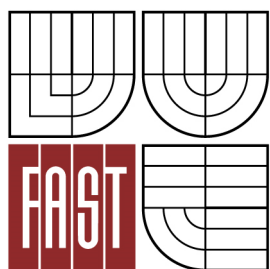




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV GEODÉZIE

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF GEODESY

MAPA OKOLÍ JESKYNĚ VÝPUSTEK - SEVERNÍ ČÁST

MAP OF THE VYPUSTEK CAVE SURROUNDINGS - NORTHERN PART

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. ZUZANA SÁNTHOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. JOSEF WEIGEL, CSc.

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3646 Geodézie a kartografie
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3646T003 Geodézie a kartografie
Pracoviště	Ústav geodézie

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. ZUZANA SÁNTHOVÁ
Název	Mapa okolí jeskyně Výpustek - severní část
Vedoucí diplomové práce	doc. Ing. Josef Weigel, CSc.
Datum zadání diplomové práce	30. 11. 2012
Datum odevzdání diplomové práce	24. 5. 2013
V Brně dne 30. 11. 2012	

.....
doc. Ing. Josef Weigel, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Stávající mapové podklady Správy jeskyní ČR

Musil, R. a kol.: Moravský kras - labyrinty poznání, J. Bližňák GEO program, Adamov 1993

Hromas, J.- Weigel, J.: Základy speleologického mapování, ČSS Praha, 1997

Kotyzová K.: Diplomová práce 2011, VUT v Brně

Zachová, L. : Diplomová práce 2011, VUT v Brně

Zásady pro vypracování

Seznamte se s historií jeskyně Výpustek v Moravském krasu.

Využijte mapových a dalších podkladů z povrchu i z podzemí jeskyně.

Ve spolupráci se studentkou Alenou Stískalovou zaměřte část terénu v okolí jeskyně v rozsahu podle pokynů vedoucího práce a v návaznosti na diplomové práce z roku 2011.

Vyhotovte mapu povrchu v podrobnostech měřítko 1:500 se schematickým zákresem podzemních prostor. V jeskyni Výpustek zaměřte několik charakteristických svislých řezů vedoucích stropem jeskyně a doplňte je průběhem povrchu nad jeskyní.

Předepsané přílohy

.....
doc. Ing. Josef Weigel, CSc.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Cílem diplomové práce je vyhotovení mapy okolí jeskyně Výpustek tak, aby bylo možné doplnit již existující mapové dokumenty vypracované studenty VUT v Brně a spojit je do jednoho celku pokrývající terén nad jeskyní. Práce začala vybudováním vlastního bodového pole v lokalitě pomocí polygonových pořadů s následným podrobným měřením. Výstupem je polohopisné a výškopisné zaměření zadané lokality vyjádřené jak číselnými hodnotami, tak grafickým znázorněním. Dalším úkolem bylo zaměření a vykreslení několika profilů v hlavních chodbách a dómech jeskyně za účelem znázornění vztahů mezi podzemím a povrchem. K měření byla využita již dříve vybudovaná měřická síť uvnitř jeskyně.

Klíčová slova

jeskyně Výpustek, reliéf, polygonový pořad, měřické body, polohopis, výškopis, vrstevnice, digitální model, profily, tachymetrie, GPS

Abstract

The aim of this thesis is to create map of cave Výpustek surrounding environment. It is going to be complementary map documentation to existing map documentation made by the other students of VUT Brno. These documentations will be joined together and create one relief covering terrain above the cave. The work began with building our own traverse and measuring detailed points. The result is topographical and hypsographical determination of the locality expressed numerically and topographically too. Another task was to measure and represent some profiles of main halls and passages of the cave. Intention is to connect underground space with the surface. Surveying network of points built previously inside the cave was used for measurements.

Keywords

cave Výpustek, relief, traverse, measuring points, planimetry, altimetry, contour lines, digital model, profiles, tacheometry, GPS

Bibliografická citace VŠKP

SÁNTHOVÁ, Zuzana. *Mapa okolí jeskyně Výpustek - severní část*. Brno, 2013. 53 s., 97 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce doc. Ing. Josef Weigel, CSc..

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24.5.2013

.....
podpis autora
Zuzana Sánthová

Poděkování:

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu práce doc. Ing. Josefovi Weigelovi, CSc. za jeho cenné rady při vypracování diplomové práce a za poskytnutí potřebných podkladů. Také děkuji Ing. Michalu Kurucovi za rady při měření a pomoc se zpracováním dat GPS. Dále pracovníkům provozujících areál jeskyně za jejich pohostinný přístup k nám a za pomoc při řešení různých technických problémů během našeho měření. Chtěla bych poděkovat také spolužačce Bc. Aleně Stískalové za spolupráci a dalším spolužákům, zejména Bc. Michalu Kováčovi, Bc. Lence Ševčíkové a Bc. Jánů Cvengrošovi, kteří nám asistovali při zaměřování lokality.

Obsah

1.	ÚVOD	9
2.	JESKYNĚ VÝPUSTEK	10
2.1.	Lokalita	10
2.2.	Historie jeskyně	11
2.2.1.	<i>Vybrané publikace a zprávy o Výpustku</i>	<i>15</i>
2.2.2.	<i>Některé půdorysné plány Výpustku</i>	<i>16</i>
2.3.	Současné využití jeskyně	19
3.	TEORIE VYHOTOVENÍ MAPY	20
4.	ZAMĚŘENÍ LOKALITY	22
4.1.	Rekognoskace	22
4.1.1.	<i>Rekognoskace terénu</i>	<i>22</i>
4.1.2.	<i>Rekognoskace bodového pole</i>	<i>24</i>
4.2.	Podklady	24
4.3.	Měřický náčrt	25
4.4.	Měřická síť	25
4.5.	Přístrojové vybavení	28
4.6.	Podrobné měření	30
5.	MAPA POVRCHU – ZPRACOVÁNÍ DAT	31
5.1.	Družicová měření	32
5.2.	Program pro přenos dat – Geoman	35
5.3.	Výpočet zápisníků	36
5.4.	Grafické zpracování výškopisu – Atlas DMT	36
5.5.	Grafické zpracování výškopisu – Microstation	40
5.5.1.	<i>Práce ze souřadnicemi – MGEO</i>	<i>40</i>
6.	JESKYNĚ VÝPUSTEK – MĚŘICKÁ ČÁST	41
6.1.	Rekognoskace	41
6.1.1.	<i>Rekognoskace chodeb</i>	<i>41</i>

6.1.2.	<i>Rekognoskace bodového pole</i>	42
6.2.	Měřická síť	42
6.3.	Přístrojové vybavení	42
6.4.	Podrobné měření profilů	43
7.	JESKYNĚ VÝPUSTEK – ZPRACOVÁNÍ DAT	43
7.1.	Výpočet profilů – Groma.....	44
7.2.	Grafické znázornění – Microstation	44
8.	ZÁVĚR	46
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ	47
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	49
	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	50
	SEZNAM PŘÍLOH	52

1. ÚVOD

Cílem této diplomové práce bylo vyhotovení polohopisné a výškopisné mapy okolí jeskyně Výpustek, která se nachází ve střední části Chráněné krajinné oblasti Moravský Kras (CHKO MK) v blízkosti městyse Křtiny cca 1,5 km ve směru na Adamov. Úkolem bylo doměřit část území západně a severozápadně od bývalého vojenského areálu. Měření probíhalo ve spolupráci s Bc. Alenou Stískalovou s následným rozdělením lokality podle rozsáhlosti a náročnosti prací. Jak je uvedeno v názvu diplomové práce, obsahem této práce je severní část zaměřovaného území.

Pro vyhotovení mapy je nutno zaměřit podrobné body vystihující průběh terénu s dostatečnou hustotou. Jako stanoviška pro podrobné měření se volí dočasně nebo trvale stabilizované body měřické sítě. V této práci jsou využita stanoviška nově zaměřené pomocí metody GPS a polygonových pořadů, tak i některé body již dříve vybudované sítě.

Dalším úkolem bylo vyhotovení několika profilů. Cílem tohoto měření je znázornění průběhu jeskynního systému s povrchem. Pomocí této práce bude možné vyhodnotit souvislost jeskynních útvarů v místech vyhotovených profilů s útvary na povrchu a též se samotným průběhem terénu.

Výsledná mapa v měřítku 1:500 a související číselné vyjádření spolu s potřebnými přílohami budou předány Správě chráněné krajinné oblasti Moravský kras, Správě jeskyní České republiky, České speleologické společnosti a Lesům České republiky s. p. k dalšímu užívání.

2. JESKYNĚ VÝPUSTEK

2.1. Lokalita

CHKO MK patří mezi pět nejvýznamnějších krasových oblastí ve střední Evropě. Za chráněnou krajinnou oblast byla prohlášena roku 1956. Celkové území se rozprostírá na 94 km². Je to nejrozsáhlejší a nejlépe vyvinuté krasové území v celé České republice. Vzácná fauna a flóra této oblasti je předmětem ochrany ve 14 přírodních rezervacích. Nalezneme zde různé druhy neobyčejných rostlin a živočichů. Např. pouze na dně propasti Macocha nalezneme vzácnou kruhatku Matthioliho. Jeskyně slouží jako zimoviště

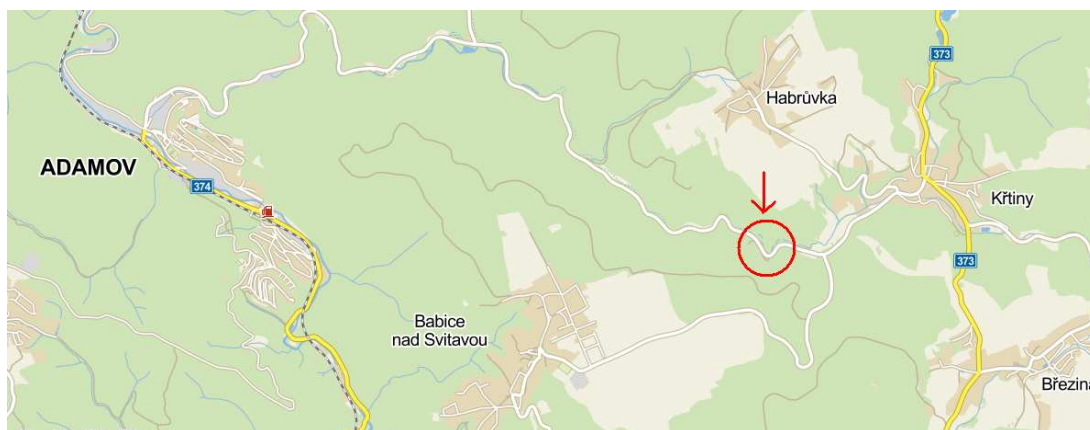


Obr. č. 1 Netopýr [19]

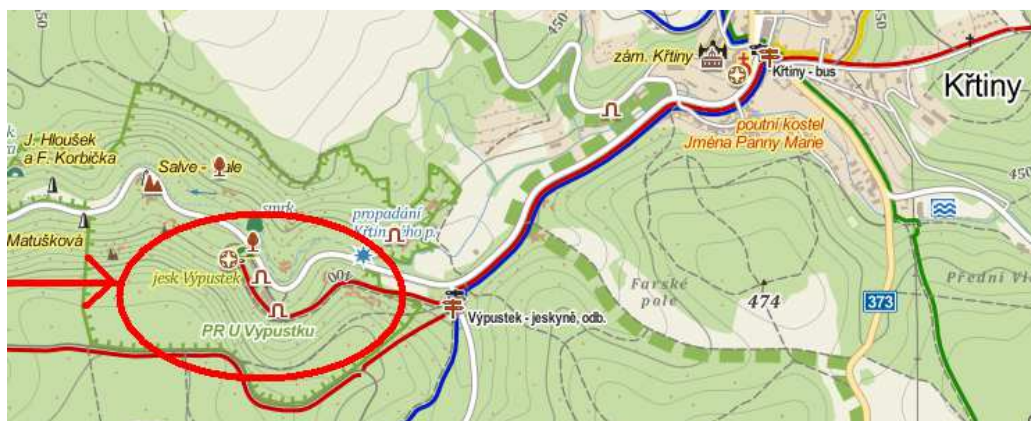
netopýrů (obr.č.1). Na celém území CHKO MK se nachází široká škála přírodních krasových jevů, jako např. propadání, propasti a jeskyně, ze kterých je pět zpřístupněných veřejnosti. Jsou to Punkevní jeskyně, Kateřinská jeskyně, jeskyně Balcarka, Sloupsko-šošůvské jeskyně a jeskyně Výpustek.

Jeskyně Výpustek se nachází ve střední části CHKO MK v údolí Křtinského potoka v nadmořské výšce cca 374 m (Frodl 1923). Vstup do jeskyně leží cca 1,5 km od městyse Křtiny po levé straně silnice ve směru do Adamova. Labyrinty chodeb tvořící několikapatrový jeskynní systém se rozprostírají západně od silnice na více než 18 ha. Patra jeskynních chodeb jsou spojena vertikálními různě širokými komíny a puklinovými propastmi. Spodním patrem protéká voda Křtinského potoka. [3], [9]

Na obr. č. 2 je umístění lokality a na obr. č. 3 bližší okolí jeskyně Výpustek.



