

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: 4106R007 Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

Katedra: Katedra krajinného managementu

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
REVIZE A PŘÍPRAVA PODROBNÝCH BODOVÝCH POLÍ PRO
ZAMĚŘENÍ ANTROPOGENNÍCH PODZEMNÍCH PROSTOR

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Pavel Hánek, CSc.

Konzultanti bakalářské práce: Ing. Pavel Hánek, Ph.D.

Ing. Bc. Martin Pavel

Autor bakalářské práce: Stanislav Rajtmajer

České Budějovice, duben 2014

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

Jméno a příjmení: **Stanislav RAJTMAJER**
Osobní číslo: **Z11783**
Studijní program: **B4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**
Název tématu: **Revize a příprava podrobných bodových polí pro zaměření antropogenních podzemních prostor**
Zadávací katedra: **Katedra krajinného managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cíle práce:
Soustředění a posouzení stávající listinné a měřické dokumentace.
Návrh povrchových a podzemních bodových polí teodolitovými a GNSS metodami ve smyslu platných předpisů pro velkoměřítkové účelové mapování Českého úřadu zeměměřického a katastrálního, Českého báňského úřadu a Národního památkového úřadu.
Konkrétní lokalita bude upřesněna při zahájení práce. Postup v souladu s Protokolem o školení o bezpečnosti práce.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **30-35 stran textu**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

Zákon č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, poslední znění platné od 1. 7. 2012.

Vyhláška ČÚZK č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřičtví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, ve znění vyhlášky č. 212/1995 Sb., vyhlášky č. 365/2001 Sb., vyhlášky č. 92/2005 Sb. a vyhlášky č. 311/2009 Sb.


Vyhláška ČBÚ č. 435/1992 Sb. O důlně měřické dokumentaci při hornické činnosti a některých činnostech prováděných hornickým způsobem, ve znění vyhlášky ČBÚ č. 158/1997 Sb. a vyhlášky č. 298/2005 Sb. a vyhlášky č. 382/2012 Sb.

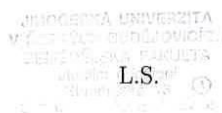
KOVANIČ, L. - MATOUŠ, J. - MUČKA, A.: Důlní měřictví. Praha, SNTL 1990.

Zeměměřický úřad: <http://bodovapole.cuzk.cz/>, 3/2013

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Pavel, st. Hánek, CSc.**
Katedra krajinného managementu
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Pavel Hánek, Ph.D.**
Katedra krajinného managementu

Datum zadání bakalářské práce: **4. března 2013**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2014**


prof. Ing. Milošlav Šoch, CSc.
děkan




doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.
vedoucí katedry


V Českých Budějovicích dne 15. března 2013

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že bakalářskou práci na téma „REVIZE A PŘÍPRAVA PODROBNÝCH BODOVÝCH POLÍ PRO ZAMĚŘENÍ ANTROPOGENNÍCH PODZEMNÍCH PROSTOR" jsem vypracoval samostatně s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum...8.4.2014.....



ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá převážně tvorbou povrchového bodového pole v historickém centru Mělníka a podzemního bodového pole v některých podzemních prostorech měšťanských domů. V první části se zaměřuji na stručný popis a historii města Mělník a jeho podzemních prostor. V následující části popisují ověření stávajících nivelačních bodů ČSNS pomocí geometrické nivelace a následné připojení nově stabilizovaného podrobného povrchového bodového pole. Dále se práce zaměřuje na stabilizaci tohoto nového povrchového bodového pole, které bylo zaměřeno též GNSS metodou, prostorovou polární metodou (polygonovým pořadem) a geometrickou nivelací, následně popisují připojení podzemního bodového pole na povrchové a samotné zaměření podzemních prostor. Nakonec uvádím výpočty a výsledky jednotlivých metod měření bodového pole.

KLÍČOVÁ SLOVA

Mělník, mělnické podzemí, Polární metoda, Geometrická nivelace, Bodové pole

ABSTRACT

Bachelor thesis mainly deals with the formation of a surface point field in the center of Melnik and underground geodetic control in some underground areas townhouses. The first part focuses on a brief description and history of Melnik and its underground areas. The following sections describe the verification of the existing leveling points ČSNS using geometric leveling and then connect the newly stabilized detailed surface point field. Furthermore, the work focuses on the stabilization of the new surface point field, which was also directed by GNSS, spatial polar method (polygonal respectively) and geometric leveling, then you connect the underground point field on surface and underground areas to focus solely. Finally, I present calculations and the results of different methods of measurement point field.

KEYWORDS

Melnik, Melnik underground, Polar method, geometric leveling, point field

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Pavlu Hánkovi, CSc. za pomoc a připomínky při zpracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Bc. Martinovi Pavlovi a Ing. Pavlu Hánkovi Ph.D. za konzultace a pomoc při zpracování této práce, Ivaně Novotné, pracovníci studovny v městské knihovně v Mělníku, Evě Srbové, knihovnici regionálního muzea v Mělníku, vlastníkům sklepů pod domy č.p. 58 v Ostruhové ulici a č.p. 85 v ulici Legionářů.

Poděkování patří též mým spoluměřičům Bc. Lence Kloučkové, Bc. Markétě Nové a Bc. Daně Duškové. Nakonec a nejvíce bych chtěl poděkovat své rodině za velkou podporu po celou dobu studia.

Obsah

Úvod	10
1. Mělník.....	11
1.1 Mělnické víno	11
1.2 Historie Mělníka.....	12
1.3 Významné stavby a místa města Mělník.....	15
1.3.1 Délkové míry u Radnice	17
1.3.2 Studna na náměstí Míru.....	17
1.4 Mělnické podzemí.....	18
1.4.1 Charakteristika podzemních prostor	19
1.4.2 Rozdělení a popis podzemních prostor	20
1.4.3 Historie vzniku a propadů mělnického podzemí	20
1.4.4 Obnova mělnického podzemí	22
2. Význam a náhled měřických prací	24
3. Použité měřické přístroje a pomůcky	24
3.1 Ověření aparatury GNSS.....	25
3.2 Kalibrace trojnožek s optickým centrovačem.....	25
3.3 Kontrola a příprava soupravy totální stanice	25
3.4 Kontrola a příprava soupravy nivelačního přístroje	26
4. ověření stávajících bodů	26
4.1 Ověření stávajících polohových bodů GNSS metodou.....	26
4.2 Ověření stávajících výškových bodů geometrickou nivelací	28
4.2.1 Kontrolní měření připojovacího nivelačního bodu	29

4.2.2 Výsledky kontrolního měření.....	30
5. Nový návrh PBP.....	34
6. Měření povrchové sítě	35
6.1 Měření GNSS metodou.....	35
6.2 Měření 3D polární metodou	36
6.3 Měření geometrickou nivelací	37
7. Měření podzemní sítě	38
8. Výpočty a výsledky měření.....	40
8.1 Výsledky GNSS měření	40
8.2 Výpočet a výsledky polygonového pořadu	42
8.2.1 Výsledky měření polygonového pořadu	46
8.2.2 Porovnání rozdílů výpočtu a výsledků	46
8.3 Výpočet a výsledky geometrické nivelace.....	47
8.4 Výpočet a výsledky podzemního polygonového pořadu	50
Závěr	51
Použitá literatura a zdroje.....	52
Seznam Obrázků	55
Seznam tabulek.....	56
Seznam Příloh	57
1. Niveláčnické údaje o bodech ČSNS č. 28, 29, 30, 61	58
2. Protokol vyrovnání povrchové sítě v GNU GROMA 8.0	62
3. Protokol vyrovnání podzemní sítě v GNU GROMA 8.0	67
4. Kalibrační list GNSS	70

5. Situace podzemního sklepení v Želvím doupěti	71
6. 3D drátový model Želvího doupěte	74

Úvod

Město Mělník je proslulé převážně svou polohou nacházející se nad soutokem dvou našich nejdelších řek, Labe a Vltavy. Mnozí ho možná znají pod názvem město vína, který si Mělník zasloužil díky dlouholeté vinařské tradici, sahající až ke sv. Ludmile a sv. Václavu. Avšak nás především zajímá to, co možná málokdo ví, že se pod historickou částí města nacházejí rozsáhlé a vzájemně propojené podzemní chodby a prostory.

Městský úřad Mělník ve spolupráci s firmou GEODET, spol. s.r.o. se již od konce 20. století snaží zabezpečovat, zpřístupnit a zmapovat rozsáhlé podzemní prostory, nacházející se pod historickou částí města. Důvodem je především zabezpečení komunikací a budov před hrozícími propady do podzemních sklepení a zamezit tak podobným případům, které se zde staly dříve. Má bakalářská práce se zabývá revizí starého a stabilizací nového povrchového bodového pole pro zaměření podzemních sklepů na náměstí Míru a jeho okolí. Městský úřad v Mělníku ve spolupráci s firmou GEODET, spol. s.r.o. umožnil zadání diplomových a bakalářských prací pro zaměření povrchových a podzemních sítí v centru města, na které bude moci firma GEODET, spol. s.r.o. v budoucnu navázat. Městský úřad podporoval novou dokumentaci podzemních prostor a poskytl také dokumentaci z dřívějšího měření, které provedla firma GEODET, spol. s.r.o.

Současně s touto bakalářskou prací byly zadávány diplomové a bakalářské práce na katedře speciální geodézie Fakulty stavební (FSv) Českého vysokého učení technického (ČVUT) v Praze panem doc. Ing. Pavlem Hánkem, CSc. Měření ve městě Mělník se zúčastnily Bc. Markéta Nová a Bc. Dana Dušková, pro velkoměřítkové mapování vybraných prostor v rámci jejich magisterských prací a Lenka Kloučková, která zde pracovala na obdobně zadané bakalářské práci.

Cílem této práce byla především revize a ověření starých bodových polí v historické části města Mělník. Jednalo se o ověření stávajících výškových bodů geometrickou nivelací v centru města a účast na vytvoření nové povrchové sítě pomocí polární metody, geometrické nivelace a metodou Globálního družicového polohového systému (GNSS). Na podkladě závěrů obhájené bakalářské práce Bc. Kloučkové jsem provedl samostatné doplnění a nové připojení nivelačních měření. Dále jsem se podílel na zaměření podzemních prostor pomocí polární metody, tedy zaměřením polygonového pořadu, připojeném na nově stabilizované bodové pole. Zaměření podzemních prostor bylo již zadáním pro magisterské práce Bc. Dany Vaškové rozené Duškové (ukázka viz příloha č. 5) a Bc. Markéty Nové. Ve své práci jsem pro

zajištění nezávislého ověření předchozích výsledků provedl nový výpočet nivelačního a polohového pořadu, představujícího body nové sítě.

1. Mělník



Obr. 1.1 Mělník ležící nad soutokem Labe a Vltavy

„Staroslavné okresní město Mělník se nachází ve Středočeském kraji, 30 km severně od Prahy. Město leží na pravém břehu Labe v Polabské nížině a je osídleno téměř 20 000 obyvateli. Blížíme-li se z kterékoli strany, vidíme již z daleka, jak se na pěkném návrší malebně rozkládá majestátní věž chrámu sv. Petra a Pavla.. Tuto gotickou věž je možno vidět nejen z Petřínské rozhledny, ale i z Milešovky, Ještědu či Bezdědu. K malebnosti polohy Mělníka ovšem také nemálo přispívá, že trůní nad soutokem našich zemských veletoků Labe a Vltavy. Položení Mělníka kolem doplňují rozkládající se zahrady, parky, háje a vinice“ (R. Špačková, 2007).

1.1 Mělnické víno

K Mělníku se poutá řada přívlastků, jedno z nejznámějších je město vína. Toto starobylé město pyšnicí se titulem královského věnného města se proslavilo především právě pěstováním vinné révy a každoročně pořádanou slavností vinobraní. Víno zde vždy tvořilo významnou součást života města a stalo se typickým místním produktem. Mělnicko se svými 365 hektary vinic dostalo na první místo v Čechách. Vinařská tradice začíná již od sv.

Ludmily a sv. Václava, jakožto patrona českých vinařů. Velké zásluhy na rozvoji mělnického vinařství měl Karel IV., který město rád navštěvoval a mimo jiné vydal v roce 1358 právo viničné na ochranu a podporu vinic. Roku 1558 vyšel historicky první odborný spis o vinařství, jehož autorem byl staroměstský kantor Jan Nad a v roce 1881 byla dokonce založena vinařská škola. Během druhé poloviny 18. století a první poloviny 19. století začalo mělnické vinařství upadat. Zlepšení situace přinesli až specialisté lobkovických knížat, kterým se podařilo dostat Mělnicko opět na vinařské výsluní. Oživení zájmu o pěstování vinné révy na slunných mělnických stráních přineslo mimo jiné v roce 1878 velkolepou oslavou, pořádanou při výročí pěti set let od úmrtí Karla IV., považovaného za zakladatele zdejší vinařské slávy. Skutkem se však přání Mělnických stalo až roku 1911. Tehdy, zásluhou Sokola, se uskutečnila první vinařská slavnost. Poté co převzali iniciativu Lobkovicové, se v roce 1967 údajně konala jedna z nejúspěšnějších vinařských slavností všech dob (L. Kurzweil, 2000).

1.2 Historie Mělníka

Dle tvrzení H. Hlušíčkové (2002) je město Mělník možno považovat za jedno z nejstarších českých měst. Nejstarší zmínky o osídlení oblasti jsou datovány přibližně v 9. století našeho letopočtu a jsou také spojeny s kmenem Pšovanů, jimž tehdy byla krajina kolem soutoku domovem. Dcera pšovského vládce Ludmila se sňatkem s knížetem Bořivojem v roce 874 stala českou kněžnou, kdy se kmen Pšovanů připojil k českému knížectví rodu Přemyslova. Podle legendy zde kněžna Ludmila vychovávala svého vnuka Václava, který se zde měl učit základem vinařství a díky tomu se i stát patronem českých vinařů.

První zmínka o Mělníce samotném pochází ze stříbrných mincí (denárů), které tu ve vlastní mincovně razila na přelomu 10. a 11. století kněžna Emma, manželka panujícího Boleslava II. Pobožného. Na mincích se objevovaly nápisy *Melnic civitas* nebo-li Mělník a jméno kněžny *Emma Regina*. Tyto nápisy dokládaly proměnu pojmenování místa. Avšak archeologicky doposud nebyla Emmina mělnická mincovna prokázána (Z. Petrůň, 1998).

V 10. století, po smrti kněžny Emmy, se místní vladaři rozhodli vyměnit starý dřevěný hrad Pšov za nový kamenný hrad Mělník, pojmenovaný podle původního pojmenování kopce z mělnických se hornin křídového útvaru. Od raného počátku 11. století se na Mělníku tradoval zvyk dávat hrad kněžnám a královnám věnem (J. Kilián, 2007).

První zpráva, podle níž se Mělník považoval za město, se objevila až v listině Přemysla Otakara II. 25. listopadu 1274, kterou byl Mělnickým udělen privilegovaný podíl na výnosu labského obchodu k dobudování obce. Tato listina potvrzovala některá práva a rozšiřovala o další, majetkové právo na pozemky pro nové měšťany, právo míle, trhu, na užívání potoka Pšovky či právo na dopravu soli a slanečků (Městský úřad Mělník, 2014).

