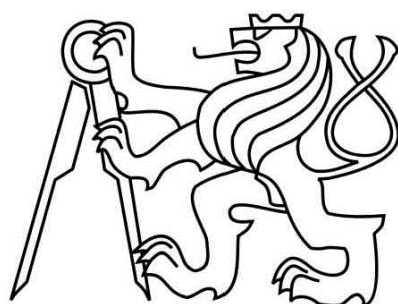


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ



DIPLOMOVÁ PRÁCE

PRAHA 2016

Bc. Pavel KOPECKÝ

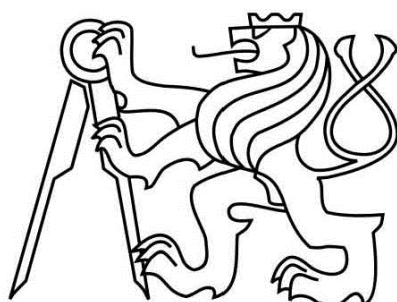
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA GEOMATIKY

Studijní program: Geodézie a kartografie

Obor: Geomatika



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Georadarový průzkum vybraných
lokalit na Říčansku

Vedoucí práce: Ing. Jindřich Hodač, Ph.D.

květen 2016

Bc. Pavel KOPECKÝ



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Kopecký</u>	Jméno: <u>Pavel</u>	Osobní číslo: <u>396887</u>
Zadávací katedra: <u>Katedra geomatiky</u>		
Studijní program: <u>Geodézie a kartografie</u>		
Studijní obor: <u>Geomatika</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Georadarový průzkum vybraných lokalit na Říčansku</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Georadar prospecting of selected locations on Říčany surroundings</u>	
Pokyny pro vypracování: - seznamte se podrobně s technologií georadarového průzkumu a případně dalších podobných metod v aplikacích archeologie (např. pro vyhledávání zaniklých objektů), - ve vybraných lokalitách po konzultaci se zadavatelem proveďte nezbytná terénní měření, - testováním a s využitím konzultací najděte optimální postup zpracování získaných dat v dostupném software, - data zpracujte, vytvořte požadované výstupy a proveďte jejich interpretaci, - získané výsledky kriticky zhodnoťte také ve vazbě na již dříve získané poznatky z daných lokalit, - dosažené zkušenosti shrňte do podoby doporučení pro budoucí projekty podobného typu.	
Seznam doporučené literatury: Bulant, Vojtěch - Využití geodetických a geofyzikálních metod pro dokumentaci historických objektů. diplomová práce; Fakulta stavební, ČVUT v Praze, Praha 2009	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>Ing. Jindřich Hodač, Ph.D.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>22. února 2016</u> Termín odevzdání diplomové práce: <u>22. května 2016</u>	
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

<u>22.2.2016</u>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá využitím georadaru ve spojitosti s metodami klasické geodézie v oblasti archeologie a dokumentace památek. Geofyzikální průzkum proběhl na dvou vybraných lokalitách. Data byla georeferencována do souřadnicového systému. Práce objasňuje princip technologie GPR, práci s použitým georadarem SIR-3000 a postup při zpracování dat v programu RADAN. V druhé části textu jsou zhodnoceny výsledky měření.

KLÍČOVÁ SLOVA

ArcMap, geofyzikální průzkum, georadar, georeferencování, GPR, GSSI, RADAN, SIR-3000

ABSTRACT

The thesis deals with the use of ground penetrating radar in conjunction with surveying methods in archeology and monument documentation. Geophysical survey took place on two chosen locations. Data were georeferenced into the coordinate system. The thesis explain the principle of GPR technology, work with the used GPR system SIR-3000 and the data processing procedure in the program RADAN. In the second part of the text the results of measurements are evaluated.

KEY WORDS

ArcMap, geophysical survey, georadar, georeferencing, GPR, GSSI, RADAN, SIR-3000

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že diplomovou práci na téma „Georadarový průzkum vybraných lokalit na Říčansku“ jsem vypracoval samostatně s použitím literatury uvedené v seznamu zdrojů.

V Praze dne

Bc. Pavel Kopecký

.....

(podpis)

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat Ing. Jindřichu Hodačovi, Ph.D. za vedení a vstřícný přístup při zpracování této práce. Dále děkuji Mgr. Martinu Hůrkovi a Mgr. Jaroslavu Špačkovi za poskytnuté podklady a odborné rady v oblasti archeologie a historie zkoumaných lokalit. Děkuji doc. RNDr. Jaroslavu Knězi, CSc. a PhDr. RNDr. Jiřímu Dohnalovi za rady a pomoc při interpretaci naměřených dat. Velké díky patří Ing. Zdeňku Poloprutskému za jeho čas a pomoc při měření a zpracování této diplomové práce.

Obsah

Úvod.....	8
1 Historie georadaru	9
2 Princip technologie GPR	11
2.1 Dielektrická konstanta.....	12
3 Využití metody GPR	15
4 Popis georadaru	17
4.1 Georadar SIR-3000	17
5 Sběr dat.....	19
5.1 Způsoby sběru dat	20
5.2 Nastavení parametrů přístroje	21
5.2.1 Menu SYSTEM	21
5.2.2 Menu COLLECT	22
5.2.2.1 Parametr MODE.....	22
5.2.2.2 Parametr RANGE.....	23
5.2.2.3 Parametr DIEL	24
5.2.2.4 Parametr SAMPLES	25
5.2.2.5 Parametr SCN/UNIT	25
5.2.2.6 Parametr GAIN	26
5.2.3 Menu PLAYBACK.....	27
5.2.4 Menu OUTPUT	27
6 Zpracování dat	28
6.1 Zobrazení naměřených dat	28
6.1.1 Formát O-SCOPE	28
6.1.2 Formát LINESCAN	28

6.1.3	Formát WIGGLE	29
6.1.4	Formát LINESCAN WITH WIGGLE	30
6.1.5	Formát 3D DISPLAY	31
6.2	Zesílení dat	31
6.3	Úprava vertikálního měřítka	32
6.4	Délkové vyrovnání	33
6.5	Filtrace.....	34
6.6	Výškové vyrovnání	34
6.7	Migrace	35
6.8	Tvorba 3D modelu	36
7	Geofyzikální průzkum	37
7.1	Vyšehořovice.....	37
7.1.1	Románsko-gotický kostel sv. Martina ve Vyšehořovicích	37
7.1.2	Měření a vyhodnocení	39
7.1.2.1	Průzkum v prostoru zbouraného kostela	39
7.1.2.2	Průzkum poklesu podlahy v kostele.....	50
7.2	Mochov	51
7.2.1	Měření a vyhodnocení	53
8	Závěr.....	58
9	Použité zdroje	60
10	Seznam obrázků a tabulek	63
11	Seznam příloh	65
11.1	Tištěné přílohy	65
11.2	Elektronické přílohy.....	65

Úvod

Cílem diplomové práce je georadarový průzkum dvou vybraných lokalit na Říčansku a zhodnocení dosažených výsledků průzkumu. Lokality byly vybrány ve spolupráci s historikem a archeologem Mgr. Jaroslavem Špačkem a historikem Mgr. Martinem Hůrkou z Muzea Říčany, kteří se danou oblastí dlouhodobě zabývají. Výsledky průzkumu budou moci dále využít při svém bádání. Hlavní měření probíhalo v prostoru zaniklého kostela sv. Martina na vysehořovickém hřbitově a na ploše kolem kostela sv. Bartoloměje v Mochově. Georadarový průzkum byl proveden v kombinaci s metodami klasické geodézie, čímž se otevírá možnost georeferencování dat do souřadnicových systémů.

Technologie GPR (ground penetrating radar), SIR (subsurface interface radar), EMR (electromagnetic reflection), ground probing radar, subsurface radar nebo jednoduše georadar je geofyzikální metoda využívající radarové impulsy pro zobrazování podpovrchových objektů. Samotné slovo RADAR je akronymem slov RAdio Detection And Ranging z čehož vyplývá, že jde o elektronický přístroj, který je určený k identifikaci, zaměření a určení vzdálenosti objektů pomocí velmi nebo ultra krátkých elektromagnetických vln. Vyslaná vlna se při průchodu podložím částečně odrazí, částečně pohltí a částečně projde podložím dál. Míra těchto jevů závisí na elektrických vlastnostech materiálů. K odrazu dochází na rozhraní dvou prostředí s různou dielektrickou konstantou. Analýzou přijatých odražených vln lze zjistit existenci podzemních objektů (vodivých i nevodivých), dutin, prasklin a změn ve vlastnostech materiálů. Technologie GPR je nedestruktivní metoda nacházející uplatnění v oborech jako je archeologie, stavebnictví, životní prostředí atd.

V úvodních kapitolách se seznámíme se stručnou historií vývoje georadarových systémů, s jejich využitím a principy technologie. Dále jsou rozebrány způsoby a postupy při sběru dat a jejich zpracování. Nakonec jsou jednotlivě popsány zkoumané lokality a interpretovány výsledky měření.

1 Historie georadaru

Základ radarových systémů položil Christian Hülsmeyer, když dne 30. dubna 1904 získal celosvětově první patent v radarových technologiích. O šest let později Gotthelf Leimbach a Heinrich Löwy požádali o patent na využití radarové technologie k nalezení skrytých předmětů. Systém využíval povrchové antény se stálou radarovou vlnou. V roce 1926 byl Dr. Hülsenbeckem představen impulsový radarový systém, který má lepší hloubkové rozlišení. [1]



Obr. 1: Patentový spis ze dne 30. dubna 1904;
Zdroj: internet

Jeden z prvních georadarových průzkumů byl proveden v Rakousku v roce 1929 W. Sternem při měření tloušťky ledovce. Navzdory dalším patentům v oboru georadarů bylo využívání této metody po nějaký čas v útlumu. V 50. letech 20. století došlo v Grónsku k několika leteckým nehodám. Radarový signál určující výšku letu prošel skrz ledovec a odrazil se až od hornin pod ním, čímž byla udána chybná výška letu. Tyto události vedly k obnovení zájmu o výzkum chování radarového signálu. Roku 1960 John Call Cook ve svém článku "Proposed monocycle-pulse, VHF radar for airborne ice and snow measurements" poprvé navrhl využití radaru k podpovrchovému měření. Společně s dalšími vědci pokračoval ve vývoji těchto systémů. [2]

Z počátku byly tyto radary vyvíjeny pro vojenské účely, jako například k vyhledávání tunelů v demilitarizované zóně mezi Severní a Jižní Koreou. Brzy poté následovalo i komerční využití. O georadary jako praktický nástroj pro mapování potrubí a inženýrských sítí v rámci městských ulic projevil zájem veřejné služby a stavební firmy. Byly prováděny další vědecké výzkumy za použití GPR technologií, mimo jiné, za účelem průzkumu podzemních vod a solných ložisek.

První cenově dostupné georadary byly prodávány v polovině 90. let. V současné době existují různé společnosti vyrábějící GPR systémy a různé společnosti poskytující měřické služby. Kromě toho jsou prováděny výzkumy v oblasti georadarů na univerzitách po celém světě. Většina systémů je určena pro povrchové využití, kdy jsou vysílač i přijímač umístěny nad zemí. Nicméně existují i různé speciální aplikace, kde se například musí systém vejít do úzkého vrtu, který může být i více než 1 kilometr hluboký. [1]

2 Princip technologie GPR

Georadary využívají k lokalizaci podzemních objektů stejně jako běžné radary radiových vln. Vysílač do země vysílá vysokofrekvenční (zpravidla polarizované) rádiové vlny s frekvencí obvykle v rozmezí 10 MHz až 2.6 GHz. Když signál narazí na předmět nebo rozhraní materiálů s odlišnou dielektrickou konstantou (o dielektrické konstantě blíže pojednává kapitola 2.1), dochází k jeho částečnému pohlcení, rozptýlení, lomení, průchodu materiálem a odrazení zpět na povrch. Přijímací anténa pak zaznamenává změny ve vráceném signálu. Princip je podobný jako v seismologii s tím rozdílem, že GPR systémy pracují s elektromagnetickou energií namísto akustické a signál je odražen v místech, kde se mění elektrické vlastnosti namísto vlastností mechanických, jako je tomu u seismické energie.

Radiové vlny jsou tvořeny magnetickou a elektrickou složkou. Obě tyto složky oscilují a jsou navzájem kolmé. Vlny se šíří prostředím do té doby, dokud není jedna ze složek pohlcena. Elektromagnetická vlna se šíří v dielektrickém prostředí. Při použití vyšších frekvencí se však jako dielektrikum (materiál vhodný pro měření georadarem) chovají všechny materiály. [3]

Vertikální rozsah GPR průzkumu je ovlivněn elektrickou vodivostí podloží a frekvencí vlnění. S rostoucí elektrickou vodivostí slábne elektromagnetická vlna a tím pádem se zmenšuje penetrační hloubka. V zásadě platí, že vyšší frekvence elektromagnetického vlnění poskytují lepší vertikální rozlišení obrazu, ale snižuje se hloubkový rozsah průzkumu. Oproti tomu nižší frekvence pronikají do větších hloubek, avšak na úkor rozlišení. Před každým měřením je třeba zvážit, do jakých hloubek má průzkum smysl, a dle toho zvolit vhodnou frekvenci vlnění. Největších penetračních hloubek je dosaženo u ledových mas, kde lze při nízkých frekvencích měřit do hloubek až několika kilometrů. U suchých písčitých půd, vápenců, granitů či betonů lze dosáhnout hloubek kolem 15 m. U materiálů s vysokou elektrickou vodivostí, jako jsou vlhké jílovité půdy, může být penetrační hloubka i jen několik centimetrů. [4]

Vertikální rozlišovací schopnost antény d_l odpovídá přibližně $1/2$ vlnové délky. V ideálních podmínkách to pak může být přibližně až $1/4$ vlnové délky.

$$d_l \approx \frac{\lambda}{2} \quad (1)$$

kde λ vlnová délka

Vzhledem k tomu, že vlnová délka je dána podílem rychlosti a frekvence, je pak přibližná vertikální rozlišovací schopnost dána vztahem:

$$d_l \approx \frac{v}{2f} \quad (2)$$

kde vprůměrná rychlost šíření vlny

f frekvence antény

2.1 Dielektrická konstanta

Dielektrická konstanta, jinak také označována jako relativní permitivita ϵ_r , je materiálová konstanta (hodnota závisí na vlastnostech daného materiálu), která vyjadřuje, kolikrát se zmenší elektrická síla v případě, že jsou tělesa s elektrickým nábojem umístěna místo ve vakuu v látkovém prostředí. Je to bezrozměrná veličina, která je dána podílem permitivity daného materiálu a permitivity vakua [5]:

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} \quad (3)$$

kde ϵ permitivita materiálu

ϵ_0permitivita vakua

Hodnota dielektrické konstanty se různí materiál od materiálu, viz Tab. 1. Rozhodujícím faktorem pro určení dielektrické konstanty podloží je množství obsažené vody. Hodnota dielektrické konstanty se s rostoucí vlhkostí půdy zvětšuje. V suchých materiálech je pak dielektrická konstanta ovlivněna především objemovou hmotností.

Hodnota relativní permitivity udává vztah mezi penetrační hloubkou průzkumu a dobou mezi vysláním a příjmem signálu. Přímou souvisí s rychlostí šíření elektromagnetické vlny podložím. Průměrná rychlost šíření v je dána vztahem:

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad (4)$$

kde c rychlost světla

ϵ_r dielektrická konstanta

Při známé rychlosti šíření a času mezi odesláním a návratem signálu lze pak jednoduchým vztahem určit přibližnou hloubku objektu h :

$$h = \frac{vt}{2} \quad (5)$$

kde v průměrná rychlost šíření signálu

t tranzitní čas

ve jmenovateli je číslo 2 proto, že se vlna šíří obousměrně (tam a zpět)

Na základě vztahu pro výpočet průměrné rychlosti šíření signálu lze pak upravit vzorec pro výpočet přibližné vertikální rozlišovací schopnosti (2) na tvar:

$$d_l \approx \frac{c}{2f\sqrt{\epsilon_r}} \quad (6)$$

Z uvedených vztahů pak vyplývá, že se zvětšující se dielektrickou konstantou roste vertikální rozlišovací schopnost. Rychlost šíření elektromagnetických vln naopak klesá. S tím jak se snižuje rychlost šíření signálu, se také zmenšuje penetrační hloubka (souvislost mezi rychlostí šíření a hloubkovým dosahem je probrána v kapitole 5.2.2.2).

Materiál	Dielektrická konstanta	Vertikální rozlišení [cm]	
		$f_c = 200$ MHz	$f_c = 400$ MHz
Vzduch	1	75.0	37.5
PVC	3	43.3	21.6
Led	3 – 4	43.3 – 37.5	21.6 – 18.7
Suchý písek	3 – 5	43.3 – 33.5	21.6 – 16.8
Asfalt	3 – 5	43.3 – 33.5	21.6 – 16.8
Beton	4 – 5 (11)	37.5 – 33.5 (22.6)	18.7 – 16.8 (11.3)
Žula	4 – 7	37.5 – 28.3	18.7 – 14.2
Vápenec	4 – 8	37.5 – 26.5	18.7 – 13.3
Půdy a sedimenty	4 – 30	37.5 – 13.7	18.7 – 6.8
Jíl	4 – 40	37.5 – 11.9	18.7 – 5.9
Sůl	5 – 6	33.5 – 30.6	16.8 – 15.3
Břidlice	5 – 15	33.5 – 19.4	16.8 – 9.7
Pískovec	6	30.6	15.3
Čedič	8 – 9	26.5 – 25.0	13.3 – 12.5
Orná půda	15	19.4	9.7
„Průměrná půda“	16	18.8	9.4
Vodou nasycený písek	19 – 24	17.2 – 15.3	8.6 – 7.7
Voda	80	8.4	4.2

Tab. 1: Hodnoty dielektrické konstanty a vertikálního rozlišení pro různé materiály;
Zdroj: [6]

Poznámka: Ve vodivých půdách jako jsou např. jíly a v půdách s velkým množstvím kapilárních pórů vztah pro výpočet rychlosti šíření zcela neplatí. V takovýchto prostředích signál (bez ohledu na frekvenci antény) nepronikne do hlubších vrstev, takže je zde obdrženo pouze šum [7].