Obr. č. 2: Umístění mapované lokality [20] (upraveno)



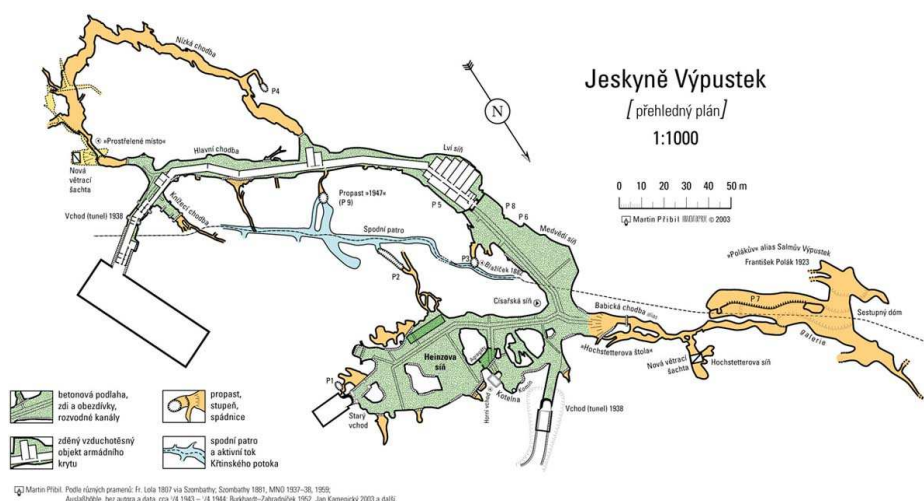
Obr. č. 3: Lokalizace jeskyně Výpustek [20] (upraveno)

2.2. Historie jeskyně

Je pravděpodobné, že pojmenování jeskyně pochází podle názvu místní tratě. Toponymické názvy byly v tehdejší době (19. století) velmi variabilní. Největší a nejdůležitější jeskyně nesly ne jeden, ale dva až tři různé názvy. Místní pojmenování Výpustku v roce 1892 byl u českých obyvatel Vejpusťek, Dračí díra, Díranice, Díravka, u Němců Křtinská jeskyně. Výpustek je nejstarší publikovanou jeskyní nejen v Moravském krasu ale i v krasových oblastech České republiky. Proslula svým labirintem navzájem spojených chodeb a síní. Existuje pověst, že jeskyně byla spojena chodbou s Brněnským Špilberkem a nějaký vězeň touto chodbou uprchnul.

Jeskyně byla vytvořena ponorovou činností Křtinského potoka, ale podílely se na vzniku jeskyně i vody z Babické plošiny a patrně i z oblast Ve Skrejšných. První písemná zpráva o Výpustku je z roku 1608. Podle záznamů jeskyni navštěvovali již na počátku 17. století mastičkáři. Byly zde jimi objeveny kosti pravěké zvířeny. V té době se věřilo na existenci a léčivé účinky rohu jednorožce. Lidé považovali jeskyni Výpustek za nejvýznamnější a jedinou lokalitu nejen u nás, ale i v širším okolí z hlediska možnosti získání tohoto drahocenného nálezu. Po třicetileté válce hledali lidé ve Výpustku údajně zakopané poklady. To svědčí o tom, že byla jeskyně již v době před 400 lety poměrně silně prokopávána. První ucelenější popis chodeb a dómu udává učený mnich Martin Alexander Vigsius, profesor a kanovník řádu premonstrátů. Roku 1669 popisuje ve svém dílu *Tartaro – Mastix Moravie* Ján Ferdinand Hertold dvory a propasti, které se před tím nikdo neodvážil prozkoumat. Ve válečných dobách Výpustek sloužil jako úkryt pro obyvatele Křtin. Např. za pruských válek se tady schovávali křtinští obyvatelé spolu se všemi domácími zvířaty.

V druhé polovině 18. století a na začátku 19. století navštěvoval jeskyni starohrabě a badatel Hugo František ze Salmů. Prováděl zde intenzivní průzkum a snažil se prostoupit všemi dostupnými prostory. Aby nezabloudil nebo opakovaně neprocházel některými prostory, značil si cestu sypaním plev. Údajně prošel asi 7 km chodeb bez toho, aniž by došel do konce. Podle jeho následníků je ale k těmto údajům třeba přistupovat opatrně, měl totiž tendenci ve svých spisech značně přehánět. Některé části jeskyně označil za velmi nebezpečné, proto přístupové chodby do těchto partií zazdil a zamaskoval. Údajně na konci 17. století zahynulo ve Výpustku 14 osob z Olomouce, které jeskyni navštívily, ale nikdy se nevrátily. Dodnes není známo, jestli byly objeveny všechny chodby, které Salm poznal.



Obr. č. 4: Přehledný plán jeskyně Výpustek [21]

Kníže Liechtenstein se snažil využít Výpustek ekonomicky a zpřístupnit jej všem návštěvníkům. Za tím účelem nechal provést rozsáhlou úpravu především přední části Výpustku. Zvětšil přístupovou chodbu do jeskyně a v některých chodbách snížil úroveň sedimentů až o půl metru. Vchod do jeskyně opatřil dveřmi. Tyto úpravy stály Liechtensteina celkem 6 558 zlatých. Dále měl v plánu zařídit stálou průvodcovskou službu s možností vstupu do Výpustku po celý týden. Tento plán mu nevyšel, a proto prodal jeskyni Spolku německých turistů. Ten byl schopen zajišťovat pouze občasné návštěvy a to po předchozím objednání.

V 19. století se jeskyni věnovala řada badatelů. Mezi ně patří např. Dr. Jindřich Wankel a Dr. Martin Kříž. V důsledku jejich práce byly zhotoveny podrobné mapy a prováděla se řada speleologických a paleontologických výzkumů.

Ve 20. letech 20. století, po první světové válce bylo zjištěno velké množství fosfátových hlín v jeskyni. Zásahy do sedimentů Výpustku byly již v dřívějších dobách četné a porušily většinu povrchových vrstev. Nedá se to ale srovnat s tím, co nastalo při těžbě fosfátových hlín, které tehdy sahaly na některých místech skoro až ke stropu. Zanikla při tom řada skalních přepážek a profily chodeb se snížily o několik metrů. Před zahájením těžby musela být sintrová deska tam, kde ještě byla odstřelením odstraněna. Těžba fosfátových hlín vedla skoro k úplnému vyklizení sedimentů mnohdy až na skalní dno. Práce probíhala v letech 1920-1922 pod vedením ředitele lesního závodu v Adamově, doc. Ing. A. Kubíče. Vytěženo bylo asi 5 000 železničních vagónů sedimentů, z toho fosfátových hlín bylo pouze 1 500 vagónů. Denně to znamenalo dva až tři vagóny čisté fosfátové hlíny. Sedimenty byly kopány krompáči a motykami. Dělníci nekopali pouze fosfátové hlíny, ale všechny hlinité sedimenty, které se v chodbách nacházely. Pro usnadnění vývozu z jeskyně byla do místa těžby zavedena úzkokolejná dráha. Před jeskyní se nacházely sušárny a skladiště pro vytěžený sediment, kancelář, mostní váha a tři pece na pálení vápna. Vytažená fosfátová hlína byla prodávána a využívala se jako hnojivo. Přítomný fosforečnan vápenatý se totiž rychle v půdě rozkládá, takže je pro rostliny snadno přístupný. Těžbou došlo ke zvětšení původních prostor a k definitivní ztrátě všech nálezů a informací obsažených ve vrstvách sedimentů. Jediný význam byl pouze v tom, že během těžby byly objeveny nové prostory. V roce 1921 byla objevena v Medvědí síni další propast (a to pátá), která byla hluboká kolem 40 m. V roce 1922 byly objeveny nové prostory na začátku Babické chodby a to po její levé straně. Kupodivu nebyly vytěženy všechny chodby Výpustku. V Nízké chodbě, která je asi 150 m dlouhá a asi 5 m široká, jsou dodnes netknuté sedimenty. Předpokládá se, že v roce 1923 zůstalo v jeskyni ještě cca 500 vagónů nedokopaných fosfátů. Vysvětlením je, že průzkumné sondy ukázaly jen malé množství fosfátů.

V roce 1939 v Salmově Výpustku (dnes Babická chodba) byl prý objeven prostor o délce přes půl kilometru s obrovským jezerem. Po válce se ale prostor nepodařilo znovu objevit. Dalším přínosem těžby byl paleontologický nález koster svědčící o tom, že jeskyně byla osídlena především pravěkým jeskynním medvědem a jeskynním lvem. Šest koster jeskynních medvědů a jedna kompletní kostra lva jeskynního jsou v současné době vystaveny v Moravském zemském muzeu v Brně a v zemském muzeu ve Vídni.

Nejvážnější zásahy do přírodního stavu jeskynních prostor provedly armády Československa a Německa. Před druhou světovou válkou jeskyni obsadila armáda první

republiky, což nejvíce poznamenalo podstatnou část prostor. Již v roce 1931 existovaly plány na využití jeskyně jako skladiště pro bojové chemické látky. Vojenská správa začala s úpravami v roce 1938. Odstřelením mnoha skalních překážek na místě přirozených podzemních útvarů vznikly nevlídné tunelové prostory. Byly odstraněny všechny skalní sloupce a místo spleti chodeb mezi Babickou chodbou a oběma vchody vznikly velké prostorné síně. U odbočky Knížecí chodby ve Smyčce byl vystřílen další velký vchod do jeskyně, který do ní umožnil vjezd i nákladním autům. Zarovnáním povrchu sedimentů a zazděním vchodů do bočních chodeb byla topografie jeskyně zcela změněna.

Za 2. světové války byl Výpustek obsazen Německou armádou, která v ní zřídila podzemní továrnu na letecké motory s krycím označením Dinar. Adaptace jeskyně na velkou továrnu byla započata v létě 1943. Odstřelením stěn chodeb a jejich stropů vznikly široké chodby a prostorné haly tvořící jeden celek. Podlaha byla vyrovnaná a pokryta až 1 m silnou vrstvou betonu. Pod ní byly zhotoveny horizontální průkopy pro topení, vodovod a světlo. Z chodeb byly proraženy větrací komíny na povrch. Postranní chodby byly zazděny, propasti byly zasypány nebo překryty betonovou deskou. V dílně pracovalo 1200 českých občanů v nepřetržitém provozu ve dvou 12 hodinových směnách. Před opuštěním jeskyně v roce 1945 Němci požárem a výbušninami zničili výrobní stroje. Z někdejší továrny zůstaly jen pobožené zdi, zprohýbané železné konstrukce, zbytky strojů, barely, tyče, dráty, plechy, strhané vedení a vápnem na bílo natřené stěny. Podzemní prostory zůstaly zničené a v podstatě volně přístupné.

Po druhé světové válce se opět objevuje zájem o speleologický výzkum Výpustku. Byla to zásluha především Dr. R. Burkhardta a amatérských jeskyňářů ze Speleologického klubu, kteří systematicky pracovali v Křtinském údolí. Jednalo se o dodnes nedoceněný pokus o komplexní výzkum z hlediska mnoha oborů.

V 60. letech vybudovala Československá lidová armáda ve zničených podzemních prostorách mohutný objekt, který plnil pro případ války funkci krytu a záložního velitelského stanoviště až pro 250 důstojníků. Sídlilo zde záložní vojenské velitelství pro oblast jižní Moravy. Kryt měl svůj vlastní energetický zdroj, polní nemocnici, chemické záchody, dekontaminační komoru, zařízení pro obnovu vzduchu, zásoby pro přežití a telefonní i dálkopisné spojení. Před rokem 1989 se uvažovalo o přebudování objektu na protiatomový kryt pro nejvyšší představitele Ústředního výboru KSČ. Objekt byl přísně utajován a střežen až do konce roku 2001, kdy ho armáda definitivně opustila. Poté byla jeskyně zpřístupněna nepravidelně třikrát formou otevřených dveří.



Obr. č. 5: Protiatomový kryt [22]

Koncem roku 2006 byla jeskyně Výpustek předána Správě jeskyní České republiky. Proběhla rekonstrukce provozní budovy, úprava areálu, vybudování parkoviště a dne 10.3.2008 byla oficiálně otevřena pro veřejnost. [3], [10], [11], [12], [13], [14]

2.2.1. Vybrané publikace a zprávy o Výpustku

Oswald Croll (Crollinus) – 1608

Ve Výpustku se kopalo za účelem nálezů rohu jednorožce, který byl považovaný za lék. Croll ve své publikaci uvádí pleistocenní nálezy kostí. Nalezl zuby, které měly být zrovna tak dobré, jako roh jednorožce. Jedná se o nejstarší doloženou návštěvu Výpustku a první písemnou zprávu o něm a jeskyních u nás vůbec.

Anselmus Boëtius de Boodt – 1609

Jeho publikace je jednou z nejstarších zpráv o krasové výzdobě a vzniku krápníků, a to ve Výpustku. Do literatury zavedl a používá již termín stalaktit a stalagmit. Popisuje jejich vznik a přirovnává jej ke vzniku ledových rampouchů v zimě. Jeskyně Výpustek byla místem, kde došlo k formulaci první správné teorie o vzniku krápníků. Vysvětloval i vznik sintrových povlaků na stěnách jeskynních chodeb a rozeznával několik jejich druhů.

Martin Alexander Vigsius – 1663

Napsal knihu „*Vallis Baptismi Alias Kyriteinensis seu Diversorii in honorem, memoriam et gloriam Magnae Dei Matris*“ (Údolí Křtu neboli Křtinské čili Útulku na památku a ke slávě Matky boží). Vigsius poprvé dává údolí název Valis baptismi tj. Údolí křtu neboli Křtinské. Jedná se o první dílo od moravského spisovatele, které bylo také prvním popisem krasových jevů v údolí Křtinského potoka a labyrintu Výpustek. Jedná se o autentický popis. Vigsius Výpustek nejméně jednou, pravděpodobně však vícekrát navštívil.

Pravděpodobně prošel celou část označovanou jako labyrint. U něho se poprvé objevuje zpráva o používání plev ke značení cesty zpět. Délka Výpustku měla být půl míle. Poprvé byla uváděna existence propasti v jeskyni. Vigsius jako první popisoval i ponor a vyvěračku vody Křtinského potoka. Velmi správně hodnotí vznik stalagmitů a brček (je autorem názvu brčko). Podivuje se nad obrovským množstvím lidských a zvířecích kostí nacházených ve Výpustku. Vigsius popsal geografický ráz krajiny tak dobře, že ho můžeme považovat za prvního geografa Moravského krasu. Uváděl i častá kopání ve Výpustku. Jeho publikace je první historická zpráva o tom, že místní lidé se nejen nebáli do Výpustku lézt, ale opakovaně jeskyni navštěvovali.