Dle studie J. Kiliána (2007) přinesla vláda českého krále a římského císaře Karla IV. (1346-1378) Mělníku první zlatý věk, spojený s velkým rozkvětem města. Císař Karel IV. nejprve potvrdil či obnovil mělnickým měšťanům jejich dřívější práva a později jim listinou umožnil i svobodné nakládání s vlastním majetkem. Nadále také prohlásil Mělník za město věnné a navždy zakázal jeho prodej, povolena byla pouze jeho zástavba. Hlavní Karlovou zásluhou pro celou oblast bylo rozhodnutí o zakládání vinic a pěstování ušlechtilých odrůd vína z Francie, z Burgundska a ze Champagne.

Za vlády Jiřího z Poděbrad město hospodářsky prosperovalo, město bohatlo z obchodu a z pěstování vína. Od druhé poloviny 16. do počátku 17. století však stagnovalo a později upadalo. Císař Ferdinand I. zabavil městu všechn majetek, postihl ho citelnou finanční pokutou, zrušil cechy a dosadil do města císařského rychtáře (H. Hlušíčková, 2002).

Třicetiletá válka znamenala pro město Mělník velkou katastrofu. Časté pobyty vojsk, drancování, požáry a mor způsobily ve vnitřním městě zničení 58 % domů. Ještě v Tereziánském katastru najdeme zmínky o tom, že obyvatelé se živili spíše svízelně, protože ve městě nebyly konány žádné týdenní trhy a město samo leželo stranou všech významných cest. Skromné zisky poskytovaly jen vinice. Ovšem i měšťanské vinařství upadalo, postupně přecházelo do působnosti vrchnosti, zvláště za Lobkowiczů. Během 100 let se plocha mělnických vinic zmenšila o 6000 jiter. Tato situace požárů, epidemií, selských povstání a řady neúrodných let trvala po celé 17. století a první polovinu 18. století. Mělník se ze zdejší katastrofy vzpamatoval až ve druhé polovině 18. století. Někdejší královské věnné město se změnilo na téměř provinciální městečko (Městský úřad Mělník, 2014).

Zahájení novodobého rozvoje Mělníka se odstartovalo ve druhé polovině 19. století. Rozvíjela se aktivita různých kulturních a společenských organizací, spolek hasičů, Sokol,

Klub veslařů mělnických, Klub velocipedistů a Zpěvácký spolek. Nový způsob podnikání si vynutil i vznik peněžních ústavů-občanské záložny, spořitelny, Hospodářské záložny. Typické byly ale trhy, jarmarky, živnosti, řemesla a tradiční vinaření. V této době také začal vycházet první místní týdeník. Koncem století vznikla na Mělníku řada odborných škol, např. v roce 1881 speciální vinařská škola, v roce 1897 byla založena košíkářská škola a na počátku 20. století v roce 1910 gymnázium (L. Kurzweil, 2000).

Velký rozmach nastal také v zemědělství. Pěstovala se pšenice, sladovnický ječmen, zelenina, ovoce, vinná réva. Se zemědělskými výrobky se čile obchodovalo. V roce 1869 byl v katastru Rousovic postaven cukrovar. Zásadní význam mělo vybudování pravobřežní labské železnice, otevřené v roce 1874. Na přelomu 19. a 20. století se také výrazně změnila podoba obou mělnických řek, které byly regulovány. Mezi rousovickým cukrovarem a Kly bylo Labe nepřímno, kde byl v letech 1902-05 vybudován souběžně s Vltavou Laterální kanál (K. Kuča, 1998).

Mělník neměl až do 19. století most. Roku 1888 byl u Rybářů postaven první most přes Labe, s tím byl spojen i zánik staré cesty kolem hořinského zámku a vznik nové. Na místo stávajícího mostu vedoucího přes řeku Labe byl postaven roku 1938 ocelový most, který zde stojí do dnes (Městský úřad Mělník, 2014).

V letech první republiky (1918 - 1938) se ve městě hodně stavělo. Byly postaveny budovy okresního úřadu, kulturního domu a pošty. V roce 1928 byla dokončena stavba velkého obchodního přístavu na Labi, dále se také budovaly komunikace, kanalizace a prováděla se elektrifikace (H. Hlušíčková, 2002).

(J. Kilián, 2007) ve své studii popisuje Nadějně započatou urbanistickou proměnu města Mělník, kde se vzájemně respektovaly a doplňovaly hodnoty historické zástavby s moderním rozvojem, zastavily události druhé světové války. Mělník se stal pohraničním městem protektorátu a osvobozen byl až 10. května 1945 vojsky 1. ukrajinského frontu. Této radostné chvíli však bezprostředně předcházely chvíle tragické, kdy 9. května 1945, v okamžicích uvolnění, byl Mělník bombardován 2. sovětskou leteckou armádou s cílem zamezit ústupu německých jednotek do zajetí k Američanům. Zahynulo 27 mělnických občanů, kteří stojí na konci řady válečných obětí.

V následujícím období ve druhé polovině 20. století se na Mělníku rozrostl především průmysl a infrastruktura. Novým fenoménem se stal vznik a rozvoj hromadných sídlišť, kdy počet obyvatel ve městě vzrostl z 12 na 20 000 obyvatel. Rozvoj výroby v krajině a ve městě

měl téže svou druhou stránku a to ve zhoršení životního prostředí. Zatímco prvorepublikový Mělník v sobě dokázal spojit historické s moderním, Mělník druhé poloviny 20. století byl již méně ohleduplný. Byla zlikvidována centrální historická část Pražského předměstí a nahrazena novou výstavbou, která město nevratně poškodila. V okolí vyrostly stavby průmyslu chemického a energetického (J. Kilián, 2007).

Přesto si město jedinečné svou polohou na vršku, který dává pocit volnosti a svobody, uchovalo kouzlo a nese v sobě nadále výpověď o více než tisíci letech své historie (J. Kilián, 2007).

1.3 Významné stavby a místa města Mělník

Nejznámější a nejnavštěvovanější památkou ve městě Mělník je samozřejmě chrám sv. Petra a Pavla. Tato stavba procházela dlouhým stavebním vývojem, kdy na počátku měl pravděpodobně podobu románské trojlodní baziliky. Gotika vstupovala do chrámu po etapách. Chrámové trojlodí spolu s věží vzniklo v 80. letech 15. století, které nechal postavit Johann Spiess z Frankfurtu. Další stavební úpravy byly vyvolány především požáry v letech 1555, kdy byly zrenovovány renesanční štíty a roku 1681 barokní bání gotické věže. Stávající podobu kostela vtiskl až Kamil Hilbert při rozsáhlé obnově v letech 1913-1915 (E. Poche, 1978).



Obr. 1.2 Chrám sv. Petra a Pavla

Gotická věž kostela sv. Petra a Pavla je památkou sama o sobě. Už více než půl století vévodí širému kraji na soutoku Labe a Vltavy. Byla postavena v letech 1483-1488 a sloužila jako strážní místo i jako zvonice. Požár roku 1681 roztavil původní zvony, které byly následně nahrazeny třemi novými zvony z dílny Jana Pricqueye. Roku 2006 byla zahájena

náročná oprava věže s cílem jejího zpřístupnění pro návštěvníky. Po vystoupení 177 schodů se při dobré viditelnosti otevře pohled nejen na Říp a České středohoří, ale i na Ještěd a na kraj Karla Hynka Máchy s Bezdězem (F. Purš, 2010).

(E. Poche, 1978) tvrdí, že pod presbytářem kostela sv. Petra a Pavla se nachází krypta, kde se nachází kostnice, která byla vytvořena v 30. letech 16. století. Její vznik souvisí se hřbitovem, který obklopoval celý kostel. Jehož prostory již nevystačily na ukládání ostatků zesnulých, hlavně při morových epidemiích, proto byly ostatky ukládány do kostnice.

Nejzachovalejší součástí středověkého opevnění Mělníka je Pražská brána. Její dnešní podoba pochází ze 30. let 16. století. Podobně jako městským domům se ani bráně v průběhu let nevyhnuly různé pohromy. Pražská brána si prošla z důvodu třech požárů a jedné vichřice několika změnami, ale přesto zůstala zachována (E. Poche, 1978).

Těsně pod náměstím Karla IV., ze kterého bylo město opouštěno Pražskou bránou směrem ku Praze, se nachází kostel sv. Ludmily. Tento kostel je nejstarším kostelem sv. Ludmily. Podle pověsti byl kostel postaven v místě, kde přespala brzy po přijetí křesťanství kněžna Ludmila, když ji Mělničtí (tehdy ještě pohané) nechtěli pustit do města. Kostel i přilehlý parčík prošly na počátku 90. let 20. století obnovou, ve které následovala i oprava zvonice. (E. Poche, 1978).

Centrem každého města bylo náměstí. Ve městě Mělník bylo vždy centrem právě náměstí Míru. Zde se odehrávaly důležité okamžiky života města, konaly se trhy, manifestace, slavnosti, shromáždění či vítání významných osob. Významný okamžik byl např. ten, kdy v roce 1922 na Mělník zavítal T.G. Masaryk, v roce 1945 prezident Edvard Beneš, v roce 1998 Václav Havel nebo v roce 2005 Václav Klaus. Náměstí má nepravidelný půdorys, který byl dán utvářením města v hranicích původního opevněného hradiště. Nejzachovalejší frontu domů představuje východní část s radniční budovou (F. Purš, 2007).

1.3.1 Délkové míry u Radnice

Jedním z privilegií, které město Mělník dostalo, bylo právo trhu. Kromě pravidelně, každý týden konaných trhů se zde konaly i trhy výroční nebo-li jarmarky, které trvaly týden. Konaly se vždy na sv. Petra a Pavla (29. června) a na sv. Havla (16. října). Na radnici byly vystaveny vzorové míry a váhy (nebo-li etalony), aby si kupující mohli ověřit, zda nebyli ošizeni. Do dnes jsou dochovány, vpravo od hlavního vchodu do radnice, zazděné dva železné pruty, délkové míry zvané lokte. Ten kratší a prostší loket, je loket český, měří 59,14 cm a je také starší. Vídeňský loket je delší a zdobnější, jeho délka měří 77,66 cm. Nápis *Rakawski 1765*, umístěný na hořejším oválu kruhovitě zakončeném Vídeňským loktu znamená, ve kterém roce se stal obecně závazným (R. Špačková, 2003).



Obr. 1.3 Etalony u vchodu Radnice



Obr. 1.4 Studna na náměstí Míru

1.3.2 Studna na náměstí Míru

(R. Špačková, 2003) ve své studii tvrdí, že z důvodu zvláštní polohy Mělníka, která se z velké části rozkládá na kopci, byly obyvatelé nuceni získávat vodu poměrně složitým způsobem. Proto byla ve středověku, uprostřed náměstí Míru, vykutána tzv. francouzská studna. Dlouhé období byla studna jediným zdrojem vody. Tato studna je jedna z nejhlubších studen v

Čechách. Dříve byla udávána její hloubka na 60 m, poté se měla rovnat výšce kostela sv. Petra a Pavla. Nejnovější měření, které bylo uskutečněno v roce 2000, udává hloubku 54 m, přičemž výška vodního sloupce činí 7,2 m. Vnitřní průměr studny je mnohem větší, než udává kruh v dlažbě na povrchu, a to 4-5 m. V současné době se do studny lze dostat podzemní chodbou vedoucí ze suterénu pod domem čp. 51. Chodba, nacházející se v pískovci v hloubce 8 m, vede k průrazu do cihelného pláště studny, který představuje 11 m hloubky studny, nížeji se nachází prostá hornina. Ze studny se až do konce třicetileté války na náměstí čerpala voda. Na místo, kde se studna vyhloubila, byl v roce 1749 postaven barokní přístřešek, který zde stál až do roku 1893. Dnešní vyznačení studny je provedeno kruhovým, železným poklopem s nápisem, kdy a jak hluboko byla vykutána.

1.4 Mělnické podzemí

Zmínka o chodbě vedoucí ke studni nás zavedla k tajemstvím mělnického podzemí, které je považováno za takzvané „město pod městem“. Podzemí vzniklo pravděpodobně od konce 13. století souběžně s výstavbou města. Chodbový systém, nacházející se v pískovci v hloubce 8 až 12 m pod dnešním povrchem, byl a většinou i dodnes je součástí téměř každého domu v historickém jádru města. Mělnické sklepy, rozprostírající se pod historickým jádrem města, byly od nepaměti předmětem dohadů, kdo, ve které době a k jakému účelu je vyhloubil. Podzemní prostory pravděpodobně sloužili jako sklady, mohlo se jednat o sklepy vinařské či pivovarské, poskytovaly také útočiště v případě nebezpečí ať již vojenského či v podobě požáru (R. Špačková, 2003).



Obr. 1.5 Vstup do sklepa Želvího doupěte



Obr. 1.6 Podzemní prostor v Želvím doupěti

1.4.1 Charakteristika podzemních prostor

Historické jádro města Mělník bylo dle studie R. Schwarze a kol. (2001) vybudováno na místě, které je z inženýrského a geologického hlediska velmi vhodné. Mělnický vrch je tvořen horninami křídového útvaru. Jsou to hrubozrnné vápenité pískovce, mocné asi 30 m s polohami slínovců. Uložení hornin je zde téměř horizontální, z tohoto důvodu bylo budování sklepů velmi výhodné. Pískovce a slínovce jsou horniny silně rozpukané, což velice ulehčovalo výstavbu podzemních prostor, avšak navzdory tomu se tím zvyšovalo riziko možného úrazu při výstavbě. Dalším přínosným parametrem při budování sklepů byly vhodné hydrologické poměry. Hladina spodní vody na Mělníku je asi 50m hluboko pod povrchem náměstí. Silně rozpukané horniny snadno vsakují vodu, což způsobuje stékání vody v puklinách na podlahu, ale opět se do ní velmi rychle vsakuje. Z těchto důvodů bylo velmi příhodné vybudování rozsáhlých podzemních prostor pod Mělníkem.

Zdejší středověká sklepení byly patrně pod všemi domy města. Většina z nich se dochovala v téměř nezměněné podobě do dneška. Avšak některé sklepy jsou zasypány sutí nebo znepřístupněny zadržím vchodů a přepažením zdmi. Prostory sklepů většinou vybočují z půdorysu domů a pronikají pod sousední domy a pod vozovku či náměstí (V. Havelka, 2003).

Dle studie F. Purše (2007) první komplexní průzkum mělnických podzemních prostor provedl v letech 1969 až 1970 podnik Stavební geologie Praha. Prozkoumali a zmapovali všechny přístupné prostory mělnického podzemí. Došli ke zjištění, že středověká sklepení se liší od normálních sklepů hlavně hloubkou svého položení, která se pohybuje mezi 3 až 12 m. Také přišli na to, že jsou většinou bez zajištění klenbou vylámána ve skále, tvořené křídovými pískovci a slínovci. Stejným způsobem jsou provedeny přístupové cesty a schodiště. Tvar sklepení je vždy velice podobný, jsou široká 3 až 4 m, vysoká většinou 2,5 až 3 m, pouze délka je různá. Domnívali se, že tyto specifické rozměry byly používány z důvodu bezpečnosti. Stěny jsou většinou svislé a podlaha rovná. Klenuté pásy z cihel, kterými je v některých případech vyztužen strop, jsou z pozdější doby a měly zabránit zřícení.