3 Využití metody GPR

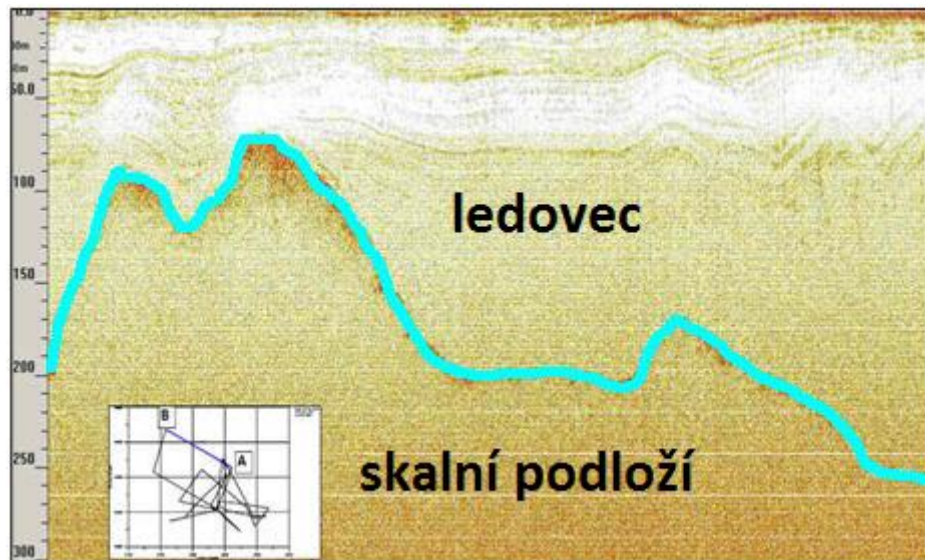
GPR systémy je vzhledem k jejich univerzálnosti možno využít v mnoha lidských oborech a činnostech. Mezi typické aplikace georadarů patří:

- průzkum betonových konstrukcí
 - lokalizace ocelových prutů, kabelového vedení a potrubí, průzkum struktury a kvality betonu



Obr. 2: Průzkum betonové podlahy; Zdroj: [8]

- silniční stavby
 - zkoumání tloušťky vozovky (popř. mostu), podloží silničních staveb, odhalování potenciálních poruch
- geologie
 - odhalování geologických zlomů, krasových oblastí, průzkum podloží zájmového území, uložení vrstev
- hydrologie
 - detekce hladiny podzemní vody, profilu říčního dna, batymetrie (obor zabývající se měřením hloubky) vodních nádrží, zjišťování tloušťky ledovců, detekce puklin v ledovcích



Obr. 3: Měření mocnosti ledovce; Upraveno z [8]

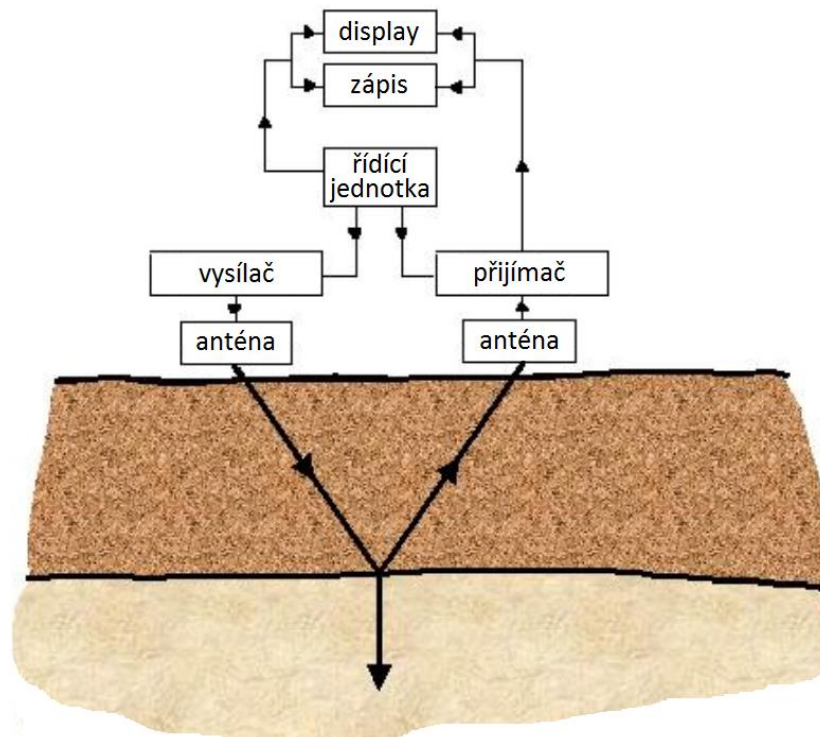
- archeologie
- forenzní průzkum
- hornictví
- životní prostředí, lesnictví, zemědělství
 - zjišťování kontaminace půdy, úniku vody, vymezení zavezené skládky, kontrola podzemních nádrží a potrubí, kontrola zdraví stromů (kořenový systém, kmen), detekce, funkčnost zavlažovacích a odvodňovacích systémů

4 Popis georadaru

Jak uvádí [6], hlavními částmi standardního georadaru jsou řídicí jednotka a k anténě připojený vysílač a přijímač. V závislosti na metodice sběru dat (viz kapitola 5) a použité anténě může být zařízení taženo na popruzích nebo, u menších antén, za držadlo. Většina GPR systémů používá dipólové antény. Přístroje mohou být z hlediska počtu antén bistatické, mající dvě antény – jednu pro vysílání a druhou pro příjem impulsů, nebo monostatické, kdy je pro vysílání i příjem signálu užitá jedna anténa. Monostatické antény mají při práci dva stavy – vysílací a přijímací. Po vyslání elektromagnetické vlny se anténa přepne do přijímacího módu a zaznamená vrácený signál.



Obr. 4: Řídicí jednotka SIR-3000;
Zdroj: internet



Obr. 5: Schéma metody GPR; Upraveno z [6]

4.1 Georadar SIR-3000

K našemu měření byl použit přístroj SIR-3000 (viz Obr. 6) americké firmy GSSI (Geophysical Survey System Inc.) založené roku 1972 pány Rex Morey a Art Drake.

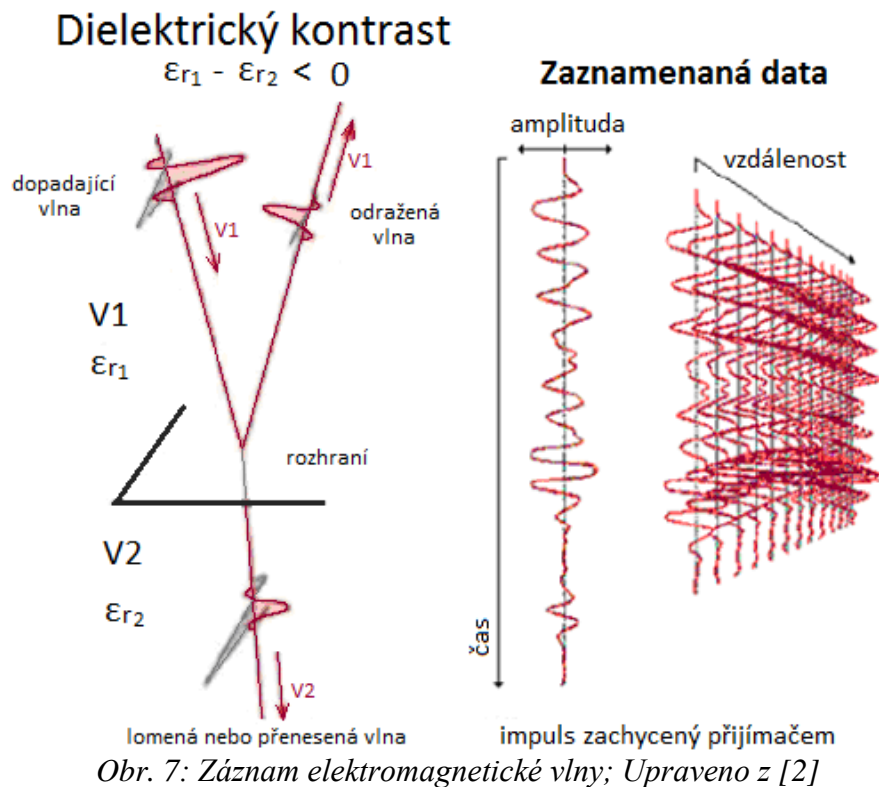
Jak je uvedeno v uživatelské příručce [9], jedná se o malý, lehký systém určený pro ovládání jedním uživatelem. Anténa a řídicí jednotka systému jsou spojeny kabelem. Řídicí jednotka se skládá z klávesnice, barevné obrazovky, panelových konektorů, bateriového slotu a kontrolky, viz Obr. 4 na předchozí stránce. Obrazovka umožňuje zobrazení dat v reálném čase nebo v režimu přehrávání. Systém pro měření využívá modulovaný impuls monostatické antény. Systém SIR-3000 umožňuje pokročilé zpracování signálu a 3D zobrazení "v poli". Vzhledem k tomu, že skýtá možnost instalace všech GSSI antén, je to vhodný cenově dostupný a flexibilní nástroj pro uživatele mnoha oborů.



Obr. 6: SIR-3000 s 400 MHz anténou; Zdroj: autor

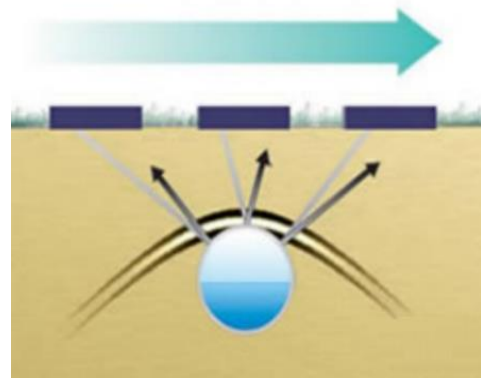
5 Sběr dat

Vysílač antény emituje přerušované sinusoidní impulsy, které se šíří materiálem. Rychlost vln závisí na elektromagnetických vlastnostech prostředí. Přijímač antény následně zachycuje odražené impulsy od rozhraní prostředí s rozdílnými dielektrickými vlastnostmi, které jsou dále zpracovány řídicí jednotkou. Odražené impulsy mají zpoždění od desítek do tisíců nanosekund. Anténa dokáže vyslat až 100 000 impulsů za 1 sekundu. Když uživatel nastaví například 1 000 impulsů za 1 sekundu, je postupně proměřena každá tisícina nastavené hloubky průzkumu. Systém zaznamená intenzitu a fázový posun odražené vlny. Celkový profil měřeného podloží je složen z jednotlivých snímků sbíraných v diskrétních bodech posunem antény podél měřické přímky. Osa X vzniklého dvourozměrného obrazu reprezentuje vzdálenost podél profilu a osa Z představuje tranzitní čas mezi vysláním a přijmem signálu. Při znalosti přibližné dielektrické konstanty zkoumaného podloží lze tranzitní čas přepočítat na hloubku.



Jak uvádí [2], ačkoli by vysílané signály měly mít tvar úzkého paprsku, mají ve skutečnosti tvar kužele. Hodnota rozptylu nabývá hodnot kolem 60° . Z toho důvodu anténa přijímá odražené signály, i když se ještě nenachází přímo nad předmětem. U menších či liniových objektů (kabely, trubky) pak vlivem rozptylu signálu dochází

k tomu, že tím, jak se anténa postupně přibližuje, přechází přes a vzdaluje se, je objekt vykreslován jako část hyperboly. Poloha objektu je pak dána vrcholem hyperboly. U objektů nacházejících se blíže k povrchu je hyperbola užší a špičatější a čím hlouběji se předměty nachází, tím se hyperbola rozšiřuje a zaobluje. Vhodným postupem při zpracování se pak dají koncové části hyperbol odstranit a zvýraznit skutečnou polohu předmětu (blíže kapitola 6.7).



*Obr. 8: Vliv rozptylu signálu;
Upraveno z [7]*

5.1 Způsoby sběru dat

S ohledem na podobu naměřených dat a jejich vhodnost pro další zpracování je třeba promyslet způsob měření a správně rozvrhnout měřickou síť. Je-li potřeba, mohou být naměřená data umístěna do souřadnicového systému kombinací GPR průzkumu s metodami klasické geodézie nebo spojením GPR antény s anténou GNSS. Pokud je naším cílem vytvořit z naměřených dat 3D model podloží, jsou v nabídce systému SIR-3000 dva měřicí módy – Quick 3D a TerraSIRch.

První z nich, Quick 3D, má výhodu zkrácení doby zpracování dat. 3D model totiž vygeneruje software řídicí jednotky sám ještě v terénu. Je k tomu potřeba rozvrhnout v terénu nejlépe pravidelnou (čtverec, obdélník) měřickou síť a její rozměry a rozestupy mezi jednotlivými profily zanést do řídicí jednotky. Jednotlivé profily jsou pak měřeny v předem daném pořadí a společně s daty se ukládají i informace o polohovém umístění. Software pak k sobě přiřadí jednotlivé profily a vytvoří 3D model.

Při měření pro účely této práce byl použit mód TerraSIRch, který umožňuje měřit samostatné profily. Jejich následné zpracování a tvorba 3D modelu je pak provedena v software RADAN. U obou módů je potřeba přesně definovat začátky a konce jednotlivých profilů. Buď budou profily začínat a končit na základních liniích sítě nebo se stiskem tlačítka na řídicí jednotce, když se anténa nachází nad patřičným bodem, vytvoří uživatelská značka, která se pak zobrazí v datech.

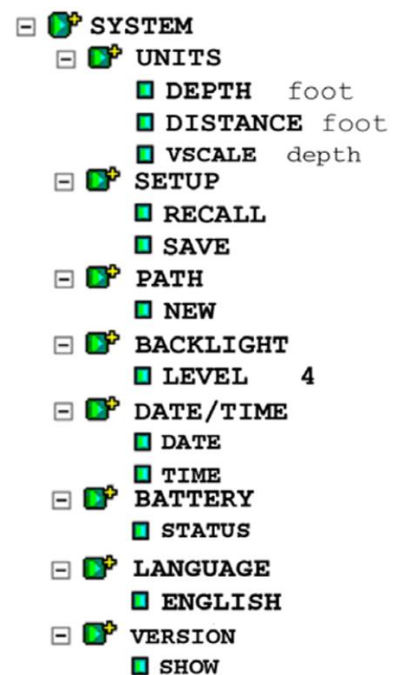
5.2 Nastavení parametrů přístroje

Před zahájením měření s GPR přístrojem je potřeba se zamyslet, co budeme měřit, jaké jsou vlastnosti předmětu zkoumání, vlastnosti terénu, s jakou přesností je třeba měřit, jaké očekáváme výsledky atd. Na základě rozvahy je pak zvolena metodika měření (ve smyslu předchozí kapitoly 5.1) a jsou nastaveny vstupní parametry přístroje pro sběr dat.

Jak již bylo řečeno, měření byla prováděna v režimu TerraSIRch. Nastavení systému SIR-3000 v tomto režimu je rozděleno do 4 základních menu, která jsou dále blíže popsána.

5.2.1 Menu SYSTEM

V menu SYSTEM jsou nastavovány základní systémové parametry, proto je třeba, podívat se sem jako první. V podnabídce PATH je třeba nastavit cestu do adresáře, do kterého se budou ukládat měřená data, nebo je zde možné založit nový adresář. Dále se v menu SYSTEM dají nastavit požadované jednotky a měřítko zobrazení (např. při měření vysokofrekvenční anténou do malých hloubek nastavit zobrazení hloubky v centimetrech a vzdálenosti v metrech), datum a čas, jazyk, podsvícení displeje. Je zde uveden stav baterie a informace o aktuální verzi software. V záložce SETUP je možné načíst parametry pro příslušnou anténu a metodu sběru nebo uložit aktuálně nastavené pro příští použití.



Obr. 9: Menu SYSTEM;
Zdroj: [10]

5.2.2 Menu COLLECT

V menu COLLECT jsou nastavovány parametry, které mají největší vliv na podobu naměřených dat. Menu je rozděleno do 5 podnabídek, které jsou dále členěny. Jedním z hlavních parametrů je hodnota střední frekvence použité antény. Při hledání



Obr. 10: SIR-3000 s 200 MHz anténou, řídicí jednotka se slunečním stínítkem; Zdroj: autor

mochovské tvrže byla použita anténa s frekvencí 200 MHz, ve Vyšehořovicích bylo měřeno s anténou o střední frekvenci 400 MHz. Kromě několika dalších parametrů, které jsou popsány v následujících kapitolách, bylo ponecháno výchozí nastavení.

5.2.2.1 Parametr MODE

System SIR-3000 nabízí 3 módy sběru dat označované jako POINT, TIME a DISTANCE. Pro pozdější 3D zpracování jsou u všech módů požadovány alespoň tři vodorovné profily.

