. *Measurement Signal Quality Assessment on All Available and New Signals of Multi-GNSS (GPS, GLONASS, Galileo, BDS, and QZSS) with Real Data*. Journal of Navigation. **69**(02), 313-334. DOI: 10.1017/S0373463315000624. ISSN 0373-4633. Dostupné na: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0373463315000624, Staženo 5. 2. 2018
- [22] RAPANT, Petr. *Družicové polohové systémy*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2002, 202 s., ISBN 80-248-0124-8, Dostupné na: https://www.researchgate.net/profile/Petr_Rapant/publication/310378256_Druzicove_polohove_systemy/links/582c467508ae138f1bf70cd3/Druzicove-polohove-systemy.pdf, Staženo 15. 10. 2017

- [23] REN, Xiaodong, Xiaohong ZHANG, Weiliang XIE, Keke ZHANG, Yongqiang YUAN a Xingxing LI. *Global Ionospheric Modelling using Multi-GNSS: BeiDou, Galileo, GLONASS and GPS*. Scientific Reports [online]. 2016, **6**(1), DOI: 10.1038/srep33499. ISSN 2045-2322. Dostupné na: <http://www.nature.com/articles/srep33499>, Staženo 20. 11.2017
- [24] Russian Space Agency. Dostupné na: <https://www.glonass-iac.ru/en/>
- [25] ŠEBESTA, Jiří. *Globální navigační systémy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav radioelektroniky, 2012. ISBN 978-80-214-4500-0, Dostupné na: http://www.urel.feec.vutbr.cz/~sebestaj/RAR/literatura/Globalni_navigacni_systemy.pdf, Staženo 3. 12. 2017
- [26] ŠVÁBENSKÝ, Otakar, Josef WEIGEL a Jan FIXEL. *Základy GPS a jeho praktické aplikace*. Brno: CERM, 1995,123 s. Učební texty vysokých škol (VUT v Brně). ISBN 9788021406209
- [27] Ústav geoinformačních technologií. *Souřadnicové systémy, Souřadnice na referenčních plochách* [přednáška]. Brno: Lesnická a dřevařská fakulta MU. Dostupné na: http://uhulag.mendelu.cz/files/pagesdata/cz/geodezie/geodezie1/souradnicove_systemy.pdf, Staženo 6. 12. 2017
- [28] VONDRÁK, Jan, 2013. *Historie navigace – od kvadrantu k GNSS*. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie. **1**(58), 11-20. ISSN 0032-2423., Dostupné na: https://dml.cz/bitstream/handle/10338.dmlcz/143254/PokrokyMFA_58-2013-1_2.pdf, Staženo 16. 1. 2017
- [29] VILÍMKOVÁ, Miluše, 2006. *Testování sítě CZEPOS*. Praha. Diplomová práce. ČVUT. Dostupné na: <http://czeapos.cuzk.cz/diplomka.pdf>, Staženo 10. 12. 2017
- [30] Vyhláška 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
- [31] Zákon o zemědělství, 2009. In: 383/2009. Břeclav: Moraviapress, ročník 2009, částka 124, 252/1997, Dostupné na: www.mvcr.cz/soubor/sb124-09-pdf.aspx, Staženo 15. 1. 2017

8 Seznam zkratek

CSV – Comma-separated values

ČÚZK – Český úřad zeměměřický a katastrální

CZEPOS – Síť permanentních stanic GNSS České Republiky

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

EGNOSS – Evropská „podpůrná“ geostacionární navigační služba

EPSG – Databáze geografických systémů

ETRS – Evropský terestrický referenční systém

GIS – Geografický informační software

GLONASS – Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistema

GNSS – Globální navigační satelitní systém

GPS – Globální poziční systém

GPX – GPS eXchange Format

LPIS – Veřejný registr půdy

PDOP – Position Dilution of Precision - bez jednotkové číslo, vyjadřuje vztah mezi chybami v poloze uživatele a chybami v poloze družic

P-kód – přesný navigační kód modulovaný na nosné vlny L1 a L2 systému

NAVSTAR – Navigation Signal Timing and Ranging Global Positioning System

ppm – Parts per million, miliontina celku

RMS – Root Mean Square, efektivní hodnota elektrických veličin

S-JTSK – Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální

SZIF – Státní zemědělský intervenční fond

WGS 84 – World Geodetic System 1984, Světový geodetický systém 1984

9 Přílohy

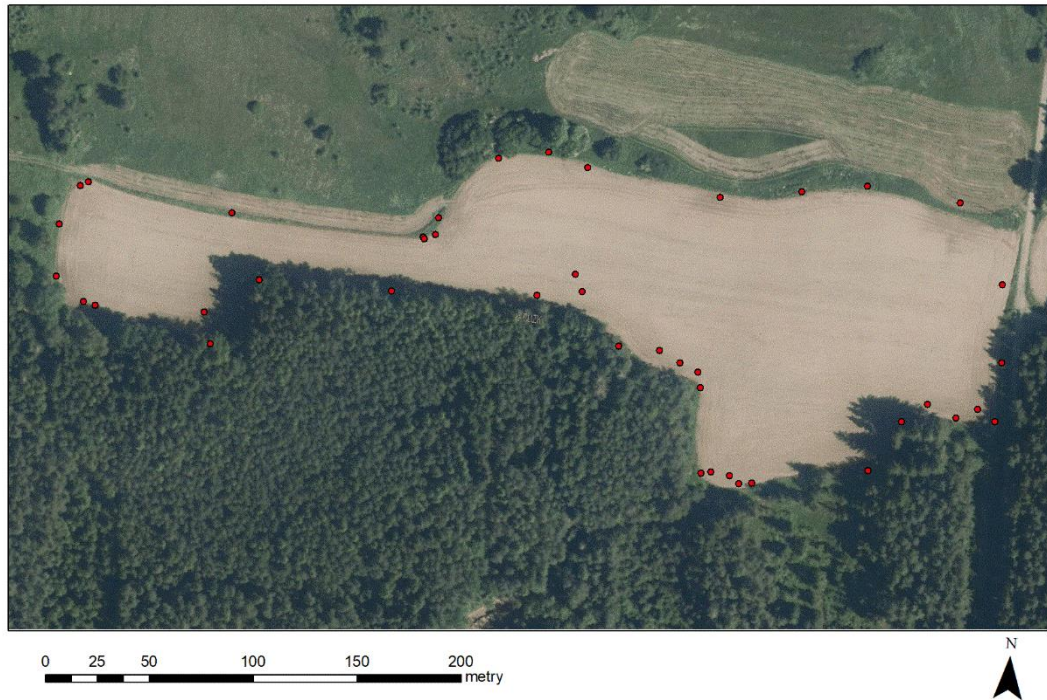
- Příloha č.1 – Xiaomi Mi Max – převedeno na S-JTSK sada 1
- Příloha č.2 – Xiaomi Mi Max – bodový shapefile – sada 1
- Příloha č.3 – Xiaomi Mi Max – bodový shapefile – sada 2
- Příloha č.4 – Xiaomi Mi Max – bodový shapefile – sada 3
- Příloha č.5 – Xiaomi Redmi Note 3 – bodový shapefile – sada 2
- Příloha č.6 – Garmin eTrex H – bodový shapefile – sada 1
- Příloha č.7 – Garmin eTrex H – bodový shapefile – sada 2
- Příloha č.8 – Garmin eTrex H – bodový shapefile – sada 3
- Příloha č.9 – Garmin Vista CX – bodový shapefile – sada 1
- Příloha č.10 – TRIMBLE R4 – bodový shapefile – sada 1
- Příloha č.11 – TRIMBLE R4 – bodový shapefile – sada 2
- Příloha č.12 – TRIMBLE R4 – bodový shapefile – sada 3
- Příloha č.13 – Xiaomi Mi Max – liniový shapefile – sada 1
- Příloha č.14 – Xiaomi Mi Max – liniový shapefile – sada 2
- Příloha č.15 – Xiaomi Mi Max – liniový shapefile – sada 3
- Příloha č.16 – Xiaomi Redmi Note 3 – liniový shapefile – sada 2
- Příloha č.17 – Garmin eTrex H – liniový shapefile – sada 1
- Příloha č.18 – Garmin eTrex H – liniový shapefile – sada 2
- Příloha č.19 – Garmin eTrex H – liniový shapefile – sada 3
- Příloha č.20 – Garmin Vista CX – liniový shapefile – sada 1
- Příloha č.21 – TRIMBLE R4 – liniový shapefile – sada 1
- Příloha č.22 – TRIMBLE R4 – liniový shapefile – sada 2
- Příloha č.23 – TRIMBLE R4 – liniový shapefile – sada 3

