



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra krajinného managementu

Bakalářská práce

Vybudování a zaměření polohového bodového pole pro výuku
geodetických předmětů

Autor práce: Zdeněk Váňa

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

České Budějovice
2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....
Podpis

Abstrakt

Tématem bakalářské práce je „Vybudování a zaměření polohového bodového pole pro výuku geodetických předmětů“. Bodové pole bylo vybudováno v městském parku „Stromovka“ v Českých Budějovicích. Bodové pole bylo zaměřeno s využitím terestrických metod a GNSS.

Předmětem měření bylo 17 bodů polohového bodového pole, které budou sloužit k výuce geodetických předmětů. Samotnému měření předcházela rekognoskace území. Měřické práce terestrickou metodou byly provedeny s totální stanicí Trimble M3 a pro GNSS měření byla použita aparatura Trimble R4-2.

Klíčová slova: bodová pole, stabilizace, signalizace, GNSS, totální stanice

Abstract

The theme of this bachelors thesis is „Establishment and positioning of a positional control point field for teaching of geodetic subjects“. The control point field was established in the urban park „Stromovka“ in České Budějovice. The control point field was surveyed using terrestrial methods and GNSS.

The subject of the survey are 17 points of the control point field, which will be used for teaching geodetic subjects. The survey was preceded by a reconnaissance of the area. Terrestrial surveying was carried by using the total station Trimble M3 and for GNSS surveying was used Trimble R4-2 equipment.

Keywords: control points, stabilization, signalization, GNSS, total station

Poděkování

Rád bych poděkoval své rodině a partnerce za podporu, která se mi dostala během mého studia. Také bych chtěl poděkovat panu Ing. Pavlu Hánkovi, Ph.D. za metodické vedení práce, cenné rady a připomínky a odborný dohled při vypracování bakalářské práce.

Obsah

Úvod.....	7
1 Literární rešerše.....	8
1.1 Bodová pole	8
1.1.1 Polohové bodové pole.....	8
1.1.2 Výškové bodové pole.....	15
1.1.3 Tíhové bodové pole.....	17
1.2 Globální navigační satelitní systém	19
1.2.1 Kódové měření	20
1.2.2 Fázové měření	20
1.2.3 Autonomní (absolutní) metoda	20
1.2.4 Relativní metody	21
1.2.5 Diferenční metody.....	22
1.2.6 CZEPOS.....	22
1.2.7 Přesnost a chyby GNSS	23
1.3 Vybudování a zaměření polohového pole.....	25
1.3.1 Přípravné práce.....	25
1.3.2 Rekognoskace a volba nových bodů.....	25
1.3.3 Zaměření bodů	25
2 Cíl kvalifikační práce	28
3 Metodika	29
3.1 Charakteristika zájmové oblasti	29
3.2 Rekognoskace	30
3.3 Postup měření.....	30
3.3.1 Měření terestrickou metodou	30
3.3.2 Měření pomocí GNSS	34

4	Výsledky a Diskuse.....	38
5	Závěr	43
	Seznam použité literatury.....	44
	Seznam obrázků	47
	Seznam tabulek	48
	Seznam použitých zkratk.....	49
	Seznam příloh.....	50

Úvod

Při výuce geodetických předmětů je důležitým prvkem využití teoretických znalostí v praxi. Nezbytným nástrojem pro výuku je bodové pole, které poskytuje možnost procvičení měřických technik a postupů v terénu. Toto bodové pole bude sloužit studentům k získání praktických zkušeností s měřením a s prací s geodetickými přístroji.

Práce na téma „Vybudování a zaměření bodového polohové pole“ se zaměřuje na vhodné vybudování a stabilizování bodů, které budou zaměřeny geodetickou metodou i pomocí technologie GNSS.

V první kapitole práce jsou představeny typy bodových polí na území České republiky, jak mají být body signalizovány a stabilizovány. V této kapitole je také představena technologie GNSS a metody měření, včetně přesnosti a chybovosti GNSS. Dále jsou tu zmíněny služby Státní sítě permanentních stanic pro přesné určování polohy, které umožňují uživatelům přijímačů GNSS přesné určení pozice na celém území České republiky. V kapitole je také vysvětleno, jak vybudovat a zaměřit polohové bodové pole.

V druhé kapitole je shrnut cíl práce.

Třetí kapitola je věnována metodice měřických činností. V kapitole je popsáno, jak probíhalo měření pomocí totální stanice Trimble M3 a měření s aparaturou GNSS Trimble R4-2.

Ve čtvrté kapitole Výsledky a diskuse jsem uvedl výsledné zpracování naměřených dat v geodetickém softwaru Groma a výsledné souřadnice.

1 Literární rešerše

1.1 Bodová pole

Základní bodové pole je soubor geodetických bodů pro polohové měření (trigonometrické body) a výškové měření (nivelační body), který tvoří základ měřických prací. Podrobné bodové pole doplňuje základní bodové pole na potřebnou hustotu pro podrobné měření (Matějík a Vitásková, 2002). Každé měření se musí opírat o předem vybudovanou síť základních polohově a výškově (případně tíhově) určených bodů, které tvoří takzvané geodetické základy. Tyto základy tvoří: polohová bodová pole, výšková bodová pole, tíhová bodová pole (Chamout et al, 2003). Základní geodetické sítě se zhušťují sítěmi nižších řádů. Tak se vytvářejí polohopisná a výškopisná bodová pole pro geodetickou praxi (Vykuřil, 1982).

1.1.1 Polohové bodové pole

Polohové bodové pole obsahuje:

1. Základní polohové bodové pole, které tvoří:
 - a) body referenční sítě nultého řádu,
 - b) body Astronomicko-geodetické sítě (AGS),
 - c) body České státní trigonometrické sítě (ČSTS),
 - d) body geodynamické.
2. Zhušřovací body
 - a) zhušřovací body,
 - b) ostatní body podrobného polohového bodového pole.
3. Podrobné polohové bodové pole (vyhláška č. 31/1995 Sb.).

Základní polohové bodové pole (ZPBP) je tvořeno trigonometrickou (trojúhelníkovou) sítí. Vrcholy této sítě se nazývají trigonometrické body (Pokora M. 1985). Postupným zhušřováním bodů došlo k vytvoření husté plošné sítě, která má geometrickou návaznost a je označena jako Jednotná trigonometrická síť katastrální. Souřadnicový systém se nazývá S-JTSK a je celostátním pravoúhlým souřadnicovým systémem ČR (Chamout et al, 2003). Poloha bodu ZPBP je volena tak, aby bod nebyl ohrožen, jeho signalizace byla jednoduchá a byl využitelný pro připojení bodů polohového bodového pole (vyhláška č. 31/1995 Sb.).

Mezi body ZPBP patří také body přidružené k trigonometrickým bodům. Ty se dělí na body zajišřovací a orientační, každý z nich má jiný měřický vztah k určitému trigonometrickému bodu.

Zajišťovací body jsou u trigonometrických bodů s trvalou signalizací (např. věž kostela), kde se centricky nelze postavit na tento bod (Chamout et al, 2003). Zřizují se dva zajišťovací body, hlavní zajišťovací bod a vedlejší zajišťovací bod (Pokora, 1985).

Orientační body se zřizují u trigonometrických bodů, u kterých je předpokládáno v průběhu delší doby znemožnění orientace na sousední trigonometrické body růstem okolní vegetace (Chamout et al, 2003). Jsou zřizovány také dva orientační body a jsou ve vzdálenosti 80 až 300 metrů od trigonometrického bodu (vyhláška č. 31/1995 Sb.). Orientační body mají být umístěny ve dvou od sebe odlišných směrech, nejlépe kolmých a později tyto body mají sloužit k orientaci směrově připojovaných měření při budování podrobného bodového pole (Pokora, 1985). Správu bodů ZPBP provádí Zeměměřičský úřad (ČÚZK, 2024).

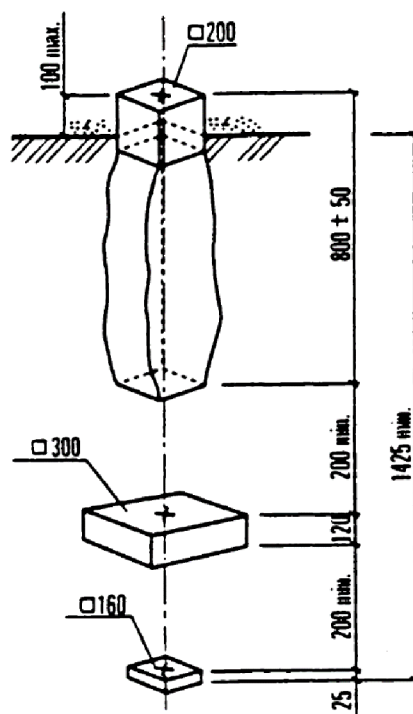
Přesnost souřadnic bodů ZPBP je v S-JTSK dána základní střední souřadnicovou chybou v hodnotě 0,015 m. Jedná se o relativní přesnost mezi sousedními body ZPBP. Dosažená mezní odchylka nesmí překročit 2,5násobek této hodnoty (ČÚZK-10867/2015-22). Je tedy nutné, abychom jejich polohu trvale stabilizovali i pro pozdější měřické a vytyčovací práce.

Trigonometrické body se volí na topograficky význačných a chráněných místech (Pokora, 1985). Trigonometrický bod je stabilizován značkami jedním z následujících způsobů:

1. povrchovou a dvěma podzemními značkami,
2. povrchovou značkou a podzemní značkou,
3. povrchovou značkou nebo čepovou nivelační značkou s křížkem, případně otvorem (vyhláška č. 31/1995 Sb.),
4. kovový čep s křížkem osazeným do ploché střechy stavby,
5. dvěma konzolovými značkami zapuštěnými do svislé plochy staveb.

Pokud je bod stabilizován dle způsobu 1. (Obrázek 1.1: Stabilizace trigonometrického bodu (vyhláška č. 31/1995 Sb.)), tak povrchovou značkou je kamenný hranol, většinou žulový, o rozměrech 200 x 200 x 800 mm, délka hranolu může být ± 50 mm. Nad zem vyčnívá maximálně 100 mm. Hranol má vytesaný křížek uprostřed vrchní stěny. Pod vrchním hranolem musí být minimálně 200 mm udusané hlíny a pod ní se nachází první podzemní značka. Tou je žulová deska o rozměrech 300 x 300 x 120 mm, pouze vrchní strana je opracovaná do hladka a uprostřed je vytesán křížek. Pod touto deskou se opět nachází minimálně 200 mm hlíny. Spodní podzemní deskou je skleněná deska

o rozměrech 160 x 160 x 25 mm, uprostřed vrchní strany je opět křížek (Maršík, 1998). Křížky na všech třech značkách musí být na jedné svislici s mezní odchylkou 3 mm.

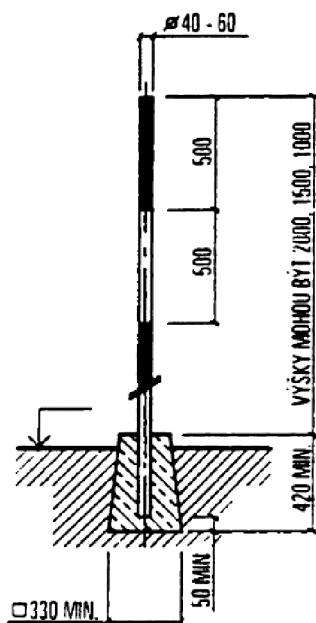


Obrázek 1.1: Stabilizace trigonometrického bodu (vyhláška č. 31/1995 Sb.)

Pokud je bod stabilizován dle způsobu 2., tak je podzemní značka, kterou je kamenná deska s křížkem, zabetonovaná ve skále. Při stabilizaci dle způsobu 3. jsou povrchová značka nebo čepová značka případně otvor zabetonovány ve skále, jedná se tedy o skalní stabilizaci. V obou případech je značka trigonometrického bodu zajištěna čtyřmi zabetonovanými nivelačními značkami s křížkem nebo dvěma zajišťovacími body. Při stabilizaci do ploché střechy (střešní stabilizace) je tato značka zajištěna dvěma zajišťovacími body umístěnými mimo stavbu. Při stabilizaci do svislé plochy staveb (boční stabilizace) jsou souřadnice bodu vztaženy k vrcholu pomyslného rovnoramenného trojúhelníku, který má ramena dlouhá 1390 mm a jehož základna je vymezena konzolovými značkami. Nadmořská výška je vždy vztažena k horní ploše levé konzole při pohledu od vrcholu trojúhelníku. Takto stabilizovaný bod je zajištěn dvěma zajišťovacími body (vyhláška č. 31/1995 Sb.).

Zajišťovací body, které jsou zřizovány pro trigonometrické body s trvalou signalizací (věže kostelů, zámků a další) se také musí stabilizovat. Hlavní zajišťovací bod se stabilizuje stejným způsobem jako bod trigonometrický. Vedlejší zajišťovací bod se stabilizuje dvěma značkami, jedna značka je povrchová a druhá je podzemní. Povrchová značka má rozměry 160 x 160 x 750 mm a podzemní značka má rozměry

300 x 300 x 100 mm. V zastavěných oblastech se zajišťovací body stabilizují konzolovou značkou (Pokora, 1985). Jako ochrana bodů před zničením se zřizuje ochranný tyčový znak. Tento znak tvoří červenobíle natřená tyč v betonové patce se smaltovanou tabulkou s nápisem „STÁTNÍ TRIANGULACE, POŠKOZENÍ SE TRESTÁ“, která směřuje k mezníku. V případě větší možnosti poškození bodu, například uprostřed pole, byly ochranné tyčové znaky dva (Chamout et al, 2003). Ochranný tyčový znak je železná tyč dlouhá 2,5 až 3,5 m, nahoře je tyč utěsněna proti vnikání dešťové vody, viz Obrázek 1.2: Ochranný tyčový znak (vyhláška č. 31/1995 Sb.). Orientační



Obrázek 1.2: Ochranný tyčový znak (vyhláška č. 31/1995 Sb.)

bod se označuje stejně, ale tyč je natřena černobíle. Tyč je zasazena ve vzdálenosti 75 cm od povrchové značky. V nepřístupných terénech, například v lesích se u trigonometrického bodu navrší jeden nebo dva kopce z kamení. Kopec by měl vyčnívat 0,6 až 1 m nad okolní terén (Pokora, 1985). Jako další ochranné zařízení může být betonová skruž nebo betonový sloupek, případně to může být tříboká pyramida (vyhláška č. 31/1995 Sb.).

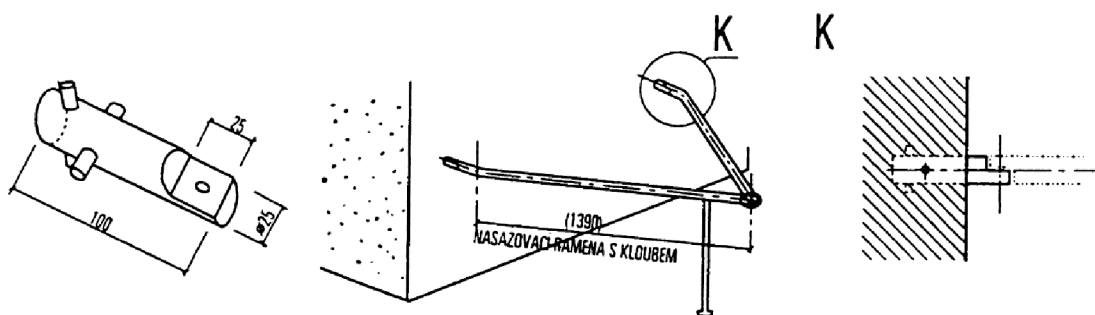
Trigonometrické body se zakreslují do jednoduchých náčrtů, ve kterých se délkovými nebo úhlovými mírami udává poloha bodu vůči sousedním předmětům trvalého charakteru. Tyto náčrty slouží jako místopis, díky kterému se bod snadno vyhledává a v případě poškození může místopis sloužit k jeho obnovení (Novotný, 1995).

Nejjednodušší signalizace bodů ZPBP a bodů přidružených je pomocí svislé výtyčky ve stojánku. Může být také využita jiná přechodná signalizace pomocí speciálního terče v trojnožce teodolitu na stativu. Pokud je nad bodem potřeba vyšší signál,

použije se kovová trubková konstrukce. Jako trvalá signalizace se použije měřická věž. Tyto věže se v současné době ale již nevyužívají (Chamout et al, 2003).

Zhušťovací body (ZhB) mají 1. třídu přesnosti (Vykuřil, 1982). To znamená, že základní střední souřadnicová chyba je s přesností $m_{x,y} = 0,02$ m (relativní přesnost vztahena k nejbližším trigonometrickým bodům a zhušťovacím bodům) a mezní odchylka je dána 2,5násobkem střední souřadnicové chyby. Střední chyba v určení nadmořské výšky je stanovena na hodnotu 0,1 m (Matějík a Vitásková, 2002).

Stabilizace zhušťovacích bodů, které nejsou trvale signalizovány nebo nemohly být určeny na objektech trvalého charakteru, se stabilizují jednou nadzemní a jednou podzemní značkou (Pokora, 1985). Nadzemní značka je kamenný hranol (obvykle žulový), který má rozměry 160 x 160 x 100 mm s vytesaným křížkem na horní ploše hranolu. Mezi nadzemní a podzemní značkou by mělo být 200 mm udusané hlíny. Podzemní značkou je kamenná deska o rozměrech 200 x 200 x 70 mm a na vrchní straně má vytesaný křížek. Středky křížků musí být umístěny ve svislici s mezní odchylkou 5 mm (vyhláška č. 31/1995 Sb.). Zhušťovací body, které jsou zvolené na skalách nebo jiných objektech a nemohou mít podzemní značku se stabilizují zabetonováním kamenného hranolu, nebo nivelační značky do skály nebo jiného objektu. Dále mohou být stabilizovány kovovým čepem s křížkem do ploché střechy. V zastavěných částech měst je možno využít stabilizace pomocí kovových konzolí na stěnách budov. Do budovy jsou zavrtány dvě kovové značky s vertikálním otvorem a zhušťovací bod je potom určen vrcholem rovnoramenného trojúhelníku, délka ramen tohoto trojúhelníku je 1390 mm, viz Obrázek 1.3: Kovová konzole (vyhláška č. 31/1995 Sb.).