1.4.2 Rozdělení a popis podzemních prostor

Podzemní prostory lze rozdělit do tří výškových kategorií. Jsou zde normální mělké sklepy, vybudované pod jednotlivými domy. Tyto sklepy slouží většinou jako uhelné sklepy či skladištní prostory a kotelny. Bývají nejčastěji vyzděné a bez odkryvů. Dále se zde nacházejí hlubší prostory, zabíhající často daleko od půdorysu domů v nichž začínají. Tyto prostory bývají většinou ve 2 až 3 výškových úrovních, někde vedle sebe, jinde pod sebou. Svrchní patra těchto prostor mají jen tenký strop z křídových pískovců, které se nesmí zatěžovat, jinak by byla jejich stabilita ohrožena. V poslední řadě jsou zde podzemní chodby, které vzhledem k jejich úzkému profilu jsou méně nebezpečné, avšak zakládání na jejich nadloží je přesto riskantní. Nakonec je zde však ještě mnoho zcela nepřístupných prostor, o kterých víme pouze ze zpráv starých místních občanů nebo podle zazdění chodeb (R. Schwarz a kol., 2001).



Obr. 1.7 zasypané 2. podzemní patro

1.4.3 Historie vzniku a propadů mělnického podzemí

K jednomu z hlavních atributů patřil hradební systém, obehnaný okolo města Mělník. Hradby výrazně snižovaly ohrožení obyvatel z venčí nepřáteli, avšak nepomohl ochránit město před vnitřním nebezpečím, kterým byli například požáry. Požáry často vznikaly uvnitř domů, z důvodu toho, že domy byli kryté šindelem a v tzv. černých kuchyních se udržoval oheň na otevřených ohništích. Před požáry nezbyvalo občanům nic jiného než se ukrýt do bezpečí. Proto na Mělníce, kde podloží města umožňovalo hloubit sklepy rubáním ve skále, lidé

vyhlubovali sklepy a podzemní chodby a prostory pod téměř celým městem. Tyto prostory sloužili v neklidných dobách také jako skrýš pro záchranu movitého majetku občanů před loupením nepřátel. Zaklenutá vrchní patra sklepů byla mimo jiné používána na uskladnění vína a potravin. Postupem času začal původní účel spodních pater sklepů upadat do zapomnění a do rozvětvených chodeb a sklepení se málokdo odvážil sestoupit (F. Purš, 2007).

Již v 19. století se začaly objevovat obavy o osud staveb nad řádně nezajištěnými a neprobádanými podzemními prostory. Spodní patra byla tvořena v hrubozrnných pískovcích. Tyto horniny křídového stáří byly prostoupeny četnými trhlinami různých směrů. Dešťová, ale i splašková voda, prostupující z povrchu, narušovala jejich pevnost. V tom tkvělo nebezpečí pro stabilitu nadloží. A právě tyto poruchy vedly v minulosti k několika zaznamenaným mimořádným událostem (V. Havelka, 2003).

(Ludvík Böhm, 1892) uvádí zprávu o takové příhodě, která se stala dne 24. února 1875 v Husově ulici před domem č. 40 (dnes 43). Zde se propadl zadní částí kůň z dvouspřeží povozu podolského pivovaru a pád nepřežil.

V dalším století roku 1947 si přišli stěžovat obyvatelé domu „U sv. Ludmily“ č. 84 (dnes prostor dvorku restaurace u Beníšků, čp. 125) v Palackého ulici na tehdejší městský národní výbor, že se v konstrukci domu ozývá praskání a hrozí zřícení stavby do hlubokých sklepů. Stavební úřad města dal okamžitě pokyn k vystěhování ohrožených a dům byl zbořen a sklepení zasypano. Obyvatelům bylo poskytnuto náhradní bydlení a na místě zbořeníště po dlouhou dobu zůstalo prázdné místo. Další případ, kdy se začalo mstít neošetřované podzemí, spadá do roku 1965. Týkalo se to bývalého hostince Hamburk. Zde se objevily vážné statické problémy, jejichž příčinou byly rovněž podzemní prostory. Zde opět došlo k demolici na základě vydání havarijního výměru. Roku 1996, kdy došlo k propadu prostoru po bývalém hostinci, se obnovil zájem o stabilizaci podzemí. Obavy před propadem sousední vozovky, která byla důležitou komunikací, vedly v roce 2001 k rozhodnutí o etapovém zajištění podzemí v této části města. Přesto podzemí pohrozilo ještě jednou v roce 2008, kdy došlo k propadu před samotnou radnicí. Město zvolilo, jako způsob zabezpečení, zalití chodby popílkovo-cementovou směsí (F. Purš, 2007).

1.4.4 Obnova mělnického podzemí

Město Mělník se může pochlubit rozsáhlými podzemními prostory pod jeho historickým jádrem, avšak už řadu let se potýká s problémy s ním související. Stáří jednotlivých podzemních chodeb a prostor je různé, protože vznikaly v průběhu několika století, aniž by byly evidovány či zaznamenávána jejich poloha. V 70. letech minulého století se začaly objevovat první známky pokusů o komplexní řešení problému s propady komunikací do známých či neznámých nezajištěných podzemních prostor (F. Purš, 2007).

V roce 2000 město Mělník, ve spolupráci s geodetickou a důlně měřickou firmou GEODET s.r.o., zahájilo systematický průzkum podzemních chodeb, zadržek a závalů. Byla provedena evidence všech známých a dostupných podzemních prostor a jejich následné zaměření jejich prostorové polohy. Výsledkem tohoto průzkumu byl inženýrsko-geologický popis jejich stavu a zobrazení ve 3D rozměru. V roce 2002 bylo město nuceno tyto práce přerušit, z důvodu nedostatku finančních prostředků, které byli přednostně využity na řešení následků po povodních. V roce 2007 byl učiněn první krok pro využití historických podzemních prostor v oblasti turistického ruchu, který odstartovalo zahájení prací na zpřístupnění historické studny v prostoru náměstí Míru pro veřejné prohlídky (J. Fafejta, 2014).

Město Mělník založilo komisi pro regeneraci jeho podzemí, této komisi musejí být pravidelně předkládány informace o průběhu prací, o současném stavu, a o dalším navrhovaném postupu. Na základě rozboru těchto údajů budou stanoveny reálné cíle, časový postup, náklady a celá práce bude rozdělena do jednotlivých etap. V první etapě jsou obsaženy jednotlivé kroky prací. Jedním z kroků je inventarizace dokumentů o existenci podzemních prostor, jejich vyhodnocení a předání k dalšímu zpracování. Dále jsou zde obsaženy měřické práce, které obsahují aktualizaci měřických podkladů z roku 2001 a revizi bodového pole a jeho doplnění. V poslední řadě se provádí průzkum, který obsahuje geologické práce a statické zajištění. Ve druhé etapě prací se provádí sanace nebezpečných prostor, zaměření nově objevených, zpřístupněných a sanovaných prostor a měřické práce pro zjištění parametrů ke statickým výpočtům (J. Fafejta, 2014).

Podzemní chodby byli dle tvrzení R. Schwarze a kol. (2001) obvykle obyvateli domů svévolně zasypávány odpadky nebo přepažovány zdi. Zasypáváním sklepů, v nichž materiál nelze dusat, se však propadáváním sklepů nezamezí. Proto bylo třeba všechny podzemní sklepy vyčistit.

V současné chvíli již několik let probíhá vyklízení a čištění podzemních prostor pod domem č.p. 10, kde byl objeven vstup do dalšího podzemního patra a vede z něho cesta pod náměstí. Dále probíhají vyklízecí práce pod domem č.p. 33 v Husově ulici, kde bylo pravděpodobně druhé podlaží zasypáno někdy v letech 1904-39. Neví se zda-li se zde nevyskytují ještě jiné chodby či další podlaží. Do prohlídkové podzemní trasy města ke studni by se měla ještě připojit chodba vedoucí od Hamburku k domu č.p. 51. Všechny prováděné a plánované práce jsou od počátku činnosti konzultovány s RNDr. Havelkou a Ing. Fafejtou, odborníky kteří prováděli průzkum a zaměření mělnického podzemí v roce 2000. Cílem celého programu je co nejúplnější zdokumentování podzemních prostor, napojení inženýrských sítí na nadzemní stavby, statické zabezpečení, zpřístupnění podzemních prostor a jejich napojení na stávající prohlídkovou trasu (J. Fafejta, 2001).

Dnes jsou mělnická sklepení velmi cennou historickou památkou a zaslouží si pokračování v průzkumu, který určitě odhalí další tajemství skrytá za různými zadržkami a sesuvy. Je však nutno vzít v úvahu skutečnost, že sklepení byla budována v době z dnešního hlediska minimálního provozu na komunikacích v ulicích města. Takto mělnická sklepení přetrvávají již staletí, proto při respektování daných předpokladů přečkají jistě i staletí další (F. Purš, 2007).

2. Význam a náhled měřických prací

Město Mělník se už řadu let snaží o obnovu jeho podzemí. Snaží se především o čištění, vyklizení, zpřístupnění a zmapování těchto prostor. Řada z nich stále není zpřístupněna či vůbec nalezena, avšak některé sklepy se již podařilo zachovat či vyklidit, které je potřeba zaměřit a zdokumentovat. Účelem mé bakalářské práce ve spojení se zájmem městského úřadu a firmy GEODET, spol. s.r.o., je tedy v první řadě revize stávajícího bodového pole. Pomocí geometrické nivelace jsem provedl ověření stávajících nivelačních bodů a jejich připojení na nově vybudovaný nivelační pořad. Dále byla provedena revize stávajících polohových bodů a vytvoření nového povrchového bodového pole. Nové povrchové bodové pole bylo měřeno 3 způsoby, nejprve byly nové podrobné body zaměřeny GNSS aparaturou, poté polygonovým pořadem a nakonec ještě přesnou geometrickou nivelací. Povrchové polohové a výškové bodové pole bylo použito především k připojení podzemního bodového pole, které bylo vybudováno polární metodou. K zaměření byly zvoleny dva menší sklepy. Sklep měšťanského domu se současným názvem Želví doupě nacházející se v ulici Ostruhová č.p. 58 a druhý sklep se nachází pod dnešním fotoateliérem v ulici Legionářů č.p. 85.

3. Použité měřické přístroje a pomůcky

Pro zaměření nově stabilizovaných povrchových bodů podrobného polohového bodového pole v Mělníku byly použity celkem 3 přístroje s jejich příslušenstvím. V první řadě byla použita GNSS aparatura Trimble R4, model 2 č. 5238496940 z majetku Zemědělské fakulty na Jihočeské univerzitě (ZF JU), a dále z majetku FSv ČVUT totální stanice Topcon GPT 7501 č. ZW1318, digitální nivelační přístroj Sokkia SDL2 č. 8590. Dále byla použita trojnožka s centrovačem Wild GDF 22 a 2 trojnožky s optickou centrací Topcon 5 a 6 č. 19269. Součástí souprav byly i stativy k upevnění a stabilizaci měřických přístrojů, hliníková teleskopická nivelační lať, podložky k umístění nivelačních latí, odrazné hranoly a metr. Všechny tyto přístroje a pomůcky byly před měřením zkontrolovány, zda jsou v pořádku a připraveny k měření.

3.1 Ověření aparatury GNSS

Před zaměřením povrchových bodů pomocí globálního družicového polohového systému GNSS, který byl zaměřen GNSS aparaturou Trimble R4 model 2 o výrobním čísle 5238496940, zakoupenou Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích, bylo třeba tento přístroj nejprve ověřit a kalibrovat. GNSS aparatura byla ověřena Lenkou Kloučkovou na základě její bakalářské práce ve Výzkumném ústavu geodetickém, topografickém a kartografickém, veřejné výzkumné instituce (v.v.i.) na geodetické observatoři Skalka, patřící k pracovišti geodetické observatoře Pecný. Zde byly zaměřeny všechny body testovací základny, výsledné souřadnice předány správci a provedena porovnání a vystavení kalibračního listu, potvrzujícího vysokou kvalitu a přesnost přístroje. Kalibrační list č. 20/2013 je uveden v příloze č. 4.

3.2 Kalibrace trojnožek s optickým centrovačem

Odnímatelná trojnožka s optickým centrovačem slouží pro upevnění totální stanice, teodolitu či GNSS aparatury na stativ. Centrovač trojnožky je dalekohled s pravoúhle zalomenou optickou osou. Centrovače bývají zabudované v trojnožce nebo jsou odnímatelné. Vestavěná optická centrace umožňuje zcentrování s přesností 0,5 mm na 1,5 m. Součástí trojnožky je i rektifikovatelná krabicová libela.

Trojnožky s optickým centrovačem byly zkontrolovány v rámci práce Lenkou Kloučkovou na katedře speciální geodézie FSv ČVUT v Praze. Při kalibraci bylo zjištěno, že dva centrovače byli v pořádku, ale libelu u třetího centrovače Topcon bylo nutno zrektilifikovat. Přesnost centrace byla 0,9 mm, která byla vyhovující pro daný typ stabilizace.

3.3 Kontrola a příprava soupravy totální stanice

Katedra speciální geodézie pravidelně používá a ověřuje pro měření při výuce všechny přístroje a pomůcky, které jsme měli k dispozici. Z toho důvodu byl kontrolován pouze mechanický stav přístrojů a pomůcek. Kalibrace trojnožek s centrovači byla již provedena. U totální stanice Topcon GPT 7501 č. ZW1318 byly zkontrolovány všechny ustanovky a u stativů bylo kontrolováno, zda-li se nekývají nohy stativů a zda se dají šrouby správně utahovat.

3.4 Kontrola a příprava soupravy nivelačního přístroje

U nivelačního přístroje Sokkia SDL2 výrobního č. 8590 s teleskopickými latěmi Trimble TD21 byla provedena kontrola před měřením nivelačních pořadů ve dnech 12. 4. 2013 a 15. 7. 2013 v Mělníku. Byla provedena klasická zkouška nivelačního přístroje dle skript z Přednášek z Geodézie A. (Byly zvoleny dva body stabilizované nivelační podložkou A a B ve vzdálenosti 40 m, do středu mezi body byl postaven stativ s nivelačním přístrojem, přístroj byl zhorizontován a následně se provedlo, na latích postavených na bodech A a B, čtení vzad a čtení vpřed. Rozdíl mezi čtením vzad a čtením vpřed udával správné převýšení mezi dvěma body. Poté byl nivelační přístroj přemístěn 2 m za bod B a odečetla se znovu čtení na body A a B a následně se spočetlo převýšení.) Rektifikace ani změna dat v interní paměti nivelačního přístroje nebyla nutná.

4. ověření stávajících bodů

Pro doplnění polohového a výškového bodového pole bylo nejprve potřeba ověřit polohu a výšku stávajících bodů České státní nivelační sítě (ČSNS). Z databáze na serveru Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK) byly zjištěny polohové a výškové body, které bylo třeba ověřit.

4.1 Ověření stávajících polohových bodů GNSS metodou

V databázi ČÚZK bylo nalezeno 6 polohových bodů, a z předchozích měření byly zjištěny další 4 podrobné body, které bylo potřeba ověřit pro připojení nové polohové sítě. Ověřování proběhlo u bodů, které se nacházely v zájmovém území stabilizace nového polohového bodového pole. Podrobné polohové body z předchozího měření byly nalezeny na náměstí Míru a v ulicích Legionářů, Erbenovi a Ostruhové. S pomocí uživatelské příručky Trimble survey controller byly stabilizovány polohové body u rohů domů sousedících s náměstím a příslušných ulic a v ulicích směřujících do náměstí. Bod č. 2632 se nacházel na rohu domu v ulici Legionářů, bod č. 2717 byl určen na rohu domu mezi ulicemi Ostruhová a Erbenova, bod č. 2639 byl umístěn na rohu domu sousedícím s náměstím Míru a Husovo ulicí, bod č. 2661 se vyskytoval na rohu budovy spojující náměstí Míru, ulici 5. května a ulici Palackého a nakonec body č. 2662 a 2214 se nacházely na náměstí Míru. Ověření bodů se provedlo dne

29.3.2013 za pomoci Bc. Markéty Nové a Bc. Dany Duškové. Ověřované body byly hledány v terénu pomocí místopisů. Z důvodu předláždění celého náměstí Míru a opravení komunikace v ulici Legionářů a Palackého, byly stávající podrobné body a polohový bod č. 2214 zničeny. Polohové body č. 2632, 2639, 2661, 2717 nebyly, z důvodu nestability a nejednoznačnosti hran domů při měření nově stabilizovaných bodů, použity jako orientace. Jediný bod, který byl použit jako orientace při měření polygonového pořadu, byl bod č. 2662, stabilizovaný mosazným roubíkem s vývrtem, nacházející se na rohu kašny na náměstí Míru. Tento bod byl ověřen a kontrolně zaměřen pomocí GNSS aparatury (viz tab. 4.2).

