



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV GEODÉZIE

INSTITUTE OF GEODESY

DOKUMENTACE TVRZIŠTĚ NECHVALÍN

DOCUMENTATION OF THE FORTIFICATION OF NECHVALÍN

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

Kristina Osolsobě

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE

doc. Ing. VLASTIMIL HANZL, CSc.

SUPERVISOR

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3646 Geodézie a kartografie
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3646R003 Geodézie, kartografie a geoinformatika
Pracoviště	Ústav geodézie

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Kristina Osolsobě
Název	Dokumentace tvrziště Nechvalín
Vedoucí práce	doc. Ing. Vlastimil Hanzl, CSc.
Datum zadání	30. 11. 2017
Datum odevzdání	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Plaček, M.: Ilustrovaná encyklopedie moravských hradů, hrádků a tvrzí. Libri 2007.

Dejmal, M., Plaček, M.: Dokumentace torzálních feudálních sídel. Archaia Brno 2015.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Zaměřte tvrzistiště Nechvalín geodetickou metodou. Body na terénu volte tak, aby podrobně zachytily významné tvary - valy a příkopy. Vytvořte mapu s vhodným intervalem vrstevnic. Vrstevnice a vizualizaci terénní plochy vytvořte v software Atlas. Vytvořte dva řezy tvrzistištěm.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

doc. Ing. Vlastimil Hanzl, CSc.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce bylo zaměření tvrziště Nechvalín geodetickou metodou a následné vytvoření mapy a vizualizace terénní plochy. Hlavním úkolem bylo vystižení tvaru terénu - valy a příkopy. Zadání bakalářské práce bylo konzultováno s Ústavem archeologie a muzeologie Filozofické fakulty Masarykovy univerzity.

První část práce obsahuje popis lokality, popis metod měření, teorii ohledně výškopisu atd.. Druhá část práce obsahuje popis praktických úkonů nutných k vytvoření mapy od rekonstrukce terénu po tvorbu mapy. Výsledkem bakalářské práce je mapa tvrziště Nechvalín v měřítku 1:500 a vizualizace terénní plochy.

KLÍČOVÁ SLOVA

tachymetrie, vrstevnice, tvrziště Nechvalín, výškopis

ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis was to focus the fortification Nechvalin by a geodetic method and then create a map and visualize the terrain. The main task was to capture the shape of the terrain - valleys and ditches. The bachelor thesis was consulted with the Institute of Archeology and Museology of the Faculty of Arts of the Masaryk University.

The first part of the thesis contains a description of the site, description of measurement methods, altitude theory etc.. The second part of the thesis contains a description of the practical tasks required to create a map from the terrain reconciliation to map creation. The result of the bachelor thesis is the map of the Nechvalin fortress in the scale of 1: 500 and visualization of the terrain.

KEYWORDS

tacheometry, contour line, fortification Nechvalín, altimetry

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Kristina Osolsobě *Dokumentace tvrziště Nechvalín*. Brno, 2018. 31 s., 7 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce doc. Ing. Vlastimil Hanzl, CSc.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 20. 5. 2018

Kristina Osolsobě

autor práce

Poděkování:

Ráda bych chtěla poděkovat vedoucímu své bakalářské práce za trpělivost, cenné rady a připomínky, které mi poskytl při tvorbě této bakalářské práce. Také bych chtěla poděkovat Jitce Cafourkové za pomoc při měření. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat své rodině za podporu v průběhu celého studia.

OBSAH:

1 ÚVOD	10
2 LOKALITA	11
2.1 Obec Nechvalín.....	11
2.2 Tvrziště Nechvalín.....	11
3 METODY MĚŘENÍ	13
3.1 Polární metoda.....	13
3.2 Tachymetrie.....	13
3.3 Technologie GNSS.....	14
4 VÝŠKOPIS	15
4.1 Měření výškopisu.....	15
4.2 Znázornění výškopisu.....	16
4.2.1 Výškové kóty.....	16
4.2.2 Vrstevnice.....	16
4.2.3 Techncké šrafy.....	16
5 PŘÍPRAVNÉ PRÁCE	17
5.1 Rekognoskace terénu.....	17
5.2. Použité přístroje.....	17
5.2.1 GNSS aparatura.....	17
5.2.2 Totální stanice Pentax.....	18
6 MĚŘICKÉ PRÁCE	19
6.1 Budování pomocné měřické sítě.....	19
6.2 Podrobné měření.....	19
6.3 Kontrolní měření.....	20
7 VÝPOČETNÍ PRÁCE	21
7.1 Výpočet souřadnic bodů pomocné měřické sítě.....	21
7.2 Výpočet souřadnic podrobných bodů.....	21
8 TESTOVÁNÍ PŘESNOSTI VÝŠEK	23

9 TVORBA MAPY	24
10 ZÁVĚR	26
11 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	27
12 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	29
13 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	30
14 SEZNAM PŘÍLOH	31

1 ÚVOD

Cílem této bakalářské práce bylo zaměření tvrziště Nechvalín vybranou geodetickou metodou a následné vytvoření mapy a vizualizace terénní plochy. Hlavním úkolem bylo vystižení tvaru terénu - valy a příkopy. Zadání bakalářské práce bylo konzultováno s Ústavem archeologie a muzeologie Filozofické fakulty Masarykovy univerzity.