Obrázek 1.3: Kovová konzole (vyhláška č. 31/1995 Sb.)

Zhušťovací body také mohou být určeny na neporušených stabilizovaných nivelačních kamenech, kde středem bodu je vytesaný křížek nebo střed vrchlíku hřbové značky. Jako zhušťovací bod mohou být také využity trvalé signalizace (Pokora, 1985). Správu zhušťovacích bodů provádí katastrální úřady dle příslušné územní působnosti (ČÚZK, 2024).

Podrobné polohové bodové pole (PPBP) je soubor geodetických bodů, jimiž se doplní základní bodové polohové pole na potřebnou hustotu pro podrobné měření (Matějka a Vitásková, 2002). Body PPBP dělíme na body polygonové, měřické a fotogrammetrické (Vykuřil, 1982).

Polygonové body mají být převážně využívány pro tvorbu polygonových pořadů. Polygonové body mají jinou přesnost, třída přesnosti je od 1. třídy do 3. třídy. To znamená, že střední souřadnicová chyba je v 1. třídě 0,02 m, v 2. třídě 0,04 m a ve 3. třídě 0,06 m. Body měřické mají 4. třídu přesnosti, to je 0,12 m a jejich určení bývá rozlišné. Mohou to být body na měřických přímkách, body vedlejších polygonových pořadů, rajony. Body fotogrammetrické mají 5. třídu přesnosti a jsou určeny měřením na leteckých snímcích.

Stabilizace polygonových bodů může být buď trvalá nebo dočasná. Mezi dočasnou stabilizaci řadíme dřevěný kolík, železnou trubku nebo nastřelovací hřeb. U měřických a fotogrammetrických bodů se zpravidla provádí dočasná stabilizace. Trvale stabilizované body se nazývají Pevné body podrobného pole (PBPP) (Chamout et al, 2003). Pevné body podrobného polohového bodového pole se zřizují především:

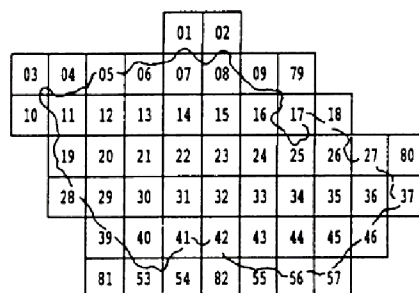
1. na objektech se stabilizační značkou, např. na nivelačních kamenech, stabilizacích tíhových bodů, hraničních kamenech na hranicích obcí, na mostcích a propustcích s nivelační hřbovou značkou, na vstupních a jiných šachtách podzemních vedení mimo zastavěné části obcí, pokud na nichž lze jednoznačně vyznačit polohu bodu,
2. vysekáním křížku na opracované ploše skály na technických objektech poskytujících trvalou signalizaci, zejména na rozích budov,
3. hřbovými značkami zabetonovanými do skály, kovovými konzolami, čepovými značkami apod. na budovách,
4. ocelovými trubkami nebo čepy apod. v betonových blocích o velikosti nejméně 200 x 200 x 700 mm,
5. ocelovými trubkami o průměru nejméně 30 mm a tloušťce stěny nejméně 3 mm, délky nejméně 600 mm (nebo nejméně 500 mm, je-li trubka opatřena zařízením proti vytažením znaku) s hlavou z plastu velikosti nejméně 80 x 80 x 50 mm,
6. kovovými značkami o průměru nejméně 8 mm s plochou hlavou o průměru nejméně 25 mm a délce značky nejméně 100 mm (pokud je značka zatlučena do

zpevněného povrchu) nebo 40 mm s hmoždinkou, zapuštěnou do pevné konstrukce; takto stabilizovaný bod se zpravidla zřizuje spolu s dalším bodem na blízkém technickém objektu,

7. pokud nejsou pro umístění PBPP vhodné objekty, stabilizují se kamennými hranoly o celkové délce přibližně 700 mm a s opracovanou hlavou o rozměrech 160 x 160 x 100 mm s křížkem ve směru úhlopříček na vrchní straně hlavy hranolu. Byl-li již v místě pevně osazen k jinému účelu opracovaný kámen o rozměrech nejméně 120 x 120 x 600 mm, použije se po doplnění křížkem nebo důkazem (Fišer a Vondrák, 2004). Pro účely bakalářské práce se provedla povrchová stabilizace pomocí měřických hřebů.

Hustota trvale stabilizovaných bodů podrobného i základního polohového pole je stanovena vzájemnou vzdáleností bodů v zastavěném území 150 až 300 m a v nezastavěném území hustotou nejméně jeden bod na km² (Vykuřil, 1982).

Jednotkou pro číslování bodů ZPBP a ZhB je triangulační list, viz Obrázek 1.4: Triangulační listy (vyhláška č. 31/1995 Sb.) (ČÚZK-14085/2018-22). Triangulační list má rozměr 10 x 10 km a vznikl rozdělením základních triangulačních listů 50 x 50 km



Obrázek 1.4: Triangulační listy (vyhláška č. 31/1995 Sb.)

(vyhláška č. 31/1995 Sb.). Jednotkou pro číslování PPBP se vždy uvádí příslušnost ke katastrálnímu území. Pro body ZPBP a ZhB má číslo tvar 9EEEECCC0, kde EEEE je číslo triangulačního listu a CCC je pořadové číslo bodu; pořadové číslo bodu ZPBP je v rozmezí od 1 do 199 a ZhB v rozmezí od 201 do 499, přitom pořadové číslo přidruženého bodu k ZPBP a ZhB se uvádí na posledním místě úplného čísla tohoto bodu namísto 0. Pro body PBPP má číslo tvar 00000CCCC, kde CCCC je pořadové číslo v rozmezí 501 až 3999. Jednotkou číslování pomocných bodů je katastrální území. Pomocné body se označují příslušností ke katastrálnímu území a devítimístným číslem ve tvaru 00000CCCC, kde CCCC je pořadové číslo pomocného bodu od 4001 včetně. Přitom je nutno zajistit, aby nedošlo k duplicitě s body určenými při budování či revizi

a doplnění PPBP. Podrobné body se označují příslušností ke katastrálnímu úřadu a devítimístným číslem ve tvaru ZZZZZCCCC, kde ZZZZZ je číslo měřického náčrtu a CCCC je pořadové číslo podrobného bodu v rámci měřického náčrtu v rozmezí od 1 do 3999. Body PPBP jsou číslovány v rámci katastrálního území, ve kterém se nacházejí; pokud je bod PPBP totožný s lomovým bodem hranice katastrálního území nebo se výjimečně nachází na hranici katastrálního území, pak příslušnost bodu ke katastrálnímu území je v přehledném náčrtu PPBP vyjádřena označením katastrálního území u čísla bodu. Bod PPBP se přečísluje, pokud jeho dosavadní číslo nevyhovuje ustanovením návodu pro obnovu katastrálního operátu a převod nebo vyskytuje-li se v rámci katastrálního území více bodů se stejným číslem. Číslo zrušených bodů se nesmí opakovaně použít (ČÚZK-14085/2018-22).

1.1.2 Výškové bodové pole

Důležitým údajem o geodetických bodech, kromě polohy bodu, je znalost jejich výšky. Takto určené body jsou dále využívány při zaměřování mapových podkladů, pro projektování staveb, řešení terénních úprav, vytyčovací prací a v dalších úkolech inženýrské geodzie (Hánek et al, 2008). K pravouhlým souřadnicím byla přidána nadmořská výška jako třetí souřadnice (Maršík, 1998). Výškové bodové pole obsahuje:

1. Základní výškové bodové pole, které tvoří:
 - a) základní nivelační body,
 - b) body České statní nivelační sítě I. až III. řádu (závazná zkratka „ČNSS“).
2. Podrobné výškové pole, které tvoří:
 - a) nivelační síť IV. řádu,
 - b) plošné nivelační sítě,
 - c) stabilizované body technických nivelací (Fišer a Vondrák, 2004).

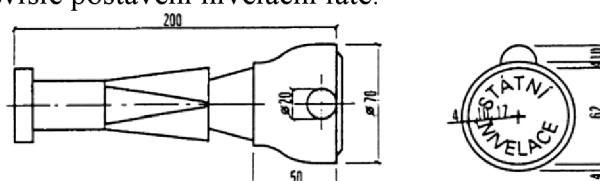
Základní nivelační body (ZNB) jsou vhodně rozmístěny na území České republiky. Základním výchozím bodem je bod I. Lišov u Českých Budějovic (Blažek a Jandourek, 1991). V České republice je zřízeno 12 ZNB, VI. ZNB Svárov z důvodu výstavby rychlostní komunikace prováděné v těsné blízkosti stávajícího bodu byl nahrazen XIII. ZNB Chrastava v roce 2006.

ZNB jsou stabilizovány ve vybraných lokalitách stanovených na základě geologických posudků. Stabilizace ZNB jsou provedeny v neporušených skalních výchozech a jsou chráněny pomníkem (Zeměměřičský úřad, 2024). ZNB jsou stabilizovány dvěma způsoby. První způsob stabilizace využívá ve tvrdé skále, asi 60 cm pod jejím

povrchem, opracovanou plošku o velikosti 10 x 10 cm a nad ní postavený pomník s venkovní přístupnou značkou. V blízkosti bodu jsou 2 až 4 zajišťující body. V místech, kde nebylo možné skálu opracovat a vyleštit, se použije druhý způsob stabilizace, kdy se zabetonuje skleněná značka krychlové tvaru s polokulovým výčnělkem nebo značka ze zvláštních hmot (Pokora, 1985).

Body ČNSS, kromě bodů III. řádu se určují velmi přesnou nivelací (VPN) s přesností 0,1 mm. Niveláčnické body III. řádu se určují přesnou nivelací (PN) také s přesností 0,1 mm. Niveláčnická síť IV. řádu a body plošné niveláčnické sítě (PNS) se určují metodou PN s přesností na 1 mm. Stabilizované body technické nivelace se určují metodou technické nivelace s přesností na 1 cm (Chamout et al, 2003).

Niveláčnická síť I. – IV. řádu a PNS se stabilizují pomocí čepů, viz Obrázek 1.5: Čepová značka s označením STÁTNÍ NIVELACE (vyhláška č. 31/1995 Sb.), který se osazuje z boku do nebo shora. Značky se vždycky umísťují vždy tak, aby nad nimi byl volný prostor pro svislé postavení niveláčnické latě.



Obrázek 1.5: Čepová značka s označením STÁTNÍ NIVELACE (vyhláška č. 31/1995 Sb.)

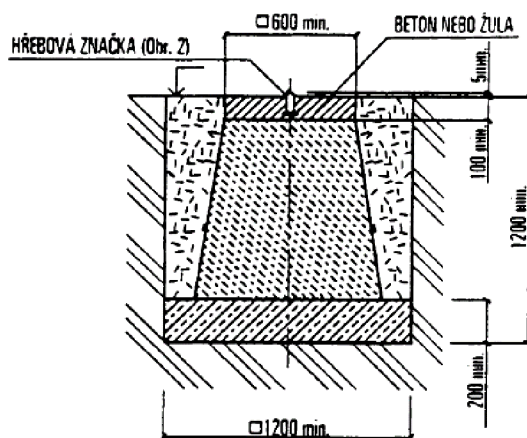
V polní trati, kde nejsou vhodné objekty, se používá niveláčnických kamenů (žulový kvádr 200 x 200 x 800 mm), které se umísťují na vodorovnou betonovou vrstvu v hloubce 1 m od povrchu terénu a jsou zabetonovány do výšky 60 cm. Do opracované hlavy kamene se značka osazuje shora nebo z boku (Blažek a Jandourek, 1991). Čepové a hřebkové značky jsou z nekorodujícího materiálu buď z temperované litiny nebo mosazi. Výška se vždy vztahuje k nejvyššímu místu (vrchlíku) značky (Chamout et al, 2003). K ochraně před zničením nebo poškozením se používají červenobílá ochranná tyč nebo ochranné šachtice. Na ochranné tyči je výstražná tabulka, na které je nápis „STÁTNÍ NIVELACE. POŠKOZENÍ SE TRESTÁ“ (Blažek a Jandourek, 1991). Niveláčnická síť je vybudována tak, aby vzdálenost niveláčnických bodů v niveláčnických pořadích v nezastavěném území byla menší než 1,0 km a v zastavěném území byla v průměru 0,3 km. Pro niveláčnickou síť I. – IV. řádu a pro PNS jsou údaje o nadmořské výšce v metrech na 3 desetinná místa, pro ostatní niveláčnické body jsou uvedena na 2 desetinná místa. Niveláčnické body jsou očíslovány v rámci evidenčních jednotek, kterými jsou niveláčnické pořady, které vymezují jednotlivé niveláčnické oblasti nebo plošné niveláčnické sítě (vyhláška č. 31/1995 Sb.).

1.1.3 Tíhové bodové pole

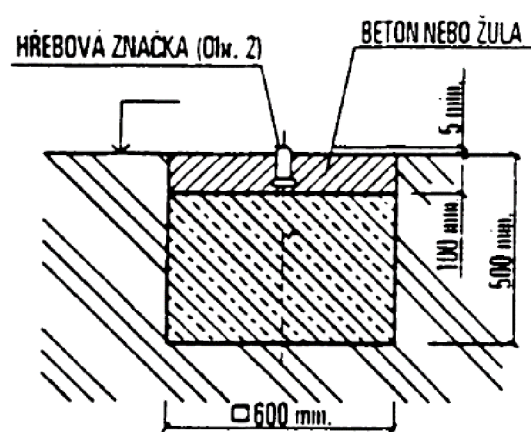
Body tíhového bodového pole (TBP) jsou umístěny na klidných místech vzdálených od komunikací, průmyslových vibrací, vodních toků a nádrží a zdrojů elektromagnetického pole (Katastr nemovitostí, 2001). Jsou referenčními body pro přesnou lokalizaci geoinformací v Tíhovém systému 1995 (S-GR95) na území České republiky (ČÚZK, 2024). TBP obsahuje:

1. Základní tíhové bodové pole (ZTBP), které tvoří:
 - a. absolutní tíhové body,
 - b. body České gravimetrické sítě nultého a I. a II. řádu,
 - c. body hlavní gravimetrické základny.
2. Podrobné tíhové bodové pole (PTBP), které tvoří:
 - a. body gravimetrického mapování,
 - b. body účelových sítí (Katastr nemovitostí, 2001).

Body ZTBP jsou součástí geodetických základů ČR, jež tvoří referenční rámec souřadnicového systému na území ČR. Správcem ZTBP je Zeměměřický úřad (Geoportál, 2024). Absolutní tíhové body se zřizují zpravidla v suterénech veřejných budov s betonovou podlahou a s 1 až 2 excentry volenými mimo budovy. Absolutní tíhové body jsou stabilizovány bronzovým hřebem. Ostatní body základního tíhového bodového pole jsou stabilizovány betonovým pilířem zakončeným betonovou nebo žulovou deskou s úrovní terénu Obrázek 1.7: Stabilizace ostatních tíhových bodů (vyhláška č. 31/1995 Sb.)). Uprostřed desky je osazena hřebová nivelační značka. Body hlavní gravimetrické základny a tíhové body pro sledování neslapových změn tíhového pole Země jsou stabilizovány dle Obrázek 1.6: Stabilizace bodů hlavní gravimetrické sítě (vyhláška č. 31/1995 Sb.).



Obrázek 1.6: Stabilizace bodů hlavní gravimetrické sítě (vyhláška č. 31/1995 Sb.)



Obrázek 1.7: Stabilizace ostatních tíhových bodů (vyhláška č. 31/1995 Sb.)

Body podrobného tíhového bodového pole jsou zpravidla voleny na trvale označených bodech polohového a výškového bodového pole. K ochraně bodů základního tíhového bodového pole před zničením nebo poškozením se používá ochranná tyč. Ochranná tyč je červenobílá a výstražná tabulka má nápis „TÍHOVÝ BOD. POŠKOZENÍ SE TRESTÁ“. Hustota bodů základního tíhového bodového pole je nejméně 4 body na 1 000 km² (Katastr nemovitostí, 2001). Tíhové body jsou očíslovány čísly vyjádřenými arabskými číslicemi v jedné souvislé řadě od 1 do 9999, v případě potřeby se použije poddělení na dvě desetinná místa. Poloha bodů tíhového bodového pole je zobrazena v dokumentačních mapách (vyhláška č. 31/1995 Sb.). Údaje o bodech jsou na Geoportálu ČÚZK publikovány WMS službou Bodová pole, která je dostupná v aplikaci Geoprohlížeč. Údaje v mapové službě jsou aktualizovány v týdenním intervalu (Geoportál, 2024).

1.2 Globální navigační satelitní systém

GNSS (z anglického Global Navigation Satellite System) obsahuje evropský systém Galileo, americký systém GPS a ruský systém Glonass a čínský systém BeiDou. Výkon GNSS se hodnotí pomocí čtyř kritérií:

1. přesnost – rozdíl mezi naměřenou a skutečnou polohou, rychlostí nebo časem,
2. integrita – schopnost systému poskytnout hranici spolehlivosti a v případě anomálie v údajích o poloze na to upozorní,
3. kontinuita – schopnost systému fungovat bez přerušení,
4. dostupnost – procento času, kdy signál splňuje výše uvedená kritéria přesnosti, integrity a kontinuity (EUSPA, 2023).