Příloha č.1

Měření 1				Měření 2			
1	811930.015	1110479.401	499.053	1	811932.47	1110489.493	482.247
2	811952.426	1110496.869	501.09	2	811933.374	1110490.145	484.247
4	811949.117	1110504.22	502.768	3	811945.497	1110511.955	485.246
5	811954.257	1110504.243	502.365	4	812000.149	1110512.821	484.245
6	811955.171	1110505.456	502.488	5	812010.64	1110515.758	485.245
7	811963.069	1110504.281	501.856	6	812012.578	1110515.47	492.245
8	812006.527	1110515.246	502.064	7	812032.216	1110509.85	485.245
9	812008.387	1110512.945	501.555	8	812023.546	1110504.843	495.245
10	812015.27	1110504.95	499.931	9	812030.248	1110468.99	486.245
11	812023.104	1110508.283	500.319	10	812025.954	1110462.32	486.245
12	812022.273	1110512.566	501.197	11	812029.138	1110457.574	485.245
13	812025.78	1110467.069	493.068	12	812038.966	1110445.206	486.244
14	812032.679	1110459.184	491.658	13	812054.088	1110442.282	497.244
15	812046.662	1110454.518	490.801	14	812071.961	1110429.729	493.244
16	812056.273	1110455	490.9	15	812079.995	1110428.983	483.244
17	812080.374	1110454.226	490.619	16	812088.579	1110429.955	486.243
18	812104.191	1110397.274	484.025	17	812127.141	1110415.898	487.243
19	812089.888	1110414.581	485.813	18	812238.273	1110420.055	483.24
20	812124.825	1110417.592	486.831	19	812256.034	1110451.145	485.24
21	812226.097	1110427.488	488.885	20	812255.298	1110439.785	486.24
22	812242.245	1110412.718	487.392	21	812272.509	1110438.574	482.24
23	812271.679	1110442.858	491.095	22	812323.561	1110439.411	484.239
24	812278.328	1110423.428	488.854	23	812327.193	1110437.184	484.239
25	812314.893	1110417.65	489.036	24	812332.332	1110428.324	483.238
26	812322.791	1110416.475	489.075	25	812338.341	1110402.13	479.238
27	812343.882	1110400.406	488.497	26	812323.944	1110376.387	479.238
28	812334.522	1110376.95	484.283	27	812318.388	1110371.592	484.239
29	812328.463	1110365.82	482.516	28	812250.464	1110394.966	483.24
30	812326.44	1110367.021	482.43	29	812160.812	1110395.598	487.242
31	812256.163	1110373.092	483.177	30	812159.684	1110396.89	483.242
32	812161.938	1110395.768	484.614	31	812157.517	1110398.112	485.242
33	812162.004	1110396.208	484.748	32	812155.253	1110383.382	485.242
34	812153.174	1110391.112	484.059	34	812117.877	1110355.097	484.243
35	812152.978	1110389.792	483.977	35	812083.112	1110357.683	484.243
36	812132.47	1110360.46	481.745	36	812080.502	1110359.87	484.243
37	812118.727	1110351.935	481.196	37	811995.744	1110380.573	486.245
38	812083.96	1110364.865	482.077	38	811965.234	1110372.293	486.246
39	812041.13	1110372.922	482.564	39	811930.159	1110375.261	492.246
40	811993.125	1110375.79	483.332	40	811872.441	1110387.331	476.248
41	811965.415	1110367.094	483.435	41	811889.788	1110443.781	484.247
42	811933.76	1110371.352	484.403	42	811883.354	1110474.535	483.248
43	811875.45	1110393.742	488.618	44	811889.977	1110505.257	472.248
44	811882.727	1110437.748	494.38	45	811905.224	1110494.782	473.247
45	811882.949	1110463.913	499.751	46	811907.365	1110492.889	483.247
46	811884.189	1110462.38	499.377	47	811931.647	1110478.034	485.247
47	811902.566	1110472.465	499.91				
48	811905.732	1110474.018	500.01				
49	811912.065	1110477.124	500.201				
50	811930.179	1110480.501	499.258				