Tab. 4.2: Ověření použitelného bodu

Ověřovaný bod č. 2662		
[m]	Y	X
PŮVODNĚ	735023,67	1014358,83
MĚŘENO	735023,68	1014358,84
ROZDÍL	0,01	0,01

Rozdíly v tab. 4.2 jsou zanedbatelné, bod č. 2662 je identický.

4.2 Ověření stávajících výškových bodů geometrickou nivelací

Pro vytvoření nového nivelačního pořadu, vedeného po bodech nového podrobného bodového pole, bylo potřeba určit nejbližší stávající nivelační bod, na který bude nová výšková síť připojena. Práce byly nezávisle provedeny na různé body ČSNS v mé práci a v práci L.K. V obou případech byl ověřovaným bodem bod č. 30. Tento bod byl stabilizován velice zachovalou litinovou čepovou značkou, umístěnou 1.1 m nad zemí na zachovalé cihlové stavbě č.p. 12 nacházející se na jižní straně náměstí Míru v ulici 5. května. Výška bodu ČSNS č. 30 byla stanovena z roku 1987 (viz příloha č. 1). Výsledky obou nezávislých ověření jsou porovnány v kap. 4.2.2.

V databázi ČUZK jsem vybral 4 nejbližše položené stávající výškové body (viz tab. 4.3) k nově navrhovanému bodovému poli. Pro ověření totožnosti a neměnnosti bodu č. 30 bylo potřeba jeho výšku ověřit pomocí nivelačního pořadu na další 3 body nacházejících se v okolí náměstí Míru. Bod ČSNS č. 28 je stabilizován železnou značkou 0.4 m nad zemí na severní části věže kostela sv. Petra a Pavla v ulici Svatováclavské, výška bodu byla stanovena z roku 1944. Další bod ČSNS č. 29 je umístěn na domu obecního úřadu č.p. 1, nacházející se na okraji severní části náměstí Míru. Tento bod byl stabilizován železnou značkou na soklu 0,9 m nad zemí a jeho výška byla stanovena roku 1944. Poslední vztahný bod pro ověření správnosti připojovacího bodu ČSNS č. 30, byl bod ČSNS č. 61 nacházející se na jihozápadní straně pošty č.p. 100, stabilizovaný železnou značkou 0,4 m nad zemí, stanovený v roce 1987. Údaje o bodech ČSNS jsou uvedeny v příloze č. 1.

Tab. 4.3: Nadmořská výška stávajících bodů podle ČSNS

Nivelační body ČSNS	
Č.B.	Nadmořská výška Bpv
28	222,319 m
29	219,871 m
30	218,607 m
61	212,509 m

4.2.1 Kontrolní měření připojovacího nivelačního bodu

Podle vyhlášky č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon o zeměměřictví, platí pro ověření výšky bodu ČSNS, že totožnost a neměnnost připojovacích nivelačních bodů se ověřuje kontrolním měřením. Jako kontrolní měření jsem použil geometrickou nivelaci ze středu. Převýšení mezi body se následně vypočítá pomocí vzorce:

$$\Delta H = \Sigma z - \Sigma p. n \quad (4.1)$$

kde

ΔH výsledné převýšení (m)

Σz součet čtení na lať vzad (m)

Σp součet čtení na lať vpřed (m)

Použití této metody jsem zvolil z toho důvodu, že vylučuje chybu ze sklonu záměrné přímky a při vhodné konfiguraci potlačuje chybu z refrakce.

Měření proběhlo dne 15.7.2013 od 9:00 do 14:00 spolu s Eliškou Rajtmajerovou a Radkou Pokornou, za polojasna, mírného větru a teploty vzduchu okolo 23 stupňů Celsia. Pro měření byl použit digitální nivelační přístroj Sokkia SDL2 č. 8590, teleskopická hliníková nivelační lať Trimble TD24 s čárovým kódem a nivelační podložka. Všechny jednotlivé nivelační pořady mezi ověřovacími body byly měřeny dvakrát (obousměrně). Délky jednotlivých záměr se pohybovaly v průměru okolo 30 m, v žádné z přestav nepřesahovaly 50 m. Výšky záměr nad terénem neklesly pod 50 cm. Měření probíhalo za všedního provozu, avšak nevyskytly se žádné komplikace s blokováním trasy nivelačních pořadů. Trasa nivelačních pořadů byla přizpůsobena tvaru ulic, přesto žádná z přestav nedosahovala pravého či podobně ostrého úhlu. Sklon trasy nivelačního pořadu mezi jednotlivými body ČSNS byl poměrně pozvolný.

4.2.2 Výsledky kontrolního měření

Při celém průběhu měření byly hodnoty z čtení zapisovány do zápisníku pro nivelaci. Výsledky z měření byly počítány ručně pomocí zápisníku a kalkulačky. (Automatické ukládání do paměti bylo v tomto případě pro malou měřickou zkušenost použito jen pro případné kontroly.) Oprava nevodorovnosti záměrné přímkou přístroje Sokkia SDL2 v hodnotě -0,5 mm/10 m nebyla uložena do paměti, protože je v daném případě při dodržování rovnosti délek záměr nevýznamná a protože nivelační přístroj byl používán ve více měřeních a změna by ovlivnila měření jiných měřičů.

Tab. 4.4 Výsledky odchylek z měření

Č.B.	Odchylka Měření (mm)	Délka Pořadu (m)	Mezní Odchylka (mm)	Vyhovení Mezních odchylek
29-30	2,2/2	104	1,6/2	Ne/ANO
28-30	2,5/2	201	2,2/2	Ne/ANO
61-30	1,3/1	225	2,4/2	Ano/ANO

Z naměřených hodnot byly vypočteny odchylky z měření nivelace tam a zpět a kritérium mezní odchylky platné pro měření přesné nivelace, podle vyhlášky č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon o zeměměřičství:

$$\Delta_{\max} = 5 * \sqrt{R} \quad (4.2)$$

kde

Δ_{\max} kritérium mezní odchylky (mm)

R délka pořadu (km)

V tab. 4.4 je ve sloupci odchylek za lomítkem uváděna hodnota, zaokrouhlená na celé mm. Potom má měření vyhovují kritériím. Kriterium mezní odchylky, platné pro přesnou nivelaci, je totiž aplikováno při měření s přístrojovým vybavením, které vyžaduje pevnou invarovou lať. Při našem kontrolním měření jsme používali teleskopickou hliníkovou lať. Další z důvodů neúplného splnění kritéria pro mezní odchylku byly velice krátké pořady nivelace a nízký počet přestav a měřická nezkušenost kolegyně obsluhující nivelační lať. Důsledkem bylo také odvození vlastního kritéria mezního rozdílu dvojice, za předpokladu že směrodatná odchylka čtení byla 0,5 mm.

$$\Delta_{\max} = u \cdot 0,5 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{n} \quad (4.3)$$

kde

u tzv. součinitel konfidence, zde zvoleno $u = 2$,

n počet sestav.

I v tomto případě lze měření považovat za správné. Hodnota směrodatné odchylky a použití kritérií byla konzultována dne 25. 11. 2013 s Ing. Františkem Benešem Csc. ze Zeměměřického úřadu v Praze, odboru nivelace.

S ohledem na skutečnost, že se v současné době používají pro nivelační měření soupravy vysoce přesných digitálních nivelačních přístrojů s automatickou horizontací a přesnými kalibrovanými invarovými kódovými latěmi, které vykazují při pořadové nivelaci vysokou přesnost určení převýšení, určeného z obousměrné nivelace, je vhodné posuzovat stabilitu značek umístěných na objektech až z vypočtených výšek. K takovému postupu přistoupil i ZÚ, který provádí práce v ČSNS, protože až přesnost výšek v uzavřených polygonech vypovídá o kvalitě jejich určení. Dle sdělení F. Beneše vedoucímu bakalářské práce ze dne 4.1.2012, specifické chování těchto nivelačních přístrojů působí při jednosměrné nivelaci systematický vliv, který dosahuje hodnoty cca 0,02 mm na sestavu a znehodnocuje tak posouzení přesnosti pomocí klasicky používaného rozdílu mezi nivelací tam a zpět.

Tab. 4.5: Ověření připojovacího bodu ČSNS č. 30

ČB	Průměrné měřené převýšení na ověřovaný bod ČSNS č. 30 (m)	Převýšení podle ČSNS (m)	Odchylka kontrolního Převýšení (mm)	Mezní kritérium Kontrolního převýšení (mm)	Ověření Bodu ČSNS č. 30
28	-3,7174	-3,712	+5,4	4,4	NE
29	-1,2670	-1,264	+3,0	3,6	ANO
61	+6,0956	+6,098	+2,4	4,4	ANO

Pro kontrolu správného měření převýšení mezi body ČSNS č. 28, 29, 61 a ověřovaným bodem ČSNS č. 30 bylo použito mezní kritérium kontrolního převýšení pro námi příslušnou nivelační síť IV. řádu:

$$\Delta_{\max} = 2,0 + 5,00 * \sqrt{R} \quad (4.4)$$

kde

Δ_{\max} mezní kritérium kontrolního převýšení (mm)

R délka pořadu (km)

Výška bodu ČSNS č. 30 byla ověřena z bodů ČSNS č. 29 a 61 s dodržáním mezních odchylek kontrolního převýšení. Kontrolní převýšení k bodu ČSNS č. 28 překročilo mezní odchylku. Rozdíl měření nivelace tam a zpět v žádném ze tří kontrolních pořadů mezní odchylku vlivně nepřekročil. Lze vyslovit podezření na netotožnost bodu ČSNS č. 28. Ověřená nadmořská výška bodu ČSNS č. 30 = 218,607 m. Na ověřený bod ČSNS č. 30 lze připojit následný bod A1 z nově vybudovaného bodového pole.

Tab. 4.6 Připojení bodu A1

Č.B.	Výška bodu (m)	Délka pořadu (km)	Odchylka měření (mm)	Mezní odchylka (mm)	Naměřené Převýšení (m)
30	218,607	0,023	0,4	0,8	-0,7596
A1	217,847				

Nově stabilizovaný bod A1 má výšku 217,8474 m Baltu po vyrovnání (Bpv).

Porovnání se starším nezávislým měřením je v (tab. 4.7).

Tab. 4.7 Porovnání výšek bodu A1

Č.B.	Měření 2012	Měření 2013	Rozdíl [mm]
30	218,607	218,607	0,0
A1	217,8456	217,8474	-1,8

Systematický rozdíl o hodnotě 1,8 mm mezi oběma nezávislými měřeními nepřesahuje měřické chyby. Hodnotu z roku 2012 lze považovat za ověřenou.

5. Nový návrh PBP

Nejvhodnější polohou nově navrženého bodového pole bylo náměstí Míru. Z ověřených stávajících polohových bodů bylo možné použít pro připojení nové bodové sítě pouze bod č. 2662, který se nacházel na rohu kašny na náměstí Míru. Z výškových bodů ČSNS byl za připojovací určen ověřený bod č. 30, který je stabilizován na jižní straně náměstí Míru. Pro GNSS měření, bylo jedinou možností také náměstí Míru, jako nejvhodnější místo pro zaměření bodů GNSS aparaturou. Bylo to jediné místo se širokým prostranstvím bez blízko vyskytujících se zástaveb.



Obr. 5.1 Mapa nově stabilizovaných bodů PBP

Stabilizace 7 nových bodů proběhla dne 29.3.2013. Body byly stabilizovány měřickými hřeby na okrajích vozovky, kde bylo nejbezpečnější místo, z hlediska zachování polohy a výšky bodů pro další navazující měření. Body byly pojmenovány A1 - A7 (viz obr. 8.1). Bod A1 byl navržen a stabilizován na jihovýchodní straně náměstí Míru, ze které je ~~hezky~~ vidět do Palackého a Svatováclavské ulice. Další bod A2 byl stabilizován na severní straně náměstí

před městskou radnicí. Následující bod A3 byl umístěn na okraj vozovky před Želvím doupětem s výhledem do Erbenovy a Ostruhové ulice. Následné body A4, A5 a A6 byly stabilizovány na okraje vozovky před obrubníkem v ulici Legionářů. Poslední bod č. A7 byl navržen na západním rohu náměstí Míru, ze kterého je vidět do ulic Husova a Legionářů. Navržená poloha celého bodového pole byla konzultována vedoucím práce s Ing. Janem Fafejtou ze společnosti GEODET, spol. s.r.o. Všechny podrobné body jsou vhodné pro budoucí případné zaměření dalších podzemních prostor. Místopisy jsou uvedeny v práci Lenky Kloučkové.

6. Měření povrchové sítě

Po ověření stávajících bodů se začalo se zaměřováním nově navržené povrchové sítě. Nejprve byla síť zaměřena GNSS metodou, poté prostorovou (3D) polární metodou, kde byly zjištěny 3D souřadnice bodů a nakonec byly výšky bodů ověřeny pomocí geometrické nivelace.

6.1 Měření GNSS metodou

Jako první způsob zaměření nově vybudovaných podrobných bodů jsme použili kompletní GNSS sestavu Trimble R4 Model 2 o výrobním čísle 5238496940. Součástí aparatury byl i příslušný mobilní telefon, který sloužil jako Globální polohovací systém (GPS) přijímač korekcí z České sítě permanentních stanic pro určování polohy (CZEPOS) a anténa s připevňovacím adaptérem. Nejprve byly do přístroje zadány souřadnice stávajících bodů, prostorový rozptyl přesnosti byl nastaven na hodnotu 6, na bodě byl zcentrován stativ s trojnožkou a mohlo se začít měřit.

Měření probíhalo ve dvou etapách. První GNSS měření se uskutečnila dne 29.3.2013, Bc. Dana Dušková a Bc. Markéta Nová. Na každém bodě probíhalo měření RTK minimálně 5 minut. Na bodech A1, A2 a A7, které se nacházely na náměstí Míru, a na bodě A5, který ležel u začátku ulice Legionářů, proběhlo měření v pořádku, hodnoty prostorového rozptylu se pohybovaly pod hodnotou 3. Avšak na bodech A4 a A3 nebylo měření inicializováno, protože se vyskytovaly v úzké uličce Ostruhové a velice blízko vysokým zástavbám. Na bodě A6 nacházejícím se v ulici Legionářů byla mezní hodnota prostorového rozptylu překročena.

Druhé GNSS měření, na kterém jsem se podílel spolu s Lenkou Kloučkovou, Bc. Danou Duškovou a Bc. Markétou Novou, se konalo 12.4.2013. Měření probíhalo obdobně jako v první etapě, avšak změřeny byly pouze body A1, A2, A5 a A7.

Z těchto měření byly v mé práci použity pouze souřadnice Y, X bodů, použitých pro alternativní výpočet rovinných souřadnic bodů A1 až A7.