Globální poziční systém (GPS) je pasivní družicový rádiový navigační systém pro určování polohy, rychlosti a času. Tyto údaje poskytuje v jakémkoliv čase, za každého počasí, kdekoliv na povrchu Země (Hánek et al, 2008). Celý systém GPS je možno rozdělit do tří segmentů: kosmický segment, řídicí segment a uživatelský segment.

Kosmický segment se skládá z 24 družic. Řídicí segment se skládá z pěti pozemních monitorovacích stanic, stanice v Colorado Springs je hlavní řídicí stanicí. Uživatelský segment tvoří přijímací stanice GPS jednotlivých uživatelů (Maršíková a Maršík, 2005). Metody měření GPS lze dělit podle několika kritérií:

1. Podle měřených veličin:
 - a) kódové – využívají kódová měření,
 - b) fázové – využívají fázová měření,
 - c) kombinované – využívají fázové i kódové měření.
2. Podle doby získání výsledné polohy:
 - a) metody v reálném čase – výsledky jsou známy okamžitě v terénu,
 - b) metody s následným zpracováním – měřená data se registrují a dodatečně se zpracovávají.
3. Podle pohybu přijímače:
 - a) statické – přijímač je v době měření v klidu,
 - b) kinematické – přijímač se během měření pohybuje.
4. Podle počtu použitých přijímačů:
 - a) autonomní metoda – využívá jeden GPS přijímač,
 - b) diferenční a relativní metody – využívá se minimálně dvou GPS aparatur (Hánek et al, 2008).

1.2.1 Kódové měření

Základním principem kódového měření je určování vzdáleností mezi přijímačem a družicemi. Běžně se k tomu využívají dálkoměrné kódy vysílané jednotlivými družicemi. Dálkoměrné kódy jsou zjednodušeně přesné časové značky, umožňující přijímači určit čas, kdy byla odvysílána kterákoliv část signálu vysílaného družicí. Přijímač na vstupním signálu, který přichází z antény, identifikuje dálkoměrný kód příslušné družice, zjistí čas odeslání a přijetí jedné sekvence kódu a zjištěného časového rozdílu, a tak určí vzdálenost mezi přijímačem a družicí.

Hodiny přijímače nejsou zcela synchronní se systémovým časem družicového navigačního systému, takže časový rozdíl je zatížen určitou chybou. Při výpočtu vzdálenosti proto neurčíme skutečnou vzdálenost přijímače od družice, ale jen zdánlivou vzdálenost.

1.2.2 Fázové měření

Při fázovém měření přijímač spočítá počet vlnových délek nosné vlny nacházející se mezi přijímačem a družicí. Tento počet se skládá z celočíselného násobku nosných vln, který se obtížně určuje, a z desetinné části, kterou přijímač určí relativně přesně. Fázová měření proto vykazují určitou nejednoznačnost rovnající se počtu celých vlnových délek nosné vlny nacházející se mezi přijímačem a družicí na počátku měření. Jakmile přijímač určí počáteční hodnotu celočíselné nejednoznačnosti, již je schopen průběžně sledovat změny fázového posunu a počtu celých vln a tím i vlastní polohu (Rapant, 2002).

Pokud je přijímač zastíněný (např. stromy, budovou, mosty), dojde k fázovému skoku. Oprava fázového měření se provádí na všech následujících měření pro tento nosič (Hofmann-Wellenhof et al, 2008).

1.2.3 Autonomní (absolutní) metoda

V případě, že má uživatel k dispozici pouze jeden přijímač, může jeho prostorovou polohu určit na základě pseudovzdálenosti mezi přijímačem a minimálně čtyřmi družicemi. Přístroj může být v klidu i v pohybu. K určení polohy je třeba znát i souřadnice pozorovaných družic. Metoda využívá určení polohy přístroje vůči družicím, jejichž poloha je známá v systému WGS-84 (World Geodetic System 1984). Potom lze určit polohu uživatele v tomto systému a následně transformovat do národních souřadnicových a výškových systémů. Přesnost této metody závisí na tom, zda se jedná o autorizovaného nebo neautorizovaného uživatele GPS (Hánek et al, 2008).

1.2.4 Relativní metody

Cílem relativních metod je snížit nebo úplně odstranit zdroje chyb rozdělením GNSS měření. Původně byly relativní metody zřízeny pro metody s následným zpracováním, v současné době se ale používá přenos dat v reálném čase (Hofmann-Wellenhof et al, 2008). K měření je zapotřebí minimálně dvou GPS zařízení. Jedno ze zařízení, tzv. referenční stanice, se umísťuje na bod o známých souřadnicích. Data jsou registrována po celou dobu měření a můžeme je sbírat po celou dobu měření bez přerušení, ale zapínat sběr dat je možné pouze tehdy, kdy je v provozu i druhé zařízení. Během měření musí být na stanoviskách dostupné alespoň čtyři stejné družice. Na základě znalosti souřadnic referenční stanice jsou stanoveny opravy pseudovzdáleností, které jsou připojeny k měření na určovaných bodech. Oprava eliminuje chybu vzniklou při průchodu signálu atmosférou a chybu z nepřesnosti určení polohy družic (Hánek et al, 2008).

Statická a rychlá statická metoda

Při statické metodě záleží doba observace na délce základní linie, počtu viditelných družic, počtu nositelných frekvencí. Statická metoda také obsahuje rychlou statickou metodu založenou na rychlém řešení nejednoznačnosti. Tyto techniky používají kombinaci fázového a kódového měření na všech frekvencích (Hofmann-Wellenhof et al, 2008). Statická a rychlá statická metoda se používají pro tvorbu, zhuštění a ověření bodových polí (Hánek et al, 2008).

Relativní kinematická metoda

Kinematické metody zvládnou v nejkratším čase určit nejvíce bodů. Nevýhodou je, že po zahájení měření musí být zachováno připojení alespoň k čtyřem družicím.

Metoda Stop and Go je charakterizována alternativním zastavením a pohybem přijímače k určení pevných bodů podél trajektorie. Nejdůležitější vlastností této metody je zvýšení přesnosti, když je provedeno několik měření na místě zastavení, která jsou zprůměrována. Lze dosáhnout relativní přesnosti na úrovni centimetrů (Hofmann-Wellenhof et al, 2008).

Kinematická metoda v reálném čase

Pro tuto metodu se vžil název RTK z anglického Real Time Kinematic. Při této metodě dochází k výpočtu korekcí v reálném čase. Vypočtené korekce jsou vysílány z referenčních stanice na pohyblivý přijímač pomocí rádiových nebo GSM (Groupe Spécial Mobile) modelů. Výhodou této metody je získávání souřadnic v reálném čase a jejich

znalost v okamžiku měření umožňuje obsluhu GPS kvalifikovaně volit další body pro tvorbu mapy podle konfigurace terénu.

Uplatnění metody je závislé na dostupnosti signálu modemu v terénních podmínkách. Pro zajištění centimetrové přesnosti by neměla být vzdálenost mezi referenčním a pohyblivým přijímačem více než 10 km (Hánek et al, 2008).

1.2.5 Diferenční metody

Pro diferenční metodu se zavedl pojem diferenční GPS (DGPS). V místě se známými souřadnicemi (například triangulační bod) se umístí GNSS přijímač a sleduje se aktuální naměřená poloha přijímače. Z aktuální naměřené polohy a ze skutečné polohy se určuje aktuální chyba určení polohy. Tuto chybu vhodným způsobem distribuujeme k ostatním GNSS přijímačům v přiměřeném okolí, na těchto přijímačích provádíme korekci naměřené polohy. Při měření s touto metodou se použije referenční stanice umístěná na známý bod. Stanice obsahuje přesný GNSS přijímač a komunikační zařízení, kterým jsou distribuovány korekce (Šebesta, 2012).

1.2.6 CZEPOS

Služby Státní sítě permanentních stanic pro přesné určování polohy (CZEPOS) umožňují uživatelům přijímačů GNSS přesné určení pozice na celém území České republiky. CZEPOS spravuje a provozuje Zeměměřický úřad jako součást geodetických základů České republiky (CZEPOS ČÚZK, 2024). CZEPOS obsahuje 28 permanentních stanic, které jsou rovnoměrně rozmístěny po celém území České republiky a dalších 27 stanic zahraničních sítí, viz Obrázek 1.8: Síť stanic CZEPOS (CZEPOS ČÚZK, 2024). Všechny stanice provádí 24 hodin denně přesná měření GNSS, která jsou dále zpracovávána a poskytována uživatelům formou korekčních dat.



Obrázek 1.8: Síť stanic CZEPOS (CZEPOS ČÚZK, 2024)

CZEPOS využívají především uživatelé přesných geodetických GNSS přijímačů, kde lze díky službám CZEPOS dosáhnout centimetrové až subcentimetrové přesnosti.

Stanice CZEPOS tvoří na území České republiky společně s pomocnými stanicemi a vybranými body geodetických základů národní realizaci Evropského terestrického referenčního systému 1989 (ETRS89).

V současnosti jsou služby CZEPOS poskytovány ve 3 kategoriích. První kategorií jsou služby kategorie DGPS určené pro jednoduché přijímače kategorie GIS (geografický informační systém) umožňující určení polohy se submetrovou přesností. Druhou kategorií jsou služby kategorie RTK určené pro přesné přijímače umožňující určení polohy s centimetrovou přesností pomocí dat z jednotlivé stanice CZEPOS. Poslední kategorií jsou služby kategorie virtuálních referenčních stanic (VRS) určené pro přesné přijímače umožňující určení polohy s centimetrovou přesností pomocí dat VRS vypočtených z několika nejbližších stanic (Geoportál ČÚZK, 2024).

1.2.7 Přesnost a chyby GNSS

Přesnost a rychlost stanovení polohy je důležitým aspektem pro využití daného navigačního systému. Dobrý GNSS přijímač dokáže přesnost odhadnout a vybrat pro měření viditelné družice s nejmenší chybou určení polohy. Další možností, jak zvětšit přesnost, je navýšení počtu naměřených výsledků, tím se ale snižuje rychlost měření (Šebesta, 2012). Přesnost určování polohy a času ovlivňují následující faktory:

- řízení přístupu k signálům z družic,
- stav družic,
- počet viditelných družic,
- geometrické uspořádání viditelných družic,
- typ přijímače,
- pečlivost přípravy plánu měření,
- vliv ionosféry a troposféry,
- chyba hodin přijímače,
- způsob měření a vyhodnocování, a jiné.

GPS byl původně vyvíjen jako vojenský navigační systém, a proto do něj byly zabudovány mechanismy umožňující jeho znepřístupnění neautorizovaným uživatelům. Do signálu systému se tedy zavedly proměnlivé chyby, které mají za následek zhoršení přesnosti určování polohy.

Kvalita přijímaných signálů může být výrazně snížena i odrazem signálů od okolních objektů s vysoce odrazným povrchem.

Pro určení všech souřadnic musí mít přijímač k dispozici signály alespoň ze čtyř družic. Pokud jsou družice nahlučeny v relativně malé oblasti, tak určování polohy na základě jimi vysílaných signálů poskytuje výrazně horší výsledky, než když jsou družice, od sebe co nejvíce vzdáleny (Rapant, 2002). Přesnost určení polohy ovlivňuje geometrická konfigurace použitých družic během seance. Tento vliv je popsán DOP (Dilution Of Precision) parametry. PDOP (Position DOP) ovlivňuje prostorové určení polohy (Hánek et al, 2008). Pro dosažení vysoké přesnosti určení polohy je třeba dosáhnout nejen malé hodnoty chyby měření zdánlivé vzdálenosti, ale také využít co největšího počtu viditelných družic, které jsou od sebe, co nejdál vzdáleny, a tím zmenšit hodnoty DOP (Šebesta, 2012).

V případě relativních a diferenčních metod působí na přesnost také délka základny. Základnou se rozumí vzdálenost mezi referenční stanicí a pohyblivým přijímačem (Hánek et al, 2008).

1.3 Vybudování a zaměření polohového pole

1.3.1 Přípravné práce

Na základě dostupných podkladů k bodům bodových polí nebo s využitím přehledu bodových polí v informačním systému katastru nemovitostí se připraví přehledný náčrt. Do přehledného náčrtu se zakreslí body polohových bodových polí včetně bodů, které dosud nemají určeny souřadnice v S-JTSK. Jako podklad pro přehledný náčrt lze využít digitální grafické mapové podklady (ČÚZK-14085/2018-22).

1.3.2 Rekognoskace a volba nových bodů

Při rekognoskaci území se zjišťuje stav současných bodů a určuje se umístění nových bodů. Nové body se zakreslí do náčrtu (Culek et al, 1989).

1.3.3 Zaměření bodů

Poloha bodu musí být určena buď ze dvou nezávislých výsledků měření pomocí Globálního navigačního satelitního systému GNSS nebo jednoho měření technologií GNSS a jednoho měření jinou geodetickou metodou. Souřadnice bodu musí vyhovět charakteristikám přesnosti stanovenými vyhláškou č. 31/1995 Sb., verze 8 pro trigonometrické body a zhušťovací body a zvláštním předpisem pro body PPBP a podrobné body (vyhláška č. 31/1995 Sb.).

Terestrické metody měření

Body PPBP se zaměřují:

1. Plošnými sítěmi s měřeními vodorovnými úhly a délkami.
2. Polygonovými pořady oboustranně připojenými a oboustranně orientovanými. Polygonové pořady kratší než 1,5 km mohou být jednostranně orientované.
3. Protínáním vpřed z úhlů nebo protínáním z délek nebo kombinovaným protínáním nejméně ze tří bodů ZPBP, ZhB nebo z jiných bodů odpovídajících přesnosti. Úhel protínání na určovaném bodě musí být v rozmezí 30 až 170 gon. Vzdálenost od daného bodu k bodu určovanému nesmí být větší než 1500 m. Směry na body vzdálené od stanoviště více než 500 m se měří ve dvou skupinách.
4. Rajónem do délky 1500 m s orientací na daném bodě na dva body ZPBP, ZhB nebo jiné body s prokazatelnou střední souřadnicovou chybou do 0,04 m nebo s orientací na daném i určovaném bodě. Délka rajónu nesmí být delší než délka nejbližší orientace.

-
5. Rajónem do délky 1500 m s orientací na určovaném bodě na nejméně tři body ZPBP, ZhB nebo jiné body s prokazatelnou střední souřadnicovou chybou do 0,04 m. Úhel protínání mezi směry s měřenou délkou a ostatními orientačními směry na určovaném bodě musí být v rozmezí 30 až 170 gon.
 6. Body na technických objektech se zaměřují rajóny, zpravidla do vzdálenosti 50 m od pomocného bodu.

Vodorovné úhly se měří ve skupinách (nejméně v jedné) teodolitem zajišťujícím přesnost měřených směrů 0,0006 gon podle zvláštního předpisu (ČSN ISO 17123-1). Při délkách do 500 m je možné použít teodolit s přesností do 0,002 gon. Mezní odchylka v uzávěru skupiny (v opakovaném prvním směru) a mezní rozdíl mezi skupinami je 0,003 gon. Délky se měří dvakrát, dálkoměrem s přesností na 0,01 m a obousměrně, není-li to vyloučeno, a vždy s využitím optických odrazných systémů na cílových bodech. Krátké délky lze měřit pásmem. K měření se použijí kalibrované dálkoměry a pásma. Naměřené délky se opravují o fyzikální redukce (z teploty a tlaku vzduchu), o matematické redukce (do vodorovné roviny, z nadmořské výšky) a o redukce do zobrazovací roviny S-JTSK. Mezní rozdíl dvojice měřených délek je 0,02 m u délek kratších než 500 m, 0,04 m u délek od 500 m. Záznam měření se provádí zápisem do příslušných tiskopisů Úřadu nebo záznamem na polní elektronické zařízení (ČÚZK-14085/2018-22).

Velký vliv na měření délek má aktuální teplota vzduchu a atmosférický tlak, protože tyto hodnoty ovlivňují elektromagnetické vlny (Chandra, 2005). Proto při určování vzdáleností je třeba tyto hodnoty zadat do dálkoměru, který naměřenou vzdálenost automaticky opraví o příslušnou fyzikální redukci (Chamout et al, 2003).

Fotogrammetrické metody

Ve fotogrammetrii se získávají informace měřením fotografických obrazů. Podle stanoviska fotografování se dělí na pozemní a leteckou fotogrammetrii (Maršík, 1998). V pozemní fotogrammetrii využíváme vlíčovací body o známých geodetických souřadnicích (Pavelka a České vysoké učení technické v Praze, 2003). Jako výsledek přímého měření za pomoci geodetických přístrojů a s využitím fotogrammetrických metod vzniká digitální katastrální mapa (DKM) (Chamout et al, 2003).

Měření pomocí GNSS

Body měřené pomocí GPS mají souřadnice X, Y, Z v systému WGS-84. K měření a jeho zpracování se používají takové přijímače GNSS a takové zpracovatelské výpočetní programy, které zaručují požadovanou přesnost výsledků provedených měřicích a výpočetních prací (ČÚZK-14085/2018-22).

K měření je možné využívat signály všech zprovozněných a správně fungujících družic všech dostupných globálních navigačních satelitních systémů. Poloha bodu měřená pomocí technologie GNSS musí být složena buď ze dvou nezávislých měření. Opakované měření GNSS musí být provedeno při nezávislém postavení družic (vyhláška č. 31/1995 Sb.).