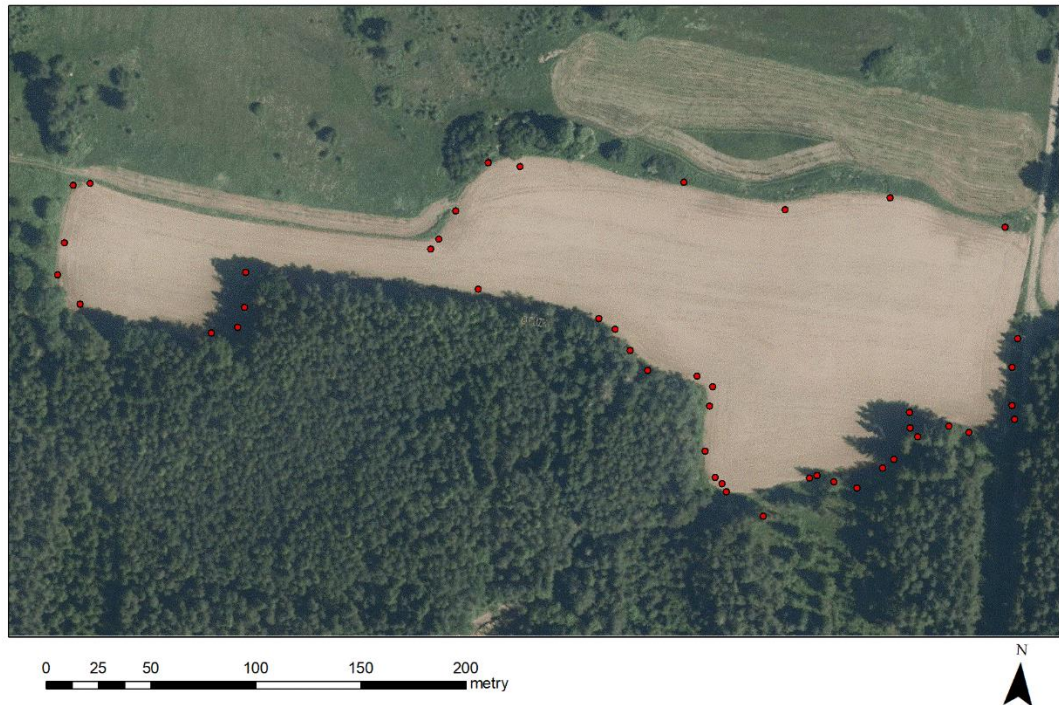
Příloha č.2

Xiaomi Mi Max – bodový shapefile – sada 1



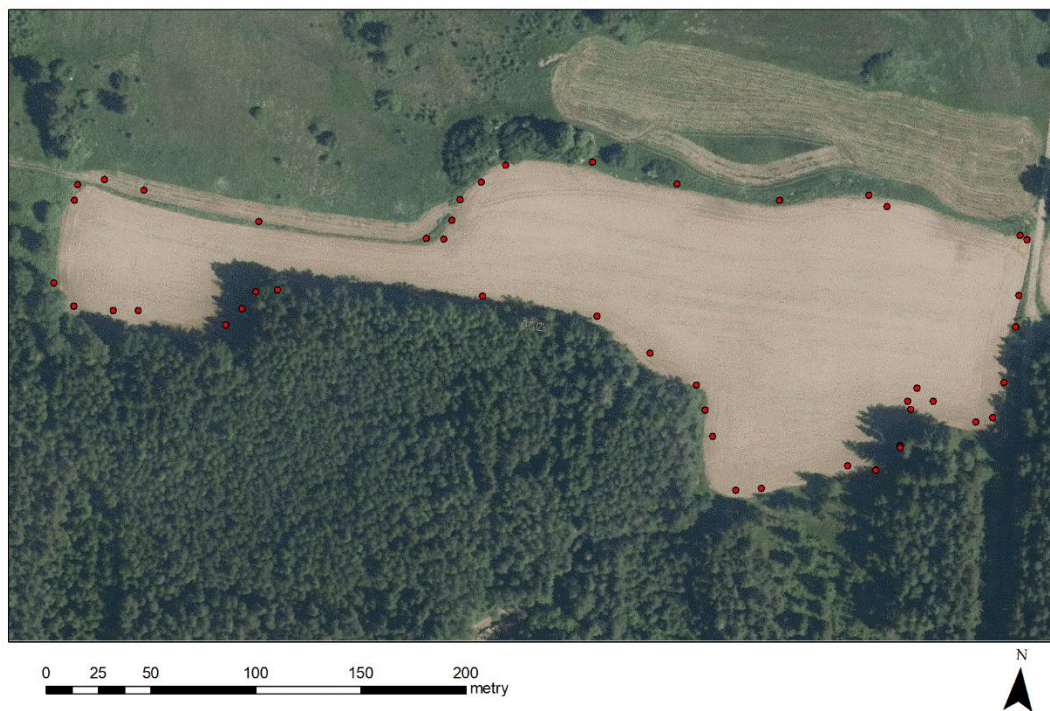
Příloha č.3

Xiaomi Mi Max – bodový shapefile – sada 2



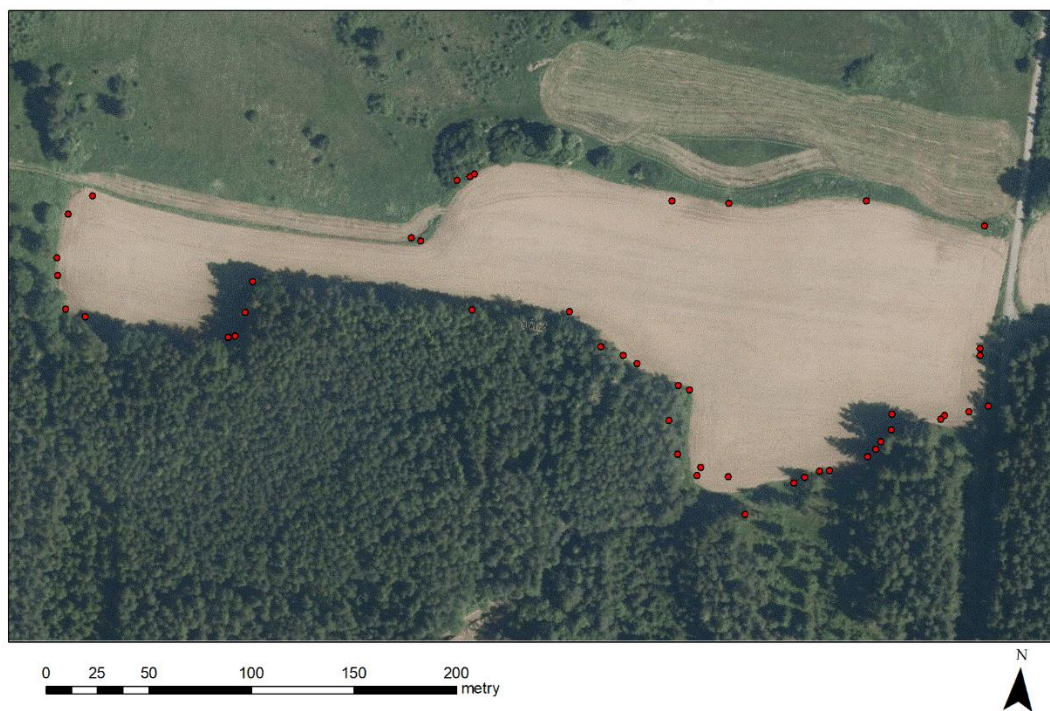
Příloha č.4

Xiaomi Mi Max – bodový shapefile – sada 3



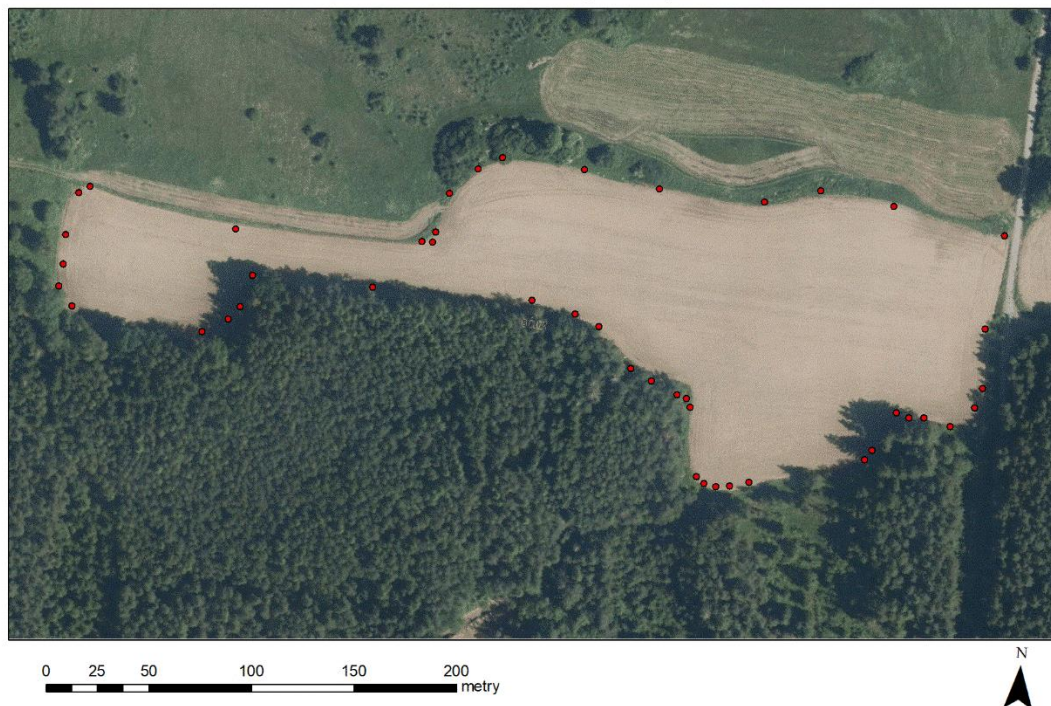
Příloha č.5