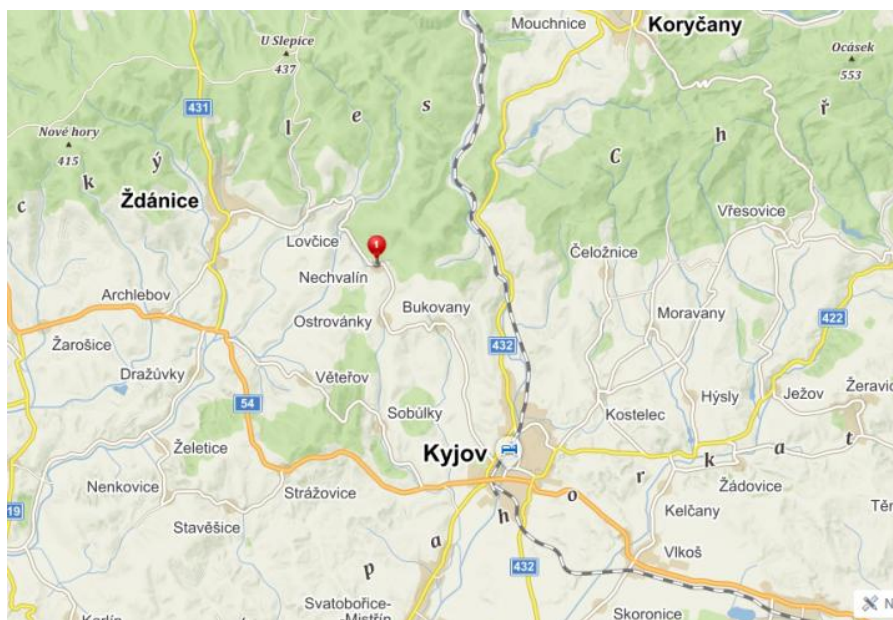
První část práce - teoretická obsahuje popis lokality, popis použitých metod měření podrobných bodů, teorii ohledně výškopisu atd.. Pomocná měřická síť byla vytvořena pomocí technologie GNSS-RTK, podrobné body byly změřeny tachymetrií. Měření bylo polohově připojeno do S-JTSK a výškově do Bpv.

Druhá část práce - praktická obsahuje popis praktických úkonů nutných k vytvoření mapy. Jedná se o rekognoskaci terénu, použité přístrojové vybavení, budování pomocné měřické sítě, měření podrobných bodů a následné zpracování měření a tvorba mapy. Výsledkem bakalářské práce je mapa tvrziště Nechvalín v měřítku 1:500 a vizualizace terénní plochy.

2 LOKALITA

2.1 Obec Nechvalín

Nechvalín se nachází na jižních svazích Ždánického lesa v nadmořské výšce 274 metrů. První zmínka o obci Nechvalín pochází ze zakládací listiny vizovického kláštera datované rokem 1261. Ze severní, východní a jižní strany ho obklopují vrchy výšky 338 až 381 metrů. Obec je chráněna lesem ze severní a východní strany, stejně jako z jižní strany, kde je les zvaný Habřina. Na svazích, které jsou obráceny jihu a západu, jsou vysázeny vinice a ovocné sady, kde se pěstují meruňky, broskve a jablka. Z horní části od rybníčku protéká obcí Nechvalínský potok, který se za obcí vlévá do Soudného potoka. Největší dominantou obce je tvrziště, kterému se zde říká „Hrad“ nebo „Klobouk“. [1]



Obr. 1 Lokalizace obce Nechvalín [10]

2.2 Tvrziště Nechvalín

První zmínka o tvrzišti Nechvalín, se objevuje až v souvislosti s určováním hranic území darovaných vizovickému klášteru, které se hlásí k roku 1261. Ale Nechvalín je pravděpodobně mnohem starší. Z období Velké Moravy pocházejí čtyři hroby velmožů s meči, což svědčí o tom, že sem bylo situováno určité středisko, snad velmožský dvorec. Po Nechvalíně se v letech 1318-41 jmenoval Hynek, který se usídlil na Bludově. Hynkův syn Ondřej roku 1368 prodal Nechvalín Hynkovi z Lipé, ale patrně ho velmi brzy získal zpět. Po koupi Bučovic se

usadil na nich, ovšem jeho syn Čeněk v roce 1407 píše, že sídlí na Nechvalíně. Vzhledem k tomu, že roku 1406 Bučovice uchvátili rozbojníci a nějakou dobu trvalo, než se na ně Čeněk vrátil.

Po polovině 15. století se v Nechvalíně vystřídalo několik majitelů, poslední, kdo zde sídlil, byl v roce 1505 Václav z Pačlavic. Když roku 1529 prodával Jan z Lipé nechvalínské zboží olomouckému biskupovi Stanislavu Thurzovi, byla z něho pustá tvrz. Tvrz na přelomu 16. a 17. století sloužila jako sídlo biskupských šeníků a stála někde u hospodářského dvora. Nálezy ze sondy Archeologického ústavu v Brně pocházejí z pokročilého 14. a z počátku 15. století. Rozpor mezi údajnými staršími nálezy mincí ze 13. století a možným přežíváním sídla hlouběji do 15. století by měl dořešit výzkum většího rozsahu.

Tvrziště se nachází na výběžku z výšiny jihozápadně nad obcí. Proti jiným sídlům tohoto typu je hrádek dvojdílný. Oblouk šijového příkopu (šířky 15, hloubky 3 m) a valu chrání předhradí od jihozápadu, ale nelze vyloučit, že val pokračoval po terase svahu podél východního boku. Předhradí je utvářeno do půloválu s osami 45 a 38 m a v jeho, mírně snížené východní části mohly stát hospodářské budovy. Naopak vyvýšen je trojúhelný pahrbek při okraji okružního příkopu. Snad byl nástupištěm na most, který byl při šířce příkopu 23m a hloubce 4,5 m jistě technicky náročný. Val na vnější straně příkopu se erozí snižuje, ale v nejmělkším místě na severu má ještě pořád výšku 1,8 m, jen na východní straně je kvůli odtoku dešťové vody protržen.