2 Cíl kvalifikační práce

Cílem této práce je vybudovat a zaměřit v zájmové oblasti městského parku „Stromovka“ v Českých Budějovicích polohové bodové pole, které bude sloužit pro výuku geodetických předmětů, pomocí geodetických metod a pomocí GNSS. Ke správnému vybudování a zaměření je potřeba se seznámit se stabilizací bodů bodového pole a s geodetickými metodami a s technologiemi GNSS, které použijeme k zaměření vybudovaného bodového pole. Bodové pole bude dále sloužit pro výuku geodetických předmětů.

Měření terestrickými metodami bude probíhat ve dvou skupinách. Měření pomocí GNSS bude provedeno tak, aby splňovalo podmínky vyhlášky č. 31/1995 Sb.

Měření bude předcházet rekognoscence dané lokality a vybudování nových bodů. Dále se v terénu provedou měřické práce, jak geodetickými metodami, tak i pomocí technologie GNSS. Po provedení měřických prací se zpracují naměřené údaje pomocí geodetického softwaru Groma.

Výsledkem bude vybudovaná síť polohového bodového pole a souřadnice a výšky bodů, která bude sloužit pro výuku geodetických předmětů na Jihočeské univerzitě.

3 Metodika

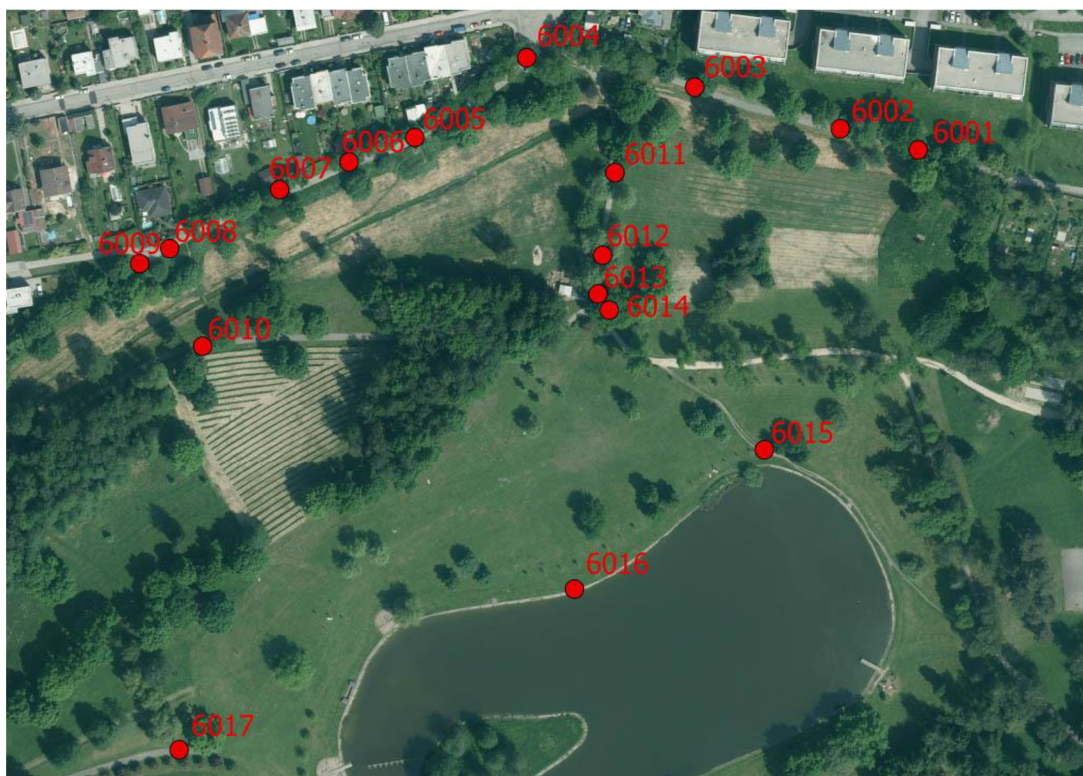
3.1 Charakteristika zájmové oblasti

Kraj: Jihočeský

Okres: České Budějovice

Obec: České Budějovice (544256)

Část obce: České Budějovice 2 (621943)



Obrázek 3.1: Mapa přehledka (vlastní)

Městský park „Stromovka“ leží na západ od středu města České Budějovice, nachází se v části České Budějovice 2.

Celý park Stromovka má rozlohu 68 ha a měření probíhalo na přibližně 9 ha z rozlohy parku, a to v ulici Na Zlaté stoce v severní části parku „Stromovka“ a v blízkosti vodní nádrže „Bagr“.

Vymezené území je rovinatého charakteru, rozdíl v převýšení mezi nejvyšším bodem a nejnižším bodem je přibližně 5 metrů. V parku se nachází velké množství dřevin, které byly pro měření geodetickou metodou i pro měření pomocí GNSS překážkou.

3.2 Rekognoskace

Před měřením bylo důležité seznámit se s lokalitou, ve které bude měření probíhat, a to přímo v místě měření. Při rekognoskaci jsem se seznámil s rozmístěním vybudovaných bodů, které byly stabilizovány pomocí měřických hřebů.

Při rekognoskaci jsem se pomocí mapy přehledky (Obrázek 3.1: Mapa přehledka (vlastní)) bodového pole obeznámil se všemi nově vybudovanými body a body jsem zvýraznil pomocí spreje s reflexní barvou. Během první rekognoskace, která proběhla 3. 8. 2023, jsem se seznámil s vybudovaným bodovým polem. Při druhé rekognoskaci, která proběhla 10. 8. 2023, jsem stanovil postup a harmonogram zaměření. Třetí rekognoskace území proběhla 11. 12. 2023, kdy jsem zkontroloval vzrůst vegetace, aby bylo možné dokončit měření.

3.3 Postup měření

3.3.1 Měření terestrickou metodou

Pro měření terestrické metody byla použita totální stanice Trimble M3 (Obrázek 3.2: Totální stanice Trimble M3 (vlastní)). Dále byl použit stativ Leica, na který se umístila totální stanice, a byly použity odrazné hranoly, které byly umístěny na výtyčkách. Totální stanice umožňuje měření vodorovných a zenitových úhlů, šikmých i vodorovných délek. Totální stanici lze také využít k vytyčování bodů.

Totální stanice se ovládá pomocí LCD displeje a pomocí tlačítek ovládacího panelu. K dotykovému ovládání slouží tužka, která je připevněná k totální stanici. K centraci a horizontaci byla použita elektronická libela, která se zobrazuje na displeji a krabicové libely, které jsou na totální stanici. Naměřená data se ukládají do paměti, ze které se následně data mohou exportovat na flashdisk. Pro zjištění 3D polohy bodů budou důležité šikmá délka, vodorovný směr a zenitový úhel.



Obrázek 3.2: Totální stanice Trimble M3 (vlastní)

Postup měření

Před vlastním měřením se provedla centrace a zhorizontování přístroje dle (USER GUIDE Trimble M3 Total Station) (Obrázek 3.3: Zcentrovaná a zhorizontovaná totální stanice Trimble M3 (vlastní)). Po zapnutí totální stanice se zobrazí výchozí okno softwaru Trimble ACCESS. Po kliknutí na ikonu Měření se zobrazí dalších šest ikon a v pravé části displeje se zobrazí infopanel. Klikneme na ikonu Joby a zvolíme Nový job. Vyplníme název jobu a zkontrolujeme souřadnicový systém a potvrdíme ikonou Akceptovat. Kliknutím na symbol cíle zvolíme odrazový hranol, který k měření používáme.

Po založení nové zakázky zvolíme ikonu Měření a dále Určení stanoviska, na obrazovce se zobrazí elektronická libela. Libela by měla být zcentrována a zhorizontována, proto volíme ikonu Akceptovat. Do totální stanice musíme zadat atmosférické podmínky – teplotu a tlak vzduchu. V Určení stanoviska vložíme číslo bodu, na kterém se právě nacházíme a výšku přístroje. Výšku přístroje změříme pomocí metru, začátek metru položíme na bod a výšku měříme po kříž, který je na boku totální stanice a odpovídá točné ose dalekohledu. Dalším krokem je vložení čísla orientace, tím bude číslo bodu, na který se budeme orientovat. Dále vložíme výšku cíle, tou bude výška odrazného hranolu na výtyčce. Jelikož měříme bez souřadnic, musíme vložit Azimut.

Hodnota Azimutu bude 0.0000 gon. Zacílíme na odrazný hranol, který se nachází nad orientačním bodem a zmáčkneme ikonu Měřit. Totální stanice změří délky a úhly a uloží do paměti orientaci.



Obrázek 3.3: Zcentrovaná a zhorizontovaná totální stanice Trimble M3 (vlastní)

Dále se bude ze stanoviska měřit na okolní body budovaného bodového pole, na které je možno měřit (je na ně viditelnost). V menu totální stanice Měření zvolíme volbu Měření bodů. Vyplníme údaje o měřeném bodě – číslo bodu, výšku cíle, případně kód a vybereme metodu zaměření, která je označena jako „Úhly a délky“. Zacílíme na odrazný hranol, který je nad měřeným bodem a zvolíme ikonu Měřit. Totální stanice změří Úhly a délky a bod uloží do své paměti. Stejným způsobem měříme další body na stanovisku. Po doměření všech bodů proložíme dalekohled a provedeme měření všech bodů v druhé poloze. Všechny body jsou tedy změřeny v jedné skupině vodorovných směrů, první a druhé poloze zenitových úhlů a dvakrát je změřena šikmá délka.

Když máme ukončeno měření na stanovisku, přesuneme se na další stanovisko, na kterém opakujeme výše popsany postup. Tímto způsobem provedeme měření na bodech polohového bodového pole. Terestrickou metodou bylo měřeno na bodech číslo 6001, 6002, 6003, 6005, 6006, 6007, 6008, 6009, 6011, 6012, 6013, 6015, 6016. Měření z bodů číslo 6004 a 6010 nebylo provedeno kvůli vzrostlé vegetaci v jejich okolí, která zabraňovala dobrému výhledu na okolní body bodového pole. Na bodě

číslo 6014, který je na vyvýšeném poklopu, nebylo měřeno z důvodu nemožnosti provést centraci přístroje. Dále nebylo měřeno z bodu číslo 6017, který je odlehlý a nachází se v jiné části parku a není z něj přímá viditelnost na žádný jiný bod z nově určeného polohového bodového pole.

Počet měřených směrů z jednotlivých stanovisek se lišil, jelikož z jednotlivých bodů je jiná viditelnost. Nejlepší viditelnost a nejvíce směrů bylo změřeno z bodu číslo 6012 (10 směrů), a nejmenší viditelnost a nejméně směrů bylo zaměřeno z bodu číslo 6003 (3 směry). Aby bylo změřeno co nejvíce směrů a bylo dostatečné propojení sítě, muselo být měření provedeno ve více dnech za různých vegetačních podmínek. Měření z bodu 6011 proběhlo v obou dnech měření, kdy většina směrů byla změřena 19. 12. 2023, celkový počet směrů za oba dny je v Tabulka 3.1: Přehled měřených směrů.

První měření proběhlo 11. 8. 2023, kdy bylo slunečné počasí, atmosférická teplota byla v rozmezí 23 °C až 25 °C, atmosférický tlak byl 1022 hPa a bylo změřeno nejvíce směrů. Druhé měření proběhlo 19. 12. 2023, kdy už listy ze stromů byly opadané a mohlo dojít k doměření bodů, které nebylo možné při prvním měření zaměřit. Atmosférická teplota byla v rozmezí od 0,5 °C do 8 °C, atmosférický tlak byl 1024 hPa. Při prvním měření mi pomáhal jeden kolega, který s výtyčkou a hranolem obcházel jednotlivé body. Při druhém měření mi pomohly dvě kolegyně. V Tabulka 3.1: Přehled měřených směrů je uveden přehled měřených směrů z jednotlivých stanovisek a datum měření.

Tabulka 3.1: Přehled měřených směrů

Stanovisko	Datum	Počet měřených směrů
6001	11. 8. 2023	4
6002	11. 8. 2023	4
6003	11. 8. 2023	3
6005	11. 8. 2023	4
6006	11. 8. 2023	4
6007	11. 8. 2023	4
6008	11. 8. 2023	4
6009	11. 8. 2023	4
6011	11. 8. 2023, 19. 12. 2023	9

Stanovisko	Datum	Počet měřených směrů
6012	19. 12. 2023	10
6013	11. 8. 2023	4
6015	19. 12. 2023	6
6016	11. 8. 2023	4

Po změření všech bodů se musí všechna naměřená data exportovat z totální stanice na flashdisk. Na obrazovce zvolíme Joby a dále Export uživatelských protokolů. Následně zvolíme formát zápisníku, který potřebujeme. Další zpracování se provádí v geodetickém softwaru Groma.

3.3.2 Měření pomocí GNSS

K zaměření bodů byla využita kinematická metoda v reálném čase (RTK). Měření byla prováděna GNSS přijímačem Trimble R4-2 (Obrázek 3.5: GNSS přijímač Trimble R4-2 (vlastní)), k ovládání přijímače byla použita kontrolní jednotka (kontroler) Trimble Ranger (Obrázek 3.4: Kontrolní jednotka Trimble Ranger (vlastní)). Kontroler je vybaven dotykovým displejem a klávesnicí a obsahuje software Survey Controller verze 12.49. Pro souřadnicový systém je použit transformační modul zpřesněné globální transformace Trimble 2018 verze 1.0, který byl schválen ČÚZK. K nastavení přístroje byl použit manuál (Trimble R4s GNSS Receiver, User Guide).



Obrázek 3.4: Kontrolní jednotka Trimble Ranger (vlastní)



Obrázek 3.5: GNSS přijímač Trimble R4-2 (vlastní)

Postup měření

Pro měření metodou RTK je nutné mít přijímač připojen k internetovému připojení. Je tedy nutné si na svém mobilním telefonu zapnout osobní hotspot, ke kterému připojíme přijímač. Po připojení přijímače k mobilnímu hotspotu založíme novou zakázku, do které budeme měření ukládat.

Na úvodní obrazovce kontroleru zvolíme ikonu Měření a dále Joby, Nový job, ve kterém zadáme název nové zakázky a stiskneme tlačítko Akceptovat.

Na obrazovce se opět objeví úvodní obrazovka, na které vybereme Měření a zobrazí se nám několik režimů. Po výběru režimu RTK se aparatura připojí do výpočetního centra zvolené sítě, jakmile dosáhne přesných korekcí, ohlásí „Inicializace dokončena“ a na displeji se zobrazí informace o aktuální přesnosti a fixaci přístroje. Na obrazovce můžeme zadat číslo bodu, výšku přístroje, případně kód bodu. Výšku přístroje je nutné změřit metrem, výška se měří od špičky výtyčky po závit na roveru. Po zadání všech údajů můžeme začít měřit, v pravém dolním rohu je tlačítko Měřit, které stiskneme. Po stisknutí se objeví odpočet 5 vteřin do konce měření na daném bodě. Když je měření dokončeno a bod má dostatečnou kvalitu, můžeme stisknout tlačítko Uložit a bod se uloží do naší založené zakázky. Můžeme přejít na další bod, na kontroleru změním číslo bodu a můžeme bod změřit.

Po změření všech bodů ukončíme měření. Stiskneme tlačítko Esc, dále Měření a stiskneme Konec konvenčního měření. Klikneme na ikonu Joby, export dat se nachází na další straně, stiskneme tlačítko 1/2, tím se dostaneme na druhou stranu. Zvolíme tlačítko Import/Export a vybereme Exportovat uživatelský formát, ve kterém si určíme formát souboru, zaokrouhlení a nastavení aktuálního data. Následně stiskneme

Enter a Akceptovat. K přístroji připojíme flashdisk a vložíme na něj exportované měření, které je uloženo v adresáři.

Dle platné vyhlášky č. 31/1995 Sb. musí být poloha bodů pomocí GNSS určena ze dvou nezávislých měření. Bod, který je několikrát měřený se čísluje s desetinnou tečkou a číslem opakování, například bod číslo 6005 měl při prvním měření číslo 6005.1 a při druhém měření číslo 6005.2. První měření bodů probíhalo 11. 8. 2023 od 12:28 do 13:12 a druhé měření, které zaručilo dostatečně odlišnou konstelaci družic proběhlo 11. 8. 2023 od 17:32 do 17:59.

V Tabulka 3.2: Nezávislé měření bodů jsou k porovnání souřadnice Y, X, výška H a přesnost souřadnic XY, která souvisí s PDOP, časem měření a počtem satelitů. Během měření bylo změřeno 13 bodů, a to body číslo 6001, 6002, 6003, 6005, 6006, 6007, 6008, 6009, 6010, 6014, 6015, 6016, 6017, viz Příloha č. 1 – Protokol měření GNSS.

Body číslo 6004, 6011, 6012, 6013 nebylo možné zaměřit, jelikož okolo nich byla vzrostlá vegetace, která bránila dosažení nízkých hodnot PDOP a tedy přesných měření.