Xiaomi Redmi Note 3 – bodový shapefile – sada 2



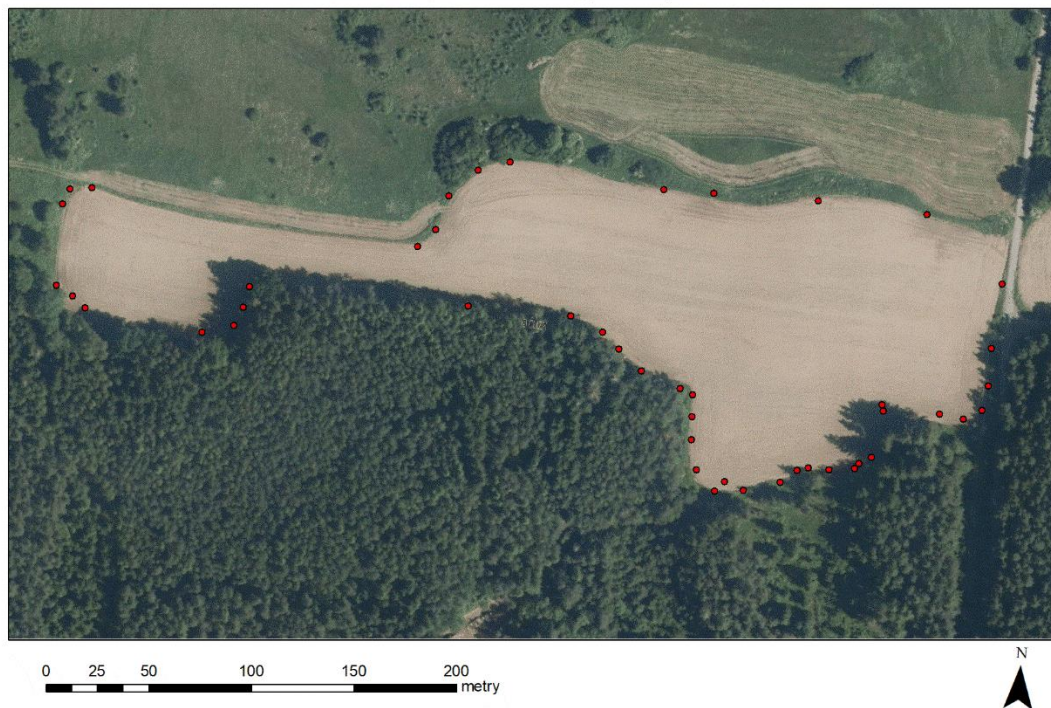
Příloha č.6

Garmin eTrex H – bodový shapefile – sada 1



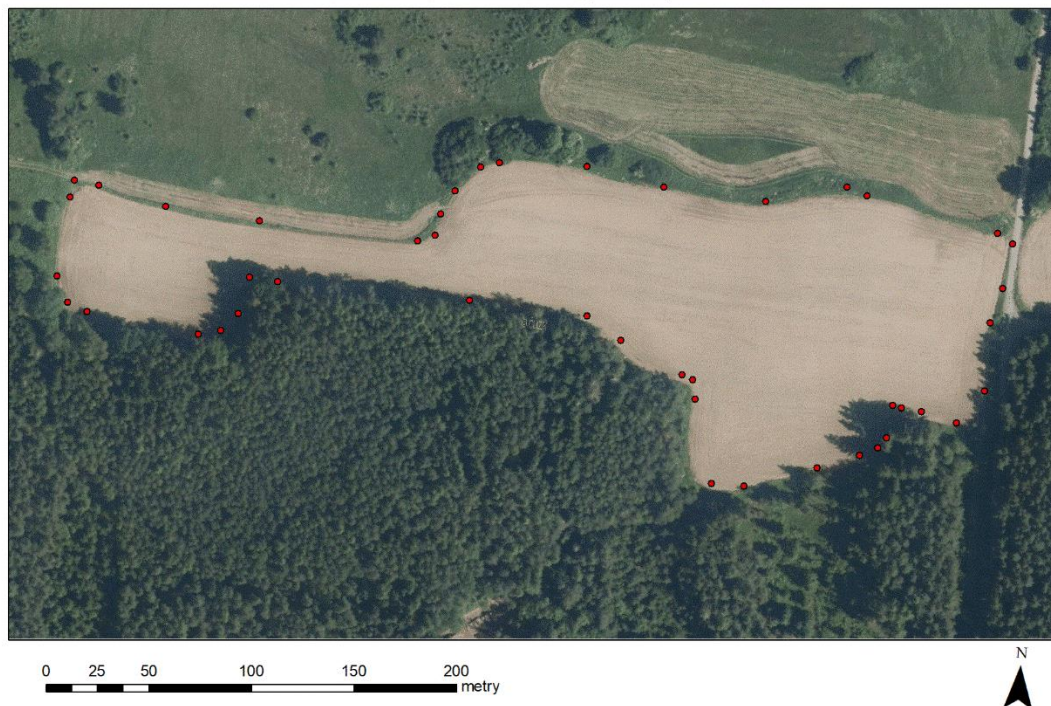
Příloha č.7

Garmin eTrex H – bodový shapefile – sada 2



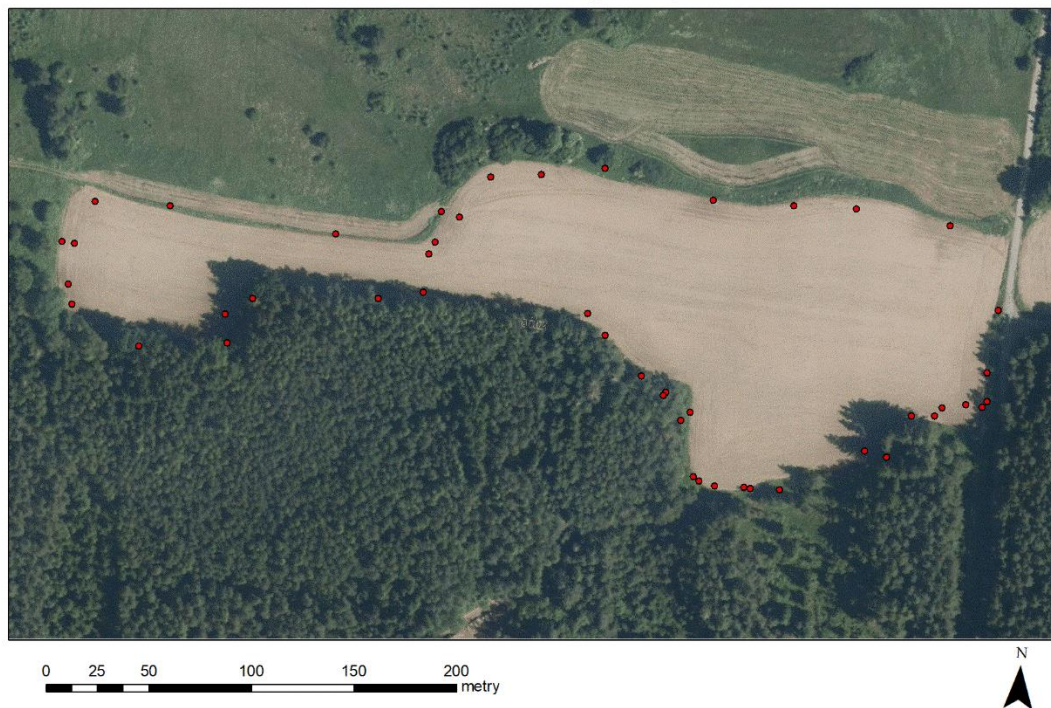
Příloha č.8

Garmin eTrex H – bodový shapefile – sada 3