Samotné oválné jádro uprostřed věnce příkopu má horní plochu 15 x 10,5 m a malou terásku na jihu. Zástavba musela být velmi skromná. Z provedené sondáže vyplynulo, že jeho hlavní konstrukce byly dřevěné a omazané hlínou na podlahy, pece a krytiny byly použity cihly, dlaždice a prejzy. [2]



Obr. 2 Letecký snímek tvrziště [11]

3 METODY MĚŘENÍ

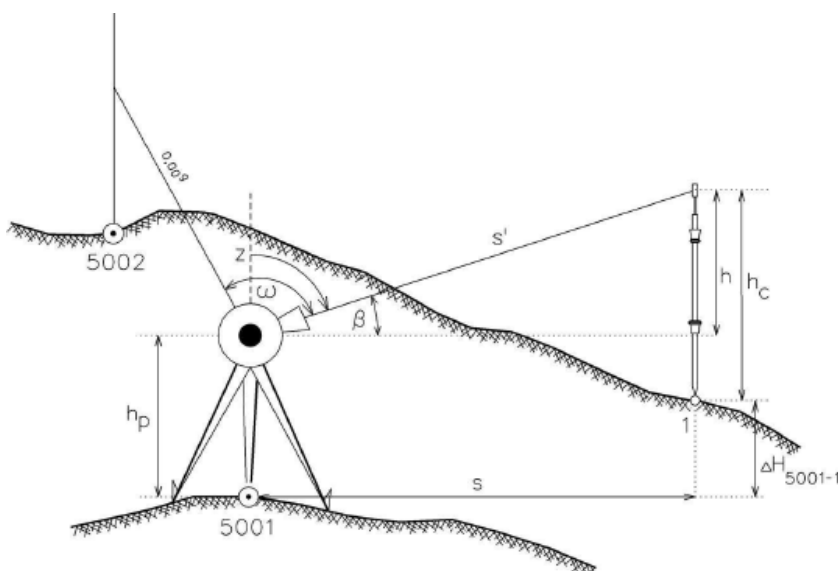
Volba metody měření stanovisek i podrobných bodů závisí na dostupném vybavení, cílech měření a požadovaných výstupech. Každá metoda měření má různé oblasti svého využití, výhody a nevýhody. Pro měření stanovisek-pomocné měřické sítě jsme zvolila metodu GNSS-RTK a podrobné body jsem měřila pomocí tachymetrie.

3.1 Polární metoda

Metoda slouží k polohovému určení bodů. Spočívá v měření úhlů a vzdáleností mezi 2 body ze známého stanoviska. Počáteční směr je měřen na bod se známými souřadnicemi (= orientace) a druhý směr je měřen na určovaný bod. Podstatou je určování vodorovného úhlu a vodorovné délky od stanoviska k určovanému bodu. [3]

3.2 Tachymetrie

Tachymetrie je metoda měření, kterou určujeme polohu a výšku bodu současně. Poloha a výška jednotlivých bodů se získává měřením polárních souřadnic tj. vodorovného úhlu, svislého úhlu a délky ze stanoviska k jednotlivým bodům. Převýšení mezi určovaným bodem a stanoviskem se počítají z měřené délky a zenitového úhlu. Měří se obvykle totálními stanicemi. Okruh území, které lze zaměřit z jednoho stanoviska, je omezen dosahem dálkoměrů, tvarem terénu a porostem. [4]



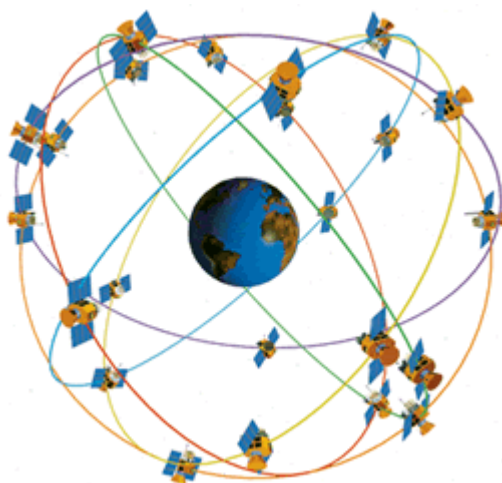
Obr. 3 Princip tachymetrie [14]

3.3 Technologie GNSS

GNSS – Globální navigační satelitní systém je souhrnný termín užívaný k obecnému označení globálních družicových systémů. Obecně je to služba, technologie umožňující pomocí signálu ze satelitních družic určit svoji polohu, rychlost a čas s velkou přesností. [16]

Jedná se o dálkoměrný systém, tj. družice vysílají navigační zprávu, kde uvádějí své označení, polohu a čas vyslání. Přijímač, jehož poloha je určována, musí přijmout tyto signály alespoň od čtyř různých družic. Pro každou z družic lze z rozdílu času vyslání signálu družicí a přijetí signálu přijímačem vypočítat jejich vzájemnou vzdálenost. Z hlediska geodetických úloh se jedná o prostorové protínání z délek. Čím více signálů družic je zachyceno, tím je výsledek přesnější. Důležitou roli hraje z hlediska přesnosti konfigurace družic, např. pokud jsou viditelné družice seřazeny v jedné přímce (v dlouhé úzké ulici s vysokými domy po obou stranách), v podélném směru bude přesnost odpovídající, v příčném velmi špatná.