6.2 Měření 3D polární metodou

V druhé části měření nově navrženého podrobného bodového pole byla použita 3D polární metoda, kterou byl měřen prostorový polygonový pořad. Pro měření byla použita souprava totální stanice Topcon GPT 7501 o výrobním čísle ZW1318. K měření byly dále použity 2 odrazné hranoly Topcon, 3 stativy a metr.

Měření uzavřeného polygonového pořadu proběhlo 12.4.2013 za polojasného počasí s teplotou vzduchu okolo 13 °C. Měření bylo provedeno spolu s Lenkou Kloučkovou, Bc. Danou Duškovou a Bc. Markétou Novou. Ve své práci jsem z těchto měření použil pouze data, potřebná pro výpočet rovinných souřadnic jednotlivých bodů v Souřadnicovém systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK).



Obr. 6.1 Měření polygonového pořadu

Měření probíhalo podle požadavků Vyhlášky Českého báňského úřadu (ČBÚ) pro přesná měření (P). Měřili jsme vodorovné směry ve dvou skupinách vždy s uzávěrem, protisměrně šikmé délky, zenitové úhly ve dvou polohách a na každém bodě byla vždy změřena šikmá výška stroje či odrazného hranolu pomocí svinovacího metru. Všechna data byla ukládána do paměti přístroje. Tím vznikl uzavřený prostorový polygonový pořad mezi body A1, A2, A3, A4, A7 a B1. Bod č. B1 byl nově zvolený pomocný bod, který jsme byli nuceni vytvořit z důvodu přerušené viditelnosti mezi přístrojem a odrazným hranolem z bodu A7 a A1, protože v cestě polygonového pořadu se objevily zaparkovaná auta. Body A5 a A6 byly zaměřeny dvakrát pomocí rajónu. Kontrolní orientace byla měřena z bodu A2 na stávající bod č. 2662, stabilizovaný na severní části kašny na náměstí Míru.

Z těchto měření jsem pro svou bakalářskou práci pro nezávislé ověření použil pouze data umožňující výpočet rovinných souřadnic Y, X. Výšky Z jsem nezávisle ověřoval geometrickou nivelací s některými doměřenými částmi.

6.3 Měření geometrickou nivelací

Jako poslední byly měřeny výšky jednotlivých bodů v bodovém poli, pomocí nivelačního pořadu měřeného geometrickou nivelací. Byla použita upravená metoda přesné geometrické nivelace ze středu. K měření byla použita souprava digitálního nivelačního přístroje Sokkia SDL2 s výrobním číslem 8590 se stativem, součástí byla teleskopická hliníková nivelační lať Trimble TD24 bez opěrky, o délce 4 m a nivelační podložka. Postup se řídil ustanoveními vyhlášky (ČBÚ č. 435).

Měření nivelačního pořadu proběhlo ve dne 12.4.2013 spolu s Bc. Markétou Novou, Bc. Markétou Novou a Lenkou Kloučkovou za polojasného počasí, při mírném větru a teplotou vzduchu okolo 13 stupňů Celsia. Přestože nivelace proběhla ve všední den a za plného provozu, během měření se nevyskytly žádné vážnější problémy. Nivelační pořad byl měřen dvakrát (obousměrně). Během měření nivelačního pořadu nebyly porušeny žádné měřické podmínky, průměrná délka záměr se pohybovala okolo 20 m, výšky záměr nad terénem při mírném svahu neklesly pod 50 cm, pouze mezi body A3 a A4 v Ostruhové ulici se výška záměry nad terénem pohybovala okolo 30 cm. Trasa nivelačního pořadu musela být přizpůsobena tvaru ulic, z toho důvodu nebyla trasa niv. pořadu zcela přímá. Svažitost terénu

na trase nivelačního pořadu byla střídavá, např. na náměstí Míru byla v celku rovinatá, avšak v přilehlých ulicích byla trasa poměrně sklonitá.

V červenci 2013 jsem spolu s novým ověřením bodu ČSNS č. 30 a novým určením výšky bodu A1 (viz kapitola 4.2.2), nově změřil převýšení bodů A2 a A7 stejným postupem jako dříve. Tím se ovšem mění postup výpočtu a výškového vyrovnání sítě.

7. Měření podzemní sítě

Podzemní síť pro zaměření sklepů pod domem č.p. 58 v Ostruhové ulici s dnešním názvem Želví doupe byla tvořena dvakrát nezávisle měřeným volným prostorovým polygonovým pořadem, připojeným na bod A3 s možnou orientací na body A2 a A4. Postup měření a mezní odchylky opět odpovídaly ustanovením Vyhlášky č. 435 ČBÚ pro technickou přesnost. Tento pořad byl využit k detailnímu zaměření v diplomové práci 3D metodami polárního měření, pozemního laserového skenování a blízké digitální semifotogrametrie. Jako ukázkou připojuji v příloze č. 6 drátový pohled na podzemní prostory, v němž je zřejmá stavební dispozice. Konfigurace bodů se jí samozřejmě musela přizpůsobit.



Obr. 7.1 Měření podzemních prostor polygonovým pořadem



Obr. 7.2 Obsluha laserového skeneru



Obr. 7.3 Podzemní laserové skenování

8. Výpočty a výsledky měření

8.1 Výsledky GNSS měření

Při měření GNSS metodou byly na bodě A6 překročeny mezní hodnoty prostorového rozptylu a na bodech A3 a A4 nebyly hodnoty z důvodu úzké zástavby vůbec změřeny. V druhé etapě měření GNSS nebyly body A3, A4 a A6 měřeny. Z těchto důvodů bylo možné vytvořit výsledky pouze na bodech A1, A2, A5 a A7. V tab. 8.1 jsem uvedl výsledky z průměru 1. a 2. etapy měření.

Tab. 8.1 Výsledky z GNSS měření

m	Průměrné hodnoty ze 2 měření			Směrodatné odchylky			Polohové odchylky	Prostorové odchylky
	Č.B	Y	X	Z	σ_y	σ_x		
A1	735006,748	1014421,410	217,845	0,011	0,013	0,014	0,017	0,022
A2	735015,679	1014346,539	218,792	0,003	0,003	0,003	0,004	0,005
A5	735137,649	1014300,510	212,584	0,003	0,004	0,012	0,005	0,013
A7	735066,919	1014368,963	216,635	0,002	0,012	0,012	0,012	0,017
Průměrné odchylky				0,005	0,008	0,010	0,010	0,014

Pro ověření správnosti měření byly vypočteny souřadnicové, polohové a prostorové směrodatné odchylky, které lze vypočítat z těchto výrazů:

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{[\Delta i \Delta i]}{n} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}}, \quad (8.1)$$

$$\sigma_p = \sqrt{(\sigma_x^2 + \sigma_y^2)}, \quad (8.2)$$

$$\sigma_{pr} = \sqrt{(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2)}, \quad (8.3)$$

kde

Δi souřadnicový rozdíl

n počet bodů

σ_p polohová směrodatná odchylka

σ_{pr} prostorová směrodatná odchylka

σ_i souřadnicová směrodatná odchylka.

Bližší diskuze dosažených výsledků je uvedena v obhájené práci Kloučková (2012).

8.2 Výpočet a výsledky polygonového pořadu

Naměřená data z měření polygonového pořadu byla stažena z totální stanice Topcon GPT 7501 na flash disk. Měřené hodnoty jsem poté přepsal do papírového zápisníku vodorovných směrů, zenitových úhlů a délek. V zápisníku jsem následně z vodorovných směrů vypočítal úhly mezi jednotlivými body. Všechny délky a zenitové úhly byly zprůměrovány. Délky byly redukovány rovnou při měření totální stanicí po zadání teploty a tlaku vzduchu. Dále byla přímo v terénu provedena oprava z nadmořské výšky, kterou jsme použili pro redukci měřených délek:

$$\Delta S = \frac{h \cdot S}{r}, \quad (8.4)$$

kde

S délka strany

h průměrná nadmořská výška místa měření

r poloměr Země

Oprava z Křovákova zobrazení byla tedy po výpočtu -7 mm/100 m. Společný vliv vycházel -10 mm/100 m.

Ještě v terénu byl také proveden obecný součet vnitřních úhlů n-úhelníku dle:

$$\Sigma = (n-2) \cdot 200 \text{ gon}, \quad \Sigma = 800,0000^{\text{g}}, \quad (8.5)$$

kde

n počet bodů v polygonovém pořadu, n = 6

Dále jsem provedl kontrolu uzávěru polygonového pořadu (viz tab. 8.2), který byl následně porovnán s mezní odchylkou zjištěnou dle jednotlivých výrazů:

$$\sigma_{\varphi} = \sqrt{S}, \quad (8.6)$$

kde

S průměrná délka záměry = 55,57 m

σ_{φ} výběrová střední chyba průměru směru ze 2 skupin = 0,745 mgon

$$\sigma_{\omega} = \sigma_{\varphi} \cdot \sqrt{2}, \quad (8.7)$$

kde

σ_{ω} = výběrová směrodatná odchylka vrcholového úhlu, $\sigma_{\omega} = 1,05$ mgon

Tento vztah platí bez vlivu centrace. S uvážením vlivu centrace $\sigma_c = 1$ mm a krátkých záměr byla výběrová střední chyba σ_{φ} stanovena na 1,0 mgon, tím se tedy směrodatná odchylka pozměnila na 1,4 mgon.

Následně byl vypočten výsledný mezní úhlový uzávěr dle výrazů:

$$\sigma_u = \sigma_{\omega} \cdot \sqrt{6}, \quad (8.8)$$

$$\delta_u = \sigma_u \cdot \mu, \quad (8.9)$$

kde

σ_u mezní chyba = 3,43 mgon

μ koeficient spolehlivosti = 2

δ_u mezní odchylka úhlového uzávěru = 6,86 mgon

Při studiu měřických podkladů a dosavadních zpracování jsem došel k závěru, že 1. skupina měření vodorovných směrů na stanovisku A1, na němž měření začínalo, má nižší jakost. Proto jsem tuto skupinu vypustil. Pokud ve výpočtech uvážíme pouze měření z 2. skupiny na bodě A1, klesne hodnota úhlového uzávěru uzavřeného polygonového pořadu z hodnoty +4,1 mgon na hodnotu +1,2 mgon (viz tab. 8.2). Potom zůstávají platnosti závěrů pro výpočet

výběrových středních chyb směrů a úhlů. Mezi skupinami nebyl prokázán vliv systematických chyb, výběrová střední chyba $\sigma_{\varphi} = 0,7$ mgon, s uvážením vnějších vlivů se hodnota rovnala výběrové střední chyby $\sigma_{\varphi} = 1,0$ mgon.

Tab. 8.2 Součet vnitřních úhlů polygonového pořadu

Úhlový uzávěr	
ČB	ω [g]
A1	21.5080
A2	172.7552
A3	83.0559
A4	105.0784
A7	162.6711
B1	254.9326
Σ	800.0012
U	+0,0012
$U_{\text{mezní}}$	0,0067

Po sečtení vnitřních úhlů a porovnání s mezní úhlovou odchylkou jsem zjistil, že úhlový uzávěr nepřekročil mezní hodnoty, z čehož jsem usoudil, že měření bylo správně.

Pro zhuštění bodových polí nelze používat uzavřené pořady, z toho důvodu není stanovené kritérium. Naše měření se provádělo podle vyhlášky č. 435/1992 Sb. ČBU.

Výpočet uzavřeného polygonového pořadu, který procházel body A1, 2662, A2, A3, A4, A7, B1 a pomocí rajónu body A5, A6 byl proveden v počítačovém softwaru GROMA 8.0. V softwaru GROMA jsem následně přepsal hodnoty z papírového zápisníku do elektronického zápisníku softwaru GROMA. V již přepsaném zápisníku jsem převedl šikmé délky na vodorovné a zadal vyrovnání sítě. V nastavení parametrů jsem nastavil jednotkovou střední chybu délek na hodnotu 2 mm, dále jsem zadal již dříve stanovenou výběrovou střední chybu průměru směru ze 2 skupin měření na hodnotu 10^{cc} . Software zadanou přesnost na hodnotu 2 mm akceptoval. Před vyrovnáním sítě jsem ještě provedl opravu délek o zkreslení z

Křovákova zobrazení. Oprava z Křovákova zobrazení byla po výpočtu $-7 \text{ mm}/100 \text{ m}$. Po zadání jednotlivých parametrů jsem mohl provést vyrovnání sítě.

Při zadávání hodnot jsem vyzkoušel několik způsobů zadávání jednotlivých bodů polygonového pořadu, jako bodů s pevnou polohou. Při zadávání pevné polohy bodů jsem použil známé souřadnice bodů z GNSS měření. Pokud jsem použil do výpočtu 3 pevné body A1, A2 a A5, formálně obdobný postup jako v bakalářské práci Lenky Kloučkové, vycházela na bodech A3 a A4 polohová chyba mezi mou a Lenky prací o hodnotě 4 cm a na bodě A7 hodnota 0. Polohová chyba 4 cm je zanedbatelná hodnota. Naopak když jsem vypočítal polygonové vyrovnání pouze na 2 pevné body A1 a A5, byla největší polohová chyba na bodě A5 o hodnotě 8 cm, na bodech A3 a A4 vycházela 6 cm. Z toho plynulo, že tato varianta nebyla vhodná. Pokud jsem síť připojil a vyrovnal pomocí pevných bodů A1 a A2 nebo A2 a A5 vyskytovala se největší polohová chyba na bodě A3 o hodnotě 6 cm. Jednoznačně se prokázalo, že nejlepší způsob bylo připojení pořadu na 3 pevné body A1, A2 a A5. Naopak nejhorší variantou bylo připojení na 2 pevné body A1 a A2, z důvodu malé vzdálenosti mezi danými body.

Tyto výpočty jsem provedl s předpokladem, že přebírané souřadnice z metody GNSS bodů A1, A2, A5 byly uváděny v systému S-JTSK.

V programu GROMA jsem tedy počítal polygonový pořad s vyrovnáním sítě a tyto chyby aplikoval do již převedených vodorovných délek.

Ve výsledném protokolu z vyrovnání sítě byla zapsána střední souřadnicová chyba 19 mm v rozpětí 9 až 27 mm i s přidávanými body B1 a 2662, které byly v polygonovém pořadu body dodatečnými.

8.2.1 Výsledky měření polygonového pořadu

Po výpočtu vyrovnání sítě v programu GROMA jsem získal výsledné vyrovnané souřadnice, které jsem následně porovnal s vypočtenými a vyrovnanými souřadnicemi z bakalářské práce Kloučkové, která výpočet polygonového pořadu prováděla o rok dříve.

Tab. 8.3 Výsledky polární metody

[m]	Polygonový pořad 2013 [m]		Polygonový pořad 2012 [m]		Rozdíl [m]	
Č.B.	Y	X	Y	X	Y	X
A1	735006,748	1014421,410	735006,746	1014421,410	0,002	0,000
A2	735015,679	1014346,539	735015,680	1014346,541	0,001	0,002
A3	735066,145	1014263,567	735066,149	1014263,613	0,004	0,046
A4	735115,183	1014315,362	735115,164	1014315,392	0,019	0,030
A5	735137,649	1014300,510	735137,655	1014300,529	0,006	0,019
A6	735147,146	1014267,599	735147,153	1014267,639	0,007	0,040
A7	735066,938	1014368,957				
B1	735027,554	1014379,067				
2662	735023,690	1014358,836				

8.2.2 Porovnání rozdílu výpočtu a výsledků

V bakalářské práci Lenky Kloučkové byl použit program GAMA, jehož vstupními hodnotami byly přímo měřená data bez úprav a byly počítány jako síť 3D a poté byla prostorově transformována na 3 body GNSS. Rozdíl v rovinných souřadnicích mezi oběma výpočty je charakterizována střední polohová chyba, která činí 36 mm. Ve výsledcích mého výpočtu polygonového pořadu byly uvedeny souřadnice pomocného dočasného bodu B1 a stávajícího bodu č. 2662.