Tabulka 3.2: Nezávislé měření bodů

Číslo bodu	Y [m]	X [m]	H [m]	Přesnost XY [m]	PDOP	Čas měření	Počet satelitů
6001.1	757068.215	1166106.100	386.982	0.012	1.63	13:12	11
6001.2	757068.202	1166106.130	387.015	0.011	1.55	17:32	14
6002.1	757101.320	1166095.335	386.923	0.014	1.81	13:04	10
6002.2	757101.304	1166095.365	386.930	0.020	4.44	17:38	7
6003.1	757160.838	1166081.003	386.927	0.008	1.82	13:02	10
6003.2	757160.834	1166080.997	386.934	0.011	2.00	17:40	13
6005.1	757294.828	1166104.960	388.593	0.007	1.69	12:38	11
6005.2	757294.829	1166104.972	388.599	0.009	1.50	17:42	13
6006.1	757320.385	1166111.383	388.572	0.008	1.74	12:30	11
6006.2	757320.395	1166111.387	388.565	0.009	1.63	17:43	14
6007.1	757342.048	1166123.809	388.767	0.013	2.00	12:33	9
6007.2	757342.043	1166123.800	388.763	0.009	1.62	17:45	14
6008.1	757394.295	1166147.361	388.905	0.012	1.83	12:35	10
6008.2	757394.289	1166147.360	388.890	0.009	2.05	17:46	13
6009.1	757408.755	1166153.804	389.124	0.009	1.71	12:36	11
6009.2	757408.725	1166153.817	389.110	0.009	2.46	17:47	11
6010.1	757383.803	1166189.669	387.011	0.012	2.19	12:40	8
6010.2	757383.795	1166189.680	387.025	0.013	2.94	17:49	12
6014.1	757192.743	1166190.615	387.609	0.012	2.45	12:56	8
6014.2	757192.719	1166190.632	387.577	0.010	1.81	17:59	12
6015.1	757137.421	1166236.080	386.748	0.008	1.78	12:54	10
6015.2	757137.454	1166236.080	386.783	0.006	1.74	17:57	13
6016.1	757228.377	1166300.651	386.625	0.011	1.78	12:52	10
6016.2	757228.376	1166300.643	386.626	0.004	0.97	17:56	14
6017.1	757403.905	1166371.017	386.778	0.008	1.78	12:47	9
6017.2	757403.890	1166371.015	386.785	0.008	2.05	17:51	13

4 Výsledky a Diskuse

Zpracování naměřených dat proběhlo v geodetickém softwaru Groma. Do softwaru jsem provedl import měřených dat z totální stanice a následně jsem v softwaru provedl zpracování záznamu měření. V rámci tohoto úkonu došlo k výpočtu zápisníků, viz Příloha č. 2 – Protokol výpočtu zápisníku, dále k výpočtu opravených směrů z měření v I. a II. poloze, viz Obrázek 4.1: Výpočet opravených směrů z měření v I. a II. poloze (vlastní).

VÝPOČET OPRAVENÝCH SMĚRŮ Z MĚŘENÍ V I. A II. POLOZE

?: Podezřelé měření:

oprava kolimační chyby > 0.0100 g
oprava indexové chyby > 0.0200 g
oprava délky > 0.100 m

x: Chybné měření:

oprava kolimační chyby > 0.0500 g
oprava indexové chyby > 0.0500 g
oprava délky > 0.200 m

Stanovisko:6011

	Cíl	Hz I Kol	Hz II V Kol	Z I Index	Z II V Index	D I V D	D II	Hz	Z	Délka
	6002	183.6708 0.0092	383.6892 0.0092	99.6000 0.0089	300.3761 0.0089	107.296 -0.002	107.293	183.6800	99.6150	107.294
	6006	15.9617 0.0041	215.9699 0.0041	98.3899 0.0098	301.5905 0.0098	119.603 -0.002	119.599	15.9658	98.3997	119.601
	6004	73.0302 0.0028	273.0357 0.0028	97.3704 0.0156	302.5985 0.0156	77.471 -0.001	77.470	73.0330	97.3859	77.471
?	6012	315.5730 0.0144	115.6018 0.0144	98.6233 -0.0078	301.3923 -0.0078	18.848 -0.004	18.839	315.5874	98.6155	18.844
	6013	316.1478 0.0092	116.1662 0.0092	98.8286 0.0100	301.1514 0.0100	33.634 -0.000	33.634	316.1570	98.8386	33.634
?	6014	295.0074 0.0137	95.0348 0.0137	97.7395 0.0115	302.2374 0.0115	60.259 -0.001	60.257	295.0211	97.7511	60.258
	6016	315.0234 0.0072	115.0377 0.0072	99.5981 0.0067	300.3885 0.0067	171.436 0.001	171.438	315.0306	99.6048	171.437

Stanovisko:6012

	Cíl	Hz I Kol	Hz II V Kol	Z I Index	Z II V Index	D I V D	D II	Hz	Z	Délka
	6009	89.1437 0.0060	289.1556 0.0060	98.9083 0.0082	301.0753 0.0082	203.334 -0.001	203.331	89.1496	98.9165	203.332
	6006	110.9580 0.0082	310.9744 0.0082	98.4327 0.0159	301.5355 0.0159	121.180 0.001	121.183	110.9662	98.4486	121.182
	6004	166.0998 0.0070	366.1138 0.0070	97.8404 0.0196	302.1205 0.0196	92.988 -0.001	92.986	166.1068	97.8599	92.987
	6001	270.7973 -0.0076	70.7821 -0.0076	99.4597 0.0108	300.5188 0.0108	144.057 0.004	144.065	270.7897	99.4705	144.061
	6002	259.7953 0.0087	59.8127 0.0087	99.4476 0.0098	300.5327 0.0098	117.514 0.003	117.520	259.8040	99.4575	117.517
	6003	227.0992 -0.0020	27.0951 -0.0020	98.9822 0.0155	300.9868 0.0155	81.992 0.005	82.001	227.0971	98.9977	81.997
	6011	200.6743 -0.0022	0.6700 -0.0022	99.1815 -0.0059	300.8304 -0.0059	18.845 0.001	18.847	200.6722	99.1755	18.846
?	6013	1.9405 0.0101	201.9606 0.0101	97.6072 0.0100	302.3727 0.0100	14.788 0.003	14.794	1.9505	97.6172	14.791
	6015	347.9548 0.0054	147.9657 0.0054	99.3460 0.0045	300.6449 0.0045	109.911 -0.004	109.904	347.9602	99.3505	109.907

Obrázek 4.1: Výpočet opravených směrů z měření v I. a II. poloze (vlastní)

Dále došlo k zhodnocení kvality měřených směrů z měření v I. a II. poloze, viz Obrázek 4.2: Statistika opravených směrů z druhého měření (vlastní) a k redukci vodorovných směrů, zpracování obousměrně měřených směrů, viz Obrázek 4.3: Zpracování obousměrně měřených délek (vlastní). Rozdíl v délkách byl od -0,014 mm do 0,008 mm.

```

STATISTIKA:
=====

Vodorovné směry:
-----
Počet vyhovujících směrů      : 20
Počet podezřelých směrů     : 4
Počet chybných směrů        : 0
Odhad kolimační chyby        : 0.0058
Nastavená kolimační chyba    : 0.0000
Oprava kolimační chyby       : 0.0058

Zenitové úhly:
-----
Počet vyhovujících zenitových úhlů: 20
Počet podezřelých zenitových úhlů : 0
Počet chybných zenitových úhlů   : 0
Odhad indexové chyby           : 0.0092
Nastavená indexová chyba        : 0.0000
Oprava indexové chyby          : 0.0092

Délky:
-----
Počet opravených délek         : 20
Počet podezřelých délek       : 0
Počet chybných délek          : 0

```

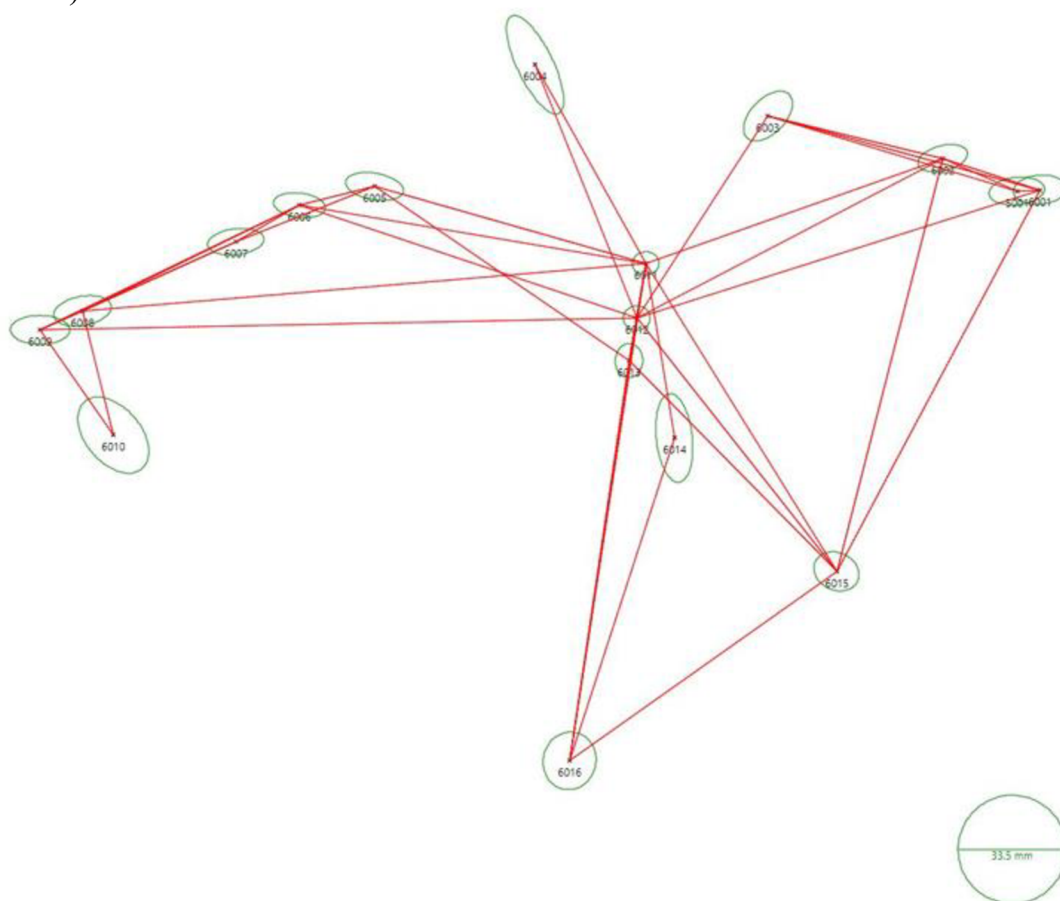
Obrázek 4.2: Statistika opravených směrů z druhého měření (vlastní)

ZPRACOVÁNÍ OBOSMĚRNĚ MĚŘENÝCH DÉLEK										
	Bod A	Bod B	D Tam	D Zpět	Rozdíl	D	dH Tam	dH Zpět	Rozdíl	dH
	6001	6015	147.290	147.294	-0.003	147.292	-0.243	0.235	0.008	-0.239
	6001	6002	34.824	34.824	0.000	34.824	-0.087	0.087	0.000	-0.087
	6001	6003	95.981	95.981	0.000	95.981	-0.090	0.090	0.000	-0.090
	6002	6015	145.288	145.302	-0.014	145.297	-0.168	0.177	-0.009	-0.173
	6002	6003	61.224	61.224	0.000	61.224	0.006	-0.006	0.000	0.006
	6005	6011	96.041	96.041	0.000	96.041	-2.736	2.736	0.000	-2.736
	6005	6006	26.342	26.342	0.000	26.342	-0.017	0.017	0.000	-0.017
	6005	6007	50.862	50.862	0.000	50.862	0.171	-0.171	0.000	0.171
	6006	6009	98.026	98.026	0.000	98.026	0.516	-0.516	0.000	0.516
	6006	6008	82.213	82.213	0.000	82.213	0.309	-0.309	0.000	0.309
	6006	6007	25.002	25.002	0.000	25.002	0.177	-0.177	0.000	0.177
	6007	6008	57.294	57.294	0.000	57.294	0.136	-0.136	0.000	0.136
	6007	6009	73.123	73.123	0.000	73.123	0.335	-0.335	0.000	0.335
	6008	6009	15.032	15.032	0.000	15.032	0.203	-0.203	0.000	0.203
	6011	6012	18.042	18.046	-0.004	18.043	0.120	-0.121	0.001	0.121
	6011	6013	33.628	33.625	0.003	33.627	0.318	-0.315	-0.003	0.317
	6011	6016	171.437	171.434	0.003	171.436	0.774	-0.758	-0.016	0.766
	6012	6016	152.599	152.591	0.008	152.594	0.664	-0.646	-0.018	0.655
	6012	6013	14.791	14.784	0.007	14.787	0.109	-0.102	0.003	0.190
	6012	6015	109.907	109.905	0.002	109.906	0.756	-0.765	0.008	0.760
	6013	6016	137.810	137.810	0.000	137.810	0.459	-0.459	0.000	0.459
	6013	6015	100.725	100.736	-0.011	100.731	0.555	-0.563	0.008	0.559

Obrázek 4.3: Zpracování obousměrně měřených délek (vlastní)

Takto upravený zápisník sloužil jako podklad pro výpočet vyrovnání měřické sítě viz Příloha č. 3 – Polohové vyrovnání sítě. Síť, která byla předmětem vyrovnání, obsahovala celkem 16 bodů. Celkový počet měřených délek je 42 a celkový počet měřených směrů je 64. Počet nadbytečných měření délek je 26 a počet nadbytečných měřených směrů je 62. Vypočtená střední souřadnicová chyba m_{xy} má hodnotu 15,2 mm, průměrná střední chyba vyrovnaných výšek je 4,8 mm. Měřická síť byla počítána jako volná síť. Do softwaru jsme naimportovali souřadnice bodů určených z GNSS a ty sloužily jako identické body. Průměrná střední chyba vyrovnané délky je 20,1 mm, průměrná střední chyba vyrovnaného směru je 0,0063 gon.

Výsledkem je vyrovnaná měřická síť se 16 body polohového bodového pole (Obrázek 4.4: Schéma vyrovnané sítě s vyznačením elips chyb pro jednotlivé body sítě (vlastní))



Obrázek 4.4: Schéma vyrovnané sítě s vyznačením elips chyb pro jednotlivé body sítě (vlastní)

Největší souřadnicová chyba 24,91 mm byla u bodu číslo 6004. Tato chyba byla pravděpodobně způsobena malým počtem měření na daný bod. Podobně velká chyba 22,71 mm byla u bodu číslo 6010, který byl rovněž určen pomocí menšího počtu měřených dat (dva směry, dvě délky, dvě převýšení). Nejmenší souřadnicová chyba

7,76 mm byla u bodu číslo 6011, viz Obrázek 4.5: Výsledky vyrovnání sítě (vlastní). Výsledkem vyrovnání sítě jsou souřadnice 16 bodů, které mají střední souřadnicovou chybu m_{xy} je 15,2 mm a bod číslo 6017, který byl určen pouze metodou RTK a není zahrnut do vyrovnané sítě, viz Tabulka 4.1: Výsledné souřadnice.

VÝSLEDKY VYROVNÁNÍ:

=====

Počet nadbytečných měření : 62
 Základní střední chyba $m\theta$ apriorní [cc]: 5.00
 Základní střední chyba $m\theta$ aposteriorní [cc]: 114.66
 $m\theta$ aposteriorní / $m\theta$ apriorní : 22.93
 Interval spolehlivosti : <0.82 - 1.18>

INFORMACE O STŘEDNÍCH CHYBÁCH:

=====

Bod	Y [m]	X [m]	m_y [mm]	m_x [mm]	m_{xy} [mm]
5001	757076.0543	1166106.5530	17.18	8.57	13.57
6001	757068.1809	1166106.0977	16.42	9.03	13.25
6002	757101.2878	1166095.3531	15.26	8.44	12.33
6003	757160.7987	1166080.9944	15.11	15.43	15.27
6004	757240.1252	1166063.4852	17.67	30.48	24.91
6005	757294.8401	1166104.9547	17.91	8.61	14.05
6006	757320.3838	1166111.3691	16.03	7.71	12.58
6007	757342.0754	1166123.7985	17.46	8.20	13.64
6008	757394.2935	1166147.3698	17.79	9.47	14.25
6009	757408.7520	1166153.8372	18.32	8.93	14.41
6010	757383.8072	1166189.6869	21.92	23.46	22.71
6011	757202.4481	1166131.1898	8.34	7.13	7.76
6012	757205.4617	1166149.7731	8.33	7.51	7.93
6013	757208.1210	1166164.3230	8.46	10.55	9.56
6014	757192.7071	1166190.6535	11.45	27.39	20.99
6015	757137.4591	1166236.1082	13.89	12.06	13.01
6016	757228.3900	1166300.6431	16.35	17.80	17.09

 Střední souřadnicová chyba m_{xy} [mm]: 15.24

Obrázek 4.5: Výsledky vyrovnání sítě (vlastní)

Tabulka 4.1: Výsledné souřadnice

Číslo bodu	Y [m]	X [m]	H [m]
6001	757 068,181	1 166 106,098	387,000
6002	757 101,288	1 166 095,353	386,913
6003	757 160,799	1 166 080,994	386,914
6004	757 240,125	1 166 063,485	388,749
6005	757 294,840	1 166 104,955	388,593
6006	757 320,384	1 166 111,369	388,579
6007	757 342,075	1 166 123,799	388,759
6008	757 394,294	1 166 147,370	388,896
6009	757 408,752	1 166 153,837	389,097
6010	757 383,807	1 166 189,687	386,985
6011	757 202,448	1 166 131,190	385,859
6012	757 205,462	1 166 149,773	385,983
6013	757 208,121	1 166 164,323	386,175
6014	757 192,707	1 166 190,654	387,702
6015	757 137,459	1 166 236,108	386,739
6016	757 228,390	1 166 300,643	386,636
6017	757 403,898	1 166 371,016	386,782
Střední souřadnicová chyba $m_{xy} = 15,2$ mm			
Průměrná střední chyba vyrovnaných výšek = 4,8 mm			
Souřadnice Y, X jsou určeny v S-JTSK			
Výška H je určena v Bpv			

5 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo vybudovat a zaměřit polohové bodové pole pro výuku geodetických předmětů.