Tomáš Jan Pešina z Čechorodu - 1677

Napsal jednu z nejstarších zpráv o Křtinském údolí a jeskyni Výpustku. Vedle pohádkových příběhů, které byly charakteristické pro tuto dobu, některé části jeho publikace se dotýkají krasových jevů, jeskyní, tvorby krápníků a paleontologických nálezů. Bylo mu známo i propadání Křtinského potoka. Je jisté, že se dostal s nějakým místním znalcem do Výpustku, a to dosti daleko. V další části se zamýšlel nad možným způsobem tvorby těchto jeskynních bludišť. Došel k názoru, že jeskynní chodby byly buď vyhloubeny silou podzemních větrů, nebo se jedná o pozůstatky povodní. Je první, kdo se snažil vysvětlit genezi jeskynních chodeb. Ve svém díle dává rady dalším návštěvníkům a dává si otázku, proč vlastně lidé do jeskyně lezou. Hned si sám také odpovídá: „*Dějiny učí, že lidem není nic sladšího, než vše seznat.*“ [3]

2.2.2. Některé půdorysné plány Výpustku

Ve Výpustku se nacházejí dvě zcela rozličné části, z nichž první se nachází blízko vchodu. Je složena ze shluku chodeb a různě velkých síní a vyznačuje se četnými komíny a propastmi. Tato část je popisována jako labyrint nebo bludiště. V druhé části se jedná pouze o chodbu. Počet komínů je podstatně menší. Je pravděpodobné, že vývoj obou částí byl rozdílný.

Půdorysné plány Výpustku vyhotovili:

Antonín Lola – 1807

Byl inženýrem a zaměstnancem knížete Liechtensteina. Na jeho příkaz vyhotovil půdorysný plán Výpustku. Jedná se o první plán této jeskyně. Byl velmi precizní a stal se základem většiny dalších plánů.

Martin Kříž – 1867, 1893, 1902

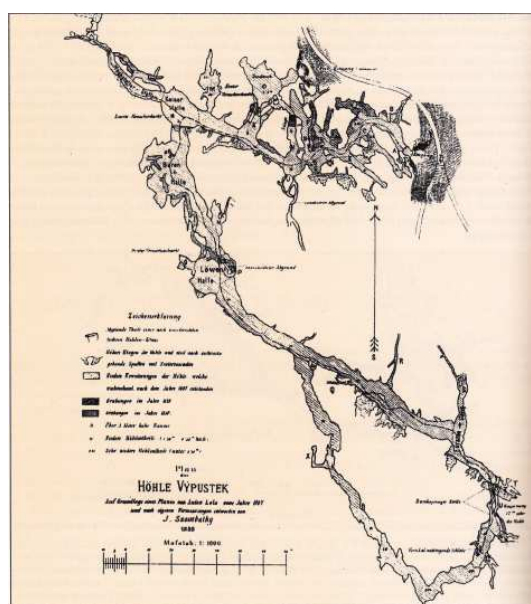
Vyhotovil půdorys Výpustku s číselným a alfabetickým označením všech chodeb a síní (označuje je písmeny a římskými číslicemi). Na půdorysu se nachází i lokalizace všech Křížových sond.

Jindřich Wankel (A. Špeček) – 1871

Na plánu jsou zaznamenány čtyři propasti. Z půdorysu je jasné, že většina chodeb Výpustku byla v této době již známá. Plán byl publikován až roku 1882. Jeho měřítko bylo v metrech. Plán není orientován k severu. Síně a chodby jsou označeny velkými písmeny.

Josef Szombathy – 1881

Doplnil dřívější půdorys Antonína Loly. Především první část jeskyně se od Lolova plánu poněkud odlišovala, nebyly tam zakresleny některé menší vedlejší chodby a nízké výklenky. Nový plán byl zhotoven v měřítku 1:100. Je to první půdorys, který má orientaci sever-jih. Byly na něm zakresleny všechny tehdy známé propasti, všechny chodby s komíny a horní patro. Ve Lví síni a poblíž Heintzovy síně jsou označeny zasypané propasti. Jsou zde označeny i průzkumné šachty. Jednotlivé chodby mají značené své tehdejší výšky. V půdorysu je vyznačené již dříve vybudované schodiště. Je to nejpodrobnější půdorys Výpustku, který nebyl dlouho překonán. Josef Szombathy zhotovil rovněž podélný profil jeskyně a větší počet příčných profilů v měřítku 1:200. Publikován byl však jenom půdorys, profily ne. J. Szombathy opomenul názvy chodeb a síní, které publikoval již dříve M. Kříž a pojmenoval je nově.



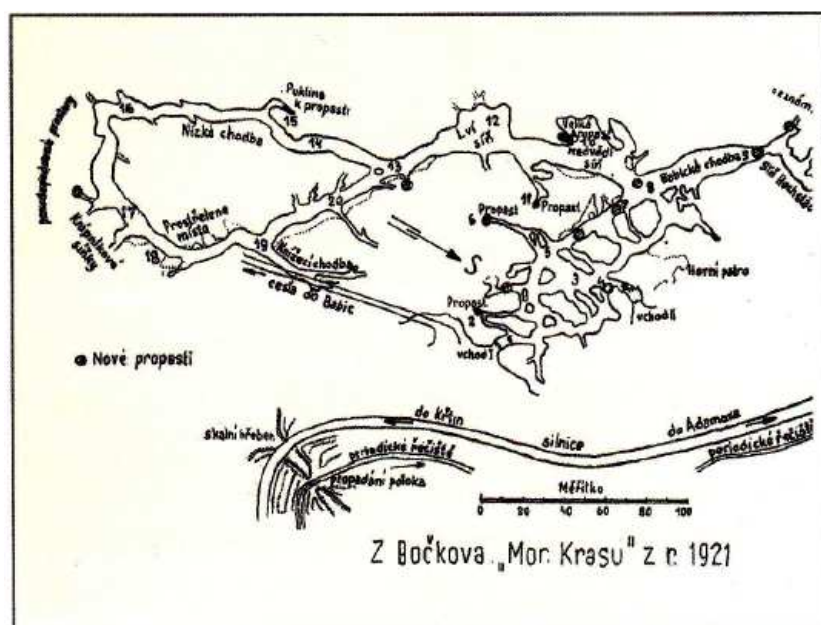
Obr. č. 6: Půdorys jeskyně od Szombathyho z roku 1880 [3]

Hermann Bock – 1902-1907

Zhotovil půdorys Výpustku v měřítku 1:1 000. Jednalo se o doplnění plánu, který zhotovil A. Lola. Zakreslil některé nově prokopené chodby v přední části jeskyně. Byl první kdo nepopisoval jenom chodby, ale všimal si i geologické stavby a jejího vlivu na utváření Výpustku.

Antonín Boček – 1922

Na půdorysu Výpustku zachycuje i propadání Křtinského potoka v údolí a zařízení spojené s těžbou fosfátových hlín. Půdorys byl doplněn novými názvy některých chodeb. Plán není orientován k severu, měřítko je v metrech. Síně a chodby jsou označeny číslicemi. A. Boček přebírá Szombathyho pojmenování chodeb a síní a překládá je do češtiny. Tato pojmenování jsou používána všemi dalšími autory. Antonín Boček zavádí i některé nové názvy (např. Babická chodba) a lokalizuje všechny tehdy již známé propasti a propasti nově objevené. Je jich celkem 12, soustřeďují se do Labyrintu, což svědčí o jejich vzniku především vodami Křtinského potoka.



Obr. č. 7: Půdorys jeskyně z publikace A. Bočka z roku 1921 [3]

Josef Urbánek – 1939

Nejednalo se o přesně zaměřený půdorys, ale pouze o náčrt jeho spodních pater, která J. Urbánek údajně objevil. Vystihuje pouze vzájemnou polohu jednotlivých chodeb, sám udává, že délky chodeb nemusí plně odpovídat skutečnosti. Měřítko náčrtu a sever nejsou

zakresleny. Délka všech chodeb má být 530 m, jezero ve Vodním dómu má být dlouhé 128 m.

Karel Šebela – 1943

Zmapoval část vyšších pater Výpustku. [3]

2.3. Současné využití jeskyně

V současnosti známá část třípatrového jeskynního systému má délku přes 2 kilometry a výškový rozsah 55 metrů. Spodní úroveň protéká Křtinský potok. Asi třetina prostor je zpřístupněna veřejnosti. Návštěvníky čeká 600 m dlouhá kompletně bezbariérová prohlídková trasa, kterou lze shlédnout cca za 75 minut. Skládá se ze 170 m dlouhého komplexu bývalého armádního velitelského stanoviště a z vlastních jeskynních chodeb. Vojenskou část tvoří ložnice, jednací místnosti, zařízení na čištění vzduchu a technika na výrobu elektřiny. Při úpravách prohlídkové trasy se odstraňovaly zadržky z II. světové války, při čemž byla objevena mnohá krápníková výzdoba a otevřely se propasti směřující do spodního patra jeskyně.

Expozice „Využívání jeskyně člověkem – Výpustek, jeskyně starých rituálů“ byla otevřena v roce 2010. Pomocí diorám a panelů návštěvník získává komplexní informace, jako by krácel jednotlivými érami využití jeskyně člověkem. Pomocí světelné show je návštěvník přenesen 600 000 let zpátky do období jeskynních medvědů a lvů, které jsou vizualizované i s modely v životní velikosti.

Konají se zde i mnohé akce, např. kostýmové scénky z historie jeskyně, akce pro děti, nebo díky výborné akustice koncerty. [11]



Obr. č. 8: Expozice v jeskyni [23]

3. TEORIE VYHOTOVENÍ MAPY

Mapa (dle ČSN 73 0402) je „zmenšený generalizovaný konvenční obraz Země, kosmických těles, kosmu a jejich částí převedený do roviny pomocí matematicky definovaných vztahů (kartografické zobrazení) ukazující prostřednictvím metod kartografického znázorňování polohu, stav a vztahy přírodních, sociálně ekonomických a technických objektů a jevů.“

Dělení map:

- Podle obsahu
 - Základní mapy ČR velkého měřítka
 - Účelové mapy velkých měřítek
 - o Základní účelové mapy
 - o Mapy podzemních prostor, s výjimkou důlních map
 - o ostatní
- Podle způsobu tvorby mapy
 - tvoří se přímým mapováním
 - tvoří se přepracováním původní mapy
 - tvoří se kombinací obou způsobů

Souřadnicový a výškový systém map

Mapy se vyhotovují v souřadnicovém systému JTSK a výškovém systému Bpv – v odůvodněných případech ve výškovém systému Jadranském. Účelové mapy lze vyhotovit i v jiných systémech. Použitý souřadnicový a výškový systém musí být uveden na mapě.

Přesnost účelových map

Mapy se vyhotovují v třídách přesnosti 1 až 5 tak, aby všechny podrobné body na mapě měly stejnou třídu přesnosti. Výškopis může být vyhotoven v jiné třídě přesnosti než polohopis. Stanovené třídy přesnosti musí být vyznačeny v mapě. Přesnost výsledných souřadnic a výšek podrobných bodů mapy je dána přesností jejich určení a přesností souřadnic a výšek použitých bodů geometrického základu. Charakteristikou přesnosti určení souřadnic podrobných bodů je střední souřadnicová chyba, která se určí vztahem:

$m_{xy} = \sqrt{0,5(m_x^2 + m_y^2)}$, kde m_x a m_y jsou střední chyby souřadnic x , y . Relativní přesnost určení souřadnic x , y dvojice podrobných bodů téže třídy přesnosti se určuje na základě střední chyby m_d délky d přímé spojnice bodů této dvojice vypočtené z jejich souřadnic. m_{xy} nesmí přesáhnout hodnotu u_{xy} uvedené v tabulce 1, m_d nesmí překročit hodnotu u_d , která se vypočte podle vzorce $u_d = 1,5 \frac{d+12}{d+20} u_{xy}$.

Charakteristikou přesnosti zobrazení podrobných bodů mapy v grafické formě je základní střední souřadnicová chyba m_{xy} dána výše uvedeným vztahem, kde m_x , m_y jsou základní střední chyby zobrazení bodu na podkladě jeho výsledných souřadnic. m_{xy} nesmí přesáhnout hodnotu 0,16 mm na mapě, případně jinou hodnotu podle daného účelu.

Přesnost určení výšek H podrobných bodů výškopisu je dána základní střední výškovou chybou m_H , která nesmí překročit hodnotu u_H uvedenou v tabulce 1, nebo u bodů terénního reliéfu na nezpevněném povrchu kritérium $3 \cdot u_H$. [4]

Tabulka č. 1 - Kritéria přesnosti [4]

Třída přesnosti	u_{xy} [m]	u_H [m]
1	0,04	0,03
2	0,08	0,07
3	0,14	0,12
4	0,26	0,18
5	0,50	0,35

Na základě dostupných podkladů můžeme stanovit přesnost vyhotovení mapy na 3. třídu přesnosti, což znamená, že podrobné body budeme zaměřovat s přesností 14 mm a výškově je určíme s přesností 12 mm.

4. ZAMĚŘENÍ LOKALITY

4.1. Rekognoskace

Důležitým krokem před zahájením vlastního měření je rekognoskace, nebo-li prohlídka zájmového území, během které se měřič seznámí s mapovanou lokalitou. Sleduje charakter terénu, zjišťuje druh a hustotu zástavby a porostu a způsob využití pozemků ležících na dané lokalitě, analyzuje sklonitost terénu, viditelnost atd. Podle těchto aspektů se volí metoda měření a určení nových bodů. Rekognoskaci terénu a stávajícího bodového pole jsme provedli dne 14.6.2012. [5]

4.1.1. Rekognoskace terénu

Při rekognoskaci bylo vedoucím práce doc. Ing. Josefem Weigelem, CSc. přibližně vymezeno území potřebné k zaměření. Přesné vymezení šíře mapované oblasti se dělo na základě dodaných podkladů tak, aby výsledná mapa pokrývala části jeskyně, nad kterými dosud terén zaměřen nebyl.

Oblast nad areálem obklopující vstupy do jeskyně pokrývá po celé šířce listnatý les z části s hustší a z části řidší nebo žádnou buřinou. Na většině území je ale dobrá viditelnost mezi stromy. Terén je svažité s výskytem výrazných terénních hran, skal a kamenů různých velikostí. Na základě provedené rekognoskace lze konstatovat, že i přes to, že se tady nacházejí skály, terén je spíš lehčí. S dobrou připraveností a rozvážností by měření nemělo dělat problém v žádném ročním období.