Vzhledem k rozdílným výpočtům 3D a 2D sítě dojdeme k závěru, že zmíněný rozdíl není významný. Z absolutního hlediska, například pro katastrální mapování je polohová chyba o hodnotě 0,14 m a pro měření podzemních prostor je polohový posun o 4 cm nevýznamný.

V této části má bakalářská práce potvrdila správnost dříve uváděných výsledných souřadnic, na které se připojovalo následující měření podzemních prostor pro magisterské práce zadávané na ČVUT.

8.3 Výpočet a výsledky geometrické nivelace

Po ověření výšky bodu A1 pomocí kontrolního měření z ověřovacího bodu ČSNS č. 30 jsem provedl výpočet převýšení mezi jednotlivými body nivelačního pořadu (viz tab. 8.4) z nivelačního zápisníku.

Tab. 8.4 Naměřená převýšení

Č.B.	1. Měření TAM [m]	2. Měření ZPĚT [m]	Rozdíl [mm]
A1 - A2	+0,9380	-0,9378	+0,2
A2 - A3	+0,2846	-0,2850	-0,4
A3 - A4	-5,6296	+5,6293	-0,3
A4 - A7	+3,2029	-3,2025	+0,4
A7 - A1	+1,2041	-1,2040	+0,1
A7 - A2	-2,1425	+2,1416	-0,9
A4 - A5	-0,8458	+0,8459	+0,1
A5 - A6	-0,8819	+0,8822	+0,3

Odvození mezní chyby cesty tam a zpět pro převýšení mezi body A2 a A7:

$$\sigma = 0,5 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{2} \cdot 2 = 2,8 \text{ mm}, \quad (8.10)$$

kde

Součin prvních 2 členů je střední chyba sestavy, součin prvních 3 členů je chyba jedné cesty, přičemž zde stačily pouze 2 sestavy a součin všech členů je výsledná směrodatná odchylka σ tam a zpět.

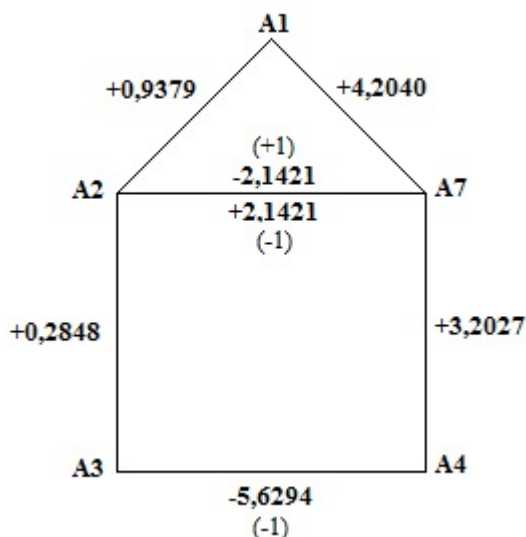
Po vypočtení převýšení jednotlivých bodů jsem provedl průměry z převýšení tam a zpět, jejich součet a výsledné uzávěry (viz tab. 8.5).

Pro určení výšek bodů stačí 4 měřená převýšení, protože bylo měřeno 6 převýšení, stala se tím 2 měření nadbytečná, z toho důvodu jsem mohl sestavit 2 tzv. rovnice oprav. Použil jsem zjednodušený postup, kde 1. rovnicí byl součet 3 převýšení mezi body A1, A2 a A7 v uzavřeném obrazci, který byl ve tvaru trojúhelníka. 2. rovnicí byl součet převýšení mezi body A2 a A3, A3 a A4, A4 a A7, které se měla rovnat již vyrovnanému převýšení mezi body A2 a A7. Určení a výpočet podmínek jsem znázornil v obrázku 8.1, kde jsou jednotlivé opravy nadešpsány u měřených hodnot převýšení. Kontrolou bylo, že uzávěr po obvodu bodů (A1-A2-A3-A4-A7-A1) celého obrazce ve tvaru 5-úhelníku a uzávěr po obvodu bodů (A1-A2-A7-A1) a (A2-A3-A4-A7-A2) dílčích obrazců ve tvaru trojúhelníku a čtverce měl vycházet o hodnotě 0.

Tab. 8.5 Uzávěry nivelace

Převýšení mezi body č.:	\sum převýšení U [mm]
A1 - A2 - A3 - A4 - A7 - A1	0,0
A1 - A2 - A7 - A1	-0,2
A2 - A3 - A4 - A7 - A2	+0,2

Obr. 8.1 Vyrovnání geometrické nivelace



Výsledky vyrovnaných výšek jednotlivých bodů nivelačního pořadu jsou uvedeny v tab. 8.6, kde je uvedeno i porovnání s měřením provedeném v roce 2012.

Tab. 8.6. Porovnání výsledků nivelace

Č.B.	Měření 2013 [m.n.m.]	Měření 2012 [m.n.m.]	δ [mm]	δ red. [mm]
A1	217,8474	217,8456	+1,8	0,0
A2	218,7853	218,7827	+2,6	0,8
A3	219,0701	219,0677	+2,4	+0,6
A4	213,4406	213,4385	+2,1	+0,3
A7	216,6433	216,6414	+1,9	+0,1
A5	212,5947			
A6	211,7126			

Systematická chyba = 1.8 mm - z důvodu netotožnosti počátečního bodu A1.

Průměr rozdílů mezi měřeními z roku 2013 a 2012 byl 2,2 mm. Pokud jsem odečetl systematickou chybu z rozdílů 2 nezávislých výpočtů bodu A1, dostal jsem průměrný rozdíl o hodnotě 0,4 mm, který je s ohledem na zaokrouhlení na celé mm zanedbatelný. Nelze ovšem vyloučit, že zmíněný rozdíl o hodnotě 0,4 mm je zbytkovou systematickou chybou.

Pro hodnocení lze konstatovat, že mé nezávislé ověření výsledků publikovaných v bakalářské práci Lenky Kloučkové, vede k praktické shodě. Pro další použití byly v magisterských pracích fakulty stavební používány hodnoty z bakalářské práce Kloučkové, tyto práce byly odevzdány a obhájeny dříve než je odevzdávána má bakalářská práce. V opačném případě by nebylo problémem všechny hodnoty redukovat o průměrnou hodnotu rozdílů.

8.4 Výpočet a výsledky podzemního polygonového pořadu

Po úspěšném vybudování nového povrchového bodového pole, jsme byli schopni vytvořit podzemní bodové pole ve sklepení pod Želvím doupětem č.p. 58 v Ostruhové ulici s připojením na nově stabilizovaný bod A3 s orientací na bod A2. Vyrovnané souřadnice byly vypočítány v programu GROMA 8.0, vstupními hodnotami byly zprůměrované měřené hodnoty ze 2 nezávislých měření polygonového pořadu a známé souřadnice bodů A1 a A2, které byly vypočteny z předchozího měření povrchového polygonového pořadu. Nastavené parametry vyrovnání sítě zůstaly uloženy z předchozího vyrovnání povrchové sítě. Po výpočtu výsledných souřadnic podzemních bodů byl výstupem protokol z vyrovnání podzemní sítě, kde vycházela střední souřadnicová chyba 20 mm v rozpětí 11 až 28 mm. Výsledné souřadnice uvádím v tabulce 8.7.

Tab. 8.7 Vyrovnané souřadnice podzemního bodového pole

Č.B.	Y [m]	X [m]
5001	735074,866	1014250,102
5002	735078,342	1014252,452
5003	735075,145	1014257,973
5004	735072,732	1014263,040

Závěr

Na základě této bakalářské práce jsem se zabýval měřením převážně povrchové, ale i podzemní sítě v historickém centru města Mělník. Byla zde provedena revize a ověření stávajících výškových a polohových bodů. Proběhlo měření nově navrženého povrchového podrobného bodového pole pomocí GNSS metody, polární metody a geometrické nivelace. Poté bylo měřeno podzemní podrobné bodové pole pomocí polární metody. Měření probíhalo podle vyhlášky Českého Báňského úřadu č. 435/1992 Sb. a všechny výsledné souřadnice bodů jednotlivých měření jsou ve státních závazných systémech S-JTSK a Bpv.

Během několika měřících dnů se při měření projevovaly různé klimatické podmínky a vyskytovaly různé překážky z důvodu běžného každodenního provozu v centru města Mělník. Jednotlivá měření prováděná na základě mé bakalářské práce a samotné zpracování bakalářské práce mi přineslo mnoho zkušeností.

Pod historickým jádrem města Mělník se stále nachází mnoho neprozkoumaných a nezmapovaných podzemních prostor, které bude třeba do budoucna prozkoumat a zmapovat, aby město Mělník předešlo zřícením a propadům domů a vozovek do místních sklepů, jako tomu bylo dříve v minulosti, kde se lidé domnívali, že dostatečným řešením bude zazdívání a zasypávání podzemních prostor a chodeb. Avšak tímto způsobem dříve spíše přitížily dnešnímu účinnému řešení tyto prostory zabezpečit před propady. Velkým zájmem je dnes také zpřístupnění těchto rozsáhlých podzemních prostor pro veřejnost a tímto i zvýšení návštěvnosti lidí, kteří se zajímají o podzemní chodby pod městem Mělník a rádi by tyto prostory navštívili.

Z těchto důvodů také město Mělník ve spolupráci s firmou GEODET, spol. s.r.o. umožnilo provedení jednotlivých měření v rámci bakalářských a magisterských prací zadávaných na ČVUT v Praze a JČU v Českých Budějovicích. Má bakalářská práce mimo jiné ověřila měření a výsledné hodnoty z předchozích prací a lze je tedy používat i do budoucna pro měření firmou GEODET, spol. s.r.o. v zakázce pro městský úřad v Mělníku.

Použitá literatura a zdroje

1. BENEŠ, F.: Ověření nivelačního přístroje Wild NA 3000. GaKO, 41/83, Praha, 1995, č. 2, s. 29-34.
2. BÖHM, L.: Věnné město Mělník a okres Mělnický Královské. Mělník, 1892. (Bez ISBN).
3. ČESKÝ BÁŇSKÝ ÚŘAD: Vyhláška č. 435/1993 Sb. ze dne 13. května 1992 o důlně měřické dokumentaci při hornické činnosti a některých činnostech prováděných hornickým způsobem, ve znění vyhlášky ČBÚ č. 158/1997 Sb., vyhlášky č. 298/2005 Sb. a vyhlášky č. 382/2012 Sb. Sbírka zákonů. 1992.
4. ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ: [online]. [cit. 2014-03-05]. Dostupné z URL: <<http://cuzk.cz/>>.
5. FAFEJTA, J.: Měřická zpráva, Zaměření podzemních prostor historického středu města Mělník. GEODET, spol. s.r.o., Praha, 2001, s. 6.
6. FAFEJTA, J.: Obnova mělnického podzemí. Mělník v pohybu [online]. Mělníček.cz, 2014 [cit. 2014-02-10]. Dostupné z URL: <<http://melnicek.cz/node/12898>>.
7. HÁNEK, P., HÁNEK, P., MARŠÍKOVÁ, M.: Geodézie pro obor Pozemkové úpravy a převody nemovitostí. Jihočeská Univerzita, České Budějovice, 2008.
8. HÁNEK, P. A NOVÁK, Z.: Geodézie v podzemních prostorech, ČVUT v Praze, 2004, ISBN 80-01-03004-0.
9. HÁNEK, P. A KOLEKTIV: Stavební geodézie. 1. vydání, Praha: ČVUT, 2007. 133 s. ISBN 978-80-01-03707-2, (kapitola 8).
10. HAVELKA, V.: Regionální noviny. Týdeník Mělnicko č. 10. Mělník, 5. Března 2003. s. 3-4.
11. HLUŠIČKOVÁ, H. (editor): Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. II. díl H-O. Praha, Libri 2002, s. 423-425. ISBN 80-7277-044-6. s. 423-425.
12. KILIÁN, J.: Mělník, Praha - Litomyšl: Paseka, 2007, ISBN 978-80-7185-847-8, s. 5-27.
13. KLOUČKOVÁ, L.: Revize a doplnění podrobného bodového pole pomocí terestrických a GNSS metod pro zaměření historických sklepů v Mělníku. Bakalářská práce. Praha, 2013. ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra speciální geodézie. Dostupné také z URL: <<http://geo.fsv.cvut.cz/proj/bp/2013/lenka-klouckova-bp-2013.pdf>>.

14. KUČA, K.: Města a městečka v Čechách, na Moravě a ve Slezsku, 3. díl Kole-Mi. Praha, Libri, 1998. ISBN 80-85983-15-X.
15. KURZWEIL, L.: Historie města Mělník. Mělnické stránky [cit. 2014-02-03]. Dostupné z URL: <<http://melnik2000.cz/historie.html>>.
16. MĚSTSKÝ ÚŘAD MĚLNÍK: oficiální stránky města. Historie města Mělník. [online]. [cit. 2014-02-05]. Dostupné z URL: <<http://www.melnik.cz/radnice-a-urad/mesto-melnik/historie-mesta/historie-mesta-melnika.html>>.
17. NOVÁ, M.: Zaměření historických sklepů objektu č.p. 85 v ulici Legionářů v Mělníku. Diplomová práce. Praha, 2014. ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra speciální geodézie. Dostupné také z URL: <<http://geo.fsv.cvut.cz/proj/dp/2014/marketa-nova-dp-2014.pdf>>.
18. PETRÁŇ, Z.: První české mince. Praha, 1998. ISBN 978-80-902058-9-5.
19. POCHE, E. (redaktor): Umělecké památky Čech 2 K/O. Praha, Academia 1978, s. 366-372. (Bez ISBN). s. 366-372.
20. PURŠ, F., ŠPAČKOVÁ, R. (editor): Náš Mělník, listování jeho historií. Mělník, 2010. ISBN 978-80-254-7928-5. s. 86-90.
21. SCHWARZ, R. A KOLEKTIV: Závěrečná zpráva Inženýrskogeologického a ověřovacího průzkumu podzemních prostor. Praha, 2001. s. 13-16.
22. ŠPAČKOVÁ, R.: Malebný průvodce po Mělníce a okolí. Mělnicko, Průvodce městem. Mělník, 2007. s. 1-3.
23. ŠPAČKOVÁ, R.: Mělnická zastavení I. Putování časem různými místy historického jádra města, 2003. (Bez ISBN).
24. TOPCON: GPT-7500 TopSurv. Konfigurace, Import/Export. s. 19.
25. TRIMBLE SURVEY CONTROLLER SOFTWARE: Uživatelská příručka, 2008. [online]. [cit. 2014-03-08]. Dostupné z URL: <http://geoplane.com/downloads/Datalogger_manuals/Survey/survey-controller-getting-started-guide-for-11.10.pdf>

26. VAŠKOVÁ, D.: Zaměření historických sklepů objektu Želví doupě v Mělníku. Diplomová práce. Praha, 2013. ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra speciální geodézie. Dostupné také z URL: < <http://gama.fsv.cvut.cz/~cepek/proj/dp/2014/dana-vaskova-dp-2014.pdf> >.
27. VYHLÁŠKA ČÚZK: č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, ve znění vyhlášky č. 212/1995 Sb., vyhlášky č. 365/2001 Sb., vyhlášky č. 92/2005 Sb. a vyhlášky č. 311/2009 Sb.
28. ZÁKON Č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, poslední znění platné od 1.7.2012.