V teoretické části práce byly popsány jednotlivé kroky při budování bodového pole. V práci byly zmíněny základy polohových, výškových i tíhových bodových polí. Byly zde popsány způsoby stabilizace a signalizace bodů bodového pole. Uvedeny byly geodetické metody, které mohou sloužit k vybudování bodových polí a byly uvedeny technologie GNSS a jejich principy měření.

V lokalitě městského parku „Stromovka“ v Českých Budějovicích byla vybudována síť 17 bodů polohového bodového pole, které jsou předmětem bakalářské práce. Měření předcházela rekognoskace stabilizovaných bodů. K měření bodů se použila jak terestrická metoda měření, tak i měření pomocí technologie GNSS. Při terestrické metodě se měření provedlo z každého stanoviska ve dvou skupinách, pomocí totální stanice Trimble M3. Při měření s technologií GNSS se měření provedlo dvakrát za rozdílné konstelace družic, v časovém intervalu, který vymezuje vyhláška č. 31/1995 Sb. Pro měření pomocí GNSS byla použita metoda RTK. Měření byla prováděna GNSS přijímačem Trimble R4-2, k ovládní přijímače byla použita kontrolní jednotka Trimble Ranger.

Naměřená data z totální stanice se naimportovala do geodetického softwaru Groma, ve kterém se provedlo zpracování záznamu měření. Při zpracování záznamu měření došlo k výpočtu zápisníku, výpočtu opravených směrů z měření v I. a II. poloze. Upravený zápisník se použil jako podklad pro výpočet vyrovnání měřické sítě. Měřická síť byla vyrovnána jako volná. Jako identické body se použily body změřené pomocí GNSS. Výsledná měřická síť obsahuje 16 bodů. Bod číslo 6017 nebyl zahrnut v měřické síti, jelikož na něm neproběhlo terestrické měření, výsledné souřadnice jsou určeny z GNSS měření

Během měření se postupovalo v souladu s platnými právními a technickými předpisy týkající se budování bodových polí.

Výsledkem výše uvedených činností jsou určené souřadnice a výšky bodů polohového bodového pole, které budou dále sloužit pro výuku geodetických předmětů.

Seznam použité literatury

Blažek, R., Jandourek, J. (1991). *Geodézie: úpravy měřených veličin a výškopis: určeno pro stud. Fak. Stavební*. 1. vydání. ČVUT, Praha. ISBN 80-01-00611-5.

Culek, J., Soukup, F., Weigel, J. (1989). *Výuka v terénu z geodezie I.* 1. vydání. Rektorát Vysokého učení technického, Brno. ISBN 55-608-89.

ČSN ISO 17123 Optika a optické přístroje – Terénní postupy pro zkoušení geodetických a měřických přístrojů.

Fišer, Z., Vondrák, J. (2004). *Mapování II*. CERM, s. r. o., Brno. ISBN 80-214-2669-1.

Hánek, P., Hánek, P., Maršíková, M. (2008). *Geodezie pro obor pozemkové úpravy a převody nemovitostí*. 2. vydání. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, České Budějovice. ISBN 978-80-7394-086-7.

Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., Wasle, E. (2008). *GNSS – Global Navigation Satellite Systems GPS, GLONASS, Galileo and more* SpringerWienNewYork, ISBN: 978-3-211-73012-6

Chamout, L., Skála P., Česká zemědělská univerzita v Praze. (2003). *Základy geodezie*. Česká zemědělská univerzita, Praha. ISBN 80-213-1051-0

Chandra, A. (2005) *Surveying Problem Solving with Theory and Objective Type Questions*. New Age International (P), New Delhi. ISBN 978-81-224-2532-1

Novotný, M. (1995). *Geodezie a kartografie I*. 1. vydání, Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, České Budějovice. ISBN 80-7040-135-4

Návod pro správu geodetických základů České Republiky, č.j. ČÚZK-10867/2015-22

Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod, č.j. ČÚZK-14085/2018-22

Maršík, Z. (1998). *Základy geodezie a kartografie (pro zemědělské inženýry)*. 2. opravené vydání. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, České Budějovice. ISBN 70-7040-304-7.

Maršíková, M. a Maršík, Z. (2005). *Speciální a vyšší geodezie*. I. vydání. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta, České Budějovice. ISBN 80-7040-768-9.

Matějík, M. a Vitásková J. (2002). *Geodezie-katastr nemovitostí*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. ISBN 80-7157-568-2

Pavelka, K. a České vysoké učení technické v Praze. (2003). *Fotogrammetrie 10,20: praktická cvičení*. Vydavatelství ČVUT, Praha. ISBN 80-01-02655-8.

Pokora, M. (1985). *Geodezie I: celost. vysokošk. učebnice pro stavební fak.* Geodetický a kartografický podnik, Praha.

Rapant, P. (2002). *Družicové polohové systémy.* VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ostrava. ISBN: 80-248-0124-8

Šebesta, J. (2012). *Globální navigační systémy.* Vysoké učení technické v Brně, Brno. ISBN 978-80-214-4500-0

Vykutil, J. (1982). *Vyšší geodezie: vysokoškolská učebnice pro stavební fakulty.* Kartografie, Praha.

Vyhláška č. 31/1995 Sb. vyhláška, kterou se provádí zákon o zeměměřičství – znění od 01.07.2023

Citace webových zdrojů

CZEPOS ČÚZK, (2024). *CZEPOS Státní síť permanentních stanic pro přesné určování polohy*. [online] [21. 02. 2024]. Dostupné z: <https://czeapos.cuzk.cz/index.aspx>

EUSPA, (2023). *What is GNSS?*. [online] [19. 02. 2024]. Dostupné z: <https://www.europa.eu/european-space/eu-space-programme/what-gnss>

Geoportál ČÚZK, (2024). *Databáze bodových polí (DBP) – úvod*. [online] [08. 02. 2024]. Dostupné z: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(c0qmtzijcp5nfdmlanc1bl52\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&text=bodpole_info&side=bodpole&head_tab=sekce-02-gp&menu=27](https://geoportal.cuzk.cz/(S(c0qmtzijcp5nfdmlanc1bl52))/Default.aspx?mode=TextMeta&text=bodpole_info&side=bodpole&head_tab=sekce-02-gp&menu=27)

Geoportál ČÚZK, (2024). *Služby Státní sítě permanentních stanic pro přesné určování polohy (CZEPOS)*. [online] [21. 02. 2024]. Dostupné z: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(eu40wisbw0ejt555jqhthjdz\)\)/Default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&text=Aplikace_CZEPOS&head_tab=sekce-03-gp&menu=36](https://geoportal.cuzk.cz/(S(eu40wisbw0ejt555jqhthjdz))/Default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&text=Aplikace_CZEPOS&head_tab=sekce-03-gp&menu=36)

Geoportál ČÚZK, (2024). *Tíhové bodové pole* [online] [12. 02. 2024]. Dostupné z: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(dw1ab1451e55xq45qz10fs45\)\)/default.aspx?mode=TextMeta&metadataID=CZ-CUZK-DBP-TBP&metadataXSL=full&side=bodpole](https://geoportal.cuzk.cz/(S(dw1ab1451e55xq45qz10fs45))/default.aspx?mode=TextMeta&metadataID=CZ-CUZK-DBP-TBP&metadataXSL=full&side=bodpole)

*Katastr nemovitostí: Zeměměřičství; Pozemkové úpravy a úřady: podle stavu k. Os-
trava (199u-)* [online] [12. 02. 2024]. Dostupné z: <https://ndk.cz/uuid/uuid:201a0500-1e96-11e2-a61d-005056827e52>

Trimble R4s GNSS Receiver User Guide [online] [05. 03. 2024]. Dostupné z: https://www.d3e.fr/pdf/Trimble%20R4S_userguide.pdf

USER GUIDE Trimble M3 Total Station [online] [05. 03. 2024]. Dostupné z: http://www.geosamudra.com/datasheet/Trimble_M3_UserGuide_100A_English.pdf

Zeměměřičský úřad, (2024). *Základní nivelační body*. [online] [09. 02. 2024]. Dostupné z: https://nivelace.cuzk.cz/_znb.aspx

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Stabilizace trigonometrického bodu (vyhláška č. 31/1995 Sb.).....	10
Obrázek 1.2: Ochranný tyčový znak (vyhláška č. 31/1995 Sb.).....	11
Obrázek 1.3: Kovová konzole (vyhláška č. 31/1995 Sb.).....	12
Obrázek 1.4: Triangulační listy (vyhláška č. 31/1995 Sb.).....	14
Obrázek 1.5: Čepová značka s označením STÁTNÍ NIVELACE (vyhláška č. 31/1995 Sb.)	16
Obrázek 1.6: Stabilizace ostatních tíhových bodů (vyhláška č. 31/1995 Sb.).....	17
Obrázek 1.7: Stabilizace bodů hlavní gravimetrické sítě (vyhláška č. 31/1995 Sb.).	17
Obrázek 1.8: Sít' stanic CZEPOS (CZEPOS ČÚZK, 2024)	22
Obrázek 3.1: Mapa přehledka (vlastní).....	29
Obrázek 3.2: Totální stanice Trimble M3 (vlastní).....	31
Obrázek 3.3: Zcentrovaná a zhorizontovaná totální stanice Trimble M3 (vlastní)....	32
Obrázek 3.4: Kontrolní jednotka Trimble Ranger (vlastní).....	34
Obrázek 3.5: GNSS přijímač Trimble R4-2 (vlastní)	35
Obrázek 4.1: Výpočet opravených směrů z měření v I. a II. poloze (vlastní)	38
Obrázek 4.2: Zpracování obousměrně měřených délek (vlastní).....	39
Obrázek 4.3: Statistika opravených směrů z druhého měření (vlastní)	39
Obrázek 4.4: Schéma vyrovnané sítě s vyznačením elips chyb pro jednotlivé body sítě (vlastní)	40
Obrázek 4.5: Výsledky vyrovnaní sítě (vlastní).....	41

Seznam tabulek

Tabulka 3.1: Přehled měřených směrů.....	33
Tabulka 3.2: Nezávislé měření bodů.....	37
Tabulka 4.1: Výsledné souřadnice	42

Seznam použitých zkratk

AGS – astronomicko-geodetické síť

CZEPOS – Státní síť permanentních stanic pro přesné určování polohy

ČNSS – Česká státní nivelační síť

ČSTS – Česká státní trigonometrická síť

DOP – Dilution Of Precision

DGPS – diferenční globální poziční systém

DKM – digitální katastrální mapa

ETRS89 – Evropský terestrický referenční systém 1989

GIS – geografický informační systém

GNSS – globální navigační satelitní systém

GPS – globální poziční systém

GMS – Groupe Spécial Mobile

PBPP – pevné body podrobného pole

PDOP – Position Dilution Of Precision

PN – přesná nivelace

PNS – plošná nivelační síť

PPBP – podrobné polohové bodové pole

RTK – Real Time Kinematic

S-JSTK – systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální

TBP – tíhové bodové pole

VPN – velmi přesná nivelace

WGS 84 – World Geodetic System 1984

ZhB – Zhušťovací body

ZNB – základní nivelační body

ZPBP – základní polohové bodové pole

ZTBP – základní tíhové bodové pole

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Protokol měření GNSS	51
Příloha č. 2 – Protokol výpočtu zápisníku	52
Příloha č. 3 – Polohové vyrovnání sítě.....	58

Příloha č. 1 – Protokol měření GNSS

----- PROTOKOL GNSS (RTK) MĚŘENÍ

Firma: JU-ZF v Českých Budějovicích, katedra Krajinného managementu
Branisovska 1645/31a
370 05 České Budějovice

Zakazka: vana-bakalarka
Meril:
Datum: 11.08.2023

Přístroj: Trimble R4-2, fw: 4.61, vyr. c.: 5238496940
Trimble Survey Controller SW: 12.49

Verze protokolu: 4.95

Souradnicový systém: Použit transformacní modul zpsrenene globalni transformace Trimble 2018 verze 1.0 schvaleny CUZK pro mereni od 1.1.2018

Zona: Krovak_2018

Soubor rovinne dotransformace: KG2018

Vertikalni transformace

Model kvazigeoidu: CR2005

POUZITE A MĚŘENÉ BODY

Cislo bodu	Y	X	Z	Presnost XY	Presnost Z	PDOP	Sit*	Pocet sat.	Antena vyska;	Datum od**	Zacatek mereni	Doba mereni[s]	Kod bodu
RTCM0076	755867.526	1166927.575	410.061				3 RTK				11.08	12:19	NaN
6005.1	757294.828	1166104.960	388.593	0.007	0.009	1.69	3 MAXG	11	2.00	SZ	11.08	12:28	5
6006.1	757320.385	1166111.383	388.572	0.008	0.010	1.74	3 MAXG	11	2.00	SZ	11.08	12:30	5
6007.1	757342.048	1166123.809	388.767	0.013	0.014	2.00	3 MAXG	9	2.00	SZ	11.08	12:33	5
6008.1	757394.295	1166147.361	388.905	0.012	0.015	1.83	3 MAXG	10	2.00	SZ	11.08	12:35	5
6009.1	757409.755	1166153.804	389.124	0.009	0.012	1.71	3 MAXG	11	2.00	SZ	11.08	12:36	5
6010.1	757383.803	1166189.669	387.011	0.012	0.018	2.19	3 MAXG	8	2.00	SZ	11.08	12:40	5
6017.1	757403.905	1166371.017	386.778	0.008	0.010	1.78	3 MAXG	9	2.00	SZ	11.08	12:47	5
6016.1	757228.377	1166300.651	386.625	0.011	0.014	1.78	3 MAXG	10	2.00	SZ	11.08	12:52	5
6015.1	757137.421	1166236.080	386.748	0.008	0.011	1.78	3 MAXG	10	2.00	SZ	11.08	12:54	5
6014.1	757192.743	1166190.615	387.609	0.012	0.016	2.45	3 MAXG	8	2.00	SZ	11.08	12:56	5
6003.1	757160.838	1166081.003	386.927	0.008	0.011	1.82	3 MAXG	10	2.00	SZ	11.08	13:02	5
6002.1	757101.320	1166095.335	386.923	0.010	0.014	1.81	3 MAXG	10	2.00	SZ	11.08	13:04	5
6001.1	757068.215	1166106.100	386.982	0.012	0.016	1.63	3 MAXG	11	2.00	SZ	11.08	13:12	5
6001.2	757068.202	1166106.130	387.015	0.011	0.021	1.55	3 MAXG	14	2.00	SZ	11.08	17:32	6
6002.2	757101.304	1166095.365	386.930	0.020	0.043	4.44	3 MAXG	7	2.00	SZ	11.08	17:38	5
6003.2	757160.834	1166080.997	386.934	0.011	0.025	2.00	3 MAXG	13	2.00	SZ	11.08	17:40	5
6005.2	757294.829	1166104.972	388.599	0.009	0.016	1.50	3 MAXG	13	2.00	SZ	11.08	17:42	6
6006.2	757320.395	1166111.387	388.565	0.009	0.018	1.63	3 MAXG	14	2.00	SZ	11.08	17:43	5
6007.2	757342.043	1166123.800	388.763	0.009	0.018	1.62	3 MAXG	14	2.00	SZ	11.08	17:45	5
6008.2	757394.289	1166147.360	388.890	0.009	0.021	2.05	3 MAXG	13	2.00	SZ	11.08	17:46	5
6009.2	757409.725	1166153.817	389.110	0.009	0.022	2.46	3 MAXG	11	2.00	SZ	11.08	17:47	6
6010.2	757383.795	1166189.680	387.025	0.013	0.031	2.94	3 MAXG	12	2.00	SZ	11.08	17:49	5
6017.2	757403.890	1166371.015	386.785	0.008	0.018	2.05	3 MAXG	13	2.00	SZ	11.08	17:51	6
6016.2	757228.376	1166300.643	386.626	0.004	0.008	0.97	3 MAXG	14	2.00	SZ	11.08	17:56	5
6015.2	757137.454	1166236.080	386.783	0.006	0.013	1.74	3 MAXG	13	2.00	SZ	11.08	17:57	5
6014.2	757192.719	1166190.632	387.577	0.010	0.020	1.81	3 MAXG	12	2.00	SZ	11.08	17:59	5

* Bod meren na: 1 VRS = Trimble VRS NOW CZ
2 = TOPNET
3 RTK = CZEPOS RTK a RTK3; 3 RTK3-MSM = CZEPOS RTK3-MSM;
3 PRS = CZEPOS RTK-PRS; 3 FKP = CZEPOS RTK-FKP;
3 MAX = CZEPOS VRS3-MAX; 3 IMAX = CZEPOS VRS3-IMAX;
3 MAXG = CZEPOS VRS3-MAX-GG; 3 IMAXG = CZEPOS VRS3-IMAX-GG;
3 CMR = CZEPOS VRS3-IMAX-GG_CMR; 3 CMR+ = CZEPOS VRS3-IMAX-GG_CMR+;
4 = GEOORBIT
5 = ostatni
** Vyska anteny merena od: FC = fazoveho centra; SZ = spodku zavitu; SN = stredu narazniku
Hodnoty PDOP oznacene * jsou mimo nastavenou toleranci: 7.00
Hodnoty s RMS oznacene # jsou mimo nastavenou toleranci: 40.00
Body oznacene ! NoFix ! pred cislem bodu nebyly pri mereni Fixovany!