Obr. č. 9: Ukázka terénu v letním období



Obr. č. 10: Lokalita v podzimní mlze



Obr. č. 11: Území v zimním období

4.1.2. Rekognoskace bodového pole

Nedaleko vstupu do areálu jeskyně Výpustek se nachází nivelační bod s označením Kj4-41.1 z roku 2001, který stabilizoval Zeměměřický úřad. Sousední nivelační body podél silnice spojující Křtiny a Adamov jsou od tohoto bodu vzdáleny vzdušnou čarou cca 200 a 470 metrů. Nejbližší trigonometrický bod s označením TB 1 na TL 4416 zřízený v roce 2006, jehož souřadnice byly určeny statickou metodou GPS v systému ETRS, leží od vstupu do jeskyně přibližně 900 m severně, což znamená, že od mapovaného území je to přes 1 km.

Proto jsme se s kolegyní Bc. Alenou Stískalovou po uvážení možností shodly na využití některých bodů zachovaných z předchozích měření v této lokalitě. V areálu před provozní budovou na parkovišti a vedle jednoho z vchodů do jeskyně se nachází tři měřické body označené čísly 4001, 4002 a 4003 stabilizované měřickými hřebíky. Tyto body zřídila firma Geodis Brno, s.r.o. v roce 2008.

Podél silnice mezi Adamovem a Křtinami umístily roku 2010 Kotyzová Klára a Zachová Lucie během vypracování své diplomové práce další body, které lze po provedení kontroly také použít. Měřické body jsou stabilizovány v silniční komunikaci pomocí nastřelovacích hřebíků a označeny čísly 4015 a 4016.

4.2. Podklady

Podklady pro mapovací činnosti můžeme rozdělit do dvou skupin, a to do skupiny číselných podkladů a do skupiny grafických podkladů. Mezi číselné patří geodetické údaje o bodech, tj. polohopisné souřadnice sloužící jako polohopisný základ (využívají se body základního a podrobného polohového bodového pole) a nadmořské výšky jako výškopisný základ (body české státní nivelační sítě). Skupinu grafických podkladů tvoří různá mapová díla a náčrty z předchozích měření. Pro účelové mapování se nejčastěji využívá katastrálních map. [6]

Vedoucím práce nám byly poskytnuty diplomové práce Kláry Kotyzové a Lucie Zachové, které v roce 2011 vyhotovily mapu areálu Výpustek. Obdrželi jsme jak číselné údaje (např. seznamy souřadnic), tak i grafické podklady (mapu areálu, náhled měřické sítě, atd.).

4.3. Měřický náčrt

Měřický náčrt se vyhotovuje na čistý papír přímo v terénu. Je vhodné si do náčrtu zakreslit během rekognoskace prvky polohopisu a významné terénní hrany (hřbetnice, údolnice, sedla, apod.) Měřítka náčrtu se volí podle uvážení měřiče tak, aby do něj bylo možné všechno čitelně vyznačit, obecně však platí, že měřítko náčrtu by nemělo být menší, než měřítko výsledné mapy. Především při kreslení složitého polohopisu vzniká často problém při vyznačování hustě umístěných bodů. V takovém případě se vykreslí detail dané části, který se označí písmenem a místo detailu společně s jeho označením se vyznačí i v náčrtu. U rozsáhlejších území se vyhotovují náčrtů na více papírů a je potřeba vytvořit přehledku náčrtů. Při kreslení náčrtu je důležité dodržet soulad s terénem a sledovat shodu číslování bodů v náčrtu a v zápisnicích (případně při registraci do totální stanice, v přístroji). Podrobné body se číslují od jedničky postupně. [6]

4.4. Měřická síť

Pro podrobné měření se PBPP musí doplnit pomocnými body v hustotě nezbytné pro zaměření podrobných bodů. Měřická síť se buduje ve výškovém systému BpV a souřadnicovém systému JTSK. Je možné i využití místní souřadnicovou soustavu, pak je ale potřeba síť připojit do S-JTSK. Budování měřické sítě se provádí geodetickými metodami:

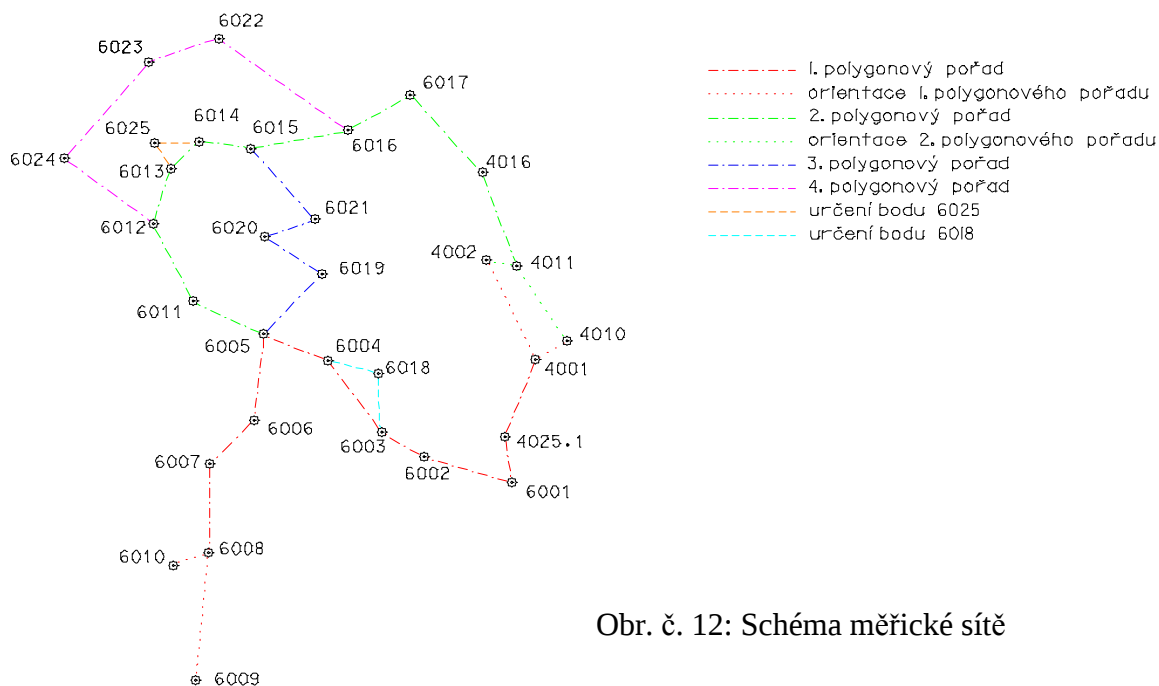
- pomocný polygonový pořad – nejčastější metoda
- staničení na měřických přímkách mezi body polohového bodového pole a pomocnými body
- rajóny
- protínání ze směrů nebo délek
- volné polární stanovisko
- metody GNSS [7], [8]

Jelikož mezi silnicí a námi zaměřovanou částí lokality leží areál s více budovami a zařízeními, což zabraňuje přímé viditelnosti mezi známými body a zájmovou oblastí, nabízely se dvě možnosti vybudování měřické sítě:

- vycházet z již existujících bodů ležících podél silnice a obejít areál uzavřeným polygonovým pořadem, nebo

- pomocí metody GPS zřídit nové body na louce nacházející se na hřebenu kopce jižně od zaměřovaného území.

Po zvážení obou možností jsme se shodli na vybudování bodového pole s využitím kombinací obou těchto variant. Před zahájením podrobného měření byly zaměřeny dva polygonové pořady. První s počátečním bodem na bodě 4001 s orientací na body 4002 a 4010 byl veden přes body 4025.1, 6001, 6002, 6003, 6004, 6005, 6006 a 6007 z jižní strany bývalého vojenského areálu s ukončením na bodě 6008 a orientací na body 6009 a 6010. Druhý pořad vycházel z bodu 6008 se stejnou orientací, tzn. s orientací na body 6009 a 6010 a pokračoval z části s využitím stejných bodů, jako polygon první, čili byl veden přes body 6007, 6006 a 6005. Tento pořad obchází areál z druhé strany přes body 6011, 6012, 6013, 6014, 6015, 6016 a připojuje se na body stabilizované podél silnice, tj. na body 6017 a 4016. Koncovým bodem je bod 4011 s orientací na body 4002 a 4010. Během podrobného měření bylo zjištěno, že je potřeba doplnit takto vybudované bodové pole dalšími pomocnými body. Z důvodu vyšší přesnosti a lepší kontroly byla snaha provést zhuštění pomocí dalších polygonových pořadů připojujících se na první dva uvedené. V případě kde to nebylo možné z důvodů viditelnosti nebo stačilo přidat jenom jeden bod, byly použity rajóny. Další dva polygonové pořady se připojují v bodech 6005 - 6015 a 6016 - 6012 a určují doplňující měřické body 6019, 6020, 6021, 6022, 6023 a 6024. Z bodů 6003 a 6004 byl určen bod 6018 metodou volného stanoviska a z bodů 6013 a 6014 bod 6025.



Obr. č. 12: Schéma měřické sítě

Body stabilizované na louce s čísly 6008, 6009 a 6010 byly zaměřeny statickou metodou GPS. Z Ústavu geodézie FAST nám byla poskytnuta starší aparatura Leica GPS Systém 300, která se nad jednotlivými body vždy zcentrovala a zhorizontovala. Anténa se orientovala tak, aby směřovala na sever, připojil se senzor a baterie a po nastavení potřebných parametrů se zahájilo měření. Na každém bodě se měřilo cca 30 minut v 10 sekundových intervalech s nastavením elevační masky 10°. Pro zvýšení přesnosti výsledných souřadnic a z důvodu kontroly byl každý bod zaměřen dvakrát v různých dnech (12.3. a 16.3.2013).

Výškově byla měřická síť připojena na nivelační body stabilizované v blízkosti vstupu do areálu jeskyně u silnice vedoucí z Adamova do Křtin. Nivelační bod Kj4-40 byl ověřen na body Kj4-39 a Kj4-38 technickou nivelací tam i zpět. Z bodu Kj4-40 jsme ověřili bod Kj4-41.1. Na bod Kj4-40 byl připojen měřický bod 4016 a na bod Kj4-41.1 stanoviště 4001.



Obr. č. 13: Ověřování výšek bodů technickou nivelací

4.5. Přístrojové vybavení

Všechny přístroje a pomůcky, které byly při měření pro diplomovou práci použity, byly poskytnuty Ústavem geodézie Fakulty stavební VUT v Brně. Během měřických prací byly měřeny úhly a délky, byla použita technická nivelace a metoda GPS.

Pro měření úhlů a délek byla použita totální stanice.

Topcon GPT 3003 N

Přístroj se využil při zaměřování polygonových pořadů a při podrobném měření. Parametry přístroje jsou následující:

Zvětšení dalekohledu: 30x

Zorné pole dalekohledu: $1^{\circ}30'$

Rozlišení dalekohledu: $2,8''$

Přesnost měření délek: $\pm (3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$

Přesnost měření úhlů: $3'' = 1,0 \text{ mgon}$

Kompenzátor: kapalinový, dvouosý [15]

Při měření byly použity další pomůcky: stativ, hranol Topcon s držákem a tyčí, pásma.



Obr. č. 14: Topcon GPT 3003N

K měření GPS jsme využili přístroj:

Leica GPS Systém 300

Souřadnice společného koncového bodu s orientačními body polygonových pořadů byly určeny aparaturou Leica GPS Systém 300 s přijímačem SR399 a kontrolorem GPS Wild CR233. Technické parametry aparatury:

Typ přijímače:	dvou frekvenční, geodetický
Metody měření:	statická, rychlá statická, stop and go, kinematická, on the fly
Měření na L1:	9 kanálů, fázová měření C/A-kódu, korelace P-kódu
Měření na L2:	9 kanálů, fázová měření P, podpora řešení P-kódů při AS
Standardní anténa:	součást senzoru SR399
Polohová přesnost:	5 – 10 mm + 1 ppm (rychlá statická metoda s post processingem)

[16]



Obr. č. 15: Leica GPS Systém 300

Pro technickou nivelaci byl zvolen přístroj:

SOKKIA C41

Výškové připojení měřické sítě bylo provedeno technickou nivelací. Přístroj SOKKIA C41 má níže uvedené parametry.

Zvětšení dalekohledu:	20x
Clona objektivu:	30 mm
Minimální zaostřovací vzdálenost:	0,9 m
Rozlišovací schopnost:	4,5"
Zorné pole:	1°30"
Rozsah kompenzátoru:	± 12"
Citlivost krabicové libely:	10' / 2 mm [17]

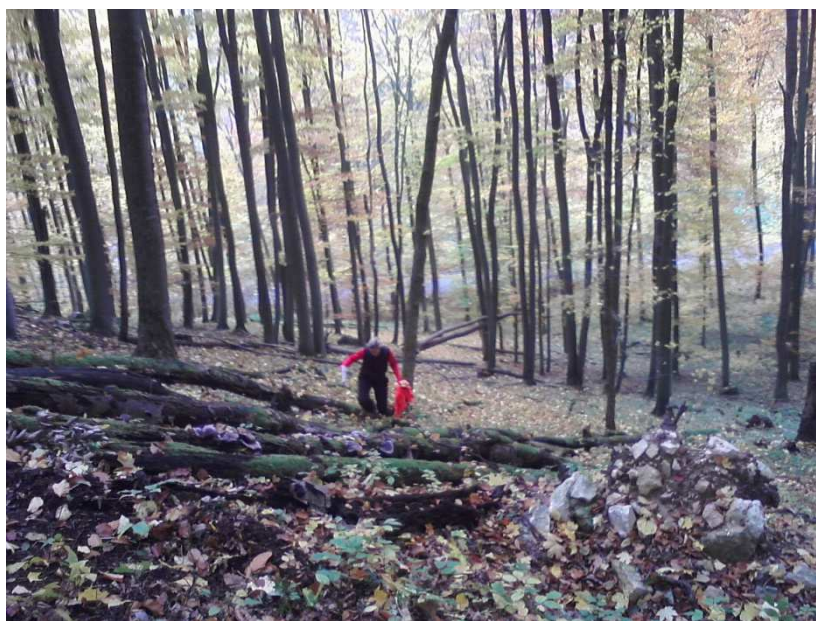


Obr. č. 16: SOKKIA C41 [24]

Dále byly použity měřické pomůcky: stativ Zeiss nivelační, lať nivelační teleskopická laminátová 4m, nivelační podložka

4.6. Podrobné měření

K zaměření polohopisu a výškopisu byla použita metoda tachymetrie. Hustota podrobných bodů byla volena podle členitosti terénu a také tak, aby vzdálenost mezi jednotlivými body nebyla větší, než 15 m. Z jednotlivých stanovisek vybudované měřické sítě se na podrobné body - po orientaci na sousední body sítě - měřila šikmá délka, vodorovný úhel a zenitový úhel nebo převýšení. Při měření byla snaha zachytit terén tak, aby z výsledné mapy byl zřejmý průběh terénu, ohraničení údolnic a skal, hřbetů a lomů reliéfu. Právě kvůli tomu, že se mapovalo území nad jeskyní, je podstatné vědět, kudy vedou skalnaté stěny a prohloubeniny, aby se při zkoumání podzemí mohly spojit poznatky z terénu nad jeskyní s jevy v jeskyni. Kladl se důraz také na správné zaměření polohopisných prvků vybudovaných lidmi. Jednalo se především o silnici a ohraničení vojenského areálu. Jelikož část území (vnitřní část areálu) byla již zmapována dříve, bylo nutné zajistit propojení na existující mapový podklad.