Mód POINT

Jde o bodový sběr dat vhodný pro hluboké geofyzikální průzkumy nebo průzkumy ve špatně přístupném, členitém, svažitém terénu, tam kde nelze využít měřického kolečka. Je zde nutné dostatečně hustě rozměřit měřickou síť. Anténa se staví na body zájmové oblasti, kde se tvoří jednotlivé snímky.

Mód TIME

Další metodou, kterou SIR-3000 nabízí, je metoda založená na periodě vysílaných impulsů. Uživatel nastaví počet vyslaných signálů za vteřinu. Hustota dat je pak dána rychlostí pohybu antény. Aby nevznikaly nerovnoměrnosti v hustotě získaných dat, je důležité, aby se anténa pohybovala stálou rychlostí. Během měření je potřeba po určitých vzdálenostech vkládat uživatelské značky a následně v takto vzniklých úsecích

úměrně data rozdělit. Tento způsob je vhodný tam, kde můžeme zaručit konstantní rychlost, např. tažení antény autem, lodí, nebo při měření velkých území, kdy nejde o přesné polohové určení cílů, ale například je cílem získat obraz geofyzikální skladby podloží.

Mód DISTANCE

Pro účely této práce bylo měřeno v režimu Distance. Při této metodě je využíváno měřického kolečka pro měření vzdálenosti. Kolečko je propojeno s anténou, která vysílá uživatelem nastavený počet impulsů za jednotku délky, viz kapitola 5.2.2.5. Aby kolečko měřilo správnou vzdálenost, je ho potřeba před začátkem průzkumu zkalibrovat. Kalibruje se přetažením přístroje po linii o známé délce, zanesené do řídicí jednotky. Měření v režimu DISTANCE je nejpřesnější a pro většinu aplikací nejvhodnější metoda.

5.2.2.2 Parametr RANGE

Hodnota RANGE udává hloubkový rozsah měření. Anténa přístroje měří čas mezi vysláním a příjmem elektromagnetického impulsu. Parametr se tedy zadává počtem nanosekund a udává, jak dlouhá časová prodleva mezi vysláním a příjmem signálu bude ještě zaznamenávána. Zadaná hodnota je na základě použité dielektrické konstanty převedena na hloubku. Jak je vidět v tabulce č. 2, každá anténa má v závislosti na frekvenci určitý efektivní hloubkový dosah. Pro námi zkoumané podloží se stanovenou průměrnou hodnotou dielektrické konstanty 8 (viz následující kapitola 5.2.2.3) je rychlost šíření elektromagnetické vlny přibližně 0.1 m za 1 nanosekundu. Při měření s 400 MHz anténou byl parametr RANGE nastaven na hodnotu 50 ns, což odpovídá délce 5 m. Vzhledem k tomu, že se signál šíří obousměrně, tedy vyslaný impuls tam a odražený zpět, je maximální penetrační hloubka přibližně 2.5 metru. U 200 MHz antény byla hodnota parametru nastavena na 150 ns. Analogickým výpočtem se při dielektrické konstantě na hodnotě 8 dostaneme k maximálnímu dosahu měření 7.5 metru.

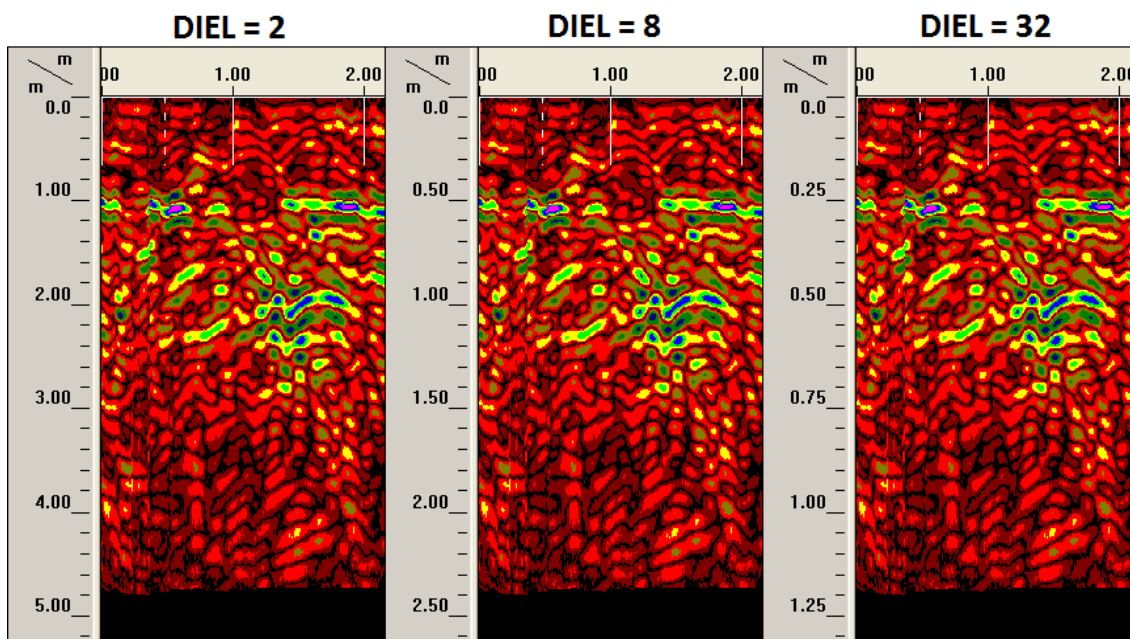
Frekvence	Typická maximální hloubka [m]	Typický rozsah [ns]
2.6 GHz	0.3	10
1.6 GHz	0.5	10 – 15
900 MHz	1	10 – 20
400 MHz	3	20 – 100
200 MHz	8	70 – 300
100 MHz	20	300 – 500

Tab. 2: Rozsah měření v závislosti na frekvenci antény; Zdroj: [9]

5.2.2.3 Parametr DIEL

V záložce DIEL se nastavuje hodnota dielektrické konstanty zkoumaného prostředí. Dielektrická konstanta ovlivňuje rychlost šíření elektromagnetických vln vyslaných anténou GPR přístroje v podpovrchovém prostředí. Jde o parametr, který má zásadní vliv na určení hloubky uložení objektů. Změna určení hloubky objektu v závislosti na hodnotě dielektrické konstanty je patrná z radarogramů na obrázku č. 11. Při čtyřnásobném zvětšení hodnoty dielektrické konstanty se určení hloubky objektu zmenší na polovinu.

Hodnota dielektrické konstanty je zadávána před měřením do řídicí jednotky a je možné ji změnit při následném zpracování v programu RADAN. Vzhledem k tomu, že je její hodnota velice proměnlivá, závislá na složení podloží a jeho vlhkosti, je velmi složité její správné určení. Když není hodnota dielektrické konstanty známa (což u běžných půd ani není docela možné), je doporučeno nastavit hodnotu parametru DIEL = 8. Toto číslo je považováno za jakousi univerzální střední hodnotu.



Obr. 11: Vliv dielektrické konstanty na určení hloubky; Zdroj: autor

5.2.2.4 Parametr SAMPLES

Každá sinusoidní křivka snímku se skládá z určitého počtu jednotlivých datových bodů, tzv. samples (vzorků). Čím více vzorků bude sejmuto, tím bude křivka hladší a data budou mít lepší vertikální rozlišení. Parametr tedy udává, z kolika bodů bude sinusoidní křivka snímku zobrazena. Hodnotu parametru lze zvolit z možností 256, 512, 1024, 2048, 4096, nebo 8192 vzorků na snímek. Čím je větší počet vzorků, tím je pak hladší vykreslení, ale pochopitelně roste velikost souborů. Pro většinu aplikací je doporučena hodnota 512 nebo 1024 vzorků na snímek. Pro naše měření byla použita hodnota 512, která je také doporučena pro měření s oběma použitými anténami. Nastavit větší hodnoty vzorkování se doporučuje při hlubokých geologických průzkumech nebo při měření tloušťek ledových mas.

5.2.2.5 Parametr SCN/UNIT

Parametr SCN/UNIT může být zadáván pouze při práci s měřickým kolečkem (mód DISTANCE). Udává počet snímků na jednotku horizontální vzdálenosti (hustotu měření), čímž je ovlivněno horizontální rozlišení měřených dat. Čím je rozteč mezi

jednotlivými snímky menší, tím je lepší rozlišení naměřených dat, ale také roste velikost souboru. Obecně platí, že pro vykreslení rozpoznatelné hyperboly je potřeba, aby byl objekt zachycen minimálně na 10 snímcích. Pro případné určení vhodného potřebného počtu snímků platí jednoduché pravidlo, které souvisí s kuželovitým rozptylem signálu. Počet 10 snímků (potřebných pro čitelnou hyperbolu) se podělí hloubkou nejmělkého zkoumaného objektu. Například pro vykreslení předmětu v hloubce 0.2 m, je třeba $10 \text{ snímků} / 0.2 \text{ m} = 50 \text{ snímků na 1 metr}$. Pro vykreslení předmětu v hloubce 2 m, pak stačí 5 snímků na 1 metr.

Při průzkumu konkrétních cílů (zdi, kabely, potrubí, atd.) je vhodnější větší hustota měření. Oproti tomu např. při geologickém průzkumu rozložení vrstev podloží postačují, z důvodu šetření paměti, větší rozestupy snímkování. Od výrobce je u 200 MHz i 400 MHz antény přednastavená hodnota SCN/UNIT 50 snímků na 1 metr. Tato hodnota je pro většinu měření postačující. Při měření byla pro zajištění dobrého rozlišení dat i v malých hloubkách použita hodnota 100 snímků na 1 metr čili 1 snímek každý centimetr.

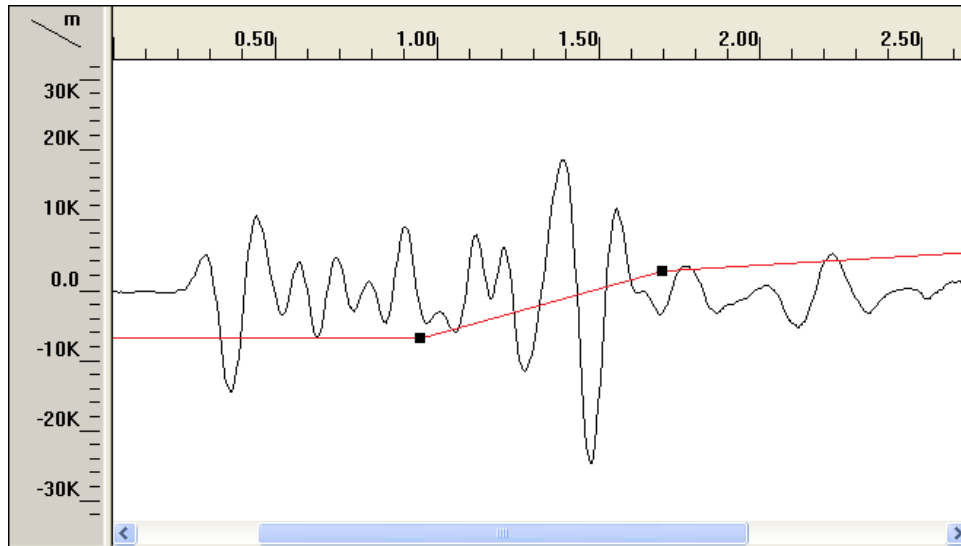
Poznámka: Jak bylo řečeno, parametr SCN/UNIT je nastavován pro práci s měřickým kolečkem. Pokud je měřeno v režimu TIME, je třeba nastavit parametr RATE, který udává počet zaznamenaných snímků za 1 sekundu. Hodnotu parametru je třeba vhodně nastavit v závislosti na plánované rychlosti pohybu antény, aby získaná data měla dostatečnou hustotu snímků.

5.2.2.6 Parametr GAIN

Funkce GAIN slouží ke zvýraznění zobrazených dat, která se stávají v důsledku slábnutí signálu (při jeho prostupu prostředím je částečně pohlcen a odražen) méně zřetelnými. Funkce uměle zesílí slabší signál ve větších hloubkách a zeslabí silný signál při povrchu. Jemné rozdíly ve slabších datech jsou pak zřetelnější. Zesílení může být upraveno i při pozdějším zpracování v RADANU.

Zesílení dat může být provedeno automaticky nebo manuálně, pomocí lomené křivky, viz Obr. 12. Nastaví se počet lomových bodů, které se na křivce automaticky rovnoměrně rozmístí, a každému bodu se přidělí příslušná hodnota zesílení. Obvykle se

používá 3 až 5 bodů (více než 5 bodů se nedoporučuje). Protože je obtížné odhadnout rozložení materiálu v podloží, je manuální nastavení zvýraznění spíše pro zkušené měřiče. Případně může být manuální nastavení (i pro méně zkušené uživatele) použito pro zvýraznění možného objektu v konkrétním hloubkovém rozsahu.



Obr. 12: Křivka elektromagnetické vlny v režimu zobrazení O-SCOPE s lomenou křivkou zesílení; Zdroj: autor

5.2.3 Menu PLAYBACK

Menu PLAYBACK slouží k prohlížení a vyhodnocování naměřených dat (např. změna dielektrické konstanty, aplikace filtrů). Funkce nemění trvale data, ale slouží pouze pro účely zobrazení.

5.2.4 Menu OUTPUT

V menu OUTPUT lze nastavit způsob zobrazování dat a dále zde lze provádět správu souborů. V tomto menu bylo ponecháno výchozí nastavení.

6 Zpracování dat

Pro podrobnou analýzu a interpretaci GPR dat naměřených současnými SIR systémy je firmou GSSI poskytován program RADAN. Data byla zpracována ve verzi RADAN 6.6. V následujících několika kapitolách bude stručně popsán postup při zpracování získaných .DZT souborů jednotlivých profilů.

6.1 Zobrazení naměřených dat

Software RADAN ve verzi 6.6 nabízí uživateli 5 různých formátů zobrazení nahraných dat:

6.1.1 Formát O-SCOPE

Ve formátu zobrazení O-SCOPE si lze jednotlivě prohlížet sinusoidní křivky elektromagnetických vln jednotlivých snímků profilu. Na svislé ose je velikost amplitudy, na vodorovné tranzitní čas nebo hloubka, viz Obr. 12 na předchozí stránce.

6.1.2 Formát LINESCAN

Zobrazení LINESCAN je základní způsob zobrazení dat. Jeho podoba je na Obr. 13. Data jsou zobrazena formou amplitud ve stupních šedi nebo barevných amplitud, kdy je každá barva přiřazena k určité hodnotě vráceného signálu. K dispozici je 25 různých barevných škál. Pro každou stupnici je dále k dispozici 16 barevných transformací sloužících k zesílení slabých amplitud. Pro zpracování našich dat byly použity barevné škály č. 17 (stupně šedi) a č. 1. U této barevné stupnice (viz Obr. 14) bílá barva značí maximální kladné amplitudy impulsu, silný odraz (nebo vysokou hodnotu dielektrické konstanty) a tmavé barvy znamenají malé amplitudy. Proto velké černé oblasti signalizují jednotné struktury jako například homogenní písková ložiska s nízkou nebo žádnou dielektrickou konstantou.

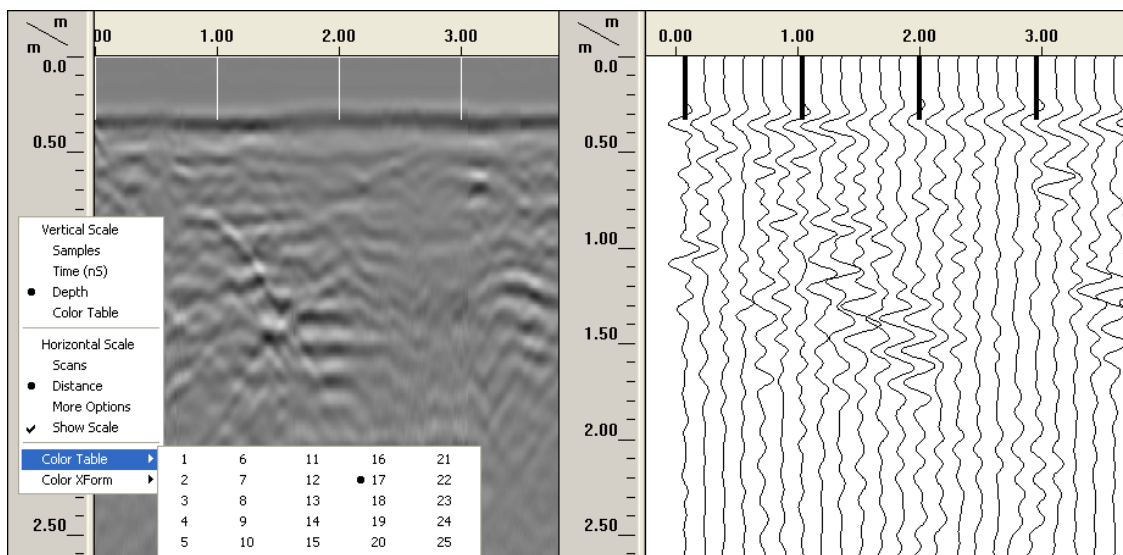
Dále je možné nastavit jednotky vertikální a horizontální stupnice, viz Obr. 13. U vodorovného měřítka to může být počet pořízených snímků nebo délka profilu v metrech. Svislé měřítko může představovat počet vzorků, tranzitní čas v nanosekundách nebo hloubku v metrech. Nastavení měřítek na vzdálenost a hloubku je vhodné k určení polohy objektů. Nastavení na počet skenů a vzorků pak slouží, při zadání konkrétních hodnot, k vymezení výřezu nebo oblasti při různých filtracích a úpravách naměřených dat. V pravém dolním rohu obrazovky se při pohybu kurzorem po radarogramu profilu zobrazují souřadnice kurzoru.