Podle délky a způsobu měření se rozlišují různé metody, které se také liší přesností. Pro zaměření pomocné měřické sítě byla zvolena metoda RTK – Real Time Kinematic s přesností 25 mm – 50 mm. [5]



Obr. 4 Zobrazení umístění družic GNSS [6]

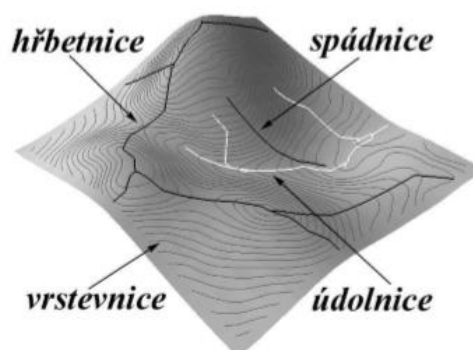
4 VÝŠKOPIS

Výškopis je obraz terénního reliéfu na mapě. Je to soubor vrstevnic, výškových bodů s jejich výškovými kótami, výškopisných značek, popř. další prostorově působící způsob znázornění reliéfu, např. stínováním terénu. [7]

Terén je libovolná část zemského povrchu se všemi jeho nerovnostmi, vytvořená přírodními silami nebo uměle, se všemi objekty a jevy, které se na zemském povrchu nacházejí. Základní částí terénu je terénní reliéf, který charakterizuje horizontální i vertikální členitost zemského povrchu. Druhou částí terénu jsou terénní předměty, ke kterým se řadí všechny objekty přirozeného i umělého původu, vyskytující se na reliéfu.

Terénní reliéf se skládá z dílčích terénních tvarů, které se dělí na vyvýšené a vhloubené. Vyvýšený tvar reliéfu je např. kupa, hřbet a sedlo atd.. Vhloubený tvar je např. údolí, úžlabí, kotlina, propast atd.. Terénní kostru tvoří charakteristické body a čáry terénního reliéfu. Mezi základní body terénní kostry patří vrchol kupy, dno kotliny, vrchol sedla atd.. Základními charakteristickými čarami terénního reliéfu jsou hřbetnice, údolnice, vrstevnice a spádnice.

Terénní předmět je např. vodstvo, porost, půda, komunikace, sídla, geodetické body atd.. [8]



Obr. 5 Charakteristické čáry terénního reliéfu [8]

4.1 Měření výškopisu

Při měření výškopisu členitý terénní reliéf zjednodušujeme – nahrazujeme ho zidealizovanými topografickými plochami, ale musíme ho co nejlépe vystihnout. Vždy zvažujeme měřítko výsledné mapy a s tím úzce souvisí hustota podrobných bodů. Je nutné zaměřit všechny terénní tvary, charakteristické body a charakteristické čáry reliéfu. [9]

4.2 Znázornění výškopisu

Pro znázornění výškopisu v mapě velkého měřítka se používají výškové kóty, vrstevnice a technické šrafy.

4.2.1 Výškové kóty

Výškové kóty slouží k poskytnutí rychlé a přesné informace o výšce terénu. Kóty mohou být absolutní a relativní. Absolutní kóta bodu udává svislou vzdálenost mezi skutečným horizontem a příslušnou nulovou hladinou plochou. Relativní kóta bodu udává svislou vzdálenost skutečných horizontů dvou bodů – výškový rozdíl. Kóty umísťujeme na významné body terénu. Kótováním však nezískáme představu o reliéfu terénu. [9]

4.2.2 Vrstevnice

Vrstevnice je čára, která zobrazuje množinu bodů o stejné, účelně zaokrouhlené výšce v daném intervalu od nulové nadmořské výšky. Vrstevnice se konstruuje na podkladě vypočtených nadmořských výšek podrobných bodů. Za základní vrstevnice považujeme obvykle vrstevnice metrové, volí se na základě měřítka mapy a krajinném typu. Interval vrstevnic je svislá vzdálenost vodorovných rovin. Pro každou mapy se na základě měřítka stanovuje základní interval vrstevnic. Rozestup vrstevnic je vodorovná vzdálenost mezi vrstevnicemi měřená po spádnicích. Zdůrazněné vrstevnice se vykreslují silnější čarou a obvykle je kótujeme. Pro zdůrazněné vrstevnice se obvykle volí pětinásobek základního intervalu. Doplnkové vrstevnice se volí obvykle tehdy, nelze-li základními vrstevnicemi výstižně znázornit tvar terénu a hlavně tehdy, pokud je vzdálenost základních vrstevnic větší než cca 5cm (plochý terén). [9]

4.2.3 Technické šrafy

Tato mapová značka se používá v případě, kdy není v důsledku prudkého klesání či stoupání zajištěn minimální rozestup vrstevnic. Technické šrafy se znázorňují střídavými delšími a kratšími čarami ve směru spádu. [9]

5 PŘÍPRAVNÉ PRÁCE

5.1 Rekognoskace terénu

Rekognoskace terénu proběhla před samotným měřením na konci října roku 2017. Cílem rekognoskace bylo seznámit se s místní terénem a způsobem vybudování pomocné měřické sítě. Na základě rekognoskace byly vybrány metody měření a měřické pomůcky.

5.2. Použité přístroje

Všechny přístroje a pomůcky použité při tvorbě pomocné měřické sítě a následného měření podrobného bodového pole byly zapůjčeny ze skladu Ústavu geodézie, VUT v Brně se souhlasem vedoucího práce.

5.2.1 GNSS aparatura

Pro zaměření pomocné měřické sítě byla použita metoda měření GNSS – přijímač GNSS-RTK Trimble R4-3, v.č. 532844005.

Parametry přístroje:

Podporované systémy:	GPS, GLONASS
Použitá metoda:	RTK s VRS
Použitá stanice nebo síť:	CZEPOS RTK3
Přesnost RTK:	
polohová:	10mm + 1ppm RMS
výšková:	20mm + 1ppm RMS



Obr. 6 GNSS-RTK Trimble R4-3 [12]

5.2.2 Totální stanice Pentax

Totální stanice Pentax R-423 VN, v.č. 896293, byla použita pro měření podrobných bodů.