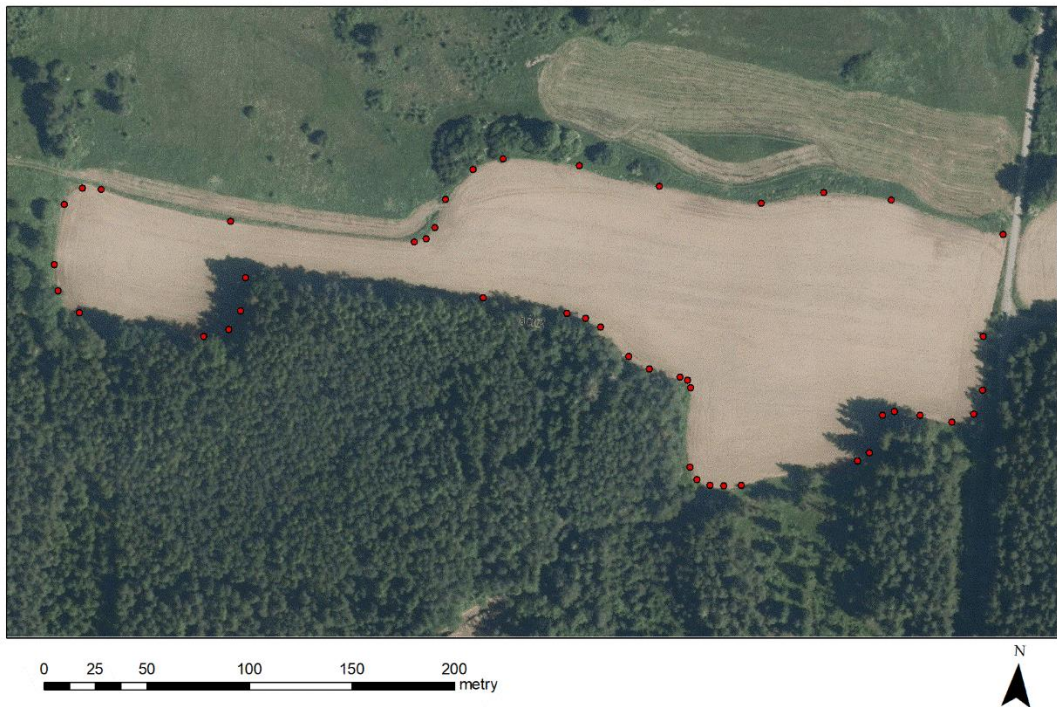
Příloha č.9

Garmin Vista CX – bodový shapefile – sada 1



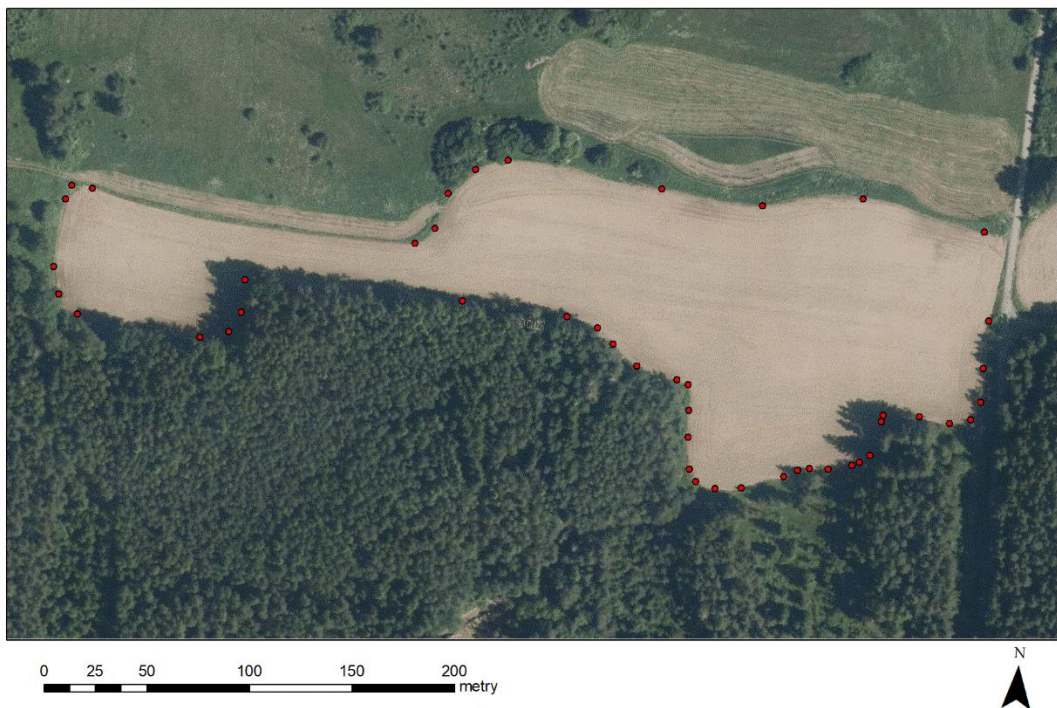
Příloha č.10

TRIMBLE R4 – bodový shapefile – sada 1



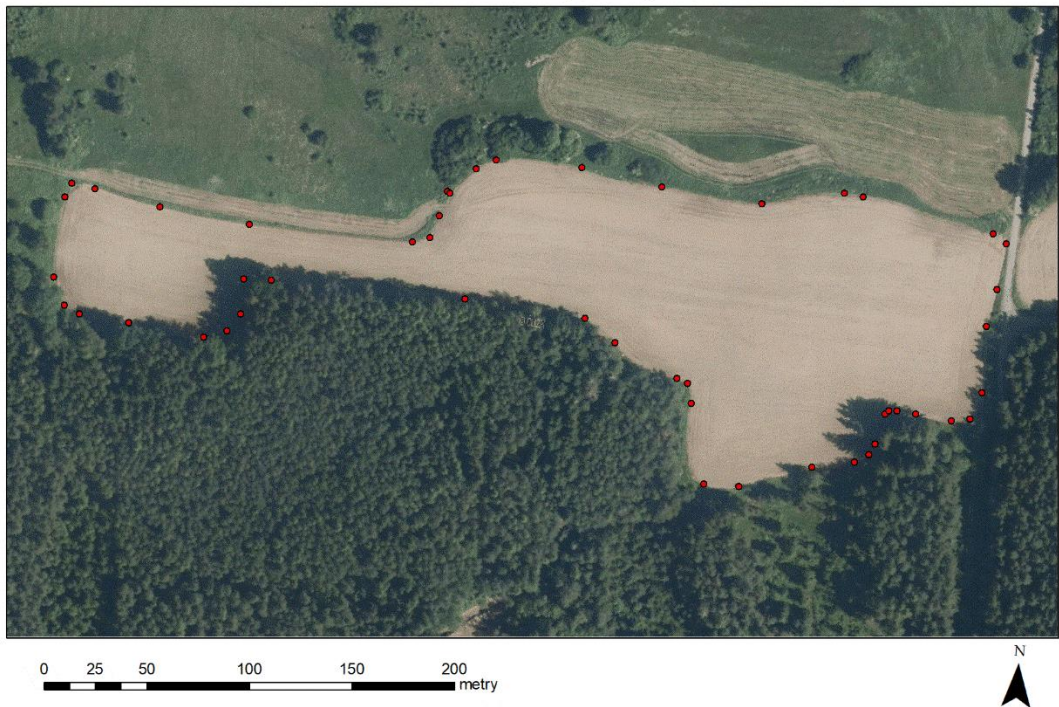
Příloha č.11

TRIMBLE R4 – bodový shapefile – sada 2



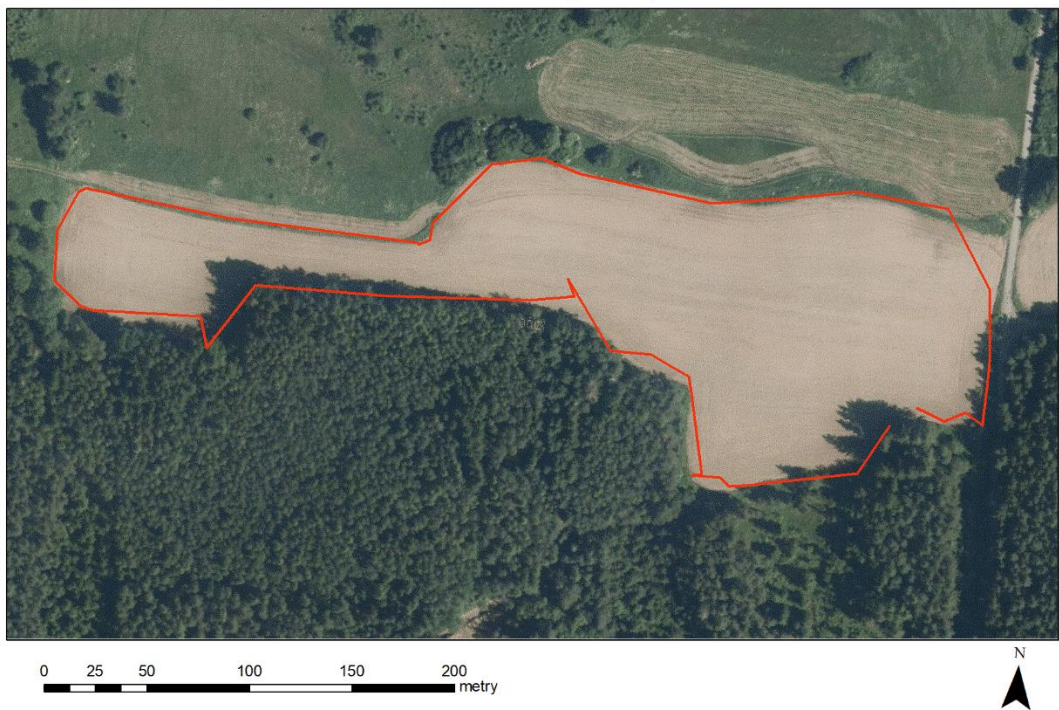
Příloha č.12