Formát zobrazení LINESCAN je nejvhodnější pro určování polohy umělých objektů, jako jsou například roury, podzemní zásobníky, kanalizace a archeologické předměty (pozůstatky zdí, krypty, sklepení, hroby atd.). Při vhodně zvolené paletě barev se v tomto zobrazení nejlépe identifikují objekty v závislosti na intenzitě barev a vykreslení hyperbol.

6.1.3 Formát WIGGLE

Ve formátu WIGGLE jsou data zobrazena v podobě jednotlivých sinusoidních křivek snímků poskládaných vedle sebe. Tento způsob zobrazení je vhodný pro identifikaci geologických prvků, jako jsou hladina podzemní vody, nebo vrstvy jílu.

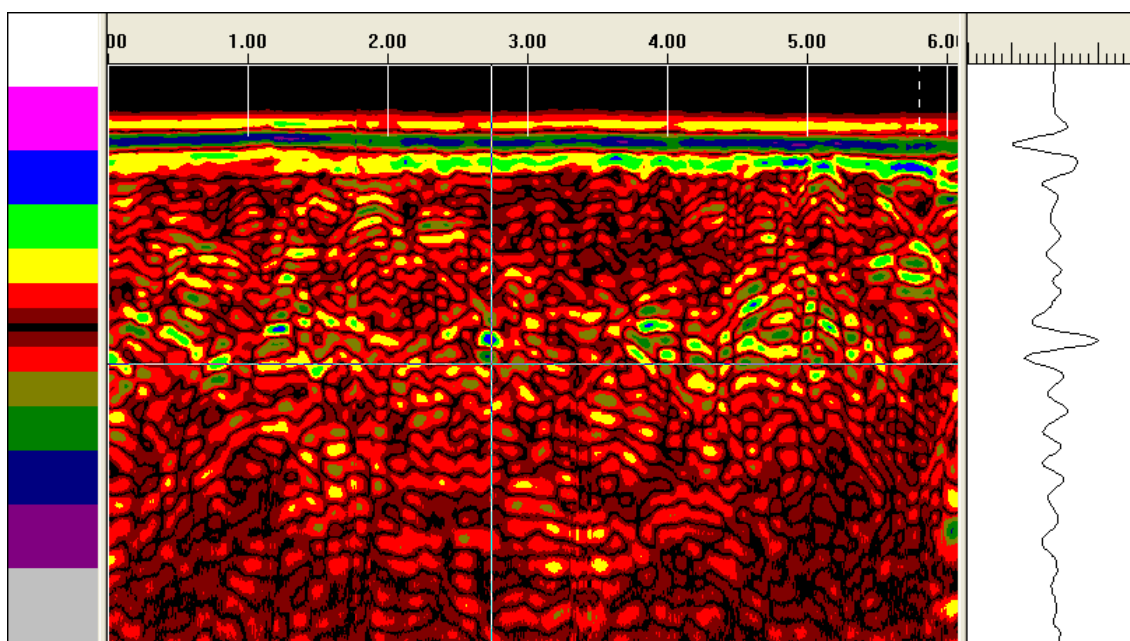
Ve formátu WIGGLE i LINESCAN je zobrazen celý datový soubor (měřený profil) najednou. Vztah mezi amplitudami křivek v zobrazení WIGGLE a stupni šedi v zobrazení LINESCAN je znázorněn na obrázku č. 13.



Obr. 13: Zobrazení LINESCAN (vlevo) a WIGGLE; Zdroj: autor

6.1.4 Formát LINESCAN WITH WIGGLE

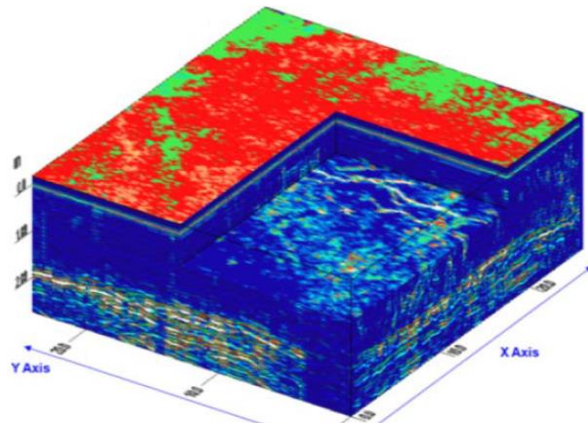
Jak název napovídá, zobrazení LINESCAN WITH WIGGLE je kombinací obou výše zmíněných způsobů zobrazení. Data jsou zobrazena formou barevných amplitud ve zvolené barevné škále spolu s grafem křivek jednotlivých snímků. V pravé části dialogového okna se při posunu kurzorem (bílý kříž na Obr. 14) po radarogramu zobrazuje křivka odpovídající příslušnému snímku.



Obr. 14: Zobrazení LINESCAN WITH WIGGLE; Zdroj: autor

6.1.5 Formát 3D DISPLAY

Trojrozměrné zobrazení umožňuje zobrazení a analýzu 3D souborů nebo i prostorové zobrazení jednotlivých profilů a jejich analýzu pomocí 3D nástrojů. Je to další stupeň vyhodnocování dat po zpracování v zobrazení LINESCAN. Pokud byla data získána měřením v módu Quick 3D, lze trojrozměrné zobrazení spustit hned po



Obr. 15: 3D DISPLAY; Zdroj: [10]

načtení souboru. V případě, že máme data k dispozici formou samostatných profilů, je potřeba profily nejprve správně umístit do souřadnicové soustavy. Pro vhodnou interpretaci dat poskytuje RADAN k trojrozměrnému zobrazení řadu doplňkových funkcí (např. otáčení modelem, změna barvy pozadí, zobrazení sítě pro případné pozdější georeferencování půdorysu).

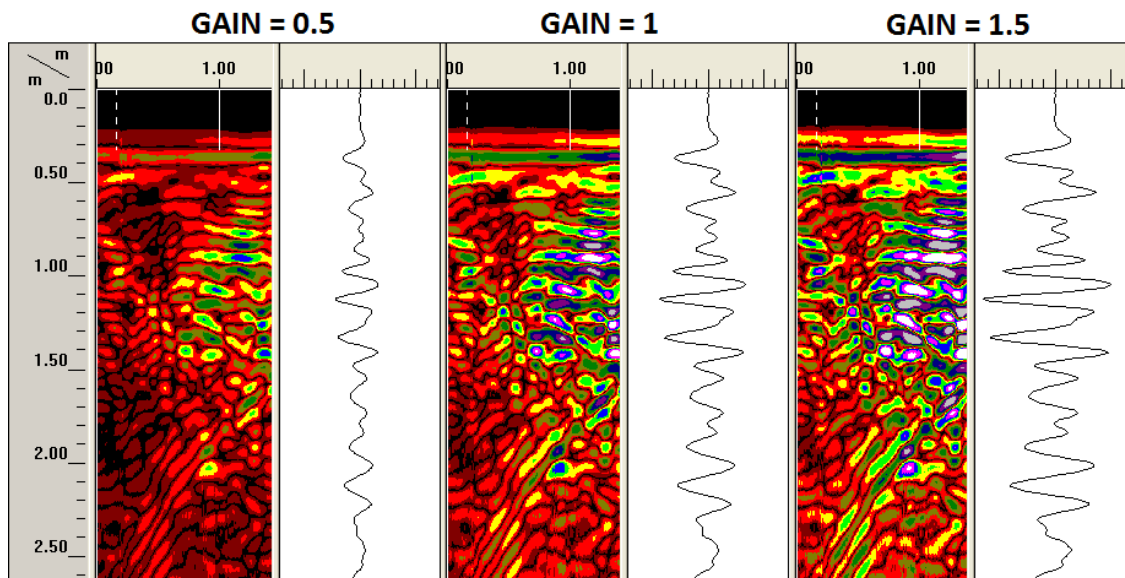
Souvislý model je z jednotlivých profilů vytvořen interpolací dat v prostorech mezi sousedícími profily. Kvalita a podrobnost prostorového zobrazení roste s počtem profilů. Pro dobré zobrazení je nezbytných alespoň 20 profilů.

Prostorový režim zobrazení poskytuje celkový pohled na zkoumanou oblast. Je možné vytvářet libovolné řezy základními rovinami výsledného modelu a tím vytvářet vhodné pohledy na zkoumané objekty.

6.2 Zesílení dat

K zesílení zobrazených naměřených dat slouží stejně jako v řídicí jednotce během měření funkce GAIN. Funkce má pouze vizuální charakter, surová data nijak nemění, slouží ke zvýraznění dat, která jsou v důsledku slábnutí signálu méně zřetelná, pro jejich lepší interpretaci.

Pro následné trojrozměrné zobrazení dat je nezbytné, aby měla všechna data ve všech profilech stejnou hodnotu zesílení.

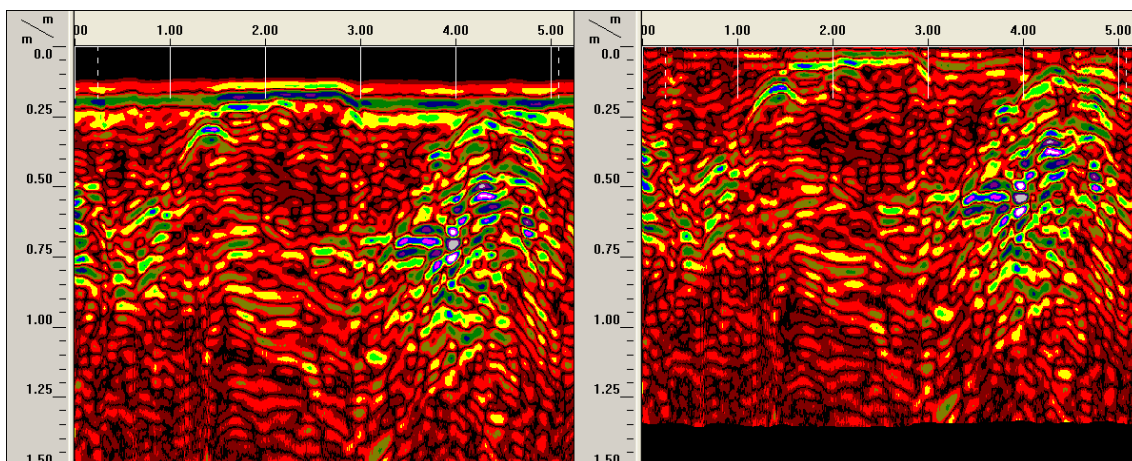


Obr. 16: Vliv funkce GAIN; Zdroj: autor

6.3 Úprava vertikálního měřítka

Protože se vysílač antény nenachází přímo nad terénem, ale signál k zemskému povrchu chvíli cestuje vnitřním prostorem antény, nachází se v souboru i nepotřebná data naměřená uvnitř antény (černá plocha v horní části levého radarogramu na Obr. 17). Nula vertikálního měřítka se tedy nenachází na povrchu terénu, ale kousek nad ním. Před dalšími zpracováními je tedy potřeba posunout nulu vertikální osy na povrch terénu a zmíněná nepotřebná data odstranit. Hlavním parametrem pro tuto korekci je typ použité antény. Výsledkem této úpravy je nový radarogram s opravenou hloubkou a odstraněnými nadbytečnými daty.

Poznámka: Výsledky úpravy vertikálního měřítka a několika následujících úprav budou demonstrovány na radarogramu profilu č. 44 pořízeném ve Vyšehořovicích. Při zpracování dat byla změněna hodnota dielektrické konstanty z původních 8 na 25 (zdůvodněno v kap. 7.1.2.1), proto je v radarogramech dosah měření přibližně 1.5 m.



Obr. 17: Radarogram profilu č. 44 před jakoukoliv úpravou (vlevo) a po úpravě vertikálního měřítka; Zdroj: autor

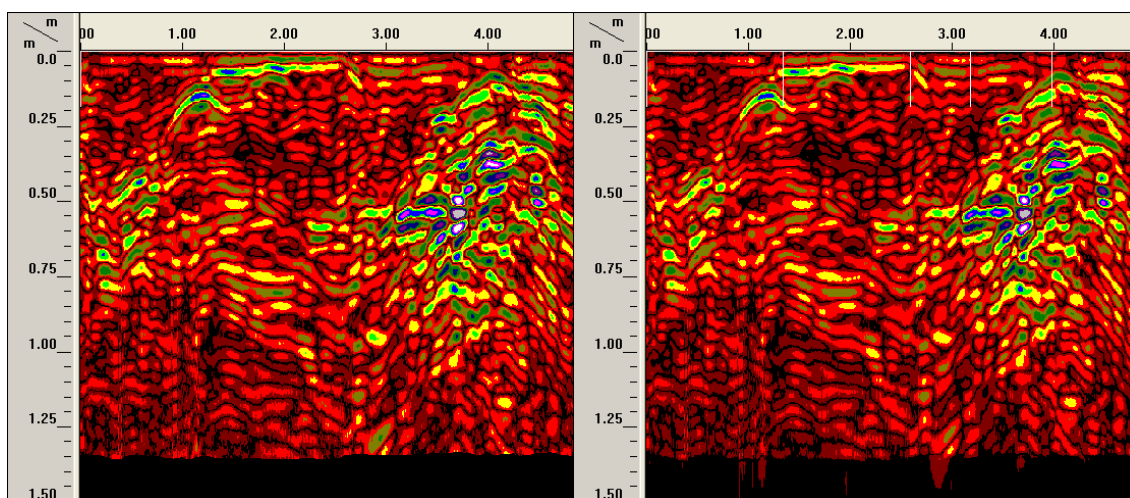
6.4 Délkové vyrovnání

V případě, že není před měřením dostatečně přesně zkalibrováno měřické kolečko nebo ani není použito, je potřeba jednotlivým profilům nastavit správnou délku. Vyrovnání délek (nebo počtu snímků na jednotku vzdálenosti) probíhá na základě známých vzdáleností mezi měřickými značkami (v radarogramech značeny čárkovanou čarou při horním okraji, viz Obr. 17). Nezbytné jsou značky označující začátek a konec profilu. Koncové body profilů byly při našem průzkumu zaměřeny totální stanicí a délky profilů pak byly vypočteny ze souřadnic. Protože bylo měřeno v pravidelné síti, byly případné chybějící souřadnice konců snadno dopočteny. Pro získání lepších výsledků je vhodné v pravidelném intervalu umisťovat měřické značky i v průběhu profilu a na výraznějších terénních hranách. Pokud jsou v radarogramu data přesahující začátek a konec profilu, jsou z radarogramu odstraněna.

Výsledkem délkového vyrovnání je radarogram s ořezanými okrajovými daty, délkově odpovídající naměřenému profilu. Jak je vidět na Obr. 18 na následující straně, z radarogramu byla odstraněna data přesahující měřické značky a byl vyrovnán na délku 4.81 m.

6.5 Filtrace

Filtrace slouží ke kosmetické úpravě dat, pro jejich lepší čitelnost. Její použití není nezbytně nutné. Je to nástroj sloužící k redukci různých typů šumů (vysokofrekvenční, nízkofrekvenční, v horizontálním směru, ve vertikálním směru) a dalších nežádoucích jevů z radarogramu. RADAN za tímto účelem poskytuje několik druhů filtrů. Při zpracování naměřených dat byl použit trojúhelníkový FIR filtr (filtr s konečnou impulzní odezvou), který z dat odstranil vertikální šum (viz Obr. 18).



Obr. 18: Radarogram po délkovém vyrovnání (vlevo) a aplikaci FIR filtru; Zdroj: autor

6.6 Výškové vyrovnání

V poslední fázi zpracování radarogramů byla data výškově vyrovnána, což znamená, že byly odstraněny účinky místní topologie terénu. Aby mohlo výškové vyrovnání správně proběhnout, je třeba zadat výšky alespoň 4 bodů profilu – 2 body na koncích profilu a alespoň 2 body v průběhu profilu. U krátkých nebo rovinatých profilů, kdy pro vyrovnání stačil jeden bod v průběhu profilu, byl tento bod, z důvodu nutnosti 4 bodů pro správný výpočet vyrovnání, zadán ještě jednou o 1 centimetr vedle. Čím více výškových bodů je zadáno, tím více logicky výsledný vyrovnaný radarogram odpovídá skutečnému průběhu terénu.

Při polohovém zaměření sítě byly totální stanicí zaměřeny koncové body profilů a některé další výškově zajímavé body zkoumané oblasti. Ze souřadnic těchto bodů byl v programu Atlas DMT vygenerován digitální model terénu. V profilu pak bylo vybráno

několik dalších bodů umístěných tak, aby byl co nejlépe vystižen vertikální průběh terénu. Jejich výšky byly odečteny z vytvořeného digitálního modelu. Po takovémto nadefinování minimálně 4 bodů pak mohlo být spuštěno samotné výškové vyrovnání.

Aby následně vytvořený 3D model situace odpovídal skutečnosti, je zapotřebí, aby byly všechny profily vztaženy ke stejné výšce. V této práci byly všechny profily vztaženy k výškovému maximu zkoumané oblasti.

Podoba radarogramu po výškovém vyrovnání je na Obr. 20. Bílé čáry při horním okraji okna značí zadané výškové body. Nejvyšším bodem v této zkoumané lokalitě byl bod o nadmořské výšce 237.66 m. n. m. Počáteční bod profilu má výšku 237.38 m. n. m., což je o 28 cm méně, než je maximální výška, ke které jsou všechny profily vztaženy. Z toho důvodu, jak je vidět na obrázku, profil začíná zhruba v hloubce 28 cm.