Obr. č. 17: Podrobné měření výškopisu

Při měření byly podrobné body číslovány postupně počínaje číslem jedna. I přesto že se měřilo elektronickým přístrojem s možností registrace, se po celou dobu měření kontroloval soulad číslování bodů v náčrtu a v přístroji. Význam této shody vyniká hlavně při vykreslování polohopisných elementů a při zadávání terénních hran pro generování vrstevnic.

5. MAPA POVRCHU – ZPRACOVÁNÍ DAT

Naměřená data z terénu se zpracovala pomocí počítačové techniky s využitím různých výpočetních a grafických softwarů, jako byly: Groma, Leica Geo office, Microstation a Atlas DMT.

Klasicky byl vypočítán nivelační zápisník z ověřovacího měření mezi nivelačními body a pro výškové připojení bodů měřické sítě do systému Bpv. Mezní odchylka pro technickou nivelaci je dána vztahem $\Delta \leq 20 \cdot \sqrt{L}$, kde L je délka nivelačního pořadu v km. Žádné z měření mezní odchylku nepřekračuje (viz. Tab.č.2). Při ověřování se posuzoval rozdíl převýšení vypočteného z výšek uvedených v geodetických údajích bodů a převýšení námi změřeného. Největší rozdíl dané a nivelované výšky je 3 mm (viz. Tab.č.3), proto můžeme prohlásit, že nivelační body lze pro naše měření použít.[1], [2]

Tabulka č. 2 – Výsledky nivelace

Mezi body	Převýšení tam [m]	Převýšení zpět [m]	Rozdíl [mm]	délka pořadu [km]	Mezní odchylka [mm]
Kj4-40 – Kj4-39	-8,902	8,903	1	0,367	12
Kj4-39 – Kj4-38	-1,201	1,203	2	0,156	8
Kj4-40 – Kj4-41.1	3,252	-3,248	4	0,306	11

Tabulka č. 3 – Ověření nivelačních bodů

Bod	Nivelovaná výška [m n.m.]	Daná výška [m n.m.]	Rozdíl [mm]
Kj4-38	368,129	368,132	3
Kj4-39	369,331	369,333	1
Kj4-41.1	381,483	381,485	2

Tabulka č. 4 – Posouzení výšek bodů měřické sítě

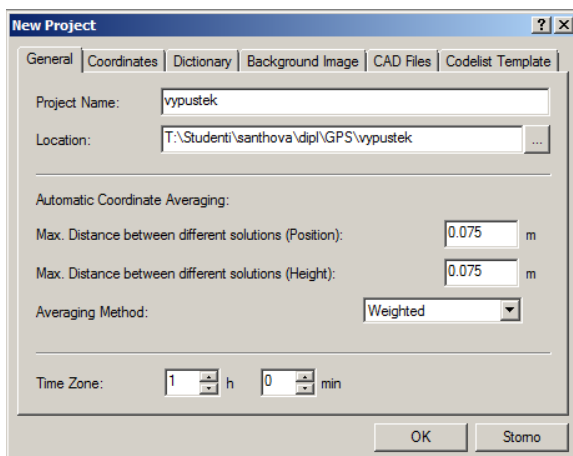
Bod	Nivelovaná výška [m n.m.]	Daná výška [m n.m.]	Rozdíl [m]
4001	385,21	385,20	0,01
4016	379,60	379,66	0,06

Výšky bodů 4001 a 4016 známé z dodaných seznamů souřadnic byly také určeny technickou nivelací z ověřených nivelačních bodů. Jak dokládají hodnoty v Tabulce č. 3, na bodě 4001 byl zjištěn rozdíl nivelované a dané výšky 0,01 m. Na bodě 4016 je tento rozdíl 0,06 m, což ale pravděpodobně způsobil fakt, že na bod nebylo možné přesně položit nivelační lať kvůli jeho poloze. Porovnáme-li však výšku trigonometricky určenou tohoto bodu (379,65 m n.m.) a výšku danou, rozdíl je i na tomto bodě pouze 0,01 m. Proto jsme dospěli k závěru, že pro vyhotovení mapy v 3. třídě přesnosti lze tyto body využít.

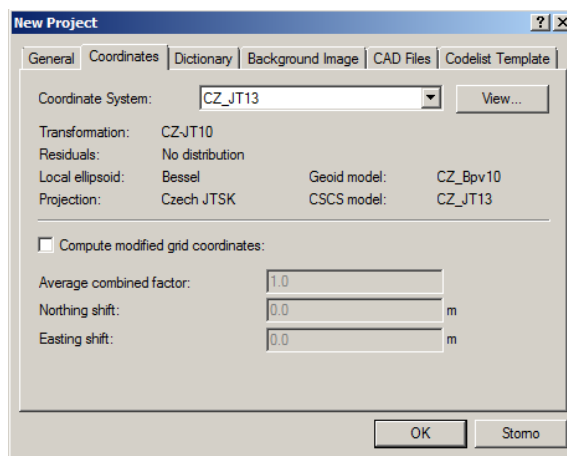
5.1. Družicová měření

Program Leica Geo Office v.8.2 byl použit při zpracování dat z měření GPS. Tímto programem byly určeny souřadnice celkem tří bodů zřízených na louce cca 350 m jihozápadně od areálu jeskyně Výpustek.

Po stažení naměřených dat do počítače a založení nového projektu s nastavením souřadnicového systému CZ_JT13 bylo třeba vybrat a načíst data z měření.

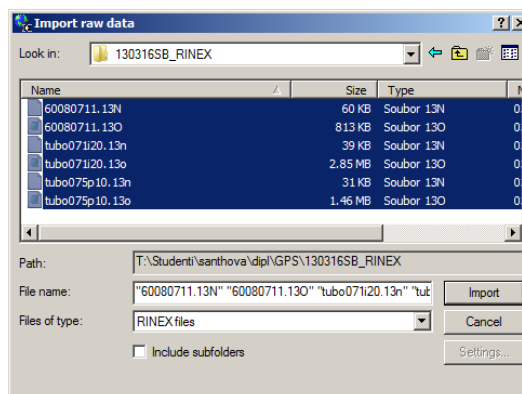


Obr. č. 18: Založení projektu



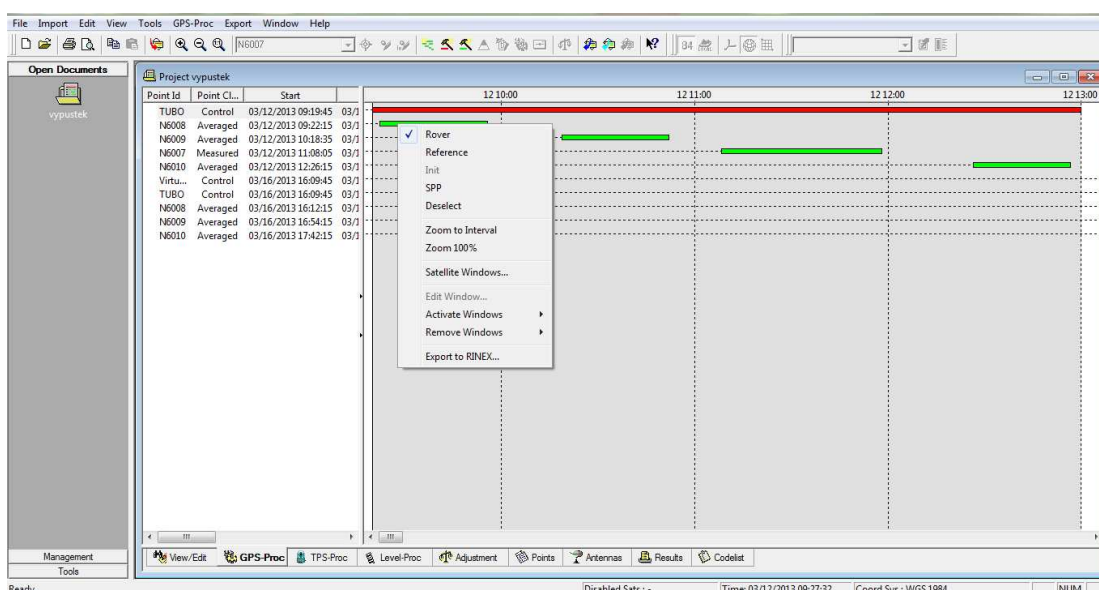
Obr. č. 19: Volba souřadnicového systému

Načítání dat se provede příkazem *Import -> Raw Data...*, kde se v okně vyberou žádané údaje z měření. V našem případě byl vybrán formát souboru RINEX.



Obr. č. 18: Výběr naměřených dat pro zpracování

Po načtení dat z měření je v programu potřeba nastavit referenční a rover stanice kliknutím pravím tlačítkem myši na zakres intervalu jednotlivých měření v okně *GPS-Proc*. Referenční stanice se vykreslí červenou a rover zelenou barvu. [Obr. č. 18]



Obr. č. 19: Nastavení typu stanic

Jako referenční stanice byla při prvním měření (dne 12.3.2013) využita permanentní GNSS stanice TUBO provozována VUT v Brně umístěna na střeše budovy B. Od zaměřovaných bodů je referenční stanice vzdálena 13 km vzdušnou čarou, což umožnilo využívat tento bod. Pro druhé měření (dne 16.3.2013) bylo nutné vygenerovat virtuální stanici kvůli nedostatku kvalitních dat získaných z družic pro vyřešení ambiguit na tak vzdálenou permanentní stanici. Abychom mohli využívat i pro toto měření stanici TUBO, bylo nutné měřit na určovaných bodech více epoch pro získání většího množství dat potřebných k výpočtům.

Bod TUBO (zkratka Technical University BrnO) vznikl v roce 1994. Je součástí sítě DOPNUL, zařazen do Geodynamické sítě ČR i do regionální geodynamické sítě MORAVA, pro oblast Brna je bod TUBO ústředním bodem tzv. Brněnské sítě GPS. Od 14. června 2001 je na bodě TUBO v permanentní činnosti družicová měřická aparatura GNSS. Stanice byla zařazena od 21.9.2001 do mezinárodní sítě permanentních stanic EUREF. Od 15.12.2005 je stanice TUBO součástí sítě permanentních stanic CZEPOS.

Souřadnice TUBO:

Zeměpisné geodetické souřadnice v ETRF-89 na elipsoidu GRS-80

$B = 49^{\circ} 12' 21,21004'' \text{ N}$ $L = 16^{\circ} 35' 34,20399'' \text{ E}$ $H(\text{el}) = 324.252 \text{ m}$

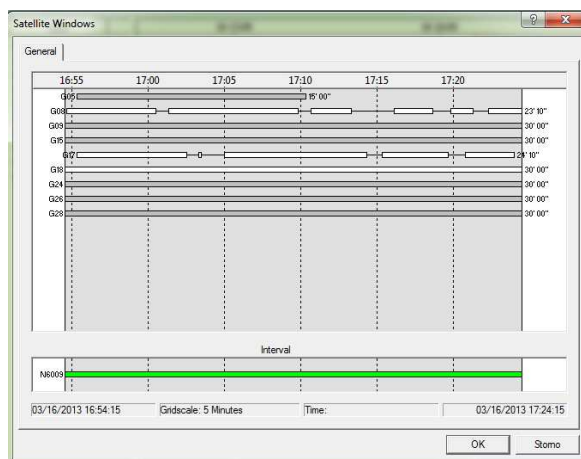
Rovinné souřadnice JTSK v Křovákově zobrazení

$Y = 599131,597 \text{ m}$ $X = 1159442,044 \text{ m}$

Výška v systému Balt po vyrovnání (Bpv)

$H = 279,584 \text{ m [18]}$

Pro získání kvalitnějších výsledků měření se před samotným výpočtem deaktivují údaje ze satelitů s krátkým trváním měření, s přerušovaným signálem nebo s daty s velkým rozptylem. Vyloučení měření se provádí v okně *Satellite window*, který se otevře pravým tlačítkem myši kliknutím na intervaly jednotlivých měření.



Obr. č. 20: Vyloučení nežádoucích měření

Po provedení všech zmíněných nastavení se může provést vlastní výpočet souřadnic bodů. Výpočet se použije příkazem *Data Processing -> Process*. Jestli byl výpočet úspěšný, se snadno zjistí na kartě *Results* podle stavu „*Ambiguity Status*“. Body s hodnocením „yes“ v tomto sloupci se vypočetly správně a výsledky je možné uložit. Kdyby bylo

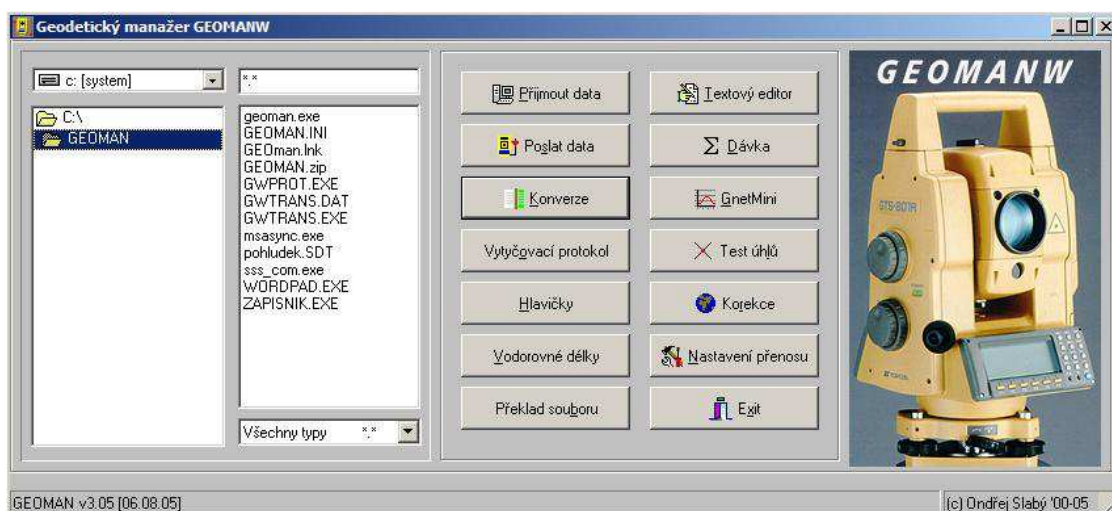
ve sloupci uvedeno „no“, znamená to, že ambiguty vyřešeny nebyly, tj. výpočet se neprovedl.