TRIMBLE R4 – bodový shapefile – sada 3



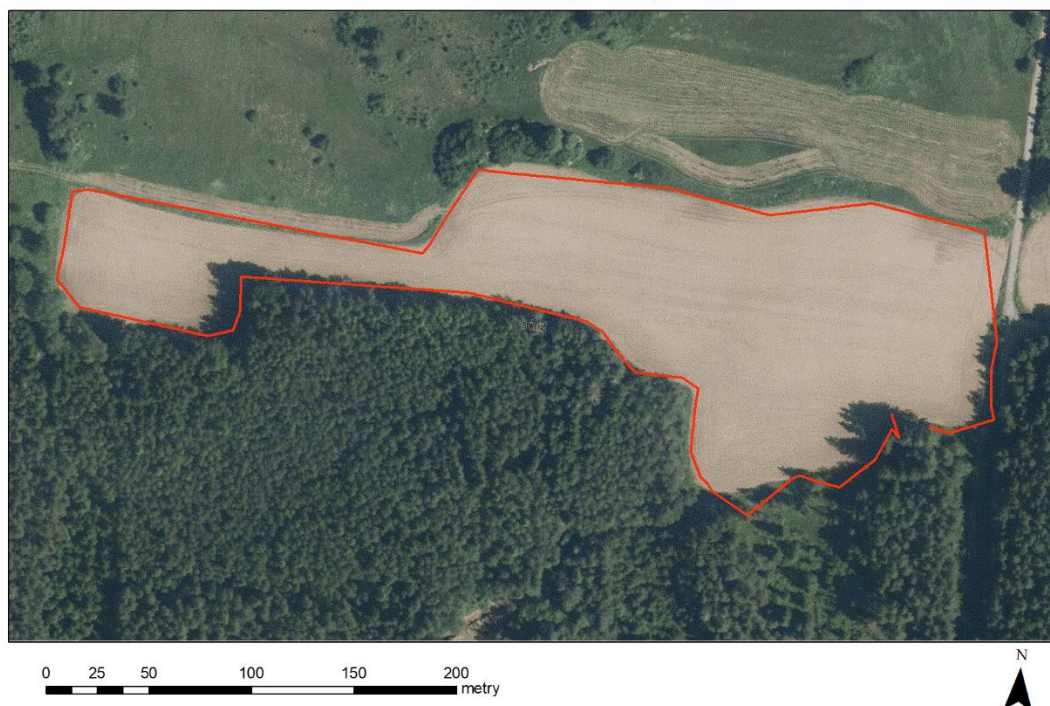
Příloha č.13

Xiaomi Mi Max – liniový shapefile – sada 1



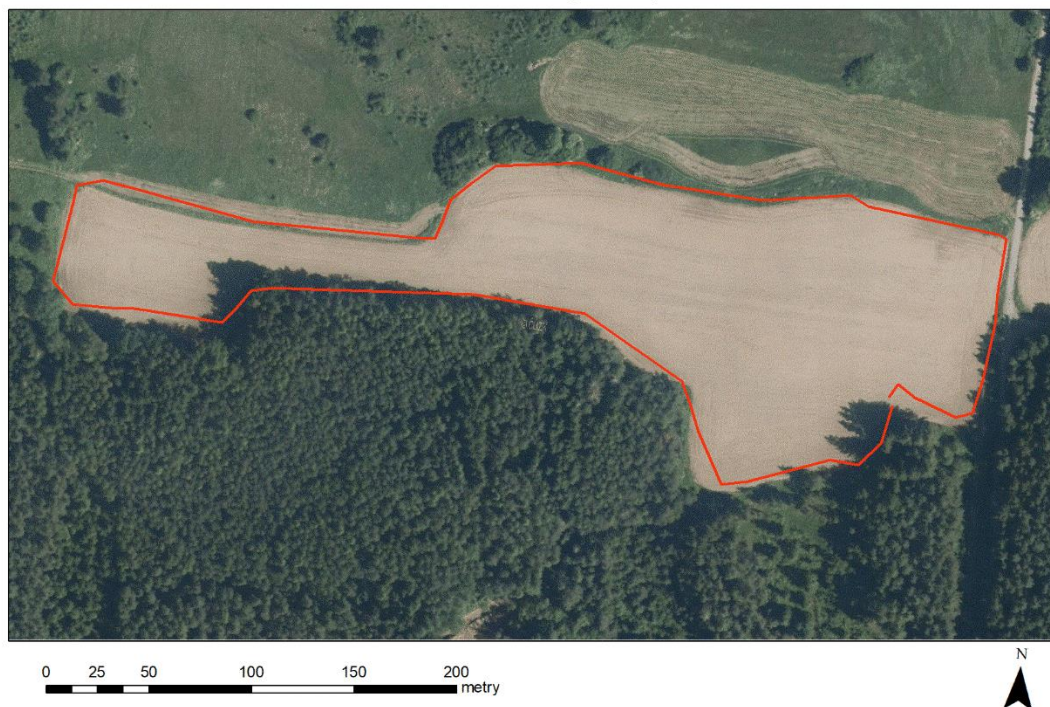
Příloha č.14

Xiaomi Mi Max – liniový shapefile – sada 2



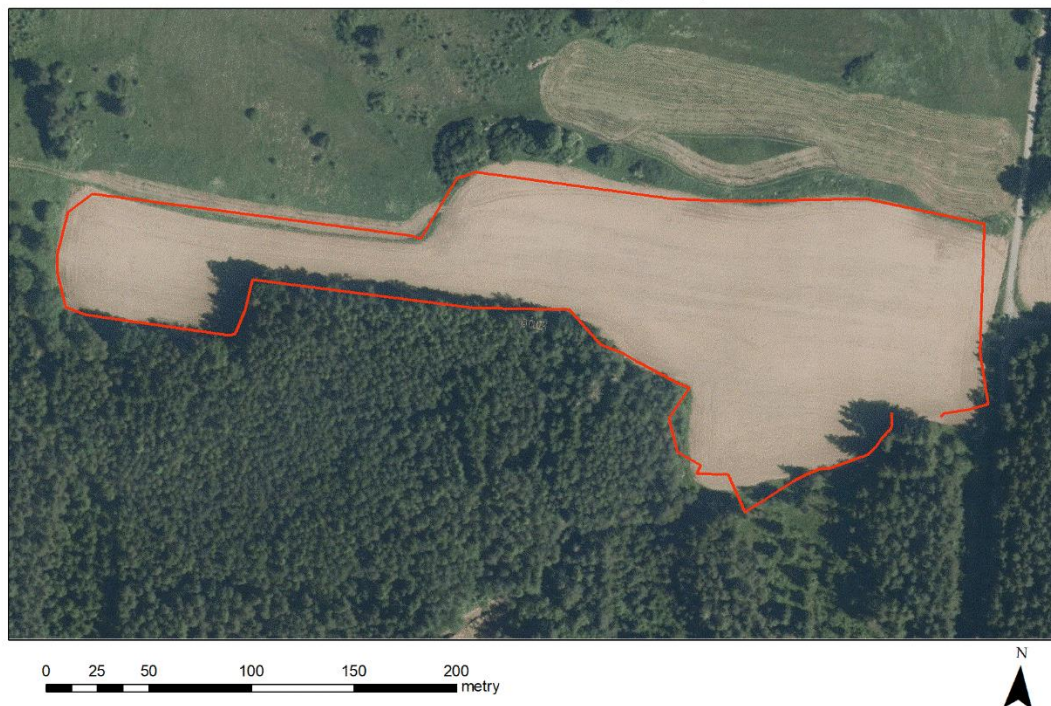
Příloha č.15

Xiaomi Mi Max – liniový shapefile – sada 3