6.7 Migrace

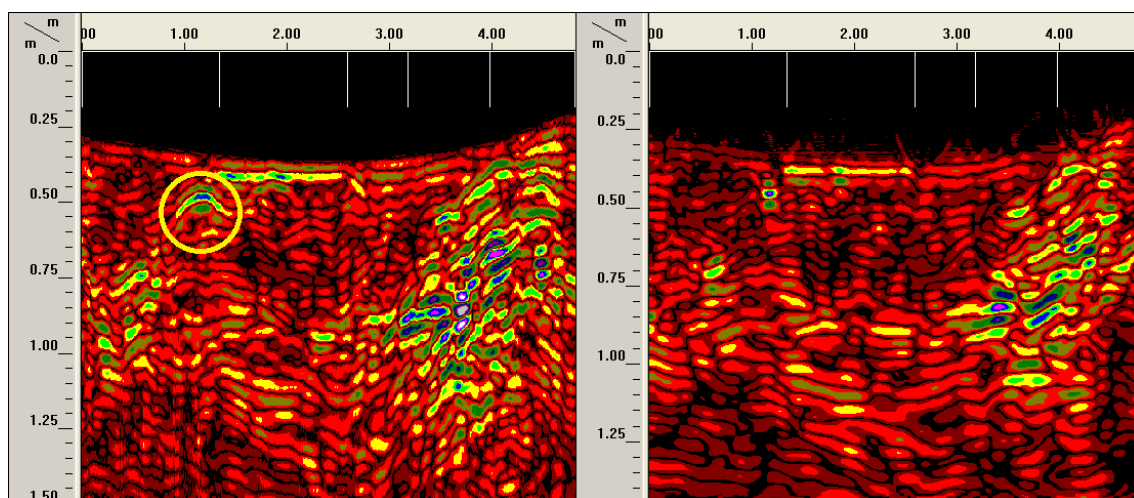
Jak bylo řečeno v kapitole 5, vlivem rozptylu signálu do kuželovitého tvaru, jsou drobnější či liniové objekty zachycené z profilu vykreslovány v podobě hyperbol. Skutečná poloha předmětů je pak v místě vrcholu hyperboly. Funkce migrace slouží po správné aplikaci k odstranění chvostů hyperboly a zvýraznění polohy předmětu v jejím vrcholu.

Vliv funkce je demonstrován na Obr. 20. Radarogram příčně protíná elektrický kabel, který prochází zkoumanou lokalitou. Poloha kabelu je patrná z fotografie na obrázku č. 19. Hyperbola znázorňující kabel je pak patrná na Obr. 20, je označena žlutým kroužkem. Žlutozelená čára vpravo nahoře od hyperboly znázorňuje dlážděnou cestu, která je taktéž vidět na fotografii.



Obr. 19: Poloha elektrického kabelu; Zdroj: Mgr. Hůrka

Po aplikaci funkce migrace je již hyperbola v radarogramu (na Obr. 20 vpravo) zborcena do jednoho bodu. Jak je vidět, kabel se nachází přibližně 15 cm pod povrchem.



Obr. 20: Radarogram po výškovém vyrovnání (vlevo) a po aplikaci migrace;
Zdroj: autor

Aby mohla být funkce migrace aplikována, je potřeba, aby radarogram obsahoval nějaké velké zřetelné hyperboly. Průzkum byl zaměřen na hledání větších objektů, jako jsou základy zdí, které se formou zřetelných hyperbol nezobrazují, jak je vidět na Obr. 20, kde barevná oblast v pravé části obrázku základ zdi znázorňuje. Z toho důvodu nebyla funkce zahrnuta do celkového zpracování.

6.8 Tvorba 3D modelu

Tvorba trojrozměrného modelu zkoumané lokality spočívá ve správném umístění jednotlivých profilů do souřadnicové soustavy. Nejprve se nadefinuje geometrie sítě. V dalším kroku se otevře okno, ve kterém je schematicky zobrazena síť s rozmístěním profilů, viz Obr. 39 na straně 53. Do sítě se postupně přidávají jednotlivé soubory s profily. U každého profilu je třeba zadat souřadnice počátečního a koncového bodu. Když je síť nadefinována, spustí se výpočet modelu. Po dokončení výpočtu se model zobrazí v režimu LINESCAN jako jeden dlouhý radarogram, ve kterém jsou za sebou spojeny radarogramy jednotlivých profilů. V tomto zobrazení ho lze normálně editovat funkcemi pro režim LINESCAN (gain, barevná škála, ...). V prostorovém náhledu (režimu 3D DISPLAY) se model zobrazí až po kliknutí na příslušné tlačítko.

7 Geofyzikální průzkum

Měření bylo uskutečněno na 2 lokalitách a to ve Vyšehořovicích a Mochově. V následujících kapitolách bude podrobně probrán postup při jejich průzkumu a zhodnocení výsledků měření.

7.1 Vyšehořovice

Obec Vyšehořovice (dříve Vyšerovice, německy Wischerowitz) se rozkládá u potoka Výmola v okrese Praha-východ, kraj Středočeský. Leží asi 25 km východně od Prahy a 5 km jižně od Čelákovic. Obec je poprvé zmíněna v zápise z r. 1178, kdy český kníže Soběslav II. daroval popluží (stará česká měrná jednotka plochy) kapitule Vyšehradské.

7.1.1 Románsko-gotický kostel sv. Martina ve Vyšehořovicích

Právě Vyšehradská kapitula, která v obci ve středověku až do husitských válek držela patronátní právo, tj. právo jmenovat faráře, zde založila nejstarší zachovanou stavbu – kostel sv. Martina (do dnešní doby se nejlépe dochoval presbytář). Koncem 16. století byla farnost ve Vyšehořovicích zrušena a převedena do sousedních Nehvizd a později, kolem poloviny 17. století, do nedalekého Bříství.



Obr. 21: Kostel sv. Martina v pohledu z jihu, vpravo presbytář původní budovy; Zdroj: internet

Vyšehořovická farnost byla obnovena teprve roku 1761. V důsledku toho byla zbořena loď původního kostela a materiál byl použit na výstavbu kostela nového (1769–1770). Současný kostel je jednoduchou barokní stavbou z vnějšku beze všech ozdob. [11], [12]

Původní budova kostela sv. Martina byla postavena okolo roku 1280. Spadá tedy do období přechodu mezi románským a gotickým slohem. Podle listiny, která byla nalezena roku 1769, byl roku 1329 kostel znovu vysvěcen. Pravděpodobně tomu tak bylo v důsledku stavebních úprav. Tesané profilované sanktuárium s tympanonem a bočními fiálami v severní stěně presbytáře dokládá další stavební zásahy i v době vrcholné gotiky. Do této doby je také datována hranolová věž, která byla později začleněna do budovy nového kostela. Dle dochovaných dolních částí gotických oken v jejím horním patře nebyla věž ve své původní podobě o moc nižší, než je dnes. Architektonický rozbor dokládá další přestavbu v pozdní gotice. Další zprávy o stavebních úpravách kostela nejsou až do jeho částečného zbourání známy. [13]



Obr. 22: Presbytář původní budovy kostela sv. Martina; Zdroj: internet

Hmotnou podobu starého románsko-gotického kostela sv. Martina dnes přibližují dva nově objevené popisné prameny: zpráva, kterou o stavu své farnosti vyhotovil v říjnu 1671 břístevský farář Václav Vojtěch Absdorfský [14] a opis dopisu (sepsán někdy v letech 1763–1769) místního faráře Václava Roháčka, jehož smyslem bylo získat

podporu pro opravy chrámu. Se zněním dopisu nás seznamuje farní kronika [15]. Kostel byl kamenný, z místního pískovce, z vnějšku neomítnutý. Do kostela patrně vedly jedny dveře, při nichž se nacházela předsíň. Prostor kostela byl pravděpodobně osvětlován čtyřmi okenními otvory: patrně dvě okna po jedné straně lodi, dochované úzké okénko ve východní stěně a velké okno v jižní stěně presbytáře dodatečně vsazené v pozdní gotice. Presbytář má čtvercový půdorys a je zaklenut křížovou klenbou bez žeber. Pod velkým oknem se nachází sedile. V severní stěně jsou dvě sanktuária. Vlevo jednoduché, zaklenuté hrotitým obloukem, které bylo ještě před několika lety schováno pod vrstvou omítky. Po odstranění zadržky byla uvnitř nalezena dřevěná polička, jež je na svém místě dosud. K zazdění došlo patrně v období vrcholné gotiky z důvodu vsazení nového většího již výše zmíněného sanktuária. Sakristie se nacházela v kostelní věži naproti vstupním dveřím pod kruchtou. Přístup do kamenné kručky byl z vnitřku kostela po kamenném schodišti ve směru od hlavního oltáře.

Na počátku 20. století odkryl Dr. J. V. Šimák základy zdi zbourané lodi, které ukazují na nevelkou plochu kostela. S novověkým růstem vsi přestávala kapacita kostela dostačovat, což byl jeden z důvodů k jeho zbourání a stavbě nového. Do současnosti se dochovala přibližně polovina původního kostela: zdivo presbytáře s východním štítem krovu, výběhy navazujících zdí lodi a hranolová věž, která byla zakomponována do barokní novostavby. V těchto odstavcích bylo čerpáno především z článku Mgr. Martina Hůrky [16], kde lze také nalézt bližší informace o podobě původního kostela.

7.1.2 Měření a vyhodnocení

Na vysehořovickém hřbitově byla zkoumána dvě místa. Hlavní průzkum byl proveden v oblasti, kde se dle předpokladů nacházela budova původního kostela sv. Martina. Druhá oblast měření se nacházela přímo uvnitř současného kostela vedle bočního oltáře, kde je o několik centimetrů pokleslá podlaha. Cílem bylo zjistit, co stojí za tímto poklesem.

7.1.2.1 Průzkum v prostoru zbouraného kostela

Zdejší průzkum si kladl za cíl ověření pravdivosti některých údajů uvedených v kapitole 7.1.1 o tehdejší podobě kostela. Cílem měření v presbytáři bylo nalezení základů oltářní mensy a hrobu prvního faráře obnovené fary a zároveň pravděpodobně posledního člověka pohřbeného ve vnitřním prostoru starého chrámu, Jana Kouřila. Hrob by se měl nejspíše nacházet v jihovýchodním rohu presbytáře v blízkosti kamenného sedátka, o čemž svědčí zápis v nejstarší vysehořovické matrice [16]. V lodi chrámu bylo předmětem průzkumu nalezení základů sloupu nebo sloupů, které nesly kamennou klenbu kruchty, a základů schodů, které do kruchty vedly. Dále pak nalezení základů předsíně při severní stěně lodi.



Obr. 23: Měřická síť, Vyšehořovice; Zdroj: Mgr. Hůrka

Pomocí pásma, hřebíků a provázků, popřípadě křídly byla na ploše před vchodem do stávajícího kostela a v presbytáři vytyčena síť 49 profilů s rozestupy 65×80 cm (viz Obr. 23). Rozměry sítě byly zvoleny takto z důvodu rovnoměrného pokrytí omezeného prostoru presbytáře. Ke georadarovému měření byl použit přístroj SIR-3000 s anténou o střední frekvenci 400 MHz. Totální stanicí Trimble 3603 DR byly následně zaměřeny koncové body profilů, významnější terénní tvary a také několik rohů kostela a presbytáře pro pozdější georeferencování sítě.

Zpracování geodetických měření

Měření totální stanicí bylo zpracováno v programu Groma v. 7. Polohové souřadnice bodů byly vypočteny v místní souřadnicové soustavě. Výškově byla síť připojena do systému Bpv. K určení nadmořských výšek bodů byl použit plán hřbitova poskytnutý Mgr. Hůrkou obsahující výškové údaje. Ze známých výšek některých zaměřených rohů obou kostelů byla vypočtena nadmořská výška stanoviska, která pak byla přičtena k převýšením na ostatní body, čímž byly získány výšky podrobných bodů. Všechny protokoly o výpočtech v programu Groma jsou součástí příloh.



Obr. 24: Totální stanice Trimble 3603 DR (vlevo) a Leica TS02; Zdroj: autor

Zpracování georadarových měření

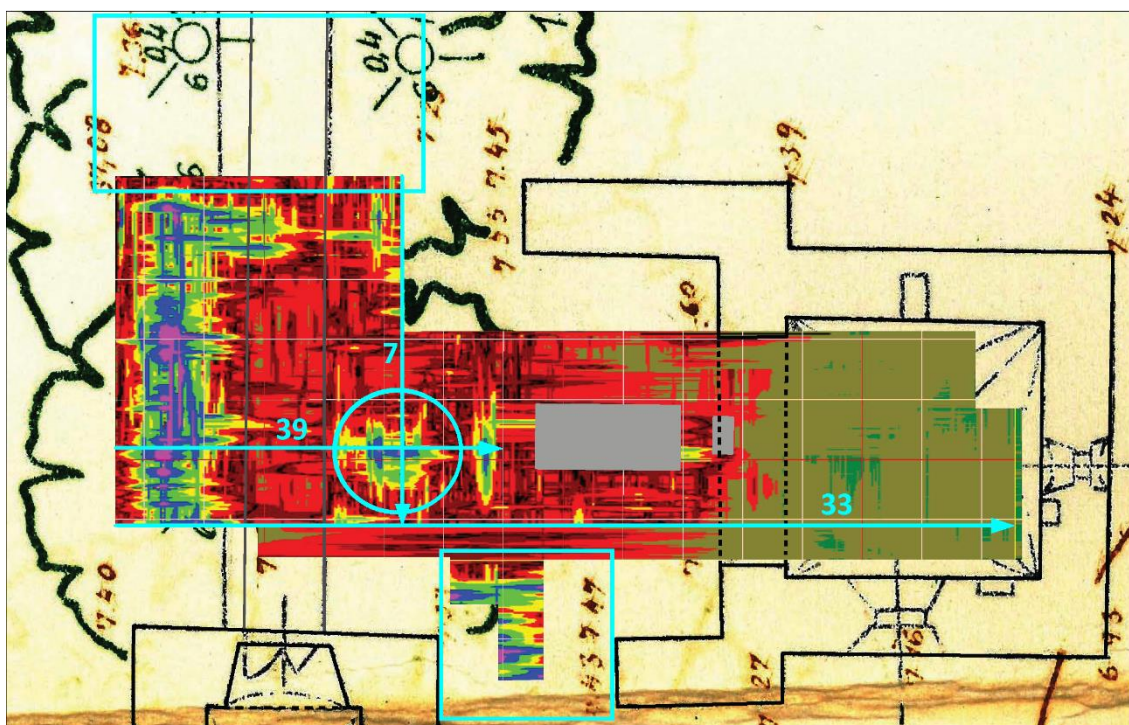
Při sběru georadarových dat byla nastavena dielektrická konstanta na hodnotu 8. Během zpracování byly získávány nové poznatky o zkoumaném podloží a vlivu dielektrické konstanty na hloubkové určení uložení objektů. Dle místních obyvatel (též přítomných při výkopech a ukládání elektrického kabelu u kostela) má tamější půda jílovitý charakter. Tabulka č. 1 uvádí pro tzv. „průměrnou půdu“ hodnotu konstanty 16. Pro jíly je hodnota, především v závislosti na vlhkosti, 4 až 40. Průzkum byl proveden počátkem března, několik dní po roztání sněhu, takže půda byla poměrně vlhká. Dielektrická konstanta vody je 80. Z fotografií pořízených při ukládání kabelu vyplývá, že se základ zdi v těchto místech nachází kolem 15 cm pod povrchem. Profil č. 7, který těmito místy prochází, však při původním nastavení konstanty znázorňoval tuto zeď zhruba 25 cm pod povrchem. Na základě všech těchto úvah byla u naměřených dat změněna hodnota dielektrické konstanty z 8 na 25, čímž se přepočítalo hloubkové určení objektů a maximální dosah měření z původních přibližných 2.5 m na 1.5 m. Jak je vidět na obrázku č. 27 na straně 44, základy jsou již znázorněny zhruba 15 cm pod úrovní terénu. Vzhledem k tomu, že hodnota dielektrické konstanty je závislá na složení podloží, vlhkosti a dalších faktorech, není její přesné určení docela možné. Hloubkové určení předmětů je tedy spíše orientační.

Radarogramy jednotlivých profilů byly dále zpracovány postupem uvedeným v kapitole 6. Profily byly délkově vyrovnány na hodnoty délek vypočtených ze souřadnic koncových bodů profilů. Za účelem výškového vyrovnání radarogramů byl v programu Atlas DMT z koncových bodů profilů a bodů na výraznějších terénních tvarech vytvořen digitální model terénu v členitější části zkoumané oblasti. Z modelu pak byly získány nadmořské výšky dalších bodů na jednotlivých profilech. Počet bodů pro vyrovnání profilu byl volen v závislosti na jeho délce a výškové členitosti terénu. Tabulka bodů použitých jak pro výškové, tak i délkové vyrovnání profilů je taktéž součástí příloh.

Ze zpracovaných radarogramů jednotlivých profilů byl následně vytvořen 3D model celé oblasti. V programu ArcMap 10.3.1 od společnosti ESRI byl model v půdorysných řezech společně se zmíněným plánem hřbitova georeferencován do místní souřadnicové soustavy. Dílčí výsledek je na Obr. 25. Šedými obdélníky jsou označeny kříž a hrob, které jsou vidět na fotografii na Obr. 23 na straně 40. Přes hrob nebylo měřeno, proto data zobrazená v těchto místech ani neodpovídají skutečnosti, ale jsou jen vyinterpolována z okolních profilů. Zaměřená cesta svou šířkou zcela neodpovídá cestě zakreslené v plánu. V obrázku je šedou čarou vykreslena skutečná šířka cesty. Interpretace georadarových dat byla konzultována s doc. RNDr. Jaroslavem Knězem, CSc. a PhDr. RNDr. Jiřím Dohnalem z přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy.