Parametry přstroje:

- | | |
|--|---|
| - zvětšení dalekohledu: | 30x |
| - dosah měření na hranol: | až 7000m |
| - přesnost délkového měření na hranol: | $\pm(2\text{mm} + 2\text{ppm} \times D)$ mm |
| - standartní úhlová odchylka: | 3" (10cc) |



Obr. 7 Pentax R-423 VN [13]

6 MĚŘICKÉ PRÁCE

Polohové a výškové zaměření lokality proběhlo v listopadu 2017. Aby bylo možné měření polohově připojit do S-JTSK a výškově do Bpv, byla vybudována pomocná měřická síť. Následné podrobné měření probíhalo z pomocné měřické sítě. Před každým měřením byly v totální stanici nastaveny fyzikální korekce (teplota a tlak) a konstanta hranolu. Matematické korekce byly zavedeny při importu měření do programu Groma.

6.1 Budování pomocné měřické sítě

Pomocná měřická síť byla vybudována, tak aby bylo možné změřit celou lokalitu. Metodou GNSS-RTK byly změřeny body 4001-4007, které byly dočasně stabilizovány dřevěným kolíkem. Observace na každém bodu trvala 10 sekund (záznamů). Pro zajištění nezávislého postavení družic bylo druhé měření provedeno s minimálně hodinovým odstupem po prvním měření.



Obr. 8 Dočasná stabilizace stanoviska

6.2 Podrobné měření

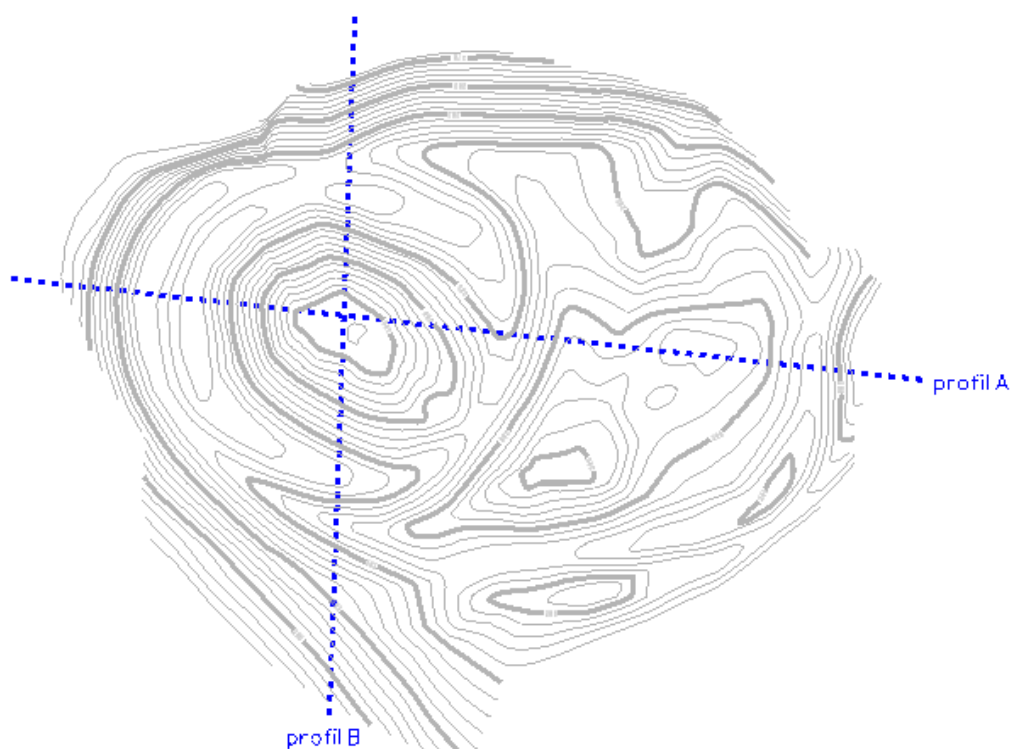
Podrobné body byly zaměřeny pomocí tachymetrie. Měření probíhalo ze stanovišek pomocné měřické sítě. Z každého stanoviška byly změřeny minimálně 2 orientace na body pomocné měřické sítě a na oba byla měřena i délka. Měření probíhalo v jedné poloze dalekohledu. Podrobné body byly voleny tak, aby co nejlépe vystihly terén. Především byly měřeny terénní hrany a další prvky terénní kostry. Hustota podrobných bodů v monotónní krajině (na okraji lokality) byla volena tak, aby od sebe body ve výsledné mapě nebyly vzdáleny o více než 2-3cm. V některých částech lokality to, ale nebylo možné z důvodu hustého křovinatého a listnatého porostu. Během měření byl každý bod označen kódem. Na lokalitě bylo celkem změřeno 492 podrobných bodů.

6.3 Kontrolní měření

Kontrolní měření výškopisu proběhlo v dubnu 2018 a bylo provedeno pomocí nezávislého měření a určení podrobných bodů kontrolních profilů a jejich porovnání s výškami uvedenými v mapě nebo určenými (interpolovanými) z vrstevnic.

V mapě jsem si zvolila dva profily, které byly pro kontrolu zaměřeny. Souřadnice počátečních a koncových bodů profilů a bodů na hranách byly nahrány do totální stanice a následně vytyčeny a zaměřeny, v monotóních částech byly body měřeny v pravidelných rozestupech 2-3 cm v měřítku testované mapy (pokud to bylo možné). Kontrolní profil A obsahuje body 101-122, kontrolní profil B obsahuje body 201 – 221.

Měření bylo zpracováno v programu Groma a kontrolní profily byly vyhotoveny v programu MicroStation v délkovém měřítku 1:500 a výškovém měřítku 1:250.



Obr. 9 Umístění kontrolních profilů

7 VÝPOČETNÍ PRÁCE

Po dokončení terénních prací bylo nutné měření zpracovat.