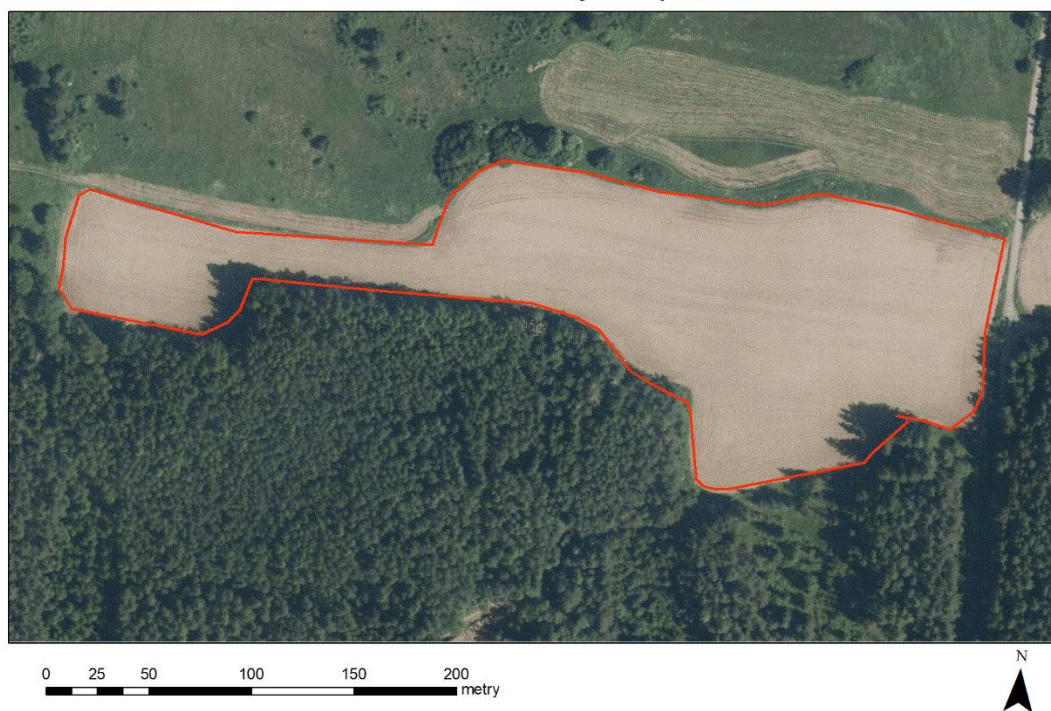
Příloha č.16

Xiaomi Redmi Note 3 – liniový shapefile – sada 2



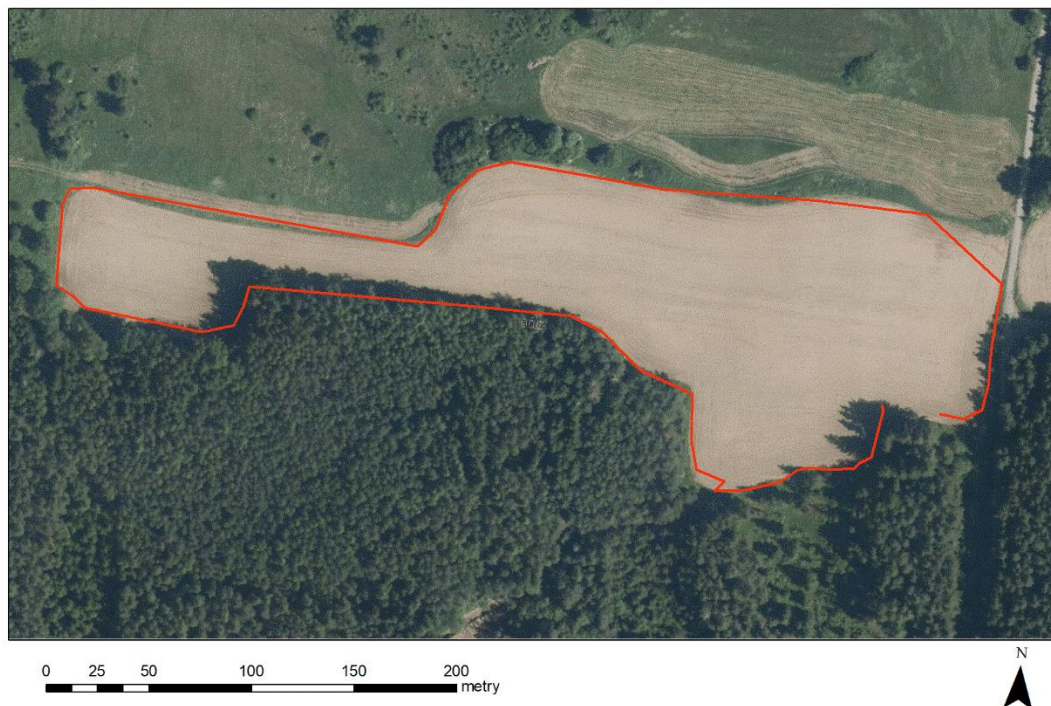
Příloha č.17

Garmin eTrex H – liniový shapefile – sada 1



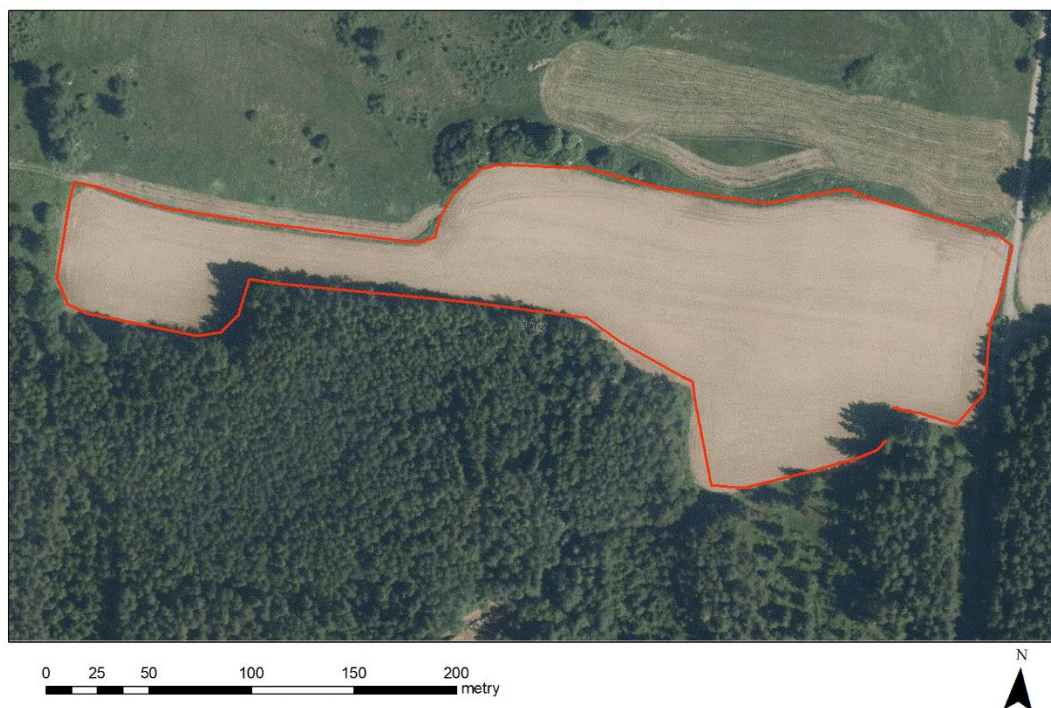
Příloha č.18

Garmin eTrex H – liniový shapefile – sada 2



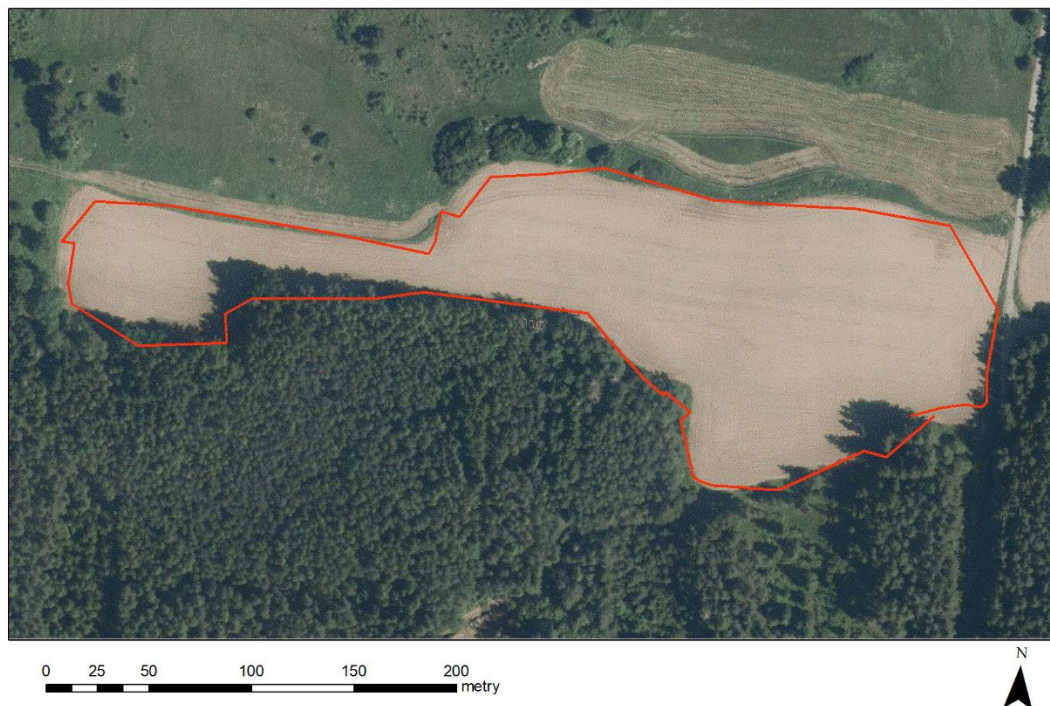
Příloha č.19