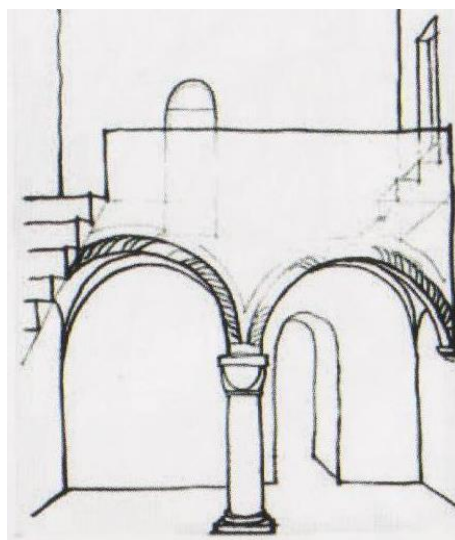
Vyhodnocení

V modelu jsou zřetelně vykresleny základy zdí zbourané lodi kostela. Jak je vidět na profilech č. 7 a 39 (viz Obr. 27), jejichž průběh je v modelu zakreslen šipkami, základy zdí (ve žlutém obdélníku) se v těchto místech nachází zhruba 15 cm pod povrchem. Jejich výška je přibližně 60 cm. Šířka zdí je přibližně 110 až 120 cm, což odpovídá zdem stojícího presbytáře.



Obr. 25: Vyšehořovice, půdorysný řez modelem; Zdroj: autor

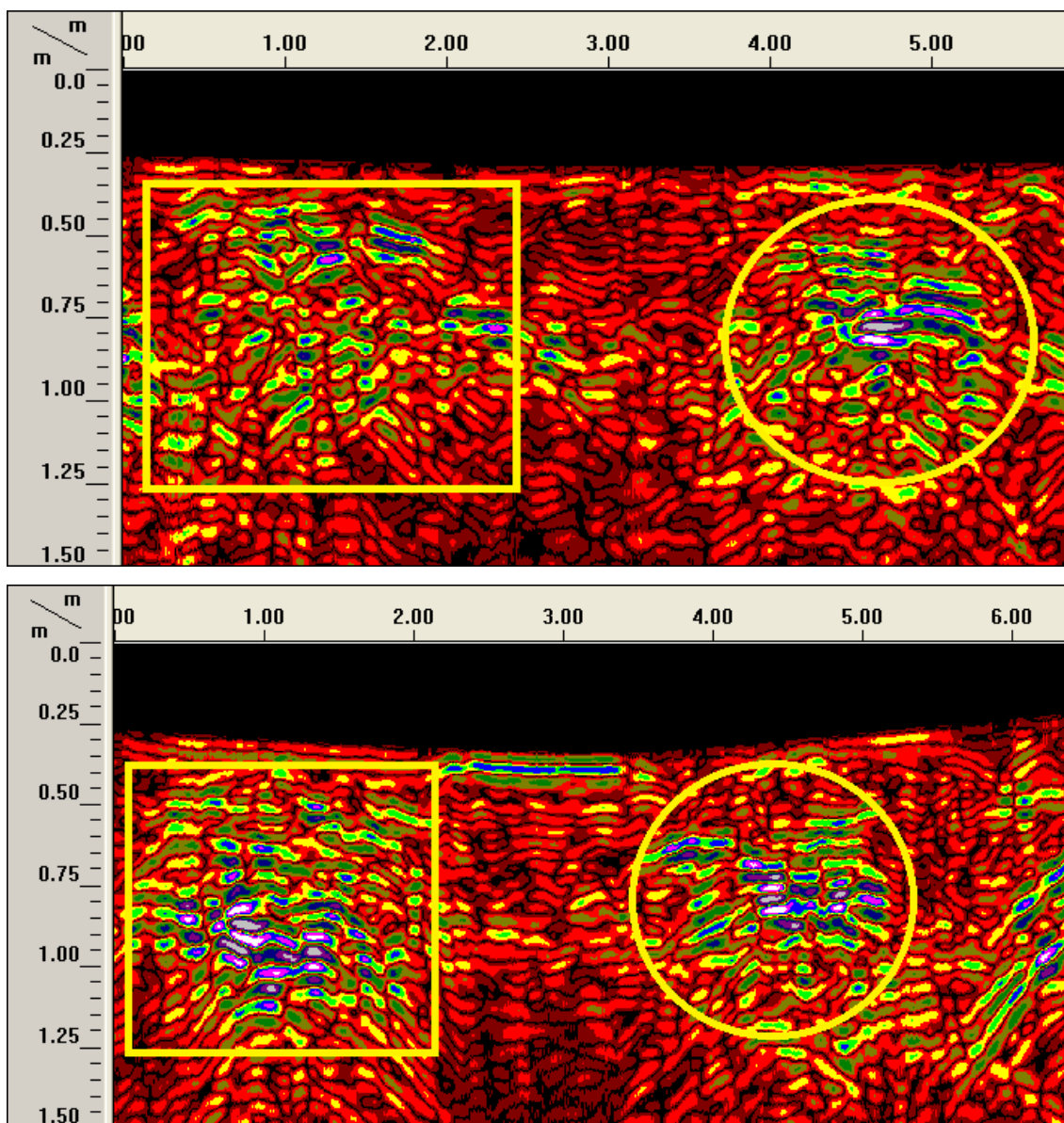
Zajímavým je objekt v modelu označený kroužkem. Nejlépe je zachycen profily č. 7 a 39, viz Obr 27. V obou profilech je objekt označen žlutým kroužkem. Nachází se zhruba 30 cm pod povrchem a je přibližně 40 cm vysoký a asi 1 m dlouhý a široký. Na základě tvaru a polohy objektu a informací z písemných pramenů bylo po konzultaci s historikem Mgr. Hůrkou usouzeno, že by se mohlo jednat o základ sloupu, který podpíral kruchtou podklenutou dvěma poli křížové klenby. Její podoba by mohla odpovídat nákrese z kostela v Rovné u Stříbrné Skalice. Přibližný střed objektu se nachází zhruba 3 m od západní stěny bývalého kostela. K jižní stěně (věži) jsou to taktéž 3 m a k severní zdi je to asi 3.3 m. Míry určitě nejsou přesné, ale zdá se, že možný sloup byl mírně excentrický, blíže k jižní stěně.



Obr. 26: Kruchta; Zdroj: Mgr. Hůrka

V profilu č. 39 si lze povšimnout kromě cesty (modrý pruh mezi obdélníkem a kružnicí) také částí hyperbol na konci profilu. S největší pravděpodobností je tak

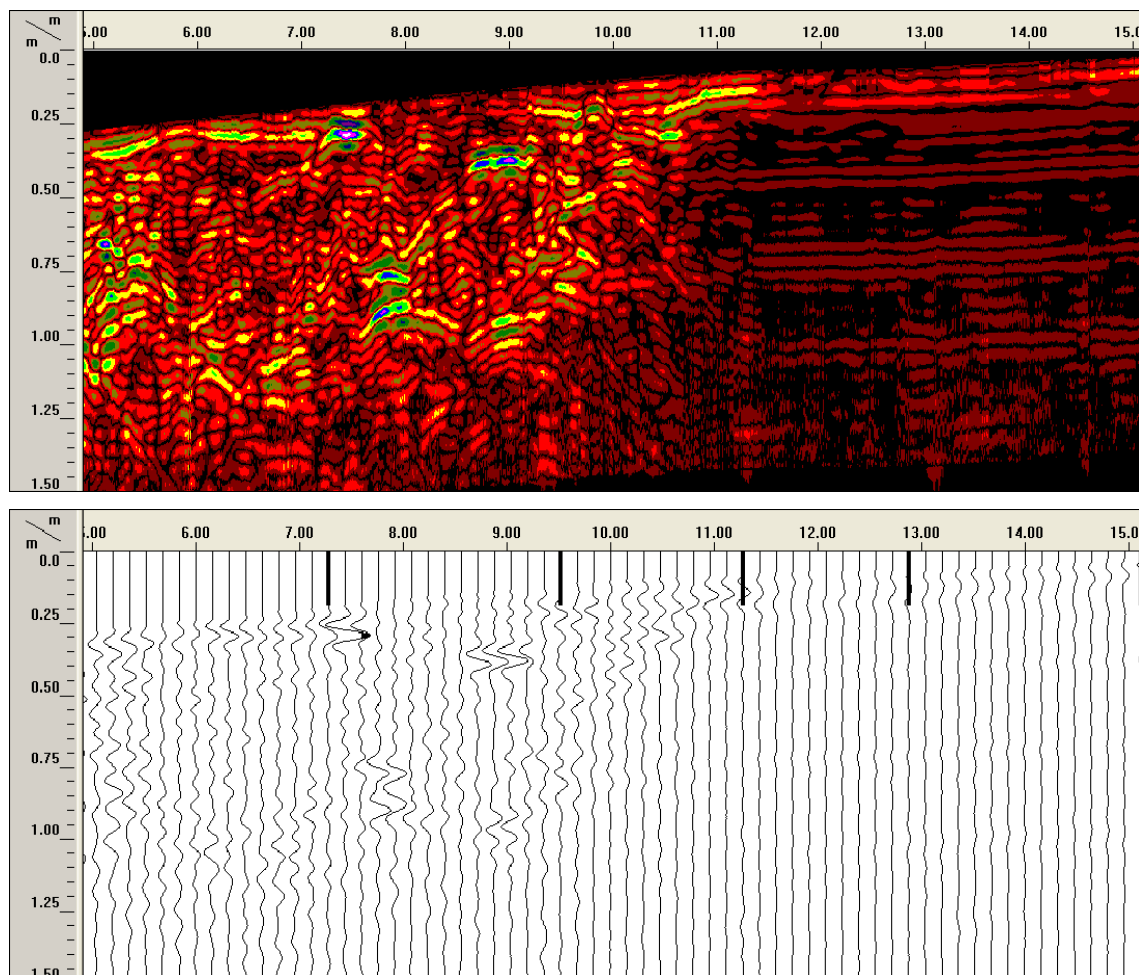
vlivem zmíněného rozptylu paprsku (princip vysvětlen v kapitole 5) zachycen hrob, před kterým profil končí.



Obr. 27: Profily č. 7 (nahore) a 39; Zdroj: autor

Velice zvláštní jsou data získaná v prostoru presbytáře. Na obrázku níže je znázorněna část profilu č. 33 (průběh profilu vyznačen v Obr. 25). Přibližně na desátém metru profil vstupuje do prostoru presbytáře. Jak je z obrázku patrné, naměřená data se zde od ostatních výrazně liší. Podobný charakter mají i data získaná uvnitř současného kostela (viz Obr. 36 na straně 50). Tmavá barva značí slabé odrazy signálu, což je patrné i v zobrazení ve formátu WIGGLE. Slabé odrazy by naznačovaly, že je zde signál něčím pohlcen. V písemných pramenech se uvádí, že podlaha byla tvořena

deskami z hrubého pískovce o tloušťce kolem 5 cm. Pokud se tyto desky v presbytáři stále nachází, měli by být dle odhadů přibližně 30 cm pod stávajícím povrchem. Pískovec by však prakticky v žádném případě neměl způsobit útlum signálu a zabránit jeho proniknutí do větších hloubek. Informace o nějaké jiné vrstvě, která by způsobovala pohlcení signálu, nejsou známy. Dalším možným vysvětlením slabých odrazů signálu je přítomnost nějakého homogenního ložiska např. písku nebo jílu. Ovšem, není jasné, proč by tu bylo jiné podloží než ve zbylé části bývalého kostela. Presbytář je zastřešený, takže by zde stejně jako v kostele měla být suchá půda. To by mohlo vysvětlovat, proč se data liší od ostatních, měřených venku. Avšak, jak bylo popsáno v kapitole 2, právě suchá půda je méně elektricky vodivá a tím pádem méně pohlcuje signál, což si odporuje s podobou naměřených dat. Data by zde naopak měla být výraznější. Příčinu takovéto podoby dat v presbytáři se nepodařilo objasnit.



Obr. 28: Profil č. 33 v zobrazení LINESCAN a WIGGLE; Zdroj: autor

Dalším zajímavým místem je oblast v jižní části modelu u věže kostela označená čtvercem. Je tady patrně částečně zachycen nějaký další objekt. Dle polohy by se mohlo

jednat o základy schodiště, které vedlo na kruchtu, jako je tomu na Obr. 26 na straně 43. Pro potvrzení této hypotézy bylo v této oblasti provedeno další podrobnější měření. Zároveň byla dodatečně proměřena oblast v severní části modelu označená obdélníkem. Cílem bylo nalezení základů předsíně.

Druhé měření

Bylo naměřeno dalších 20 profilů. V místě předpokládané předsíně bylo zaměřeno 7 profilů – 3 profily podél cesty a 4 profily k nim kolmé, viz Obr. 29. V oblasti u věže kostela byla vytyčena síť 13 profilů s rozestupem 30×30 cm (viz Obr. 33 na straně 49). K polohovému měření byla tentokrát použita totální stanice Leica TS02. Protože bylo měřeno málo krátkých profilů, byly pro pozdější výškové vyrovnání zaměřeny i body v průběhu profilu, díky čemuž se zpracování obešlo bez tvorby digitálního modelu terénu. Opět byla při zpracování dat změněna hodnota dielektrické konstanty. Protože však bylo tentokrát měřeno koncem dubna a půda nebyla už tak prosycená vodou, byla dielektrická konstanta stanovena na hodnotu 15. Dosah měření se tedy přepočítal na necelé 2 m. Z profilů byly vytvořeny dva modely, které byly připojeny k původnímu. Podoba nového modelu je na Obr. 30.