7.1 Výpočet souřadnic bodů pomocné měřické sítě

Souřadnice bodů pomocné měřické sítě byly určeny v rámci měření v terénu pomocí metody GNSS. Metoda GNSS-RTK nám umožňuje získat souřadnice a výšky bodů v reálném čase. Výsledné souřadnice jsou průměrem prvního a druhého měření.

Souřadnice bodů pomocné měřické sítě			
č.b.	Y [m]	X [m]	H [m]
4001	565983,22	1180029,86	290,44
4002	566004,37	1180053,99	287,46
4003	565990,42	1180007,51	284,58
4004	565954,06	1180039,00	285,79
4005	565962,17	1180063,69	587,10
4006	565965,12	1180085,33	288,53
4007	565989,71	1180067,53	290,31

Tabulka 1 Seznam souřadnic bodů měřické sítě

7.2 Výpočet souřadnic podrobných bodů

V průběhu měření byla data ukládána na SD kartu totální stanice Pentax, ze které byla následně přetažena do počítače ve formě zápisníku s koncovkou .DC1. Výpočet byl proveden v programu Groma 12.0. V programu byly zavedeny matematické korekce – z nadmořské výšky a do Křovákova zobrazení. Výpočet korekce byl proveden pomocí funkce „Křovák“, která vypočítá měřítkový koeficient ze zadaných průměrných souřadnic a výšky v dané lokalitě. V dané lokalitě je měřítkový koeficient 0,9998558914 (-14.4 mm/100m). Následně byly nainportovány zápisníky a seznam souřadnic daných bodů – stanovisek určených pomocí GNSS. Byly nastaveny příslušné tolerance pro výpočet. Na výpočet podrobných bodů byla použita funkce polární metoda dávkou. Veškeré výpočty byly provedeny v rámci daných výpočetních tolerancí. Seznam souřadnic podrobných bodů i kompletní protokoly o výpočtech jsou uvedeny v přílohách.

8 TESTOVÁNÍ PŘESNOSTI VÝŠEK

Testování přesnosti výšek bylo provedeno zaměřením dvou kontrolních profilů. Výška bodu změřená při kontrolním měření byla následně porovnána s výškami uvedenými v mapě nebo s výškami interpolovanými z vrstevnic. Testování přesnosti proběhlo pro 3. třídu přesnosti dle ČSN 01 3410. Výšky bodů jsou uvedeny na 2 desetinná místa, i když se jedná o nezápevný povrch, protože by vlivem zaokrouhlení mohlo dojít ke zkreslení výsledku měření.

Pro každý bod se vypočítá výškový rozdíl.

$$\Delta H = H_m - H_k$$

H_m je výška uvedená v mapě nebo interpolovaná z vrstevnic

H_k je výška získaná z kontrolního měření

Požadovanou přesnost testujeme pomocí výběrové směrodatné výškové odchylky s_H .

$$s_H = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{i=1}^N \Delta H_i^2}$$

N je počet testovaných bodů

k je koeficient jehož hodnota je 2

Přesnost výškopisu se posuzuje podle dvou kritérií:

- 1) $|\Delta H| \leq 2 \cdot u_H \cdot \sqrt{k} = 0,34$ u_H má v tomto případě hodnotu 0,12
- 2) je přijata statistická hypotéza, že výběr přísluší stanovené třídě přesnosti, tj. že výběrová střední výšková chyba vyhovuje kritériu

$$s_H \leq \omega_N \cdot u_v \quad u_v \text{ má v tomto případě hodnotu } 0,50$$

kde koeficient ω_N má při volbě hladiny významnosti $\alpha = 5\%$ hodnotu rovnou 1,1 pro testovaný počet bodů. [15]

Vyhodnocení výsledků testování	
1. podmínka	100% bodů splněno
2. podmínka	$s_H = 0,05 \leq 0,55$ splněno

Tabulka 2 Vyhodnocení výsledků testování

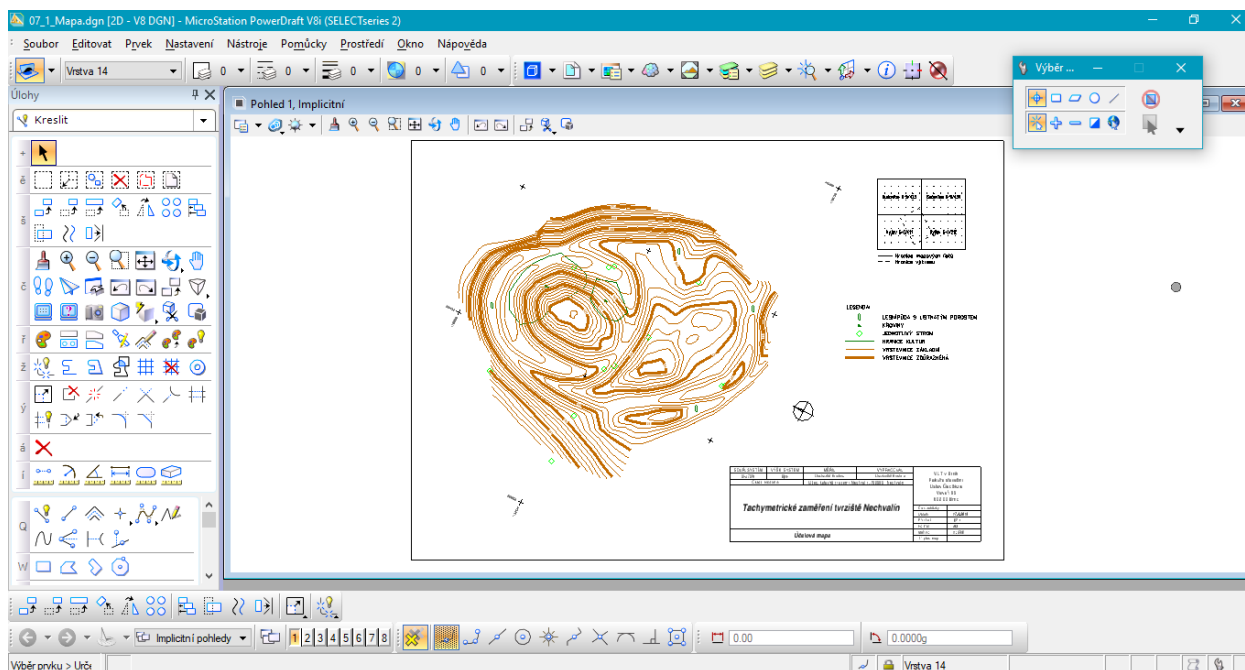
Podrobné zpracování testování přesnosti se nachází v příloze.