Příloha č. 2 – Protokol výpočtu zápisníku

VÝPOČET OPRAVENÝCH SMĚRŮ Z MĚŘENÍ V I. A II. POLOZE

? : Podezřelé měření:

oprava kolímační chyby > 0.0100 g
oprava indexové chyby > 0.0200 g
oprava délky > 0.100 m

x: Chybné měření:

oprava kolímační chyby > 0.0500 g
oprava indexové chyby > 0.0500 g
oprava délky > 0.200 m

Stanovisko: 6011

	Cíl	Hz I Kol	Hz II V Kol	Z I Index	Z II V Index	D I V D	D II	Hz	Z	Délka
	6002	183.6708 0.0092	383.6892 0.0092	99.6060 0.0089	300.3761 0.0089	107.296 -0.002	107.293	183.6800	99.6150	107.294
	6006	15.9617 0.0041	215.9699 0.0041	98.3899 0.0098	301.5905 0.0098	119.603 -0.002	119.599	15.9658	98.3997	119.601
	6004	73.0302 0.0028	273.0357 0.0028	97.3704 0.0156	302.5985 0.0156	77.471 -0.001	77.470	73.0330	97.3859	77.471
?	6012	315.5730 0.0144	115.6018 0.0144	98.6233 -0.0078	301.3923 -0.0078	18.848 -0.004	18.839	315.5874	98.6155	18.844
	6013	316.1478 0.0092	116.1662 0.0092	98.8286 0.0100	301.1514 0.0100	33.634 -0.000	33.634	316.1570	98.8386	33.634
?	6014	295.0074 0.0137	95.0348 0.0137	97.7395 0.0115	302.2374 0.0115	60.259 -0.001	60.257	295.0211	97.7511	60.258
	6016	315.0234 0.0072	115.0377 0.0072	99.5981 0.0067	300.3885 0.0067	171.436 0.001	171.438	315.0306	99.6048	171.437

Stanovisko: 6012

	Cíl	Hz I Kol	Hz II V Kol	Z I Index	Z II V Index	D I V D	D II	Hz	Z	Délka
	6009	89.1437 0.0060	289.1556 0.0060	98.9083 0.0082	301.0753 0.0082	203.334 -0.001	203.331	89.1496	98.9165	203.332
	6006	110.9580 0.0082	310.9744 0.0082	98.4327 0.0159	301.5355 0.0159	121.180 0.001	121.183	110.9662	98.4486	121.182
	6004	166.0998 0.0070	366.1138 0.0070	97.8404 0.0196	302.1205 0.0196	92.988 -0.001	92.986	166.1068	97.8599	92.987
	6001	270.7973 -0.0076	70.7821 -0.0076	99.4597 0.0108	300.5188 0.0108	144.057 0.004	144.065	270.7897	99.4705	144.061
	6002	259.7953 0.0087	59.8127 0.0087	99.4476 0.0098	300.5327 0.0098	117.514 0.003	117.520	259.8040	99.4575	117.517
	6003	227.0992 -0.0020	27.0951 -0.0020	98.9822 0.0155	300.9868 0.0155	81.992 0.005	82.001	227.0971	98.9977	81.997
	6011	200.6743 -0.0022	0.6700 -0.0022	99.1815 -0.0059	300.8304 -0.0059	18.845 0.001	18.847	200.6722	99.1755	18.846
?	6013	1.9405 0.0101	201.9606 0.0101	97.6072 0.0100	302.3727 0.0100	14.788 0.003	14.794	1.9505	97.6172	14.791
	6015	347.9548 0.0054	147.9657 0.0054	99.3460 0.0045	300.6449 0.0045	109.911 -0.004	109.904	347.9602	99.3505	109.907

Stanovisko:6015

	Cíl	Hz I Kol	Hz II V Kol	Z I Index	Z II V Index	D I V D	D II	Hz	Z	Délka
	6002	155.3099 -0.0064	355.2971 -0.0064	99.7738 0.0084	300.2093 0.0084	145.299 0.002	145.304	155.3035	99.7823	145.302
	6011	103.9782 0.0043	303.9868 0.0043	100.5342 0.0107	299.4444 0.0107	123.428 -0.003	123.421	103.9825	100.5449	123.424
?	6012	96.8054 0.0171	296.8397 0.0171	100.5337 0.0135	299.4393 0.0135	109.906 -0.001	109.905	96.8226	100.5472	109.905
	6013	89.7949 0.0060	289.8070 0.0060	100.5884 0.0078	299.3960 0.0078	100.737 -0.001	100.735	89.8010	100.5962	100.736

STATISTIKA:

=====

Vodorovné směry:

Počet vyhovujících směrů : 20
Počet podezřelých směrů : 4
Počet chybných směrů : 0
Odhad kolimační chyby : 0.0058
Nastavená kolimační chyba : 0.0000
Oprava kolimační chyby : 0.0058

Zenitové úhly:

Počet vyhovujících zenitových úhlů: 20
Počet podezřelých zenitových úhlů : 0
Počet chybných zenitových úhlů : 0
Odhad indexové chyby : 0.0092
Nastavená indexová chyba : 0.0000
Oprava indexové chyby : 0.0092

Délky:

Počet opravených délek : 20
Počet podezřelých délek : 0
Počet chybných délek : 0

REDUKCE VODOROVNÝCH SMĚRŮ

=====

Stanovisko : 6011
Počáteční směr: 0.0000
Cíl Hz měř. Hz red.

6008 0.0000 0.0000
6002 183.6800 183.6800
6006 15.9658 15.9658
6004 73.0330 73.0330
6012 315.5874 315.5874
6013 316.1570 316.1570
6014 295.0211 295.0211
6016 315.0306 315.0306

Stanovisko : 6012
Počáteční směr: 0.0000
Cíl Hz měř. Hz red.

6016 0.0000 0.0000
6009 89.1496 89.1496
6006 110.9662 110.9662
6004 166.1068 166.1068
6001 270.7897 270.7897
6002 259.8040 259.8040
6003 227.0971 227.0971
6011 200.6722 200.6722
6013 1.9505 1.9505
6015 347.9602 347.9602

```

0013  247.3002  247.3002
Stanovisko : 6015
Počáteční směr: 0.0000
      Cíl   Hz měř.   Hz red.
-----
6014   0.0000   0.0000
6001  170.4838  170.4838
6002  155.3035  155.3035
6011  103.9825  103.9825
6012   96.8226   96.8226
6013   89.8010   89.8010
VÝPOČET PŘEVÝŠENÍ
=====

Vypočteno položek: 24
Vynecháno položek: 3
VÝPOČET PŘEVÝŠENÍ
=====

VÝPOČET PŘEVÝŠENÍ
=====

ZPRACOVÁNÍ OPAKOVANÝCH MĚŘENÍ
=====

?: Podezřelé měření:
-----
oprava vodorovného směru > 0.0100g
oprava zenitového úhlu > 0.0200g
oprava délky a převýšení > 0.100m

x: Chybné měření:
-----
oprava vodorovného směru > 0.0500g
oprava zenitového úhlu > 0.0500g
oprava délky a převýšení > 0.200m

STATISTIKA:
=====

Vodorovné směry:
-----
Počet vyhovujících směrů : 0
Počet podezřelých směrů : 0
Počet chybných směrů : 0

Zenitové úhly:
-----
Počet vyhovujících zenitových úhlů: 0
Počet podezřelých zenitových úhlů : 0
Počet chybných zenitových úhlů : 0

Délky:
-----
Počet opravených dělek : 0
Počet podezřelých dělek : 0
Počet chybných dělek : 0

VÝPOČET OPRAVENÝCH SMĚRŮ Z MĚŘENÍ V I. A II. POLOZE
=====

?: Podezřelé měření:
-----
oprava kolimační chyby > 0.0100 g
oprava indexové chyby > 0.0200 g
oprava délky > 0.100 m

x: Chybné měření:
-----
oprava kolimační chyby > 0.0500 g
oprava indexové chyby > 0.0500 g
oprava délky > 0.200 m

```

STATISTIKA:

=====

Vodorovné směry:

Počet vyhovujících směrů : 0
Počet podezřelých směrů : 0
Počet chybných směrů : 0

Zenitové úhly:

Počet vyhovujících zenitových úhlů: 0
Počet podezřelých zenitových úhlů : 0
Počet chybných zenitových úhlů : 0

Délky:

Počet opravených délek : 0
Počet podezřelých délek : 0
Počet chybných délek : 0

REDUKCE VODOROVNÝCH SMĚRŮ

=====

Stanovisko : 6001
Počáteční směr: 0.0000
Cíl Hz měř. Hz red.

6015 0.0000 0.0000
5001 65.1552 65.1552
6002 88.8038 88.8038
6003 85.6908 85.6908

Stanovisko : 6002
Počáteční směr: 0.0000
Cíl Hz měř. Hz red.

6015 0.0000 0.0000
6001 303.9855 303.9855
5001 310.5906 310.5906
6003 99.0669 99.0669

Stanovisko : 6003
Počáteční směr: 0.0000
Cíl Hz měř. Hz red.

6001 0.0000 0.0000
5001 1.7948 1.7948
6002 398.2162 398.2162

Stanovisko : 6005
Počáteční směr: 0.0000
Cíl Hz měř. Hz red.

6011 0.0000 0.0000
6013 20.6134 20.6134
6006 166.7258 166.7258
6007 158.2353 158.2353

Stanovisko : 6006
Počáteční směr: 0.0000
Cíl Hz měř. Hz red.

6009 0.0000 0.0000
6008 399.6556 399.6556
6007 395.3821 395.3821
6005 212.8503 212.8503

Stanovisko : 6007
Počáteční směr: 0.0000
Cíl Hz měř. Hz red.

6005 0.0000 0.0000
6006 391.0435 391.0435
6008 197.1694 197.1694
6009 197.2269 197.2269

Stanovisko : 6008
Počáteční směr: 0.0000
Cíl Hz měř. Hz red.

6006 0.0000 0.0000
6007 1.8569 1.8569
6009 202.0706 202.0706
6010 113.3078 113.3078

Stanovisko : 6009
Počáteční směr: 0.0000
Cíl Hz měř. Hz red.

6006 0.0000 0.0000
6007 1.5699 1.5699
6008 1.7438 1.7438
6010 89.8169 89.8169

Stanovisko : 6011
Počáteční směr: 0.0000
Cíl Hz měř. Hz red.

6008 0.0000 0.0000
6002 183.6800 183.6800
6006 15.9658 15.9658
6004 73.0330 73.0330
6012 315.5881 315.5881
6013 316.1563 316.1563
6014 295.0211 295.0211
6016 315.0306 315.0306
6005 22.9607 22.9607

Stanovisko : 6012
Počáteční směr: 0.0000
Cíl Hz měř. Hz red.

6016 0.0000 0.0000
6009 89.1496 89.1496
6006 110.9662 110.9662
6004 166.1068 166.1068
6001 270.7897 270.7897
6002 259.8040 259.8040
6003 227.0971 227.0971
6011 200.6722 200.6722
6013 1.9505 1.9505
6015 347.9602 347.9602

Stanovisko : 6013
Počáteční směr: 0.0000
Cíl Hz měř. Hz red.

6016 0.0000 0.0000
6015 341.0821 341.0821
6012 202.0732 202.0732
6011 201.3706 201.3706

Stanovisko : 6015
Počáteční směr: 0.0000
Cíl Hz měř. Hz red.

6016 0.0000 0.0000
6001 170.4838 170.4838
6002 155.3035 155.3035
6011 103.9825 103.9825
6012 96.8226 96.8226
6013 89.8010 89.8010

Stanovisko : 6016
Počáteční směr: 0.0000
Cíl Hz měř. Hz red.

6011 0.0000 0.0000
6012 399.9298 399.9298
6013 399.7332 399.7332
6014 10.3031 10.3031

VÝPOČET PŘEVÝŠENÍ

=====

Vypočteno položek: 0
 Vynecháno položek: 77
 VÝPOČET PŘEVÝŠENÍ

=====

VÝPOČET PŘEVÝŠENÍ

=====

ZPRACOVÁNÍ OPAKOVANÝCH MĚŘENÍ

=====

>: Podezřelé měření:

 oprava vodorovného směru > 0.0100g
 oprava zenitového úhlu > 0.0200g
 oprava délky a převýšení > 0.100m

x: Chybné měření:

 oprava vodorovného směru > 0.0500g
 oprava zenitového úhlu > 0.0500g
 oprava délky a převýšení > 0.200m

STATISTIKA:

=====

Vodorovné směry:

 Počet vyhovujících směrů : 0
 Počet podezřelých směrů : 0
 Počet chybných směrů : 0

Zenitové úhly:

 Počet vyhovujících zenitových úhlů: 0
 Počet podezřelých zenitových úhlů : 0
 Počet chybných zenitových úhlů : 0

Délky:

 Počet opravených délek : 0
 Počet podezřelých délek : 0
 Počet chybných délek : 0

ZPRACOVÁNÍ OBOUSMĚRNĚ MĚŘENÝCH DÉLEK

=====

	Bod A	Bod B	D Tam	D Zpět	Rozdíl	D	dH Tam	dH Zpět	Rozdíl	dH
	6001	6015	147.290	147.294	-0.003	147.292	-0.243	0.235	0.008	-0.239
	6001	6002	34.824	34.824	0.000	34.824	-0.087	0.087	0.000	-0.087
	6001	6003	95.981	95.981	0.000	95.981	-0.090	0.090	0.000	-0.090
	6002	6015	145.288	145.302	-0.014	145.297	-0.168	0.177	-0.009	-0.173
	6002	6003	61.224	61.224	0.000	61.224	0.006	-0.006	0.000	0.006
	6005	6011	96.041	96.041	0.000	96.041	-2.736	2.736	0.000	-2.736
	6005	6006	26.342	26.342	0.000	26.342	-0.017	0.017	0.000	-0.017
	6005	6007	50.862	50.862	0.000	50.862	0.171	-0.171	0.000	0.171
	6006	6009	98.026	98.026	0.000	98.026	0.516	-0.516	0.000	0.516
	6006	6008	82.213	82.213	0.000	82.213	0.309	-0.309	0.000	0.309
	6006	6007	25.002	25.002	0.000	25.002	0.177	-0.177	0.000	0.177
	6007	6008	57.294	57.294	0.000	57.294	0.136	-0.136	0.000	0.136
	6007	6009	73.123	73.123	0.000	73.123	0.335	-0.335	0.000	0.335
	6008	6009	15.832	15.832	0.000	15.832	0.203	-0.203	0.000	0.203
	6011	6012	18.842	18.846	-0.004	18.843	0.120	-0.121	0.001	0.121
	6011	6013	33.628	33.625	0.003	33.627	0.318	-0.315	-0.003	0.317
	6011	6016	171.437	171.434	0.003	171.436	0.774	-0.758	-0.016	0.766
	6012	6016	152.599	152.591	0.008	152.594	0.664	-0.646	-0.018	0.655
	6012	6013	14.791	14.784	0.007	14.787	0.189	-0.192	0.003	0.190
	6012	6015	109.907	109.905	0.002	109.906	0.756	-0.765	0.008	0.760
	6013	6016	137.810	137.810	0.000	137.810	0.459	-0.459	0.000	0.459
	6013	6015	100.725	100.736	-0.012	100.731	0.555	-0.563	0.009	0.559

Příloha č. 3 – Polohové vyrovnání sítě

POLOHOVÉ VYROVNÁNÍ SÍTĚ

=====

Lokalita:

Datum :

Etapa :

PŘIBLIŽNÉ SOUŘADNICE:

=====

	Bod	Y	X	Char	Délka	Směrů

	5001	757076.0964	1166106.5697	Volný	0	0
	6001	757068.2085	1166106.1150	Volný	4	4
	6002	757101.3120	1166095.3500	Volný	3	4
	6003	757160.8360	1166081.0000	Volný	1	3
	6004	757240.1062	1166063.4906	Volný	0	0
	6005	757294.8285	1166104.9660	Volný	4	4
	6006	757320.3900	1166111.3850	Volný	3	4
	6007	757342.0455	1166123.8045	Volný	2	4
	6008	757394.2920	1166147.3605	Volný	2	4
	6009	757408.7400	1166153.8105	Volný	1	4
	6010	757383.7990	1166189.6745	Volný	0	0
	6011	757202.4361	1166131.1864	Volný	8	9
	6012	757205.4504	1166149.7867	Volný	9	10
	6013	757208.1005	1166164.3403	Volný	2	4
	6014	757192.7310	1166190.6235	Volný	0	0
	6015	757137.4375	1166236.0800	Volný	2	6
	6016	757228.3765	1166300.6470	Volný	1	4

MĚŘENÉ DÉLKY:

=====

Stanovisko: 6001

Cíl	Délka [m]	m [mm]	váha

5001	7.9009	2.13	5.4975
6002	34.8245	1.09	21.2252
6003	95.9813	1.30	14.7223
6015	147.2919	2.33	4.6065

Stanovisko: 6002

Cíl	Délka [m]	m [mm]	váha

5001	27.6031	2.16	5.3566
6003	61.2242	1.10	20.5135
6015	145.2971	1.90	6.9265

Stanovisko: 6003			
Cíl	Délka [m]	m [mm]	váha
5001	88.5180	2.25	4.9537

Stanovisko: 6005			
Cíl	Délka [m]	m [mm]	váha
6006	26.3425	1.08	21.4618
6007	50.8615	1.27	15.5914
6011	96.0408	1.60	9.8141
6013	105.1047	2.27	4.8518

Stanovisko: 6006			
Cíl	Délka [m]	m [mm]	váha
6007	25.0021	1.08	21.4995
6008	82.2130	1.29	14.9796
6009	98.0259	1.60	9.7898

Stanovisko: 6007			
Cíl	Délka [m]	m [mm]	váha
6008	57.2943	1.10	20.6171
6009	73.1227	1.11	20.2043