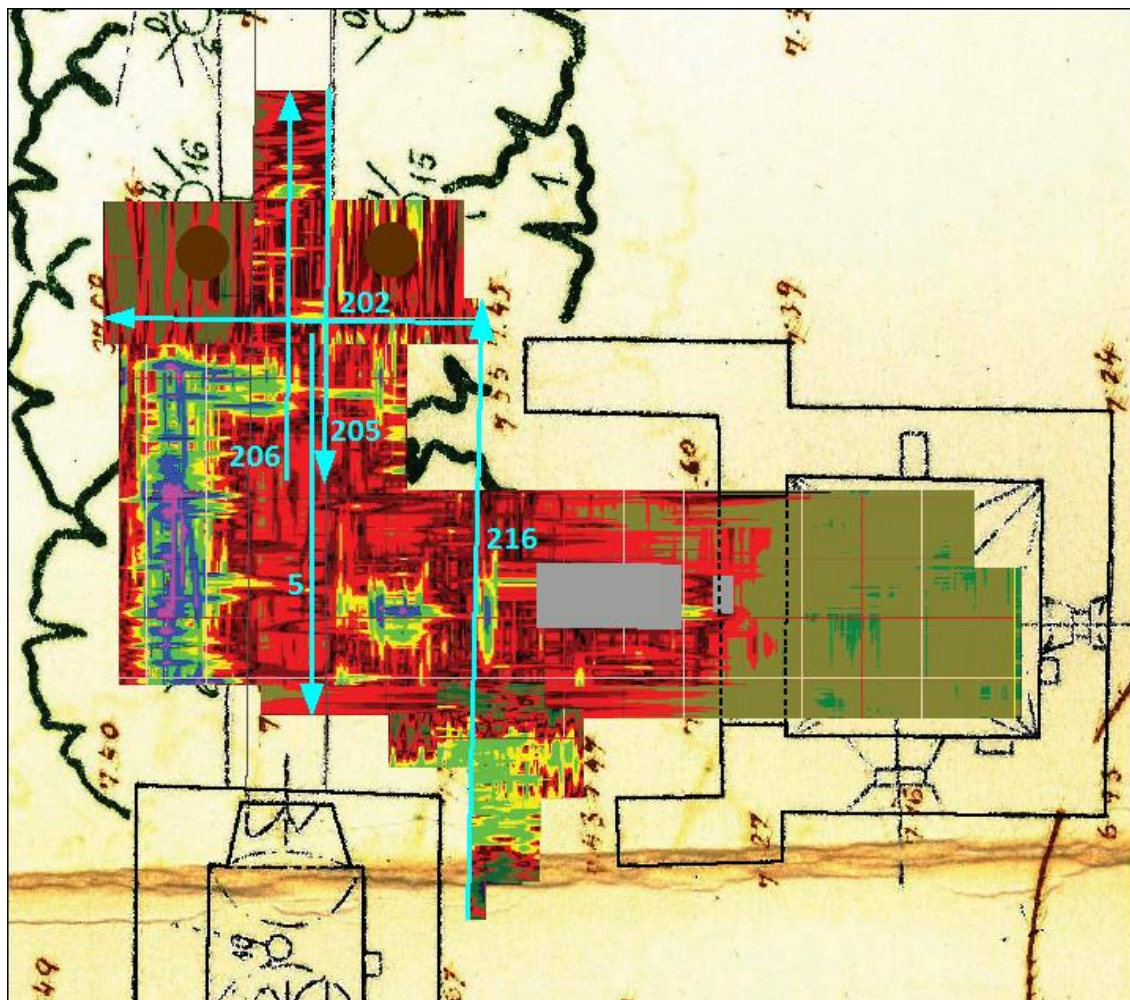


Obr. 29: Měřická síť, prostor předsíně; Zdroj: autor

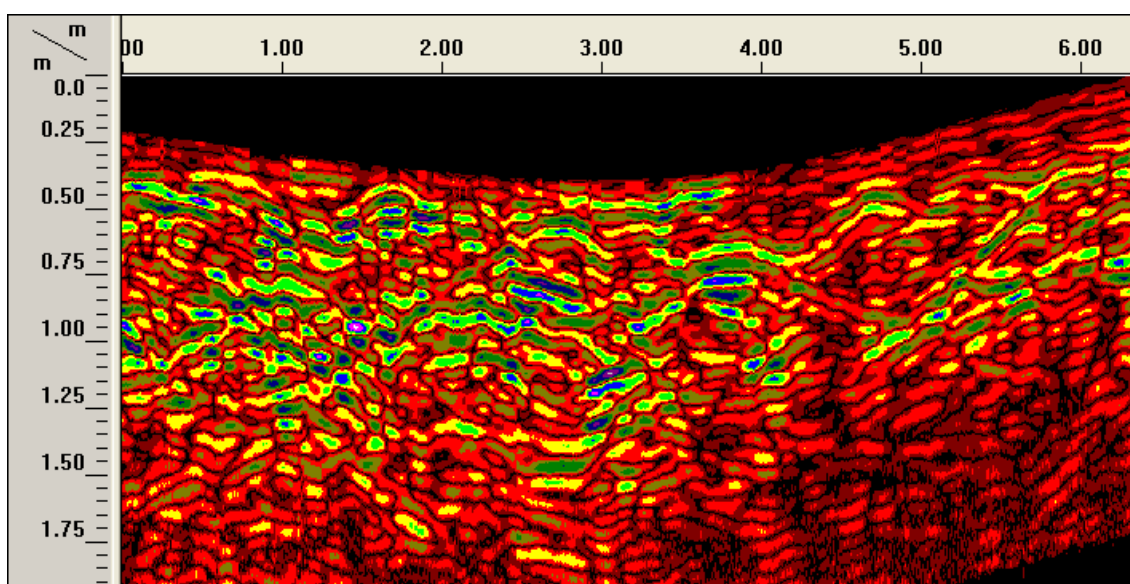
Vyhodnocení druhého měření

Jak je vidět na obrázku č. 30, v severní části modelu nejsou vykresleny žádné konkrétní barevné anomálie, které by značily přítomnost základů zdi předsíně. To dokládá i profil č. 202 na Obr. 31, jehož průběh je opět v modelu vyznačen. Jsou zde sice patrné jisté výraznější odrazy, ty jsou však přisuzovány kořenovým systémům blízkých stromů (v modelu znázorněny hnědými kruhy). Stejně tak není zeď předsíně patrná ani v profilech kolmých, probíhajících po okrajích a středu cesty, což dokládají profily č. 205 a 206 na Obr. 32 (poznámka: profily probíhají navzájem opačným směrem). V profilu č. 205 je sice poblíž základu zdi lodi (žlutý obdélník) vykreslen

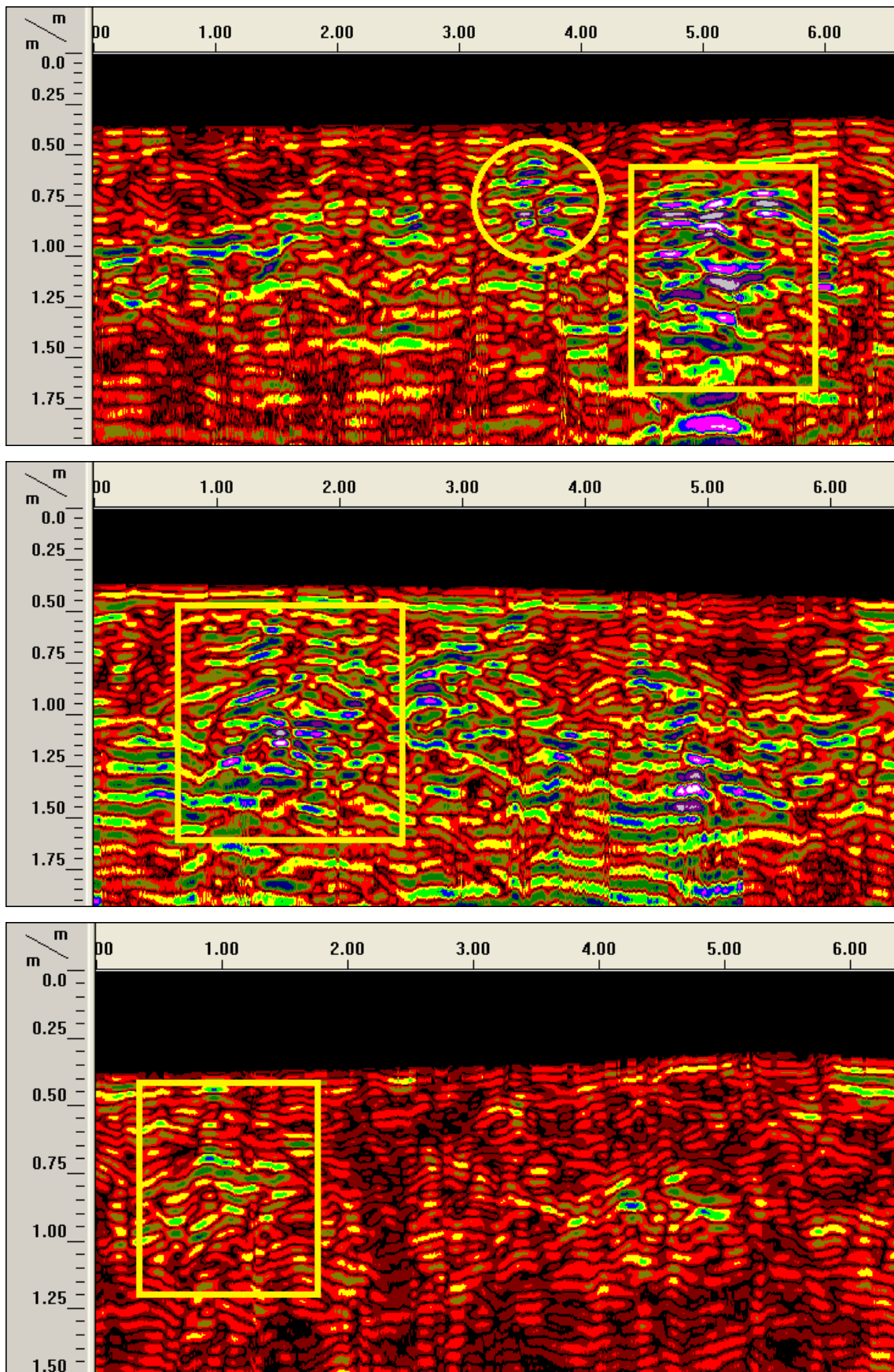
objekt (kružnice), který by mohl připomínat zeď, ale nachází se příliš blízko zdi lodi (cca 0.5 m) a na zbylých dvou profilech již není zobrazen.



Obr. 30: Vyšehořovice, půdorysný řez modelem 2; Zdroj: autor



Obr. 31: Profil č. 202; Zdroj: autor



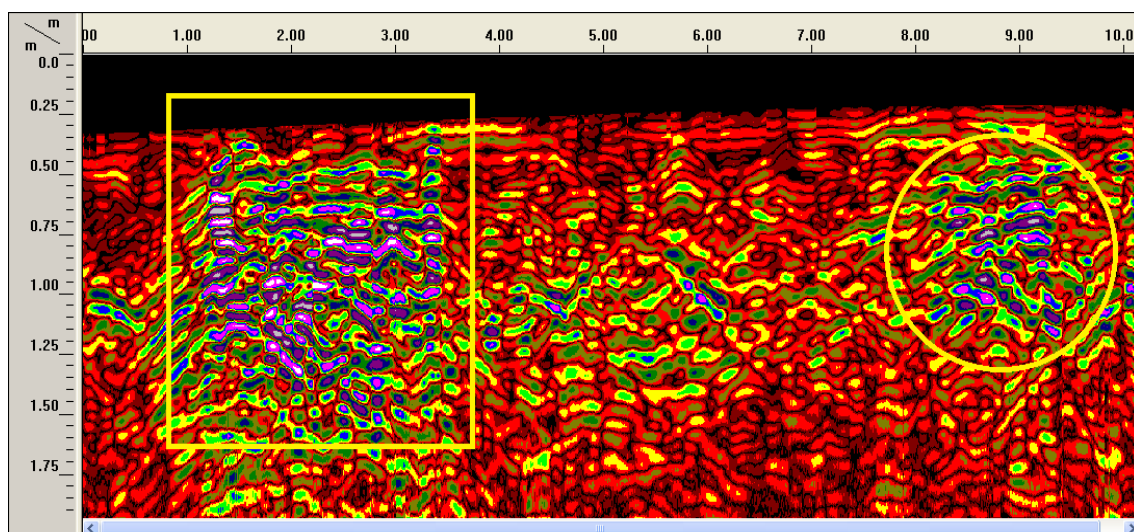
Obr. 32: Profily č. 205 (nahore), 206 (uprostřed) a 5; Zdroj: autor

Je zajímavé, že na profilech č. 206 a č. 5 (z prvního měření) nejsou základy lodní zdi tolik výrazné, jako na ostatních sousedících profilech. Pracemi při ukládání vedení by narušení zdi být způsobeno nemělo, protože na profilu č. 205, který byl výkopu blíže, je zeď patrná. Přerušení zdi je možno vidět i v modelu na Obr. 30. V těchto místech se dle předpokladu nacházely dveře do kostela, takže je teoreticky možné, že zde nemusely být základy tak silné jako u zbytku kostela. Podařilo se tedy nalézt možnou polohu vchodu do kostela, předsíň ovšem nalezena nebyla.

Druhou doměřovanou oblastí byl prostor vedle severovýchodního rohu věže současného kostela. Vedle očekávaného základu stěny je zde zachycena ještě velká masa zdiva (v profilu č. 216 na Obr. 34 označeno obdélníkem) zasahující i do vnitřního prostoru kostela (viz Obr. 30). Na obrázku č. 34 je patrné její srovnání se severní stěnou (kružnice). Objekt je široký přibližně 2.2 m. Budeme-li tedy uvažovat, že část přibližně 1 až 1.2 m široká tvoří základ zdi, zbývá ještě kolem metru zdiva, který tvořil něco jiného. Pravděpodobně se jedná o základy již zmíněného schodiště, které podél zdi vedlo na kruchtu, jako je tomu v nákrese na Obr. 26 na straně 43.



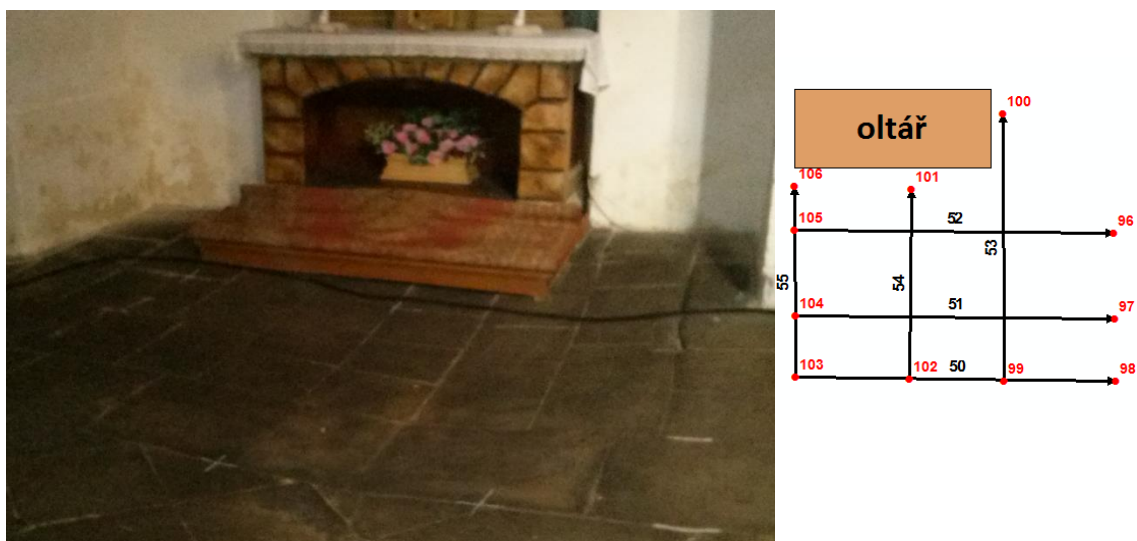
Obr. 33: Měřická síť, Prostor vedle věže;
Zdroj: autor



Obr. 34: Profil č. 216; Zdroj: autor

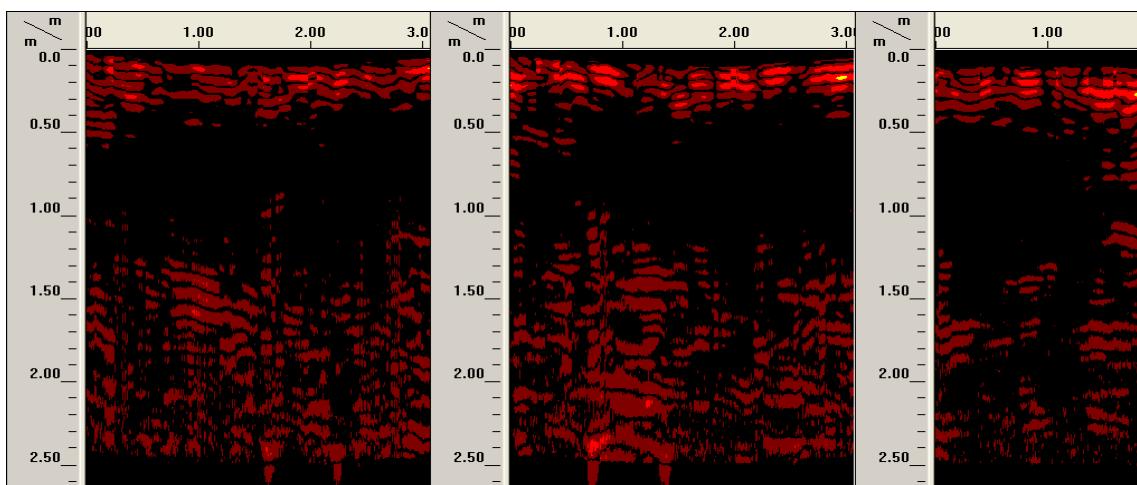
7.1.2.2 Průzkum poklesu podlahy v kostele

Další zkoumanou lokalitou byl prostor před bočním oltářem uvnitř současného barokního kostela, kde, jak je patrné z obrázku č. 28 na straně 45, je o několik centimetrů pokleslá podlaha. V místě bylo změřeno 6 profilů. Schéma jejich průběhu je na tomtéž obrázku. Data byla opět zpracována stejným způsobem jako v předchozích případech. Vzhledem k tomu, že není známo složení měřeného podloží, byla dielektrická konstanta tentokrát ponechána na hodnotě 8.



Obr. 35: Měřická síť, prostor v kostele; Zdroj: autor

Naměřená data ve všech profilech vykazují podobný charakter, jako v presbytáři. Na obrázku č. 36 jsou pro názornost zobrazeny profily č. 50, 51 a 54. Opět jsou zde patrné jen slabé odrazy signálu, které by mohly signalizovat homogenní podloží. Černé plochy signalizují nejspíše nějaký zásyp, např. písek.



Obr. 36: Profily č. 50 (vlevo), 51 (uprostřed) a 54; Zdroj: autor

7.2 Mochov

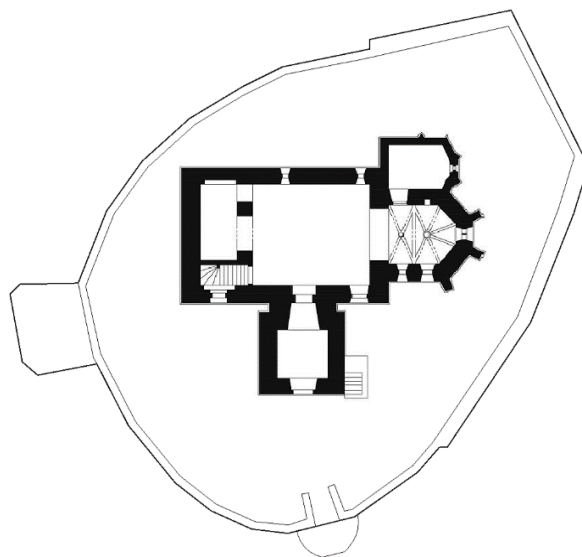
Obec Mochov (německy Mochow) leží ve Středočeském kraji v okrese Praha-východ. Rozkládá se při potoce Výmola asi 28 km východně od Prahy a 4 km jihovýchodně od Čelákovic. Dominantou Mochova je gotický kostel sv. Bartoloměje. Kostel je nejstarší dochovanou památkou v Mochově a je chráněn jako kulturní památka České republiky.



Obr. 37: Kostel sv. Bartoloměje; Zdroj [internet]

Archeologické nálezy keramiky únětické kultury poukazují na osídlení této oblasti již ve starší době bronzové zhruba 2 000 let př. n. l. Dalšími důkazy o osídlení lokality před mnoha staletími jsou nálezy pohřebišť z doby stěhování národů. První písemné záznamy o obci pochází přibližně z roku 1295, kdy je jmenován vladyka Heřman z Mochova [17]. Další písemné zmínky o Mochovu pak pochází z období kolem roku 1360. Od roku 1360 do roku 1377 patřil Mochov pražskému občanovi Petru Nymburskému. V následujících letech náležel ke statkům několika dalších pražských měšťanů. Mezi lety 1437 až 1611 byl Mochov začleněn do majetku přerovského panství. Roku 1611 prodal obec císař Rudolf II. Magdaleně Trčkové, která ji připojila k panství Kounickému. V majetku tohoto panství Mochov setrval až do roku 1848.