9 TVORBA MAPY

Mapa byla vytvořena v programu MicroStation PowerDraft V8i, některé prvky doplněny pomocí nadstavby programu MicroStation MGEO. Vrstevnice a vizualizace terénní plochy byly vytvořeny pomocí programu Atlas DMT.

Nejdřív byl v programu Microstaion vytvořen nový výkres ve formátu .dgn. Jako základní výkres byl použit výkres SJTSK.dgn. Poté byly pomocí aplikace MDL – Groma nahrány podrobné body. Před importem byly nastaveny atributy bodů.

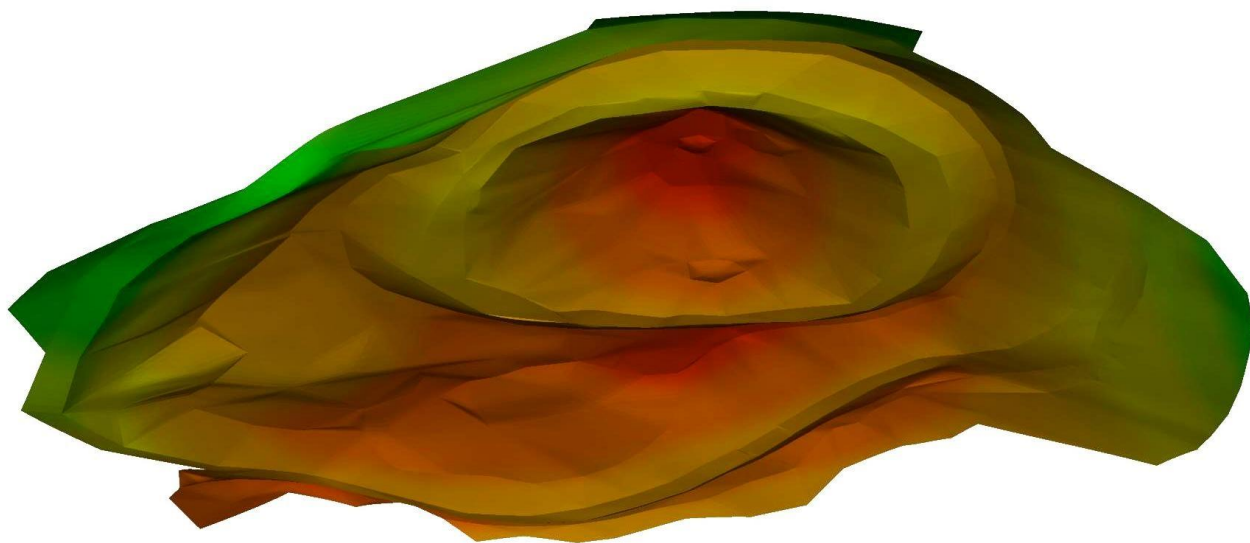
Následně proběhla kresba mapy. Nejdřív byly pospojovány hrany na základě označení bodů kódy (hrany byly následně využity při tvorbě vrstevnic), poté byla kresba doplněna mapovými značkami – v tomto případě se jednalo především o mapové značky stromů a druhů poruchu (křoviny, lesní půda s listnatým porostem).



Obr. 11 Prostředí programu MicroStation

Do programu Atlas DMT byly nejprve nahrány souřadnice a výšky podrobných bodů, byly vynechány body pomocné měřické sítě a také stromy, které by nesprávně ovlivňovali výsledný model terénu a vygenerované vrstevnice. Pro generaci modelu terénu bylo nutné definovat hrany, v mém případě se jednalo pouze o hrany lomové. Hrany byly definované v textovém souboru výčtem čísel bodů. Po generaci modelu terénu se ve výkresu vytvoří pracovní vrstevnice (nejsou vypočtené a proto jsou i méně přesné). Byl nastaven interval vrstevnic – 0,5m. Poté proběhl výpočet vrstevnic, při výpočtu vrstevnic je možné nastavit počet dílků, který slouží k vyhlazení vrstevnic. Následně byl vložen popis vrstevnic a výkres byl exportován do formát .dxf, který byl naimportován do mapy v programu Microstation a upraven podle daných atributů. Nakonec byla v programu Atlas DMT vytvořena vizualizace terénní plochy pomocí barevné hypsometrie.

Na závěr byla v mapě vytvořena popisová tabulka, legenda a směrová růžice. V nadstavě MGEO byly doplněny průsečíky sítě pravoúhlých souřadnic a jejich popis. K výsledné mapě je referenčně připojený výkres s podrobnými body a jejich výškami.



Obr. 12 Vizualizace terénní plochy

10 ZÁVĚR

Výsledkem práce je mapa v měřítku 1:500 polohově připojena do S-JTSK s výškově do Bpv a vizualizace terénní plochy.