Stanovisko: 6008			
Cíl	Délka [m]	m [mm]	váha
6009	15.8324	1.07	21.7604
6010	43.6082	2.18	5.2461

Stanovisko: 6009			
Cíl	Délka [m]	m [mm]	váha
6010	43.6825	2.18	5.2456

Stanovisko: 6011

Cíl	Délka [m]	m [mm]	váha
6002	107.2943	2.27	4.8386
6004	77.4706	2.23	5.0233
6006	119.6011	2.29	4.7653
6008	192.5425	3.39	2.1817
6012	18.8435	1.24	16.2557
6013	33.6267	0.97	26.5730
6014	60.2581	2.21	5.1347
6016	171.4360	1.93	6.7115

Stanovisko: 6012

Cíl	Délka [m]	m [mm]	váha
6001	144.0612	2.33	4.6246
6002	117.5169	2.29	4.7776
6003	81.9965	2.24	4.9946
6004	92.9870	2.25	4.9259
6006	121.1818	2.29	4.7561
6009	203.3323	2.41	4.3084
6013	14.7874	1.51	10.8952
6015	109.9064	1.61	9.6458
6016	152.5937	1.91	6.8655

Stanovisko: 6013

Cíl	Délka [m]	m [mm]	váha
6015	100.7306	1.60	9.7567
6016	137.8096	1.34	13.9799

Stanovisko: 6015

Cíl	Délka [m]	m [mm]	váha
6011	123.4245	2.30	4.7429
6016	111.5110	3.22	2.4067

Stanovisko: 6016

Cíl	Délka [m]	m [mm]	váha
6014	115.6371	2.28	4.7888

MĚŘENÉ SMĚRY:

=====

Stanovisko: 6001

Cíl	Směr	m [cc]	váha
6015	0.00000	5.00	1.0000
5001	65.15524	3.54	2.0000
6003	85.69081	3.54	2.0000
6002	88.80377	3.54	2.0000

Stanovisko: 6002

Cíl	Směr	m [cc]	váha
6015	0.00000	5.00	1.0000
6003	99.06686	3.54	2.0000
6001	303.98548	3.54	2.0000
5001	310.59057	3.54	2.0000

Stanovisko: 6003

Cíl	Směr	m [cc]	váha
6001	0.00000	5.00	1.0000
5001	1.79479	3.54	2.0000
6002	398.21621	3.54	2.0000

Stanovisko: 6005

Cíl	Směr	m [cc]	váha
6011	0.00000	5.00	1.0000
6013	20.61340	3.54	2.0000
6007	158.23534	3.54	2.0000
6006	166.72576	3.54	2.0000

Stanovisko: 6006

Cíl	Směr	m [cc]	váha
6009	0.00000	5.00	1.0000
6005	212.85030	3.54	2.0000
6007	395.38208	3.54	2.0000
6008	399.65557	3.54	2.0000

Stanovisko: 6007

Cíl	Směr	m [cc]	váha
6005	0.00000	5.00	1.0000
6008	197.16940	3.54	2.0000
6009	197.22686	3.54	2.0000
6006	391.04349	3.54	2.0000

Stanovisko: 6008

Cíl	Směr	m [cc]	váha
6006	0.00000	5.00	1.0000
6007	1.85690	3.54	2.0000
6010	113.38784	3.54	2.0000
6009	202.07058	3.54	2.0000

Stanovisko: 6009				
	Cíl	Směr	m [cc]	váha

	6006	0.00000	5.00	1.0000
	6007	1.56992	3.54	2.0000
	6008	1.74376	3.54	2.0000
	6010	89.81692	3.54	2.0000

Stanovisko: 6011				
	Cíl	Směr	m [cc]	váha

	6008	0.00000	5.00	1.0000
	6006	15.96580	3.54	2.0000
	6005	22.96071	5.00	1.0000
	6004	73.03296	3.54	2.0000
	6002	183.68000	3.54	2.0000
	6014	295.02112	3.54	2.0000
	6016	315.03058	3.54	2.0000
	6012	315.58809	2.50	4.0000
	6013	316.15629	2.50	4.0000

Stanovisko: 6012				
	Cíl	Směr	m [cc]	váha

	6016	0.00000	5.00	1.0000
	6013	1.95054	3.54	2.0000
	6009	89.14962	3.54	2.0000
	6006	110.96621	3.54	2.0000
	6004	166.10682	3.54	2.0000
	6011	200.67217	3.54	2.0000
	6003	227.09714	3.54	2.0000
	6002	259.80404	3.54	2.0000
	6001	270.78971	3.54	2.0000
	6015	347.96022	3.54	2.0000

Stanovisko: 6013				
	Cíl	Směr	m [cc]	váha

	6016	0.00000	5.00	1.0000
	6011	201.37060	3.54	2.0000
	6012	202.07318	3.54	2.0000
	6015	341.08210	3.54	2.0000

Stanovisko: 6015				
	Cíl	Směr	m [cc]	váha

	6016	0.00000	5.00	1.0000
	6013	89.80097	3.54	2.0000
	6012	96.82256	3.54	2.0000
	6011	103.98249	3.54	2.0000
	6002	155.30350	3.54	2.0000
	6001	170.48380	5.00	1.0000

Stanovisko: 6016				
Cíl	Směr	m [cc]	váha	
6011	0.00000	5.00	1.0000	
6014	10.30313	3.54	2.0000	
6013	399.73319	3.54	2.0000	
6012	399.92979	3.54	2.0000	

VYROVNANÉ DÉLKY:

Stanovisko: 6001				
Cíl	Délka [m]	Oprava [mm]	ms [mm]	Eps [mm]
5001	7.8865	-14.42	10.63	
6002	34.8068	-17.70	14.01	
6003	95.9595	-21.80	15.31	
6015	147.3167	24.76	18.84	

Stanovisko: 6002				
Cíl	Délka [m]	Oprava [mm]	ms [mm]	Eps [mm]
5001	27.6074	4.26	14.27	
6003	61.2186	-5.59	13.36	
6015	145.3284	31.35	18.44	

Stanovisko: 6003				
Cíl	Délka [m]	Oprava [mm]	ms [mm]	Eps [mm]
5001	88.5148	-3.26	16.28	

Stanovisko: 6005				
Cíl	Délka [m]	Oprava [mm]	ms [mm]	Eps [mm]
6006	26.3367	-5.75	15.83	
6007	50.8553	-6.22	19.40	
6011	96.0446	3.78	22.15	
6013	105.0943	-10.45	21.35	

Stanovisko: 6006				
Cíl	Délka [m]	Oprava [mm]	ms [mm]	Eps [mm]
6007	25.0003	-1.81	14.95	
6008	82.2113	-1.73	16.84	
6009	98.0432	17.30	17.08	

Stanovisko: 6007				
Cíl	Délka [m]	Oprava [mm]	ms [mm]	Eps [mm]
6008	57.2917	-2.65	15.94	
6009	73.1306	7.90	16.09	

Stanovisko: 6008					
Cíl	Délka [m]	Oprava [mm]	ms [mm]	Eps [mm]	
6009	15.8391	6.70	11.85		
6010	43.5970	-11.22	29.90		
Stanovisko: 6009					
Cíl	Délka [m]	Oprava [mm]	ms [mm]	Eps [mm]	
6010	43.6743	-8.22	29.97		
Stanovisko: 6011					
Cíl	Délka [m]	Oprava [mm]	ms [mm]	Eps [mm]	
6002	107.3204	26.12	17.52		
6004	77.4821	11.44	35.11		
6006	119.5897	-11.42	21.55		
6008	192.5265	-16.07	24.13		
6012	18.8260	-17.45	9.70		
6013	33.6154	-11.38	11.31		
6014	60.2562	-1.85	29.08		
6016	171.4275	-8.53	19.51		
Stanovisko: 6012					
Cíl	Délka [m]	Oprava [mm]	ms [mm]	Eps [mm]	
6001	144.0610	-0.21	18.36		
6002	117.5318	14.96	17.86		
6003	82.0079	11.32	21.79		
6004	92.9900	2.98	35.72		
6006	121.1691	-12.68	21.46		
6009	203.3308	-1.45	24.13		
6013	14.7910	3.54	11.91		
6015	109.9005	-5.85	14.37		
6016	152.6023	8.64	20.00		
Stanovisko: 6013					
Cíl	Délka [m]	Oprava [mm]	ms [mm]	Eps [mm]	
6015	100.7285	-2.19	14.04		
6016	137.8187	9.12	19.39		
Stanovisko: 6015					
Cíl	Délka [m]	Oprava [mm]	ms [mm]	Eps [mm]	
6011	123.4158	-8.71	14.62		
6016	111.5041	-6.82	19.59		
Stanovisko: 6016					
Cíl	Délka [m]	Oprava [mm]	ms [mm]	Eps [mm]	
6014	115.6330	-4.15	28.83		
Průměrná střední chyba vyrovnané délky [mm]: 20.08					

VYROVNANÉ SMĚRY:

Stanovisko: 6001

Cíl	Směr [g]	Oprava [cc]	př. [mm]	m [cc]	Eps [cc]
6015	0.00121	12.09	2.80	90.16	
5001	65.15532	0.77	0.01	80.88	
6003	85.68297	-78.48	-11.83	60.95	
6002	88.81094	71.67	3.92	62.80	

Stanovisko: 6002

Cíl	Směr [g]	Oprava [cc]	př. [mm]	m [cc]	Eps [cc]
6015	0.01123	112.29	25.63	88.82	
6003	99.07011	32.58	3.13	71.67	
6001	303.97606	-94.22	-5.15	68.68	-333.50
5001	310.59112	5.50	0.24	77.69	

Stanovisko: 6003

Cíl	Směr [g]	Oprava [cc]	př. [mm]	m [cc]	Eps [cc]
6001	-0.00348	-34.85	-5.25	55.25	
5001	1.79420	-5.89	-0.82	53.40	
6002	398.21854	23.32	2.24	54.18	

Stanovisko: 6005

Cíl	Směr [g]	Oprava [cc]	př. [mm]	m [cc]	Eps [cc]
6011	0.00724	72.44	10.93	80.26	
6013	20.61125	-21.46	-3.54	68.03	
6007	158.22845	-68.88	-5.50	60.61	
6006	166.73118	54.11	2.24	63.47	

Stanovisko: 6006

Cíl	Směr [g]	Oprava [cc]	př. [mm]	m [cc]	Eps [cc]
6009	-0.00811	-81.11	-12.49	54.20	
6005	212.84940	-8.91	-0.37	71.96	
6007	395.38648	44.06	1.73	60.53	
6008	399.65611	5.41	0.70	53.01	

Stanovisko: 6007

Cíl	Směr [g]	Oprava [cc]	př. [mm]	m [cc]	Eps [cc]
6005	0.00289	28.91	2.31	71.45	
6008	197.17433	49.26	4.43	54.06	
6009	197.22128	-55.73	-6.40	53.19	
6006	391.04269	-7.98	-0.31	64.50	

Stanovisko: 6008

Cíl	Směr [g]	Oprava [cc]	př. [mm]	m [cc]	Eps [cc]
6006	-0.00495	-49.46	-6.39	61.66	
6007	1.85706	1.59	0.14	61.13	
6010	113.38689	-9.54	-0.65	78.95	
6009	202.07385	32.68	0.81	69.76	

Stanovisko: 6009

Cíl	Směr [g]	Oprava [cc]	př. [mm]	m [cc]	Eps [cc]
6006	-0.00139	-13.85	-2.13	59.25	
6007	1.57180	18.83	2.16	56.84	
6008	1.74164	-21.27	-0.53	63.83	
6010	89.81785	9.37	0.64	78.94	

Stanovisko: 6011

Cíl	Směr [g]	Oprava [cc]	př. [mm]	m [cc]	Eps [cc]
6008	0.00145	14.55	4.40	55.14	
6006	15.95817	-76.31	-14.34	52.04	
6005	22.97143	107.16	16.17	63.17	
6004	73.02948	-34.78	-4.23	68.12	
6002	183.68349	34.87	5.88	66.72	
6014	295.02101	-1.06	-0.10	77.55	
6016	315.02897	-16.10	-4.33	55.15	
6012	315.59290	48.03	1.42	42.97	
6013	316.15312	-31.77	-1.68	36.23	

Stanovisko: 6012

Cíl	Směr [g]	Oprava [cc]	př. [mm]	m [cc]	Eps [cc]
6016	0.03053	305.35	73.19	62.40	433.83
6013	1.93730	-132.41	-3.08	61.80	-316.03
6009	89.15653	69.02	22.04	54.81	
6006	110.96052	-56.89	-10.83	56.95	
6004	166.11100	41.89	6.12	61.49	
6011	200.66403	-81.40	-2.41	52.77	
6003	227.09419	-29.42	-3.79	72.46	
6002	259.78204	-219.95	-40.60	52.32	-376.87
6001	270.81988	301.79	68.27	52.57	520.67
6015	347.95569	-45.30	-7.82	59.56	

Stanovisko: 6013

Cíl	Směr [g]	Oprava [cc]	př. [mm]	m [cc]	Eps [cc]
6016	-0.02542	-254.22	-55.03	73.49	-431.44
6011	201.37290	22.95	1.21	52.38	
6012	202.08595	127.75	2.97	58.37	265.19
6015	341.07974	-23.59	-3.73	65.26	

Stanovisko: 6015

Cíl	Směr [g]	Oprava [cc]	př. [mm]	m [cc]	Eps [cc]
6016	0.00235	23.52	4.12	95.58	
6013	89.79749	-34.73	-5.49	54.06	
6012	96.82210	-4.66	-0.80	50.50	
6011	103.98984	73.47	14.24	46.71	
6002	155.30884	53.45	12.20	61.84	
6001	170.46394	-198.58	-45.93	70.89	-321.48

Stanovisko: 6016

Cíl	Směr [g]	Oprava [cc]	př. [mm]	m [cc]	Eps [cc]
6011	0.00275	27.52	7.41	48.98	
6014	10.30297	-1.59	-0.29	67.08	
6013	399.72858	-46.14	-9.99	48.08	
6012	399.93318	33.97	8.14	48.06	

Průměrná střední chyba vyrovnaného směru [cc]: 63.47

VÝSLEDKY VYROVNÁNÍ:

=====

Počet nadbytečných měření : 62
Základní střední chyba m0 apriorní [cc]: 5.00
Základní střední chyba m0 aposteriorní [cc]: 114.66
m0 aposteriorní / m0 apriorní : 22.93
Interval spolehlivosti : <0.82 - 1.18>

INFORMACE O STŘEDNÍCH CHYBÁCH:

=====

Bod	Y [m]	X [m]	my [mm]	mx [mm]	mxy [mm]
5001	757076.0543	1166106.5530	17.18	8.57	13.57
6001	757068.1809	1166106.0977	16.42	9.03	13.25
6002	757101.2878	1166095.3531	15.26	8.44	12.33
6003	757160.7987	1166080.9944	15.11	15.43	15.27
6004	757240.1252	1166063.4852	17.67	30.48	24.91
6005	757294.8401	1166104.9547	17.91	8.61	14.05
6006	757320.3838	1166111.3691	16.03	7.71	12.58
6007	757342.0754	1166123.7985	17.46	8.20	13.64
6008	757394.2935	1166147.3698	17.79	9.47	14.25
6009	757408.7520	1166153.8372	18.32	8.93	14.41
6010	757383.8072	1166189.6869	21.92	23.46	22.71
6011	757202.4481	1166131.1898	8.34	7.13	7.76
6012	757205.4617	1166149.7731	8.33	7.51	7.93
6013	757208.1210	1166164.3230	8.46	10.55	9.56
6014	757192.7071	1166190.6535	11.45	27.39	20.99
6015	757137.4591	1166236.1082	13.89	12.06	13.01
6016	757228.3900	1166300.6431	16.35	17.80	17.09

Střední souřadnicová chyba mxy [mm]: 15.24

VÝŠKOVÉ VYROVNÁNÍ SÍŤE

=====

VYROVNANÉ VÝŠKY:

=====

Bod	Z přibl. [m]	Oprava [mm]	Z vyr. [m]	mz [mm]
5001	386.7665	1.08	386.7676	4.74
6001	386.9985	0.97	386.9995	4.60
6002	386.9265	-13.42	386.9131	4.35
6003	386.9305	-16.60	386.9139	5.21
6004	388.7530	-4.29	388.7487	6.42
6005	388.5960	-2.65	388.5934	4.27
6006	388.5685	10.84	388.5793	3.96
6007	388.7650	-5.61	388.7594	4.52
6008	388.8975	-1.71	388.8958	4.70
6009	389.1170	-20.19	389.0968	4.77
6010	387.0180	-33.46	386.9845	6.19
6011	385.8600	-0.99	385.8590	2.77
6012	385.9810	1.88	385.9829	2.72
6013	386.1840	-8.81	386.1752	3.28
6014	387.5930	108.49	387.7015	6.42
6015	386.7655	-26.36	386.7391	4.57
6016	386.6255	10.84	386.6363	5.35

Váhy měření jsou určeny jako reciproké hodnoty délek.

VÝSLEDKY VYROVNÁNÍ:

=====

Počet nadbytečných měření : 26
 Základní střední chyba m_0 apriorní [mm]: 10.00
 Základní střední chyba m_0 aposteriorní [mm]: 31.02
 m_0 aposteriorní / m_0 apriorní : 3.10
 Interval spolehlivosti : <0.72 - 1.28>
 Průměrná střední chyba vyrovnaných výšek [mm]: 4.76
 Průměrná střední chyba vyrovnaných měření [mm]: 5.12
 Norma matice reziduí $A \cdot \text{inv}(A)$: 8.88E-016 (má být 0)
 Norma matice reziduí $\text{inv}(A) \cdot A$: 0.00E+000 (má být 0)