Výsledkem výpočtů v programu LEICA Geo Office jsou souřadnice v geocentrickém systému ETRS 89. Pro vyhotovení mapy je však požadováno mít souřadnice v souřadnicovém systému JTSK a výškovém systému Bpv. Proto se musí provést transformace souřadnic. V LEICA Geo Office stačí po výpočtu v nastaveních projektu zvolit systém CZ_JT13 a ve složce *Coordinate Format* zvolit *Grid*.

5.2. Program pro přenos dat – Geoman

Při měření polygonových pořadů a podrobných bodů se data registrovala v totální stanici. Před zpracování dat se musela stáhnout z totální stanice do počítače. Na tento přenos souborů dat jsme využili na Ústavu dostupný software, Geoman v.3.06.

Po spuštění programu si vybereme složku, do které chceme stažená data uložit. Výhodou využití programu Geoman je možnost zavádět korekce z kartografického zobrazení již v této fázi zpracování dat. Ve složce *Korekce* stačí zadat přibližné průměrné souřadnice a výšku bodů pokrývajících zájmové území. Po kliknutí tlačítka *Výpočet* se objeví hodnota redukce na nulový horizont, redukce do zobrazení S-JTSK a celková redukce délek, která se zavede při stahování dat. V našem případě se hodnoty korekce pohybovaly kolem -170 mm/km.



Obr. č. 21: Základní okno programu GEOMANW [25]

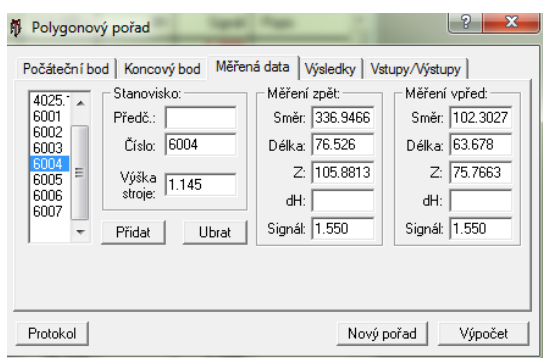
Z přístroje se data posílají výběrem možností v MENU: *Paměťový manažér* -> *Poslat data* -> *Měřená data* -> *Formát GTS*, vybere se soubor k přenosu a potvrdí se

přenos. Data se uloží do zadaného adresáře ve formátu *.SDT (surová data) a také ve formátu *.ZAP, který je možné otevřít, jako textový soubor.

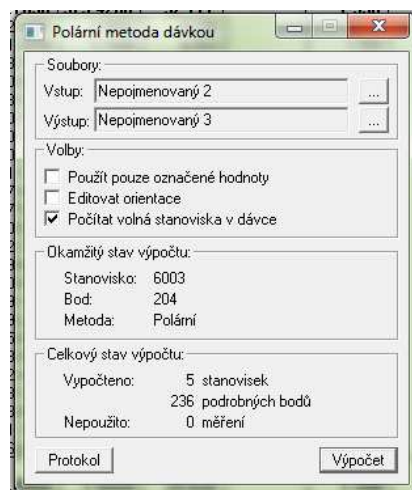
5.3. Výpočet zápisníků

Pro výpočet souřadnic bodů měřické sítě a pro výpočet souřadnic a výšek podrobných bodů byl použit program Groma v. 7.0.59. V prvním kroku se načetly souřadnice známých bodů, tj. bodů určených metodou GPS – 6008, 6009 a 6010, a souřadnice převzatých bodů z předcházejících měření – body 4001, 4002, 4010, 4011 a 4016. Poté se otevřel stažený zápisník změřeného polygonu. Výpočet byl spuštěn příkazem *Výpočty -> Polygonový pořad...* V objevujícím se okně se zadal počáteční bod s orientací, koncový bod s orientací, naměřená data a provedl se vlastní výpočet. Stejný postup se opakoval u každého polygonového pořadu. Pro určení souřadnic podrobných bodů se ve výpočtech vybrala položka *Polární metoda dávkou...*, kde stačilo definovat vstupní soubor a výstupní soubor. O provedení výpočtu se uložil protokol, který je uveden v přílohách č. 7.

Popsaným způsobem se provedl výpočet souřadnic 21 bodů tří polygonových pořadů a 1301 podrobných bodů. Seznamy souřadnic jsou uloženy ve formátu *.txt.



Obr. č. 22: Výpočet polygonu



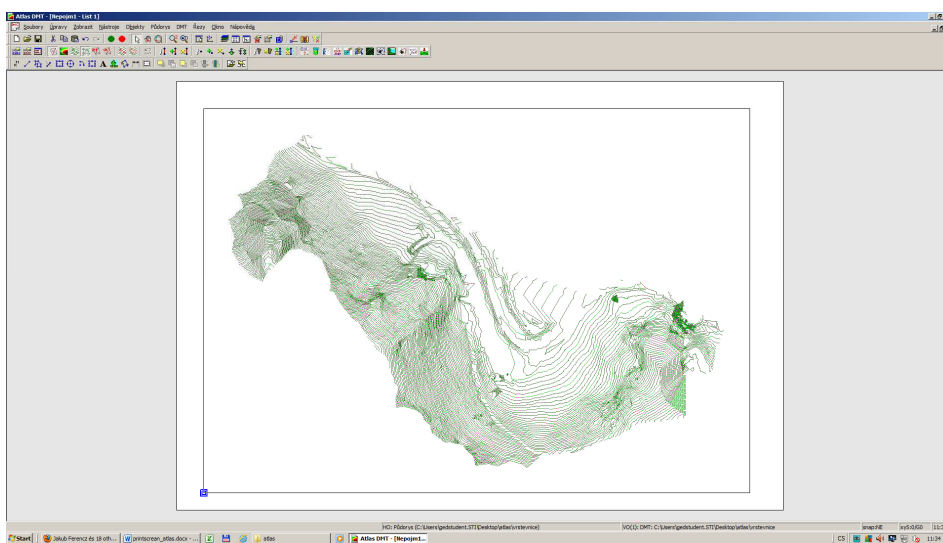
Obr. č. 23: Výpočet podrobných bodů

5.4. Grafické zpracování výškopisu – Atlas DMT

Znáznornění výškopisu vrstevnicemi se realizovalo v programu Atlas DMT v.4.70.4. V prvním kroku jsme si založili nový projekt volbou *DMT -> Úlohy na DMT -> Operace*

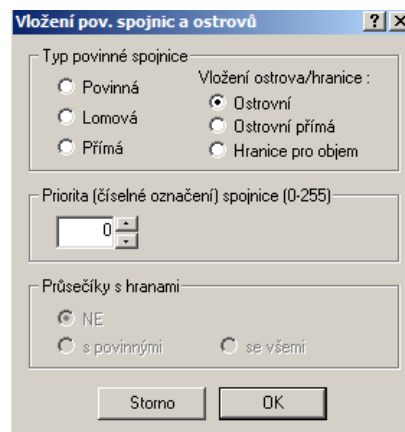
s modelem -> *Generace modelu terénu*. V okně „*Generace modelu*“ do vstupních dat bodů byly zadány textové dokumenty obsahující souřadnice a výšky podrobných bodů. Aby se model vygeneroval správně, bylo potřeba zkontrolovat nastavení formátu vstupního souboru. Většinou se využívá uspořádání dat v pořadí: číslo bodu, souřadnice Y, X a výška. Program Atlas ale umožňuje nastavení jakéhokoli pořadí údajů v řádku pomocí tlačítka *Fmt*. Kromě bodů ze společné lokality s Bc. Alenou Stískalovou se nahrály také body z měření Bc. Kláry Kotyzové a Bc. Lucie Zachové, které mapovaly území bývalého vojenského areálu. Připojily se také podrobné body Bc. Vojtěcha Hanuše pokrývající území západně od naší lokality. Důvod nahrání všech souřadnic a výšek v okolí zadaného území byl ten, aby se dala vyhotovit ucelená mapa bez skoků ve vrstevnicích. V programu Atlas se tedy vygenerovaly souřadnice pro celé mapované území společně a části měřené ostatními studenty se vymazaly dodatečně.

Po nahrání podrobných bodů bylo potřeba vypočítat model s příkazem *DMT* -> *Vložit model terénu* -> *Založit i s půdorysem*. Atlas DMT zobrazí vygenerovaný model vrstevnic. Jestliže mají vrstevnice v některých oblastech podezřelý průběh, může to způsobovat nesprávná výška některých bodů. Možnost opravy je buď zcela novou generací modelu již se správnými výškami bodů, nebo lze také měnit výšky bodů v již vygenerovaném modelu. Na to slouží skupina příkazů v *DMT* -> *Body*. Pomocí výběru ze zde nacházejících se příkazů můžeme získat informace o bodu, vyhledat, vložit, zrušit, přemístit bod, nebo změnit jeho výšku či prioritu.

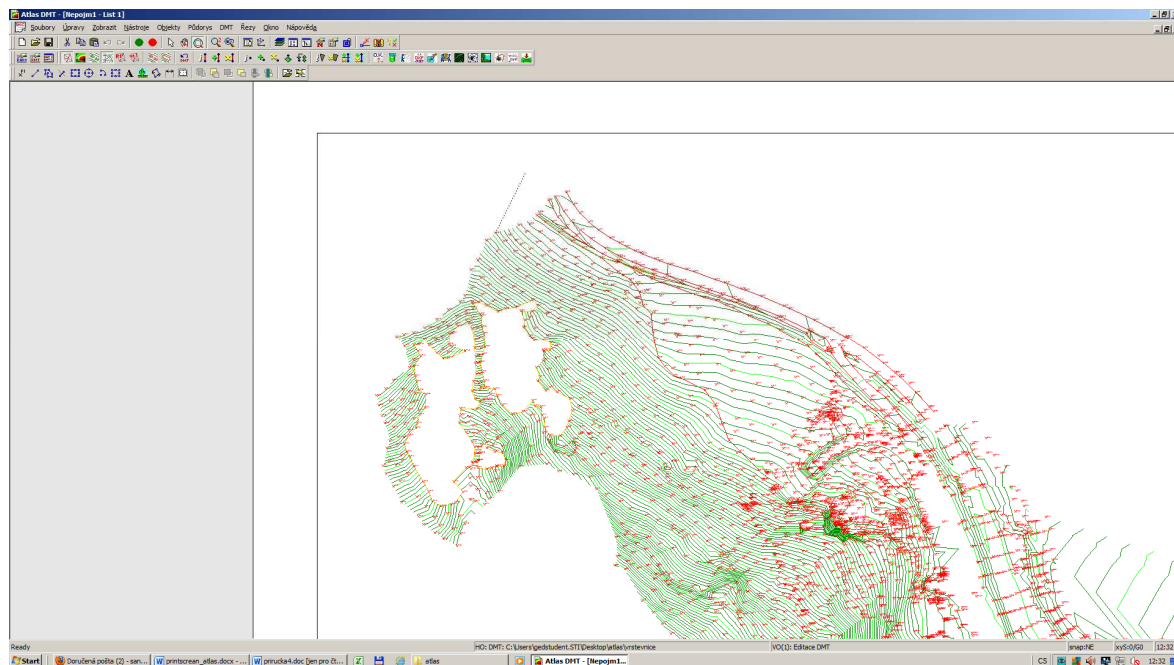


Obr. č. 24: Generace modelu terénu

Po nahrání podrobných bodů a jejich kontrole správnosti bylo nutno nadefinovat hrany. Pro spojování bodů se ve vlastnostech modelu zapnulo vykreslování bodů. Pro vykreslení silnice, příkopů a změn sklonu terénu se zvolila hrana „lomová“, na ohraničení skal se vybrala hrana „ostrovní“. Nad lomovými hranami se terén vyhlazuje ve směru podélném, v oblasti ohraničené ostrovní hranou se vrstevnice nevykreslují. Pro zobrazení prohlubní, byla použita hrana povinná, na které k vyhlazení nedochází ani v jednom směru. Hrany se nemohou vést obalovými hranami. Jestliže chceme vykreslit čáru mezi body přes obal, musíme obal modelu přepočítat, což se dělá příkazem *DMT -> Trojúhelníky -> Přepočítat obal*. Program po přepočtu vygeneruje nově model již s vrstevnicemi i v krajních oblastech. Musíme však zvážit využití tohoto příkazu, vrstevnice se totiž vykreslí i v místech, kde nejsou dané body známých výšek, což může vést k jejich nepřesnému znázornění.