Garmin eTrex H – liniový shapefile – sada 3



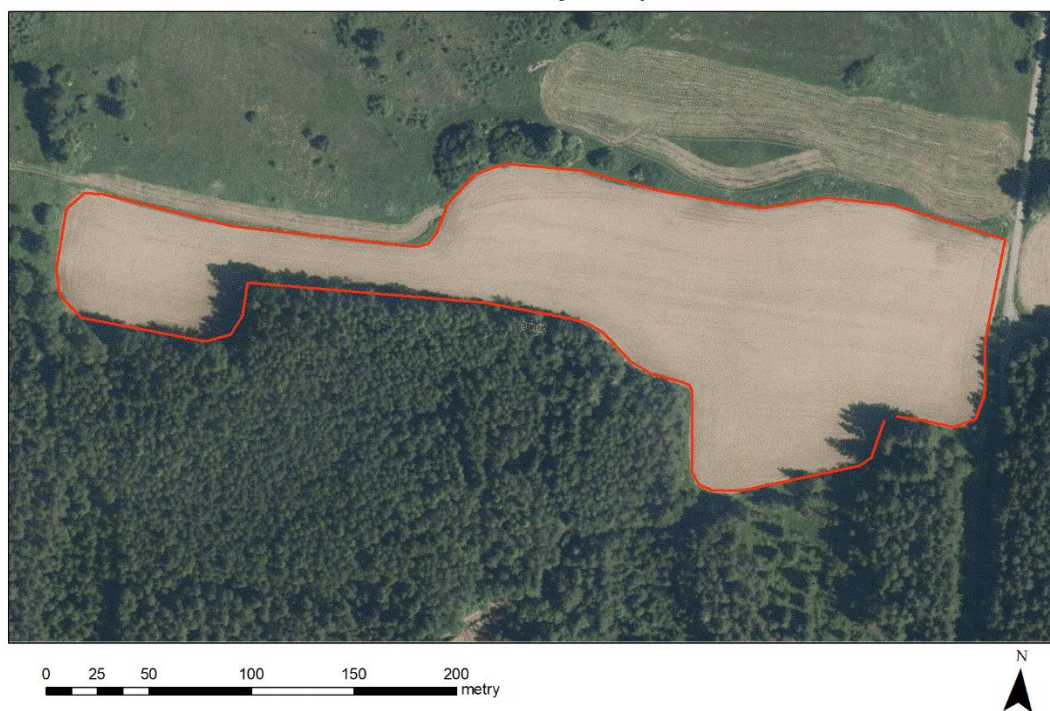
Příloha č.20

Garmin Vista CX – liniový shapefile – sada 1



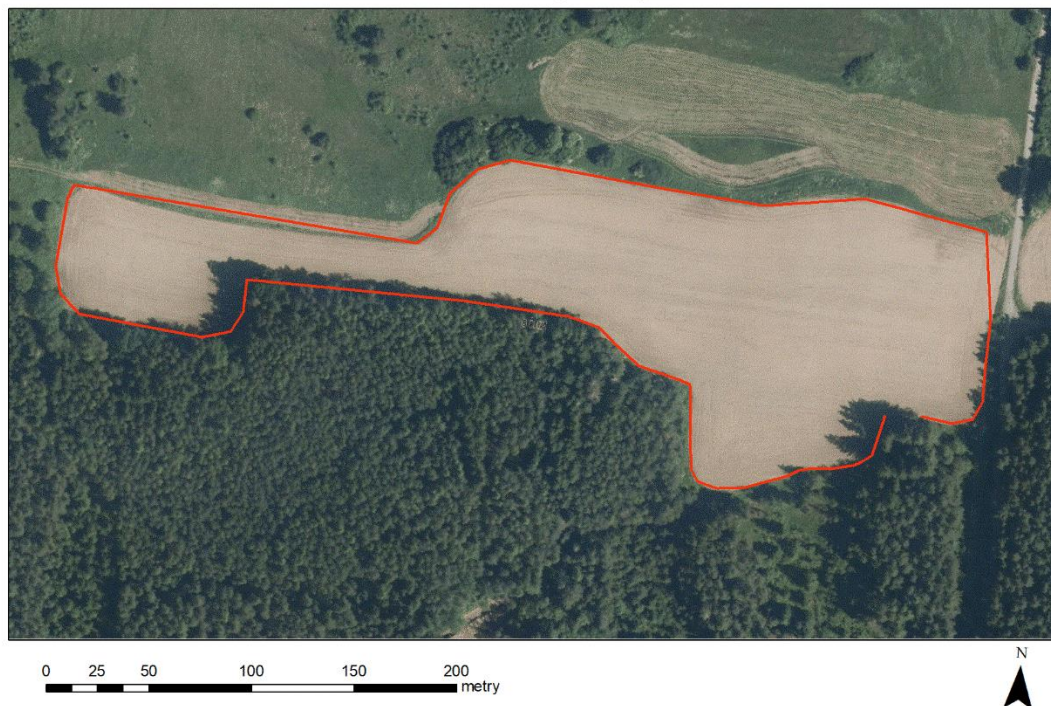
Příloha č.21

TRIMBLE R4 – liniový shapefile – sada 1



Příloha č.22

TRIMBLE R4 – liniový shapefile – sada 2



Příloha č.23

TRIMBLE R4 – liniový shapefile – sada 3