Seznam Obrázků

Obr. 1.1 Mělník ležící nad soutokem Labe a Vltavy	11
Obr. 1.2 Chrám sv. Petra a Pavla	15
Obr. 1.4 Studna na náměstí Míru	17
Obr. 1.3 Etalony u vchodu Radnice	17
Obr. 1.5 Vstup do sklepa Želvího doupěte	18
Obr. 1.7 zasypané 2. podzemní patro	20
Obr. 5.1 Mapa nově stabilizovaných bodů PBP	34
Obr. 6.1 Měření polygonového pořadu	36
Obr. 7.1 Měření podzemních prostor polygonovým pořadem	38
Obr. 7.2 Obsluha laserového skeneru	39
Obr. 7.3 Podzemní laserové skenování	39
Obr. 8.1 Vyrovnání geometrické nivelace	48

Seznam tabulek

Tab. 4.2: Ověření použitelného bodu.....	27
Tab. 4.3: Nadmořská výška stávajících bodů podle ČSNS	28
Tab. 4.4 Výsledky odchylek z měření	30
Tab. 4.5: Ověření připojovacího bodu ČSNS č. 30	32
Tab. 4.6 Připojení bodu A1	32
Tab. 4.7 Porovnání výšek bodu A1	33
Tab. 8.1 Výsledky z GNSS měření	40
Tab. 8.2 Součet vnitřních úhlů polygonového pořadu	44
Tab. 8.3 Výsledky polární metody	46
Tab. 8.4 Naměřená převýšení	47
Tab. 8.5 Uzávěry nivelace	48
Tab. 8.6. Porovnání výsledků nivelace	49
Tab. 8.7 Vyrovnané souřadnice podzemního bodového pole	50

Seznam Příloh

1. Nivelační údaje o bodech ČSNS č. 28, 29, 30, 61	58
2. Protokol vyrovnání povrchové sítě v GNU GROMA 8.0	62
3. Protokol vyrovnání podzemní sítě v GNU GROMA 8.0	67
4. Kalibrační list GNSS.....	70
5. Situace podzemního sklepení v Želvím doupěti.....	73
6. 3D drátový model sklepení Želvího doupěte	74

1. Nivelační údaje o bodech ČSNS č. 28, 29, 30, 61


NIVELAČNÍ ÚDAJE

Nivelační pořad: Cdf Nová Ves-Mělník						
Předchozí bod	Nivelační bod	Délka v km		Nadmožská výška Bpv	Výška z roku	
		oddlu	od počátku			
Cdf-27.1	Cdf-28	0.270	15.196	222.319 m	1944	
<p>Místopisný popis: Mělník, kostel sv.Petra a Pavla</p> <p>Poznámky:</p> <p>Stave střípní objektu: značka 0,4 m nad zemí zachovalá kamenná stavba asi z roku 1780</p>		<p>Místopis:</p>				
Úz. jednotka:	320600101	Mělník		Vlastník:		
Okres:	Mělník	MĚLNÍK				
Obec:	MĚLNÍK	MĚLNÍK				
Kat. území:	MĚLNÍK					
Parc. číslo:						
ZM-50	12-22		SMO-5	MĚLNÍK 4-7		
Druh zn.	Stupeň stab.	Stabilizoval	Druh bodu	Souřadnice v S-JTSK		
ČV	1	ZÚČM		Y	735137,31 m	m8f.
	Druh stab.	Ing.Dr.Witinger		X	1014539,32 m	
	N	1944				
Zeměpisná délka		Zeměpisná šířka	Gs	Gn	Be	
14° 28' 28,5"		50° 21' 4,5"	981048 mgal	981097 mgal	8 mgal	
Datum: 6.4.2014						

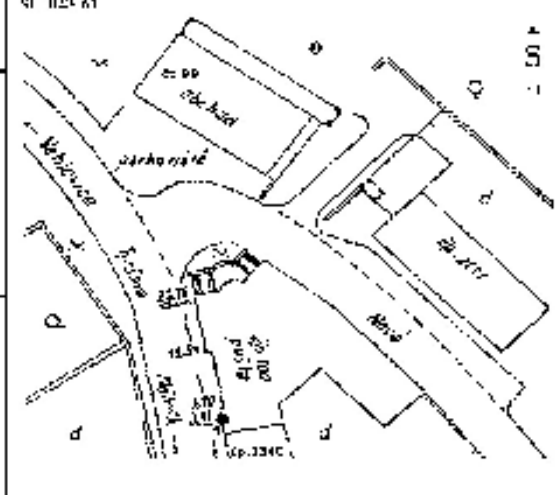
NIVELAČNÍ ÚDAJE

Nivelační pořad: Cdf Nová Ves-Mělník						
Předchozí bod	Nivelační bod	Délka v km		Nadmořská výška Bpv	Výška z roku	
		oddlu	od počátku			
Cdf-28	Cdf-29	0.280	15.478	219.871 m	1944	
<p>Místopisný popis: Mělník, dům čp.1, obecní úřad</p>		<p>Místopis:</p>				
<p>Poznámky:</p>						
<p>Stava stříž objektu: značka na soklu 0,9 m nad zemí zachovalá omítnutá jednopatrová kamenná stavba ze 14.století, rekonstruovaná v 18.století</p>						
<p>Úz. jednotka:</p>	320600101	<p>Vlastník:</p>				
Okres:	MĚLNÍK					
Obec:	MĚLNÍK					
Kat. území:	MĚLNÍK					
Parcel. číslo:						
ZM-50	12-22		SMD-5	MĚLNÍK 4-7		
Druh zn.	Stupeň stab.	Stabilizoval	Druh bodu	Souřadnice v S-JTSK		
Č V	3	ZÚČM		Y	735010,03 m	mřf.
	Druh stab.	Ing.Dr.Wittinger		X	1014339,36 m	
	N	1944				
Zeměpisná délka		Zeměpisná šířka	Gs	Gn	Bn	
14° 28' 33,8"		50° 21' 11,7"	981048 mgal	981097 mgal	8 mgal	
Datum: 6.4.2014						

NIVELAČNÍ ÚDAJE

Nivelační pořad: Cdf Nová Ves-Mělník						
Přechodný bod	Nivelační bod	Délka v km		Nadmořská výška Bpv	Výška z roku	
		odřívku	od počátku			
Cdf-29	Cdf-30	0.116	15.592	218.607 m	1987	
Místopisný popis: Mělník, dům čp.12		Místopis: 				
Poznámky:						
Stava stříž objektu: značka na soklu 1,1 m nad zemí zachovalá omítnutá podsípkovaná jednopatrová cihlová stavba s kamennou podezdívkou asi z roku 1800						
Úz. jednotka: Okres: Obec: Kat. území: Parc. číslo:	320600101 Mělník MĚLNÍK MĚLNÍK			Vlastník:		
ZM-50	12-22		SMO-5	MĚLNÍK 4-7		
Druh zn.	Stupeň stab.	Stabilizoval	Druh bodu	Souřadnice v S-JTSK		
ČV	2	ZÚČM		Y	735003 m	dig.
	Druh stab.	Ing.Dr.Witinger		X	1014439 m	
	N	1944				
Zeměpisná délka		Zeměpisná šířka		G _s	G _n	B _a
14° 28' 34,7"		50° 21' 8,4"		981048 mgal	981097 mgal	8 mgal
Datum: 6.4.2014						

NIVELAČNÍ ÚDAJE

Nivelační pořad: PNS-SC 023 Mělník						
Přechodzí bod	Nivelační bod	Délka v km		Nadmořská výška Bpv	Výška z roku	
		oddlu	od počátku			
	SC-023-61	0.000	0.000	212.509 m	1987	
Místopisný popis: Mělník, dům čp.100, pošta		Místopis: SI 023 61 				
Poznámky: 1.bod evidován také jako Cde-75						
Stava stří objektu: ul. Tyřova, JZ strana, 3.38m od J rohu, 0.4m nad zemí						
Č. jednotka: Okres: Obec: Kat. území: Parc. číslo:	320600101 Mělník MĚLNÍK MĚLNÍK			Mělník		
ZM-80	12-22		SMD-5	Mělník 3-7		
Druh zn.	Stupeň stab.	Stabilizoval	Druh bodu	Souřadnice v S-JTSK		
ČV	2	Katastrální měř.úřad		Y	734904 m	dig.
	Druh stab.	v Praze		X	1014338 m	
	N	1946				
Zeměpisná délka		Zeměpisná šířka		G ₀	G _n	B ₀
0° 0' 0,0"		0° 0' 0,0"		0 mgal	0 mgal	0 mgal
Datum: 6.4.2014						

2. Protokol vyrovnání povrchové sítě v GNU GROMA 8.0

GROMA - VYROVNÁNÍ SÍŤE

=====

PŘIBLIŽNÉ SOUŘADNICE:

=====

Bod	Y	X	Char.	Délek	Směrů
11	735006.7480	1014421.4100	Pevný bod		
12	735015.6790	1014346.5390	Pevný bod		
13	735066.1710	1014263.5690	Volný		
14	735115.2120	1014315.3790	Volný		
15	735137.6490	1014300.5100	Pevný bod		
16	735147.1090	1014267.5880	Volný		
17	735066.9490	1014368.9720	Volný		
21	735027.5640	1014379.0350	Volný		
2662	735023.6880	1014358.8370	Volný		

MĚŘENÉ DÉLKY:

=====

Stanovisko: 11

Cíl	Délka [m]	m [mm]	váha
-----	-----------	--------	------

12	75.4340	1.52	1.7293
21	47.2120	1.48	1.8237

Stanovisko: 12

Cíl	Délka [m]	m [mm]	váha
-----	-----------	--------	------

13	97.1260	1.55	1.6616
17	55.9630	1.22	2.6904
2662	14.6760	2.03	0.9713

Stanovisko: 13

Cíl	Délka [m]	m [mm]	váha
-----	-----------	--------	------

14	71.3390	1.52	1.7425
----	---------	------	--------

Stanovisko: 14

Cíl	Délka [m]	m [mm]	váha
-----	-----------	--------	------

15	26.9750	1.45	1.8963
17	72.1400	1.52	1.7399

Stanovisko: 15

Cíl	Délka [m]	m [mm]	váha
-----	-----------	--------	------

16	34.2540	2.07	0.9349
----	---------	------	--------

Stanovisko: 17

Cíl Délka [m] m [mm] váha

21 40.6760 1.47 1.8467

Stanovisko: 21

Cíl Délka [m] m [mm] váha

12 34.6540 2.07 0.9341

MĚŘENÉ SMĚRY:

=====

Stanovisko: 11

Cíl Směr m [cc] váha

21 0.00000 10.00 0.0400
12 21.51090 10.00 0.0400

Stanovisko: 12

Cíl Směr m [cc] váha

11 0.00000 10.00 0.0400
2662 44.30740 10.00 0.0400
17 81.30100 10.00 0.0400
13 172.75520 10.00 0.0400

Stanovisko: 13

Cíl Směr m [cc] váha

12 0.00000 10.00 0.0400
14 83.05590 10.00 0.0400

Stanovisko: 14

Cíl Směr m [cc] váha

13 0.00000 10.00 0.0400
17 105.07840 10.00 0.0400
15 288.92000 10.00 0.0400

Stanovisko: 15

Cíl Směr m [cc] váha

14 0.00000 10.00 0.0400
16 244.92900 10.00 0.0400

Stanovisko: 17

Cíl Směr m [cc] váha

14 0.00000 10.00 0.0400
12 120.41830 10.00 0.0400
21 162.67110 10.00 0.0400

Stanovisko: 21

Cíl	Směr	m [cc]	váha
17	0.00000	10.00	0.0400
12	106.29070	10.00	0.0400
11	254.93260	10.00	0.0400

PARAMETRY SÍTĚ:

=====
Počet bodů v síti : 9
Počet bodů, na nichž jsou měřeny směry: 7
Počet měřených délek : 11
Počet měřených směrů : 19
Způsob připojení sítě : Vázaná síť, v matici A je vynecháno 6 sloupců.

VYROVNANÉ DÉLKY:

=====
Stanovisko: 11

Cíl	Délka [m]	Oprava [mm]	ms [mm]	Eps [mm]
12	75.4018	-32.21	0.00	
21	47.1785	-33.49	10.06	

Stanovisko: 12

Cíl	Délka [m]	Oprava [mm]	ms [mm]	Eps [mm]
13	97.1145	-11.54	19.06	
17	55.9469	-16.13	13.15	
2662	14.6760	0.00	34.19	

Stanovisko: 13

Cíl	Délka [m]	Oprava [mm]	ms [mm]	Eps [mm]
14	71.3263	-12.66	19.11	

Stanovisko: 14

Cíl	Délka [m]	Oprava [mm]	ms [mm]	Eps [mm]
15	26.9311	-43.94	15.47	-73.19
17	72.1120	-28.02	17.12	

Stanovisko: 15

Cíl	Délka [m]	Oprava [mm]	ms [mm]	Eps [mm]
16	34.2540	0.02	34.85	

Stanovisko: 17

Cíl	Délka [m]	Oprava [mm]	ms [mm]	Eps [mm]
-----	--------------	----------------	------------	-------------

21	40.6608	-15.20	14.75	
----	---------	--------	-------	--

Stanovisko: 21

Cíl	Délka [m]	Oprava [mm]	ms [mm]	Eps [mm]
-----	--------------	----------------	------------	-------------

12	34.6277	-26.25	10.01	
----	---------	--------	-------	--

Průměrná střední chyba vyrovnané délky [mm]: 19.62

VYROVNANÉ SMĚRY:

=====

Stanovisko: 11

Cíl	Směr [g]	Oprava [cc]	m [cc]	Eps [cc]
-----	-------------	----------------	-----------	-------------

21	-0.00311	-31.10	130.12	
12	21.51401	31.10	130.12	

Stanovisko: 12

Cíl	Směr [g]	Oprava [cc]	m [cc]	Eps [cc]
-----	-------------	----------------	-----------	-------------

11	-0.00830	-83.01	117.20	
2662	44.30740	-0.01	168.46	
17	81.30258	15.79	131.76	
13	172.76192	67.23	131.32	

Stanovisko: 13

Cíl	Směr [g]	Oprava [cc]	m [cc]	Eps [cc]
-----	-------------	----------------	-----------	-------------

12	0.00399	39.92	142.46	
14	83.05191	-39.92	142.46	

Stanovisko: 14

Cíl	Směr [g]	Oprava [cc]	m [cc]	Eps [cc]
-----	-------------	----------------	-----------	-------------

13	-0.00327	-32.73	145.03	
17	105.07829	-1.05	147.36	
15	288.92338	33.78	165.68	

Stanovisko: 15

Cíl	Směr [g]	Oprava [cc]	m [cc]	Eps [cc]
-----	-------------	----------------	-----------	-------------

14	0.00002	0.19	168.46	
16	244.92898	-0.19	168.46	

Stanovisko: 17

Cíl	Směr	Oprava	m	Eps
	[g]	[cc]	[cc]	[cc]

14	0.00789	78.87	139.71
12	120.41906	7.60	128.05
21	162.66245	-86.46	130.91

Stanovisko: 21

Cíl	Směr	Oprava	m	Eps
	[g]	[cc]	[cc]	[cc]