Na začátku tvorby bakalářské práce proběhla rekognoskace terénu. Potom byla pomocí metody GNSS-RTK vytvořena pomocná měřická síť. Ze stanovisek (body pomocné měřické sítě) byly tachymetrií změřeny podrobné body, tak aby byly co nejlépe vystiženy terénní tvary.

Výpočty souřadnic bodů proběhly v programu Groma a následné vytvoření mapy v programu MicroStation s nadstavbou MGEO a výpočet vrstevnic a vizualizace v programu Atlas DMT.

Testování přesnosti výškopisu bylo provedeno pomocí kontrolních profilů. Požadované podmínky přesnosti dle 3.třídy přesnosti ČSN 01 3410 byly dodrženy.

11 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] O obci. Nechvalín: oficiální stránky [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z:
<http://www.nechvalin.cz/o-obci/>
- [2] PLAČEK, Miroslav. Ilustrovaná encyklopedie moravských hradů, hrádků a tvrzí. Praha: Libri, 2001. ISBN 978-807-2770-465.
- [3] DEJMAL, Miroslav a Miroslav PLAČEK. Dokumentace torzálních feudálních sídel. Brno: Archaia Brno, 2015.
- [4] VONDRÁK, Jiří. Geodézie II: Geodetická cvičení II. Brno, 2004.
- [5] ŠTRONER, Martin. *Globální navigační systémy (GNSS)* [online]. In: . s. 8 [cit. 2018-04-12]. Dostupné z:
http://k154.fsv.cvut.cz/vyuka/geodezie_geoinformatika/vy1/OBS/GNSS_obs.pdf
- [6] WAGNER, Vladimír. *Přesnost atomových hodin, GPS a teorie relativity*. [online]. In: . [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <http://hp.ujf.cas.cz/~wagner/popclan/gps/gps.html>
- [7] Výškopis. *Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí* [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: https://www.vugtk.cz/slovník/4151_vyskopis
- [8] TALHOFER, Václav. *Vojenská topografie* [online]. Brno, 2008 [cit. 2018-04-12]. Dostupné z:
<https://user.unob.cz/talhofer/Vojenská%20topografie.pdf>
- [9] FIŠER, Zdeněk a Jiří VONDRÁK. Mapování I: průvodce předmětem mapování I. Brno, 2005.
- [10] *Mapy.cz* [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <https://mapy.cz/s/2xQnc>
- [11] Fotogalerie. In: Nechvalín: oficiální stránky [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z:
[http://www.nechvalin.cz/fotogalerie/nechvalin/#prettyPhoto\[gallery\]/1/](http://www.nechvalin.cz/fotogalerie/nechvalin/#prettyPhoto[gallery]/1/)

- [12] Trimble R4 GNSS RTK. In: *Vietnav LTD* [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <http://vietnav.com.vn/Product/Trimble-R4-GNSS-RTK-ad362.html>
- [13] Totální stanice PENTAX R-423VN. In: Geusware [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <http://www.geusware.cz/totalni-stance-pentax-r-423vn>
- [14] Metódy tvorby geodetických podkladov na rekonštrukciu objektov. In: *Tzbinfo* [online]. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/regenerace-domu/16517-metody-tvorby-geodetickych-podkladov-na-rekonstrukciu-objektov>
- [15] Tachymetrie. *Metody měření výškopisu* [online]. [cit. 2018-04-27]. Dostupné z: <http://gis.zcu.cz/studium/gen1/html/ch15s02.html>
- [16] TAJOVSKÁ, Kateřina, GNSS - věda, praxe i zábava [online]. In: . [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/3062952/>

12 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obr. 1 Lokalizace obce Nechvalín	11
Obr. 2 Letecký snímek tvrziště	12
Obr. 3 Princip tachymetrie	13
Obr. 4 Zobrazení umístění družic GNSS	14
Obr. 5 Charakteristické čáry terénního reliéfu	15
Obr. 6 GNSS-RTK Trimble R4-3	17
Obr. 7 Pentax R-423 VN	18
Obr. 8 Dočasná stabilizace stanoviška	19
Obr. 9 Umístění kontrolních profilů	20
Obr. 10 Prostředí programu Groma	22
Obr. 11 Prostředí programu MicroStation	24
Obr. 12 Vizualizace terénní plochy	25
Tabulka 1 Seznam souřadnic bodů měřické sítě	21
Tabulka 2 Vyhodnocení výsledků testování	23

13 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Bpv	Výškový systém Balt po vyrovnání
ČSN	Česká státní norma
GNSS	Globální navigační satelitní systémy
RTK	Real Time Kinematic
S-JTSK	Souřadnicový systém jednotné trigonometrické sítě katastrální

14 SEZNAM PŘÍLOH

- 01_GNSS
 - 01_1_Protokol_1 (digitálně)
 - 01_2_Protokol_2 (digitálně)
 - 01_3_Průměry (digitálně)
- 02_Zápisníky
 - 02_1_Zápisník (digitálně)
- 03_Protokoly
 - 03_1_Podrobné_body (digitálně)
- 04_Seznamy_souřadnic
 - 04_1_Pomocná_měřická_sít' (digitálně)
 - 04_2_Podrobné_body (digitálně)
- 05_Pomocná_měřická_sít'
 - 05_1_Pomocná_měřická_sít (digitálně)
- 06_Testování_přesnosti
 - 06_1_Zápisník (digitálně)
 - 06_2_Protokol (digitálně)
 - 06_3_Přehledka (digitálně)
 - 06_4_Testování_přesnosti (digitálně)
 - 06_5_Profilý (digitálně i papírově)
- 07_Mapá
 - 07_1_Mapá (digitálně i papírově)
 - 07_2_Body (digitálně)
 - 07_3_Atributy (digitálně)
 - 07_4_Vizualizace (digitálně i papírově)