Obr. č. 25: Výběr typu hran



Obr. č. 26: Vkládání hran

Před exportem byly ještě vrstevnice doplněny vhodně rozmístěnými kótami tak, aby při pohledu na kteroukoliv část mapy byla výška jasně čitelná. Program Atlas umožňuje hromadné nebo také jednotlivé vkládání popisu vrstevnic. V našem případě bylo

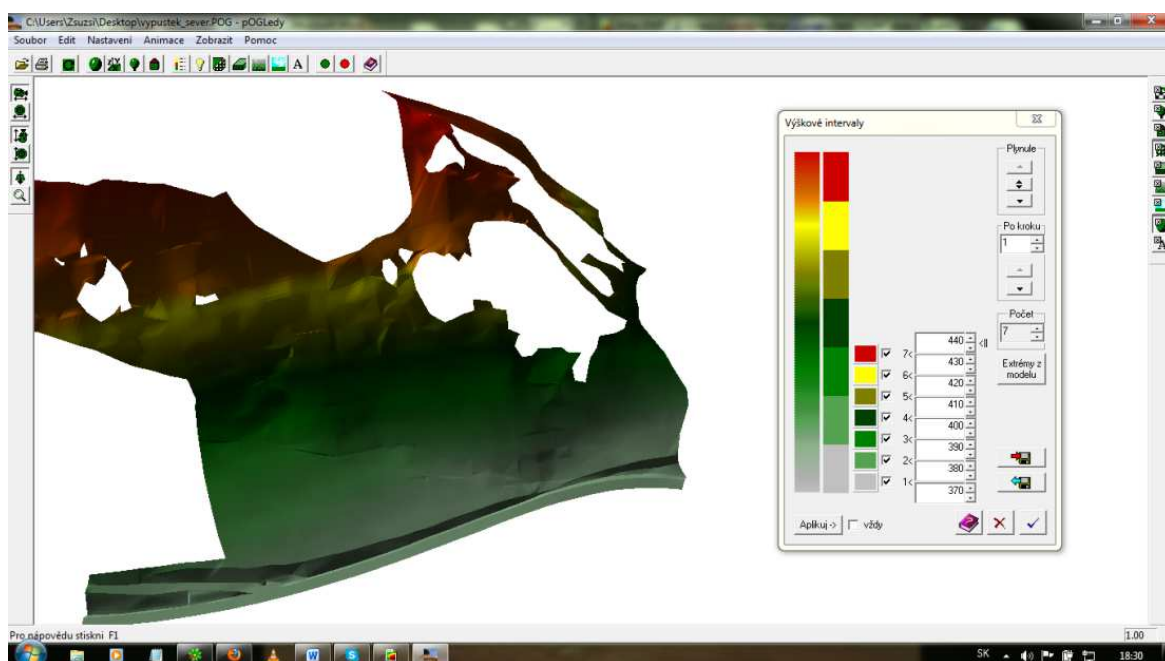
zvoleno vkládání jednotlivě. Postačuje si zvolit příkaz *DMT -> Vrstevnice -> Vložit popisy...* a kliknout na místo na vrstevnici, kde kótu chceme mít. Otáčí se automaticky ve směru stoupání.

Aby měly vrstevnice hladký průběh a nebyly hranaté, nastaví se vyhlazení ve vlastnostech modelu. Čím větší číslo nastavíme, tím budou vrstevnice více vyhlazovány, na druhou stranu ale větším číslem stoupá zatížení programu. Obvykle se volí hodnota vyhlazení mezi 10 – 20. V naší práci jsme nastavili vyhlazení vrstevnic 20.

Ve vlastnostech modelu je možné také nastavit barvu, tloušťku a styl čar normálních, hlavních a doplňkových vrstevnic a jejich krok. Stejně tak u hran je možné zvolit si vlastnosti čar a zapnout nebo vypnout jejich znázornění podle jednotlivých typů.

Po nadefinování hran a okótování vrstevnic byl model připraven k exportu. Ve vlastnostech vrstevnic bylo zvoleno kreslení vrstevnic ze souboru, vyplo se kreslení bodů a jejich symbolů a provedl se export pomocí *Soubory -> Export -> Export DXFR12...* Vyexportované vrstevnice bylo poté možné otevřít v programu Microstatio pro další práci s nimi.

Pro lepší představu o průběhu terénu lze model znázornit pomocí ikony *3D – Pohledy na modely terénu*. Objeví se okno s 3D pohledem, který můžeme zvětšovat, zmenšovat nebo otáčet podle potřeb. Aby bylo lépe vidět výškové poměry, byla v nastaveních zobrazení zapnuta plynulá hypsometrie. Výškové intervaly hypsometrie byly nastaveny ručně volbou vhodných barev a kroků intervalů. Dále bylo nastaveno vyhlazení a osvětlení modelu. Pohled byl exportován do souboru *.bmp a následně doplněn popisem.



Obr. č. 27: Nastavení 3D pohledu

5.5. Grafické zpracování výškopisu – Microstation

Soubor *.dxf se po založení nového výkresu v programu MicroStation verze 05.07.00.41 otevřel importem volbou *Soubor -> Import -> DWG nebo DXF*. Po načtení výkresu bylo možné opravit vrstevnice ručně na místech, kde je program Atlas DMT vykreslil nepřesně. Dále se výkres napojil na vrstevnice Kláry Kotyzové, Lucie Zachové a Vojtěcha Hanuše, kteří je měli již vykreslené. Nastavily se také vrstvy a barvy jednotlivých prvků podle stávajících prací, aby byly stejné pro všechny. Pomocí programu MicroStation byly přidány potřebné náležitosti výkresu, jako jsou mapové značky, legenda, hektometrová síť, popisné informace, severka, popisové pole, atd.

5.5.1. Práce se souřadnicemi – MGEO

Na načítání souřadnic měřické sítě a podrobných bodů do výkresu byla použita nástavba programu MicroStation, MDL aplikace nazývaná MGEO485 verze 5.0.1. Ve volbě *Soubor -> Vstup bodů a kódované kresby...* byl vybrán textový soubor obsahující souřadnice vlastních podrobných bodů, které byly při načítání vloženy do žádaných hladin. Tímto způsobem načtené body se neobjevují jen v grafické části výkresu, ale vytvoří se také databáze bodů se souřadnicemi, v které lze přidávat, mazat nebo opravovat souřadnice jednotlivě. Pomocí nástavby MGEO lze také spustit kontrolu kresby a bodů, kde se zjistí případné duplicity čárových a jiných prvků kresby, duplicity bodů nebo chyby v kresbě jako jsou např. nedotažení, přesah, apod. Jednotlivé kontroly se spouští prostřednictvím *Nástroje*, kde lze zvolit *Kontrolu a změnu atributu prvků*, *Kontrolu a opravu čárové kresby* nebo také *Kontrolu a opravu duplicitní kresby*. Po provedení kontroly a opravách máme výkres topologicky čistý.

6. JESKYNĚ VÝPUSTEK – MĚŘICKÁ ČÁST

6.1. Rekognoskace

6.1.1. Rekognoskace chodeb

Podzemím nás provedl dne 12.3.2013 pracovník jeskyně Výpustek. Do chodeb jsme vstoupili vchodem č. 1, který se nachází asi uprostřed parkoviště areálu jeskyně a je uzavřen železnými bezpečnostními vraty. Po vstupu se před námi objevil prostor se zřetelně poznatelnými stopami dlouhodobého využívání lidmi. Dno chodeb je zpevněno betonovými chodníky a ze stropu vyčnívají místy železné háky a dráty. Úzké chodby přecházejí do rozsáhlých a prostorných dómů, které jsou spojeny zase užšími nebo širšími chodbami. Podél zpevněného dna je umístěno více naučných tabulek a modelů např. jeskynního lva nebo medvěda. Místy jsou vybudovány schody nebo rampy pro návštěvníky k jednoduššímu pohybu v prostorách. Chodby, kterými procházejí návštěvníci během prohlídky, jsou osvětleny světly se senzorem pohybu. Na stropě vidíme vysoké komíny, které jsme se při zaměřování profilů snažili též zachytit. Po vstupu vchodem č. 1 jsme se ubírali jihozápadním směrem, prošli jsme kolem Jindřichova sálu a kotelny, čímž jsme se dostali až do Medvědího sálu. Na vzdálenějším konci této síně je vchod oddělující část jeskyně námi zmapované a část, která byla přestavěna pro účel protiatomového krytu.



Obr. č. 28: Schody vybudované v jeskyni



Obr. č. 29: Jedna z chodeb

Návštěvníci jsou vedeni nejdřív po prostorech tohoto krytu, až pak se dostávají přes Medvědí sál do zachovalejších chodeb. Vchod č. 3 leží severně od Medvědího sálu.

Chodba vedoucí ke vstupu přechází do prostor vytvořeného jako hangár s širokou bránou. Přes tento vchod se vstupovalo během mobilního mapování jeskyně provedeného v roce 2010 firmou Geodis Brno. Hlavním úkolem bylo vyhotovení profilů právě v místech, kde bylo toto mapování provedeno.

6.1.2. *Rekognoskace bodového pole*

Uvnitř jeskyně se nachází několik trvale stabilizovaných bodů měřické sítě již dříve vybudované. K měření profilů lze tyto body využít jako stanoviška nebo jako orientace. Body jsou stabilizovány ocelovými trny nebo nerezovými hřeby v podlaze, další body plechem ve stropě, nebo jiným způsobem. Např. bod 4005 (1) je vyznačen dírou v prahu vrat vchodu č. 3. K identifikaci jednotlivých bodů jsou přímo na značkách vyryta příslušná čísla. Jako podklad nám byl předán seznam souřadnic těchto bodů vyhotovený dne 26.5.2010 hlavním důlním měřičem Mgr. Vratislavem Ouhrabkou. Souřadnice jsou určeny v systému JTSK a výškově připojeny do systému Bpv. Body 32, 33 a 34 jsme při rekognoskaci nenašli. Body 32 a 33 měly být nedaleko betonového chodníku, ale byly pravděpodobně zasypány zeminou při úpravách terénu.

Na stěnách chodeb jsou rozmístěny dále odrazné terčíky, které byly použity při mobilním mapování. Při měření profilů byla z naší strany snaha do měření zahrnout i tyto body. Viditelnostní podmínky (např. tma) ale nebyly vhodné pro měření na odrazné terčíky totální stanicí.

6.2. Měřická síť

Stávající měřická síť má celkem 40 bodů, z kterých bylo při zaměřování profilů využito 13. Jedná se o body 1, 2, 3, 4, 5, 22, 31, 36, 51, 321, 341, 342 a 344. Body 2 a 5 byly použity jako stanoviška, ostatní sloužily jenom jako orientace. Stanoviška 7001 až 7014 byly určeny jako volná stanoviška ze stávající sítě.

6.3. Přístrojové vybavení

K zaměření profilů byla použita stejná totální stanice, jako u měření na povrchu, tj. přístroj Topcon GPT 3003 N. Parametry elektronického teodolitu jsou uvedeny v kapitole 4.3. na straně 28.

6.4. Podrobné měření profilů

Měření v jeskyni probíhalo ve dnech 12.3.2013 a 6.4.2013. Začalo se od jižního konce Medvědího sálu ze stanoviska na bodě číslo 5. Profily byly zaměřovány postupně od tohoto bodu cca po 10 metrech. Celkem bylo vyhotoveno 16 profilů, 6 z nich v Medvědí sále, 3 v Jindřichově sále a zbylých 7 rozmístěných v okolních chodbách. Dva z profilů byly zaměřeny ze stávajících bodů (2 a 5), ostatní stanoviska se vypočítala jako volná z orientací na známé body. Měření se provádělo ve spolupráci s Bc. Alenou Stískalovou. Z 16-ti zaměřených profilů se nachází 8 pod územím, které bylo předmětem jejího zpracování. Tato diplomová práce obsahuje zbylých 8 profilů, které jsou situovány při vchodu č. 3 a směrem k vchodu č. 1 od Medvědí síně. Orientovalo se vždy minimálně na dva body stávající měřické sítě v klasickém módu s měřením na hranol. Pro zaměřování podrobných bodů samotných profilů byl přístroj přepnut do bezhranolového módu a využila se technologie viditelného laseru jako laserový ukazatel pro sledování stopy měření. Profily se zaměřovaly přibližně kolmo na chodby s postupným protáčením dalekohledu přístroje ve vertikálním směru z jedné strany chodby přes strop až k protější straně. Zhoršené podmínky při měření v jeskyni způsobovala hlavně vlhkost prostředí a tma při cílení na orientační body. Kvůli zjednodušení ovládání přístroje bylo při měření zapnuto osvětlení displeje.



Obr. č. 30: Podrobné měření profilů

JESKYNĚ VÝPUSTEK – ZPRACOVÁNÍ DAT

7.1. Výpočet profilů – Groma

Výpočet podrobných bodů se provedl stejně jak u zpracování dat povrchu v programu Groma. Otevřel se seznam souřadnic stávající sítě jeskyně a připojil se soubor měření. Jako první se určily souřadnice a výšky stanovisek 7007 až 7014 pomocí výpočtu volného stanoviska s orientací na jednotlivé body. Poté se dávkovou polární metodou vypočítaly souřadnice a výšky podrobných bodů profilů. Protokoly o výpočtech byly uloženy a jsou uvedeny v příloze č. 8.

7.2. Grafické znázornění – Microstation

V Microstationu se ve výkresu obsahujícím vrstevnice pomocí nástavby Mgeo načetly body stávající sítě jeskyně, stanoviska a podrobné body. Referenčně se také připojil výkres s plánem podzemí pro hrubou kontrolu zaměření a správnosti následného výpočtu profilů podle jejich polohy. Jeden profil se skládá ze tří částí. V jedné je vykreslen příčný průřez jeskyně pomocí zaměřených podrobných bodů v jeskyni. V druhé části je znázorněn terén probíhající nad profilem v jeskyni. Staničení vynesných bodů je stejné jako u profilů v jeskyni, výšky se interpolovaly z vrstevnic ve výkresu. Ve třetí části je znázorněn společně průřez jeskyně v jednotlivých profilech a terén nad ním. Podle výšky terénu nad podzemními prostory je ponecháno stejné měřítko ve vertikálním směru i v horizontálním, nebo u velkých výškových rozdílů, je měřítko výšek zmenšeno o polovinu. Výsledné profily mají měřítko podle velikosti chodby 1:100 nebo 1:200 tak, aby bylo možné všechno vhodně znázornit. Při zmenšeném vertikálním měřítku je měřítko profilů 1:100/200 nebo 1:200/400 opět podle jeho velikosti. Jako začátek staničení se u profilů volilo příslušné stanovisko. Srovnávací rovina se volila kousek pod úroveň stanoviska. Jednotlivé profily obsahují vynesné výšky bodů jeskyně nebo terénu od srovnávací roviny a staničení bodů od příslušného stanoviska. Tato čísla jsou orientována svisle a otočena podle toho, zda se nacházejí nalevo nebo napravo od začátku staničení. V některých případech nebylo možné v daném měřítku vyznačit staničení a výšku všech podrobných bodů. Vyhотовila se proto tabulka obsahující tyto údaje. V profilech jeskyně jsou dále uvedeny příslušná čísla podrobných bodů. Průběh terénu resp. řez jeskyně se vykreslil hrubou plnou čarou kvůli zdůraznění. Ostatní prvky výkresu jsou

kresleny tenkou čarou, přičemž srovnávací rovina čárkovaně, osa profilu procházející stanoviskem čerchovaně a kolmice jednotlivých bodů tečkovaně.