17	0.00236	23.56	143.38
12	106.28998	-7.16	155.13
11	254.93096	-16.39	151.43

Průměrná střední chyba vyrovnaného směru [cc]: 144.87

VÝSLEDKY VYROVNÁNÍ:

=====

Počet nadbytečných měření : 11
Základní střední chyba m0 apriorní [cc]: 2.00
Základní střední chyba m0 aposteriorní [cc]: 33.69
m0 aposteriorní / m0 apriorní : 16.85
Interval spolehlivosti : 0.57 - 1.43

VYROVNANÉ SOUŘADNICE:

=====

Bod	Y	X	my	mx	mxy
			[mm]	[mm]	[mm]

13	735066.1451	1014263.5668	20.62	17.76	19.24
14	735115.1833	1014315.3617	13.63	10.64	12.23
16	735147.1459	1014267.5988	18.28	33.79	27.16
17	735066.9378	1014368.9575	13.64	10.72	12.26
21	735027.5538	1014379.0670	7.22	10.46	8.98
2662	735023.6897	1014358.8359	19.07	28.76	24.40

Střední souřadnicová chyba mxy [mm]: 18.64

3. Protokol vyrovnání podzemní sítě v GNU GROMA 8.0

GROMA - VYROVNÁNÍ SÍTĚ

=====

PŘIBLIŽNÉ SOUŘADNICE:

=====

Bod	Y	X	Char.	Délek	Směrů
4001	735066.1450	1014263.5670	Pevný bod		
4002	735015.6790	1014346.5390	Pevný bod		
5001	735074.8670	1014250.1020	Volný		
5002	735078.3440	1014252.4530	Volný		
5003	735075.1450	1014257.9720	Volný		
5004	735072.7360	1014263.0380	Volný		

MĚŘENÉ DÉLKY:

=====

Stanovisko: 4001

Cíl	Délka [m]	m [mm]	váha
-----	-----------	--------	------

4002	97.0935	0.78	6.6466
------	---------	------	--------

5001	16.0423	0.59	11.6241
------	---------	------	---------

Stanovisko: 5001

Cíl	Délka [m]	m [mm]	váha
-----	-----------	--------	------

5002	4.1959	0.71	7.9333
------	--------	------	--------

Stanovisko: 5002

Cíl	Délka [m]	m [mm]	váha
-----	-----------	--------	------

5003	6.3817	0.52	14.8104
------	--------	------	---------

Stanovisko: 5003

Cíl	Délka [m]	m [mm]	váha
-----	-----------	--------	------

5004	5.6147	1.01	3.9555
------	--------	------	--------

MĚŘENÉ SMĚRY:

=====

Stanovisko: 4001

Cíl	Směr	m [cc]	váha
-----	------	--------	------

4002	0.00035	3.54	0.3200
------	---------	------	--------

5001	198.20345	5.00	0.1600
------	-----------	------	--------

Stanovisko: 5001

Cíl	Směr	m [cc]	váha
-----	------	--------	------

4001 0.00009 3.54 0.3200
5002 98.74555 5.00 0.1600

Stanovisko: 5002

Cíl Směr m [cc] váha

5003 0.00201 3.54 0.3200
5001 295.55075 5.00 0.1600

Stanovisko: 5003

Cíl Směr m [cc] váha

5002 0.00046 3.54 0.3200
5004 205.03910 5.00 0.1600

PARAMETRY SÍŤE:

=====

Počet bodů v síti : 6

Počet bodů, na nichž jsou měřeny směry: 4

Počet měřených délek : 5

Počet měřených směrů : 8

Způsob připojení sítě : Vázaná síť, v matici A je vynecháno 4 sloupců.

VYROVNANÉ DÉLKY:

=====

Stanovisko: 4001

Cíl Délka Oprava ms Eps
[m] [mm] [mm] [mm]

4002 97.1142 20.72 0.00
5001 16.0423 0.00 15.67

Stanovisko: 5001

Cíl Délka Oprava ms Eps
[m] [mm] [mm] [mm]

5002 4.1959 0.00 18.96

Stanovisko: 5002

Cíl Délka Oprava ms Eps
[m] [mm] [mm] [mm]

5003 6.3817 0.00 13.88

Stanovisko: 5003

Cíl Délka Oprava ms Eps
[m] [mm] [mm] [mm]

5004 5.6147 0.01 26.86

Průměrná střední chyba vyrovnané délky [mm]: 17.43

VYROVNANÉ SMĚRY:

=====

Stanovisko: 4001

Cíl	Směr	Oprava	m	Eps
	[g]	[cc]	[cc]	[cc]

4002	0.00035	-0.00	94.42	
5001	198.20345	0.00	133.53	

Stanovisko: 5001

Cíl	Směr	Oprava	m	Eps
	[g]	[cc]	[cc]	[cc]

4001	0.00009	-0.01	94.42	
5002	98.74555	0.03	133.53	

Stanovisko: 5002

Cíl	Směr	Oprava	m	Eps
	[g]	[cc]	[cc]	[cc]

5003	0.00200	-0.13	94.42	
5001	295.55078	0.25	133.53	

Stanovisko: 5003

Cíl	Směr	Oprava	m	Eps
	[g]	[cc]	[cc]	[cc]

5002	0.00041	-0.53	94.42	
5004	205.03921	1.06	133.53	

Průměrná střední chyba vyrovnaného směru [cc]: 115.64

VÝSLEDKY VYROVNÁNÍ:

=====

Počet nadbytečných měření : 1
 Základní střední chyba m0 apriorní [cc]: 2.00
 Základní střední chyba m0 aposteriorní [cc]: 53.41
 m0 aposteriorní / m0 apriorní : 26.71
 Interval spolehlivosti : 0.00 - 2.41

VYROVNANÉ SOUŘADNICE:

=====

Bod	Y	X	my	mx	mxy
			[mm]	[mm]	[mm]

5001	735074.8649	1014250.1016	9.19	13.34	11.45
5002	735078.3413	1014252.4513	18.11	17.21	17.67
5003	735075.1457	1014257.9753	19.39	20.88	20.15
5004	735072.7272	1014263.0425	22.82	32.00	27.79

Střední souřadnicová chyba mxy [mm]: 20.13

4. Kalibrační list GNSS

Kalibrační list č. 20/2013

Počet stran: 3 Strana č.1



**Výzkumný ústav geodetický, topografický a
kartografický, v.v.i.**

Ústecká 98, 250 66 Zdiby

Pracoviště: Geodetická observatoř Pecný

251 65 Ondřejov 244

KALIBRAČNÍ LIST č. 20/2013

Datum vystavení: 23. srpna 2013

Zadavatel: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Branišovská 1645/31a, 370 05 České Budějovice

Měřidlo: Pracovní měřidlo nestanovené – GNSS aparatura

	Přijímač	Anténa	Mobilní telefon
Výrobce	Trimble	Trimble	Sonim
Typ	R4-2	R4-2 Internal	XP 3300-E-R1
Výrobní číslo	5238496940	-	CACQ00010797
Verze firmware	4.61	-	-
Eviden. číslo	-	-	-

Další popis: -

Použitý etalon: Referenční etalon polohy ČMI č. ECR 110-14 – Testovací základna pro GPS Skalka

Podmínky prostředí při kalibraci:

Datum měření pro kalibraci	25. ledna 2013
Použitý navigační systém	GPS NAVSTAR a GLONASS ve stavu ke dni měření
Počasí	skoro zataženo
Teplota	-7 až -8°C

Podmínky kalibrace: Porovnání referenčních souřadnic etalonu a souřadnic určených kalibrovaným měřidlem, použitou technologií měření a zpracovatelským software při navázání do referenčního souřadnicového systému.

Kalibrační postupy: VZ č. 1007/2000 – základní testování
ČSN EN ISO/IEC 17025

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů.

Technologie měření: REAL-TIME KINEMATIC, služba VRS3-MAX-GG**Popis technologie:**

Měření bylo provedeno na 9 bodech testovací základny GPS Skalka (na 5 bodech s nucenou centrací a 4 polních bodech). Na každém bodě bylo měřeno metodou real-time kinematic (RTK) dvakrát s časovým posunem nejméně 2 hodiny 30 minut. Doba měření na bodu byla v rozmezí 300 až 567 sekund, interval ukládání naměřených dat byl nastaven na 1 sekundu, elevační maska na 13°. Na bodech s nucenou centrací i na polních bodech byla výška antény měřena svisle od středu nárazníku antény. Výšky byly zadány během měření neredukované. Redukce byla provedena v rámci řídicího SW aparatury. Při výpočtu byly použity hodnoty fázových center daných výrobcem pro typ antény.

Jiná použitá měřidla: nebyla

Navázání do referenčního souřadnicového systému:

Pro určení souřadnic byly užity korekce ze síťového řešení CZEPOS, služba VRS3-MAX-GG, systém ETRS89(ETRF2000).

Zpracovatelský software resp. firmware: Trimble Survey Controller, verze 12.49

Postup zpracování:

Měření a výpočty byly provedeny v geocentrickém systému WGS84. Výsledné souřadnice a výšky byly určeny jako aritmetický průměr dvou nezávisle získaných výsledků.

Výsledné souřadnice:

Souřadnice v systému ETRS89(ETRF2000):

Bod č.	B	L	H _{el.}
11	49° 55' 05,491650"	14° 47' 55,316005"	543,410 m
12	49 55 05,524965	14 47 55,163355	543,540
13	49 55 10,212810	14 47 52,920350	563,990
14	49 55 11,306305	14 47 53,817740	563,260
15	49 55 12,702615	14 47 54,556285	560,380
31	49 55 04,176630	14 47 56,695200	539,065
32	49 55 01,808300	14 47 53,935760	536,645
34	49 55 09,748275	14 48 45,440165	413,545
35	49 58 10,139420	14 56 38,974060	444,720

Výsledky kalibrace:

	Složka sever	Složka východ	Složka svisle
Hodnoty maximálních odchylek	0,020 m	0,046 m	0,052 m
Jednotková směrodatná odchylka	0,011 m	0,020 m	0,041 m

	Střední chyba	Rozšířená nejistota	Standardní nejistota
Střední souřadnicová chyba	0,016 m	0,006 m	0,003 m
Střední chyba ve výšce	0,041 m	0,020 m	0,010 m

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů.

Rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření $k = 2$, což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí přibližně 95%. Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem EA4/02.

Vysvětlivky:

Maximální odchylkou se rozumí největší odchylka v absolutní hodnotě.

Jednotková směrodatná odchylka pro jednotlivou složku m_i $m_i = \sqrt{(\sum \Delta \Delta / (n-1))}$,
kde Δ jsou jednotlivé zbytkové odchylky, n počet bodů.

Střední souřadnicová chyba m_{xy} $m_{xy} = \sqrt{1/2 (m_{sever}^2 + m_{východ}^2)}$,
kde m_{sever} je střední chyba severní složky, $m_{východ}$ je střední chyba východní složky.

Střední chyba ve výšce je rovna směrodatné odchylce složky svisle m_{svisle} .

Standardní nejistota střední chyby μ $\mu = m_i / \sqrt{2(n-1)}$,
kde m_i je příslušná střední chyba, n počet bodů.

Výsledky kalibrace byly získány za podmínek a s použitím postupů uvedených v tomto kalibračním listě a vztahují se pouze k době a místu provedení kalibrace a stavu použitého navigačního systému GNSS.

Datum kalibrace: 25. ledna 2013

Zpracování kalibrace provedl:



Ing. Václav Skoupý

Vedoucí pracoviště:

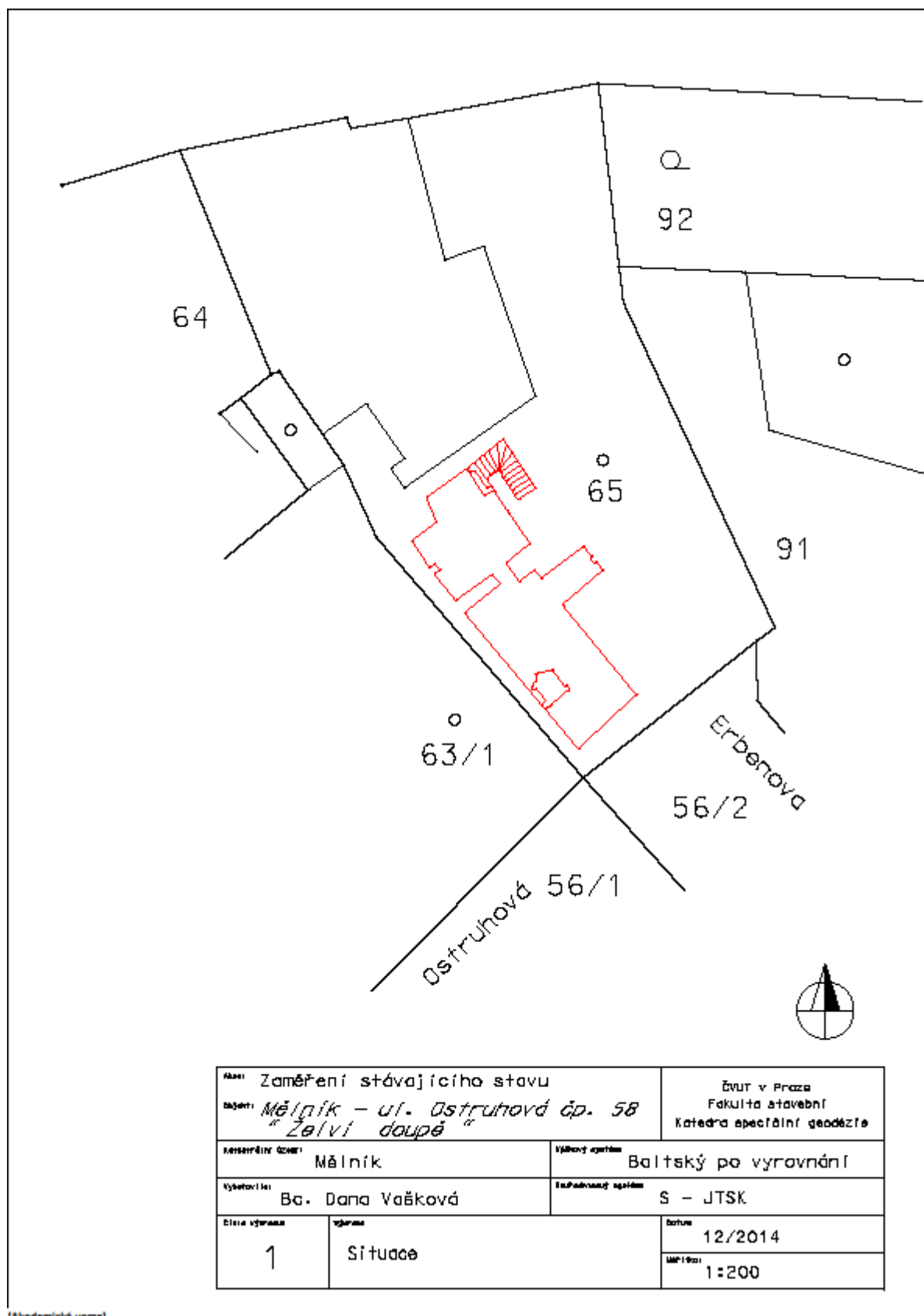


Ing. Jakub Kostelecký, Ph.D.
vedoucí oddělení 241
VÚGTK, v.v.i.

Výzkumný ústav geodetický,
topografický a kartografický, v.v.i.
Ustecká 98, 250 68 Zdíby
(razítko)

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů.

5. Situace podzemního sklepení v Želvím doupěti



[Akademická verze]

6. 3D drátový model sklepení Želvího doupěte