Při společném znázornění průběhu terénu a jeskyně byly zakótovány různé hodnoty, jako jsou výška terénu nad srovnávací rovinou, výška dna jeskyně nad srovnávací rovinou, rozdíl výšky terénu a dna jeskyně, nebo rozdíl výšky terénu a nejvyššího bodu profilu jeskyně, atd. Výška srovnávací roviny jednotlivých profilů je vztažena k systému Bpv. Ve výkresu je uveden také obsah plochy řezu jeskyně a obsah plochy řezu terénem a je dále doplněn popisovým polem.

8. ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo vyhotovení mapového podkladu severně od bývalého vojenského areálu nad jeskyní Výpustek nacházející se ve střední části CHKO MK a také vyhotovit několik profilů v jeskyni.

Při budování bodového pole bylo využito několik bodů zřízených firmou Geodis Brno při mapování areálu Výpustku a další body určené Lucií Zachovou a Klárou Kotyzovou při jejích diplomových pracích. Vlastní měřická síť se budovala pomocí dvou oboustranně připojených a orientovaných polygonových pořadů. Souřadnice společného koncového bodu s orientačními byly určeny rychlou statickou metodou GPS. Základní dva polygonové pořady byly během měření doplněné ještě dvěma vetknutými polygonovými pořady a dvěma rajóny. Měřické body se stabilizovaly dřevěnými kolíky nebo železnými hřeby.

Podrobné měření se provádělo od podzimu roku 2012 až do jara 2013. Použila se metoda elektronické tachymetrie s rozmístěním podrobných bodů tak, aby vystihovaly průběh terénu a byly od sebe vzdáleny maximálně 15 m. Měření bylo prováděno společně s Bc. Alenou Stískalovou a území se rozdělilo následně.

Při měření profilů v jeskyni byla využita síť stávajícího bodového pole jeskyně. Změřilo se celkem 16 profilů vždy kolmo na danou chodbu. 8 z těchto profilů je uvedeno v této práci.

Na určení souřadnic bodů zaměřených metodou GPS byl použit software Leica Geo Office. Výpočet všech terestrických měření, tj. určení souřadnic a výšek měřických i podrobných bodů jak terénu, tak v jeskyni, se provedl pomocí programu Groma. Grafické zpracování dat probíhalo v programech Atlas DMT a Microstation.

Výstupem všech prací je mapa terénu v měřítku 1:500 v S-JTSK a výškovém systému Bpv a profily v měřítku 1:100, 1:200 nebo 1:100/200 a 1:200/400. Profily znázorňují nejen příčné průřezy chodeb jeskyně ale také vztah podzemních prostor a terénu nad nimi.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ

- [1] Kotyzová K.: Diplomová práce 2011, VUT v Brně, s.59
- [2] Zachová L.: Diplomová práce 2011, VUT v Brně, s.61
- [3] MUSIL, Rudolf. Výpustek - bájná jeskyňe u Křtin: její 400letá historie a význam. Acta speleologica, Průhonice: Správa jeskyní ČR, 2010, roč. 1, 115, s. 1-116. ISSN 1804-3313.
- [4] CSN 01 3410. MAPY VELKÝCH MERÍTEK: Základní a účelové mapy. Praha 10 : Vydavatelství Norem, 1990. 20 s.
- [5] SOUKUP, František: *Výuka v terénu I: Modul 01*, Brno, 2004. 37 s.
- [6] FIŠER, Zdeněk; VONDRÁK, Jiří: *Mapování I: Průvodce 01*, Brno, 2005. 48 s.
- [7] FIŠER, Zdeněk; PODSTAVEK, Josef; VONDRÁK, Jiří: *Výuka v terénu II: Modul 01*, Brno, 2005. 48s.
- [8] *Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod ve znění dodatku c. 1 a 2*. Praha: CÚZK, 2009. 55 s. ISBN 978-80-86918-59-4.
- [9] *Moravský kras: turistický průvodce pro chráněné krajinné oblasti* [on-line]. ©2005-2013 [cit. 14.08.2012], Dostupný na WWW: <<http://www.moravskykras.net/moravskykras.html>>. ISSN
- [10] *National geographic Česko - Speciál: Tajemství českých jeskyní* [on-line]. Petr Zajíček, 17.08.2012 [cit. 22.08.2012], Dostupný na WWW: <<http://www.national-geographic.cz/detail/jeskyne-vypustek-zili-v-ni-jeskynni-lvi-a-medvedi-a-nemci-tam-vybudovali-podzemni-tovarnu-27058/>>. ISSN
- [11] *Wikipedie – otevřená encyklopedie: Výpustek* [on-line]. 22. 4. 2013 [cit. 03.05.2013], Dostupný na WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/V%C3%BDpustek>>. ISSN
- [12] *Správa jeskyní Moravského krasu – Jeskyně Výpustek* [on-line]. 2007, Správa jeskyní Moravského krasu, [cit. 23.09.2012]. Dostupný na WWW: <<http://www.cavemk.cz/jeskyne-vypustek/>>. ISSN
- [13] *Mapy – turistické cíle* [on-line]. Data map ©2013 Google, GeoBasis-DE/BKG (©2009) [cit. 14.08.2012], Dostupný na WWW: <<http://mapy.vyletnik.cz/jeskyne-vypustek-1637/#x=49.29910231336638@y=16.738786697387695@z=14>>. ISSN
- [14] *Moravský kras: turistický průvodce pro chráněné krajinné oblasti* [on-line]. ©2005-2013 [cit. 14.08.2012], Dostupný na WWW: <<http://www.moravskykras.net/jeskyne-vypustek.html>>. ISSN

- [15] *Topotienda* [on-line]. © Topotienda, [cit. 18.03.2013]. Dostupný na WWW: <<http://www.topotienda.com/TOPCON-GPT-3005-SM>>
- [16] SCHENK, Jan: *Speciální geodézie – učební texty*, Ostrava, 2002. 28 s., [cit. 18.03.2013]. Dostupný na WWW: <http://igdm.vsb.cz/igdm/materialy/Specialni_geodezie.pdf>
- [17] *eBay* [on-line]. © 1995-2013 eBay Inc., [cit. 18.03.2013]. Dostupný na WWW: <<http://www.ebay.com/itm/SOKKIA-C41-AUTOMATIC-LEVEL-W-20X-TRI-POD-AND-CASE-/140771600407>>
- [18] *TUBO: Permanentní GPS stanice*, [on-line]. © Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie, [cit. 24.04.2013]. Dostupný na WWW: <<http://tubo.fce.vutbr.cz>>
- [19] *Česká televize* [on-line]. © Česká televize 1996 – 2013, [cit. 22.08.2012]. Dostupný na WWW: <<http://www.ceskatelevize.cz/ct24/regiony/jihomoravsky-kraj/100491-u-jeskyne-vypustek-lide-zblizka-poznavali-netopyry/>>
- [20] *MAPY.CZ* [on-line]. © Seznam.cz, a.s., © Mapy.cz, s.r.o., [cit. 14.08.2012]. Dostupný na WWW: <mapy.cz>
- [21] *Československá Armáda* [on-line], 12.10.2007, [cit. 10.10.2012]. Dostupný na WWW: <<http://armada.vojenstvi.cz/povalecna/ctenari/6-jeskyne-vypustek.jpg>>
- [22] *TOULKY* [on-line], © Alena, [cit. 10.10.2012]. Dostupný na WWW: <<http://www.alena.ilcik.cz/0711vypustek.php>>
- [23] *MediaShow.cz – cestování* [on-line], © 2005 - 2013 MediaSHOW.cz, [cit. 10.10.2012]. Dostupný na WWW: <<http://www.cestovani.mediashow.cz/cesko/moravsky-kras-je-i-jeskyne-vypustek-s-unikatni-expozici.html>>. ISSN 1801-5492
- [24] *VIASCO: Surveying Instruments* [on-line], © 2008 – 2010, [cit. 18.3.2013]. Dostupný na WWW: <<http://www.vasico.com.vn/index.php?Module=Product&Action=view&catId=271&id=669&Itemid=545>>
- [25] *JBS – geodetická kancelář JBS. S.r.o.* [on-line], © 2011 GEODETICKÁ KANCELÁŘ JBS, s.r.o., [cit. 7.4.2013]. Dostupný na WWW: http://www.geodetickakancelarjbs.cz/image/geoman?size=_original

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

GPS	globální polohový systém
DMT	digitální model terénu
CHKO MK	Chráněná krajinná oblast Moravský kras
KSČ	Komunistická strana Česko-Slovenska
ČSN	Česká státní norma
ČR	Česká republika
PBPP	podrobné bodové polohové pole
Bpv	Balt po vyrovnání
JTSK	Jednotná trigonometrická síť katastrální
S-JTSK	Síť jednotné trigonometrické sítě katastrální
TL	triangulační list
ETRS	Evropský terestrický referenční systém

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázky

Obr. č. 1 Netopýr [23]

Obr. č. 2: Umístění mapované lokality [24] (upraveno)

Obr. č. 3: Lokalizace jeskyně Výpustek [24] (upraveno)

Obr. č. 4: Přehledný plán jeskyně Výpustek [25]

Obr. č. 5: Protiatomový kryt [26]

Obr. č. 6: Půdorys jeskyně od Szombathyho z roku 1880 [10]

Obr. č. 7: Půdorys jeskyně z publikace A. Bočka z roku 1921 [10]

Obr. č. 8: Expozice v jeskyni [27]

Obr. č. 9: Ukázka terénu v letním období

Obr. č. 10: Lokalita v podzimní mlze

Obr. č. 11: Území v zimním období

Obr. č. 12: Schéma měřické sítě

Obr. č. 13: Ověřování výšek bodů technickou nivelací

Obr. č. 14: Topcon GPT 3003N

Obr. č. 15: Leica GPS Systém 300

Obr. č. 16: SOKKIA C41

Obr. č. 17: Podrobné měření výškopisu

Obr. č. 18: Založení projektu

Obr. č. 19: Volba souřadnicového systému

Obr. č. 20: Výběr naměřených dat pro zpracování

Obr. č. 21: Nastavení typu stanic

Obr. č. 22: Vyloučení nežádoucích měření

Obr. č. 23: Základní okno programu GEOMANW [33]

Obr. č. 24: Výpočet polygonu

Obr. č. 25: Výpočet podrobných bodů

Obr. č. 26: Generace modelu terénu

Obr. č. 27: Výběr typu hran

Obr. č. 28: Vkládání hran

Obr. č. 29: Nastavení 3D pohledu

Obr. č. 30: Schody vybudované v jeskyni

Obr. č. 31: Jedna z chodeb

Obr. č. 32: Podrobné měření profilů

Tabulky

Tabulka č. 1 - Kritéria přesnosti

Tabulka č. 2 – Výsledky nivelace

Tabulka č. 3 – Ověření nivelačních bodů

Tabulka č. 4 – Posouzení výšek bodů měřické sítě

SEZNAM PŘÍLOH

Vázané

1. Technická zpráva (3strany)
2. Ukázka zápisníku měření polygonů (2 strany)
3. Ukázka zápisníku měření podrobných bodů (4 strany)
4. Zápisník měření profilů (3 strany)
5. Nivelační zápisníky (2 strany)
6. Ukázka protokolu o výpočtech polygonového pořadu (4 strany)
7. Ukázka protokolu o výpočtech podrobných bodů (4 strany)
8. Ukázka protokolu o výpočtech profilů (3 strany)
9. Souhrnný protokol o výpočtech bodů určených metodou GPS (5stran)
10. Ukázka úplného protokolu o výpočtu bodu určeného metodou GPS (5 stran)
11. Seznam souřadnic bodového pole (1 strana)
12. Ukázka seznamu souřadnic podrobných bodů (2 strany)
13. Seznam souřadnic měřické sítě v jeskyni (1 strana)
14. Seznam souřadnic podrobných bodů profilů (3strany)
15. Obzory GPS (1 strana)

Volné

16. Mapa okolí jeskyně Výpustek – severní část (10 stránek)
 - spojená (6 stránek)
 - znázornění podzemí (6 stránek)
17. Přehledný náčrt bodového pole – metody měření (2 strany)
 - orientace (2 strany)
18. Geodetické údaje o bodech – severní část (7 stránek)
19. Náčrt podrobného měření (3 strany)
20. Profily jeskyně (16 stran)
21. Model terénu - severní část (1 strana)
 - severní a jižní část (1 strana)

Elektronické

1. Technická zpráva
2. Zápisníky měření polygonů
3. Zápisníky měření podrobných bodů
4. Zápisník měření profilů
5. Nivelační zápisníky
6. Protokoly o výpočtech polygonových pořadů
7. Protokoly o výpočtech podrobných bodů
8. Protokol o výpočtech profilů
9. Souhrnný protokol o výpočtech bodů určených metodou GPS
10. Úplné protokoly o výpočtu bodů určených metodou GPS
11. Seznam souřadnic bodového pole
12. Seznam souřadnic podrobných bodů
13. Seznam souřadnic bodového pole jeskyně
14. Seznam souřadnic podrobných bodů profilů
15. Projekt o měření GPS – projekt výpočtu v programu Leica Geo Office
 - obzory
16. Mapa okolí jeskyně Výpustek – severní část
 - body
 - výkres
 - vrstevnice
17. Přehledný náčrt bodového pole – metody měření
 - orientace
18. Geodetické údaje o bodech – severní část
19. Náčrt podrobného měření
20. Profily jeskyně
21. Model terénu – projekt modelu z programu Atlas DMT
 - pohledy
22. Mapa okolí jeskyně jeskyně Výpustek – severní a jižní část
 - body
 - výkres
 - vrstevnice
 - podzemí
23. Mapa okolí jeskyně Výpustek – celá lokalita