Kostel zasvěcený apoštolu sv. Bartoloměji stojí na pahorku, jehož vrchol ční nad okolní krajinu. O vybudování gotického kostela se ve 14. století velkou měrou zasloužil Pešek Nymburský, syn výše zmíněného Petra Nymburského. Kostel byl postaven vedle kaple zasvěcené sv. Markétě, která je zmiňována již roku 1252, kdy ji král Václav daroval Kanovníctví na Vyšehradě. Kaple byla ke kostelu



Obr. 38: Kostel sv. Bartoloměje; Upraveno z [18], [19]

připojena a dále, až do dnešních dnů, plní funkci sakristie. Jak je vidět na obrázcích č. 37 a 38, kostel stojí ve středu hřbitova obehnaného zdí. Na konci 19. století přestal hřbitov kapacitně dostačovat, byl zavezen a v současnosti je kolem kostela travnatá plocha. Součástí hřbitova byla také malá kostnice, která se nacházela u jeho západní zdi. Roku 1935 byla zasypána. [19]

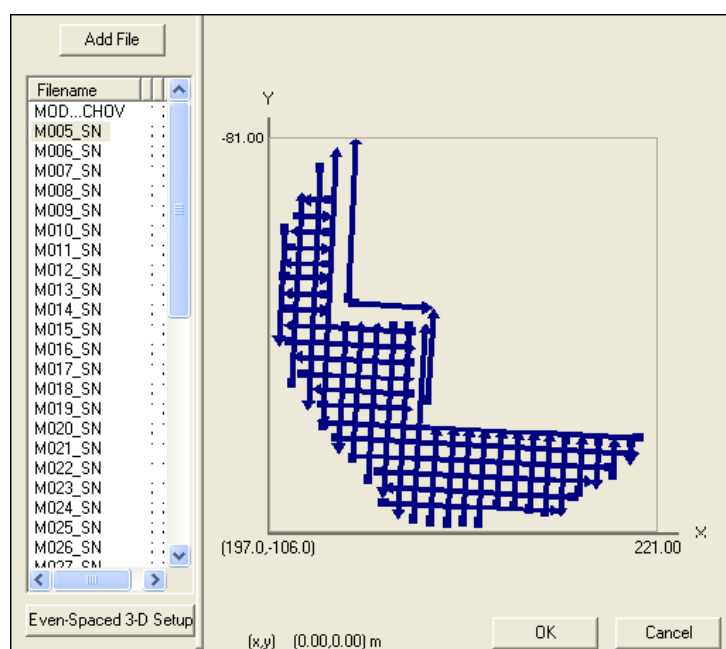
Budova kostela architektonicky kopíruje sakrální stavby klasického gotického období. Kostel se skládá z obdélníkové lodi s rovným stropem, polygonálního presbytáře, sakristie přiléhající k severní stěně presbytáře a nízké hranolové zvonice s jehlanovitou střechou na jižním boku lodi. Přestože zvonice svým umístěním těsně u jižního boku kostela navozuje dojem běžné kostelní věže, jde ve skutečnosti o samostatnou zvonici, která je na kostel napojena jen spojovacím krčkem. Figurální náhrobek z roku 1603 umožňuje teoreticky datovat stavbu zvonice počátkem 17. století, byl ale na současné místo přemístěn dodatečně. Je možné předpokládat, že zděná zvonice nahradila starší dřevěnou [20]. Kromě zvonice je celý kostel z neomítnutého zdiva. Okna jsou malá, bez výraznějšího dekoru. Zeď kostela je členěna pouze pilíři u presbytáře, které slouží jako podpora pro vnitřní klenbu.

Cílem průzkumu v Mochově bylo nalezení pozůstatků zdiva zaniklé mochovské tvrze. Její přesná poloha v rámci Mochova však není známa. Dle jedné z hypotéz se ještě před vybudováním kostela, nacházela právě na zkoumaném pahorku někde poblíž kaple. Zanikla nejspíš v průběhu 15. století, kdy byl Mochov připojen k přerovskému panství [21]. Do dnešní doby se z mochovské tvrze nic nedochovalo.

7.2.1 Měření a vyhodnocení

Pomocí pásma, hřebíků a provázků, případně křídly byla nejprve vytyčena měřická síť. Rozestup mezi profily je 1 m. Vzhledem k časové náročnosti měření nebyla prozkoumána celá lokalita, ale jen prostor západně a jižně od kostela. Síť profilů je znázorněna na Obr. 39, jedná se o výřez z dialogového okna pro tvorbu 3D modelu. Ke GPR průzkumu byla použita anténa o střední frekvenci 200 MHz. Ke geodetickým měřením totální stanice Leica TS02. Polohové i výškové souřadnice bodů byly vypočteny v místní souřadnicové soustavě. Geodetická měření byla zpracována stejným postupem jako data z Vyšehořovic, georadarová vyjma filtrace dat (vysvětleno níže) taktéž. Průzkum byl proveden koncem dubna, kdy nebyla půda nijak zvláště mokrá, proto byla dielektrická konstanta nastavena na hodnotu 15.

Ze zpracovaných GPR dat byl opět vytvořen trojrozměrný model, který byl v půdorysných řezech v programu ArcMap georeferencován do místní soustavy. Pro lepší orientaci byl do plánu na základě identických bodů v rozích kostela a hřbitovní zdi georeferencován výřez z katastrální mapy.



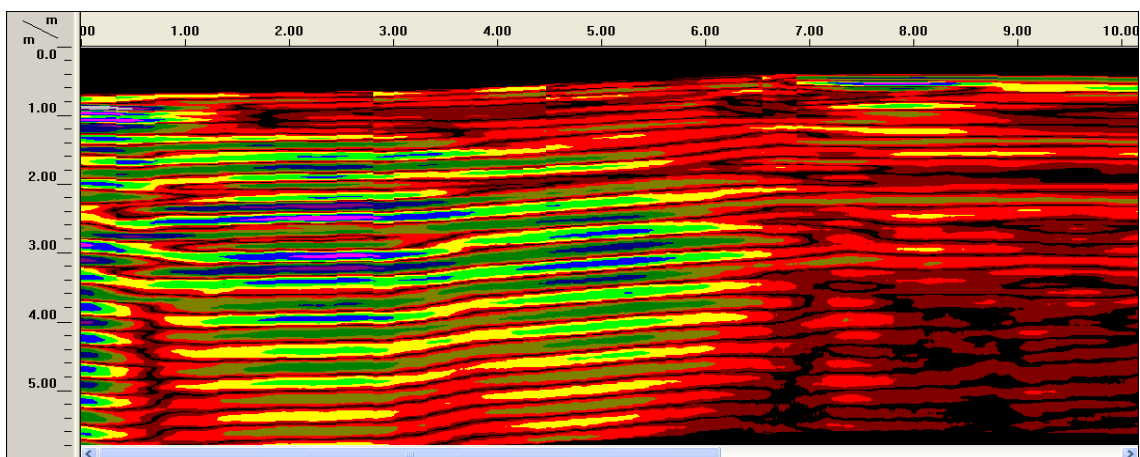
Obr. 39: Měřická síť, Mochov; Zdroj: autor

Vyhodnocení

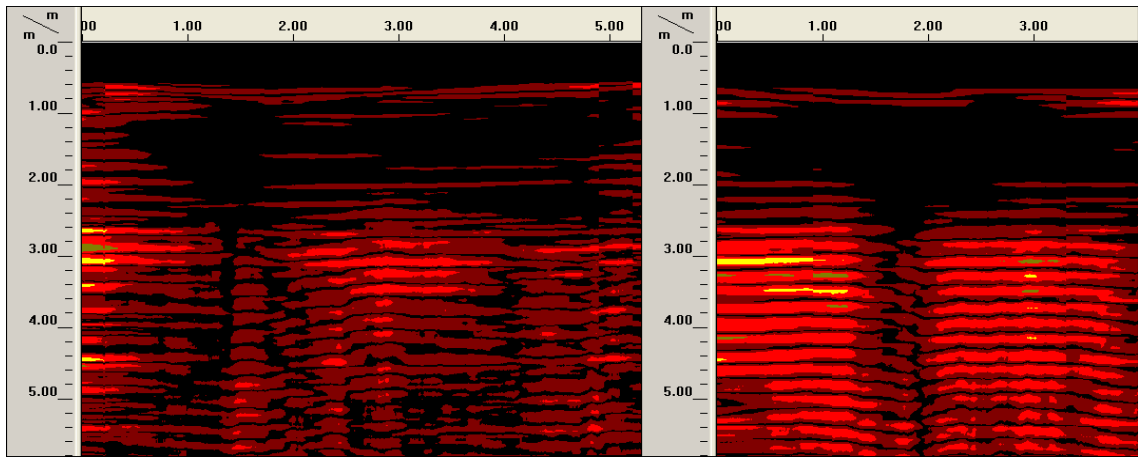
Při nastavování parametrů sběru georadarových dat byla nedopatřením nastavena hodnota 64 parametru STACKING. Jedná se o IIR filtr (filtr s nekonečnou impulzní

odezvou), který redukuje vysokofrekvenční šum v horizontálním směru. Každý nový snímek má v datech $1/n$ velký vliv, v tomto případě $n = 64$. Čím je nastavena vyšší hodnota, tím v datech klesá vliv každého nového snímku. Pokud se nastaví příliš vysoké číslo, může dojít k odfiltrování menších cílů, k čemuž u naměřených dat došlo. Když tedy bylo nastaveno 100 snímků na 1 metr, tedy každý centimetr jeden snímek, funkce určitým způsobem zprůměrovala každých 64 cm dat. Bohužel, jak je vidět na Obr. 40, byla tím měřená data do značné míry znehodnocena. Přesto jsou ve výsledném modelu na dvou místech jisté anomálie patrné, viz Obr. 42.

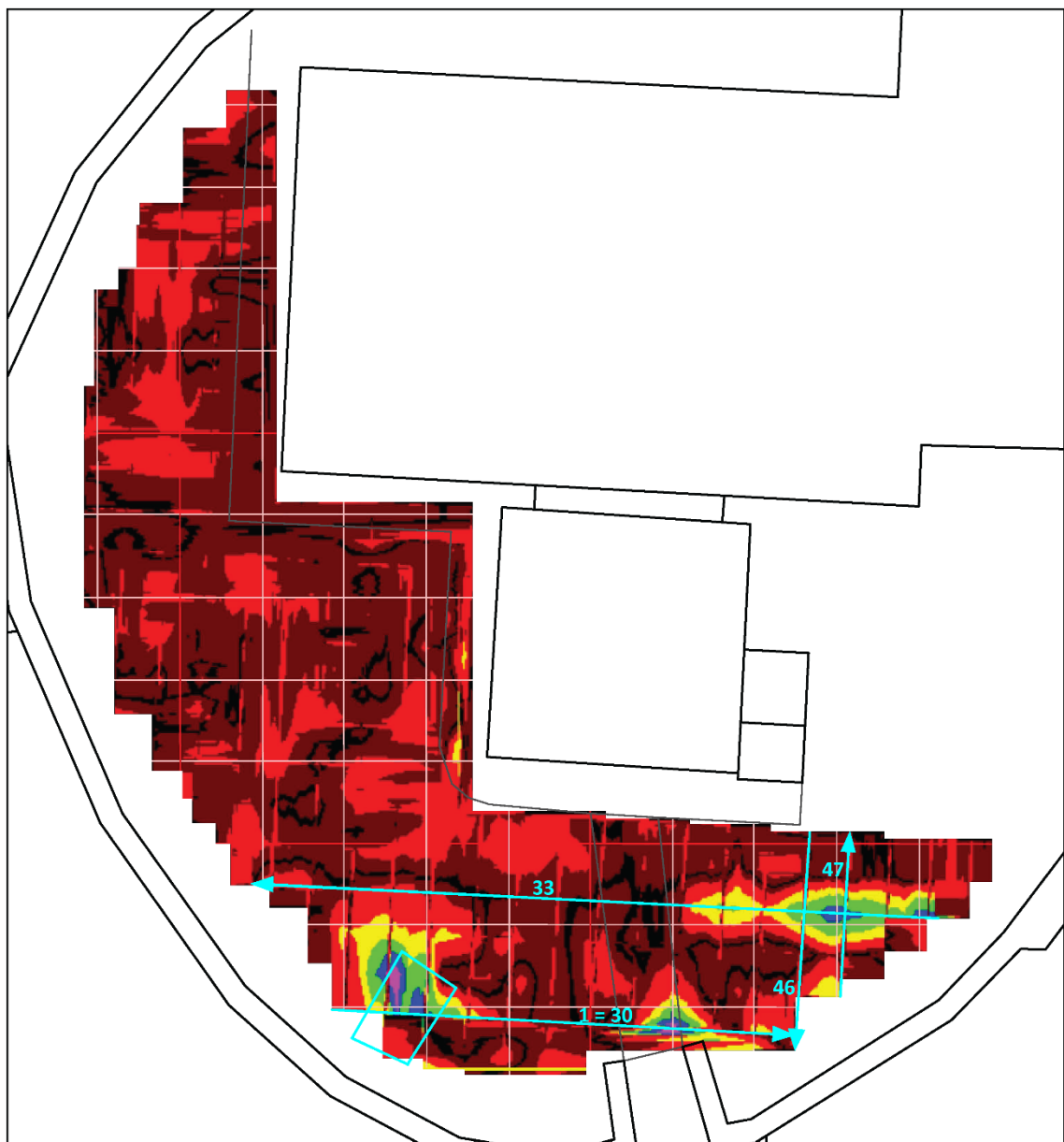
První z nich, podlouhlého tvaru, se nachází ve východní části modelu. Svým tvarem by mohla připomínat zeď. Avšak takto výrazně je zachycena pouze profilem č. 33, ale už ne žádnými dalšími s ním rovnoběžnými ani kolmými. Část profilu č. 33 je zobrazena na Obr. 40. Nejsilnější odrazy jsou patrné přibližně v hloubkách 1.6 až 2.6 m. Na dalším obrázku jsou profily kolmé k tomuto, profily č. 46 a 47, u nichž žádné výrazné barevné změny patrné nejsou. Barevný kontrast v trojrozměrném modelu je tedy nejspíše vytvořen pouze z profilu č. 33 a o základy zdí se nejedná, neboť výrazné odrazy signálu by museli být patrné i v kolmých profilech. Otázkou je o č se tedy jedná. Spíše než o jeden větší objekt, jsou zde možná dva menší (přibližně na 2. a 5. metru profilu) s výrazně odlišnou dielektrickou konstantou, jejichž zobrazení v datech bylo vlivem zmíněného filtru horizontálně roztaženo do takovéto podoby. Zdá se, že se signál s postupující hloubkou periodicky opakuje, což je jev typický pro kovové předměty. Může se jednat např. o kovové tabulky z náhrobků či nějaké kříže.



Obr. 40: Profil č. 33; Zdroj: autor



Obr. 41: Profily č. 46 (vlevo) a 47; Zdroj: autor



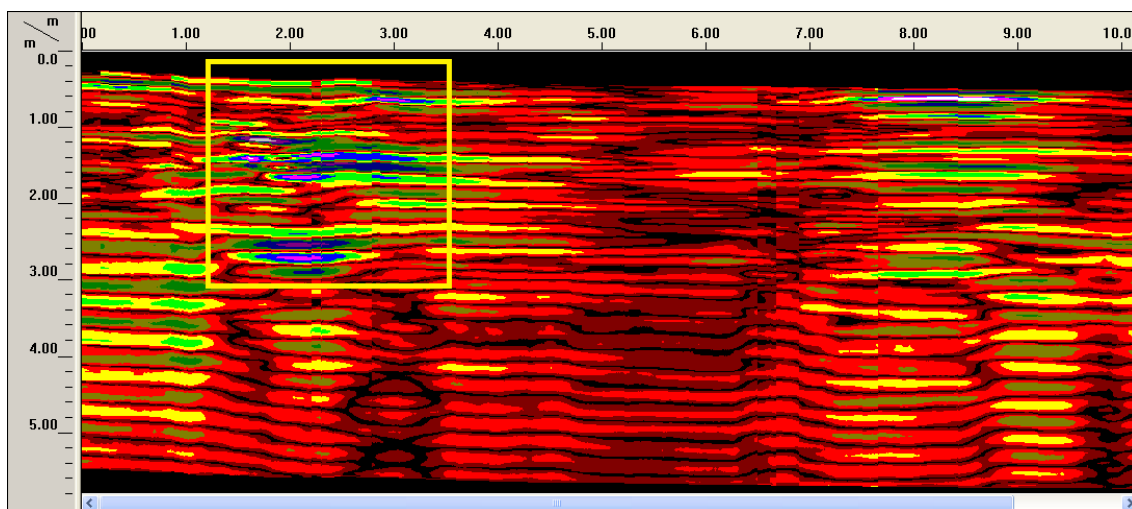
Obr. 42: Mochov, půdorysný řez modelem; Zdroj: autor

Druhé zajímavé místo se nachází v jihozápadní části hřbitovního prostoru. V tomto místě je znatelné území obdélníkového tvaru s mírným poklesem půdy (v pravém dolním rohu na Obr. 43). Oblast je v modelu vyznačena obdél-



Obr. 43: Měřická síť, Mochov; Zdroj: autor

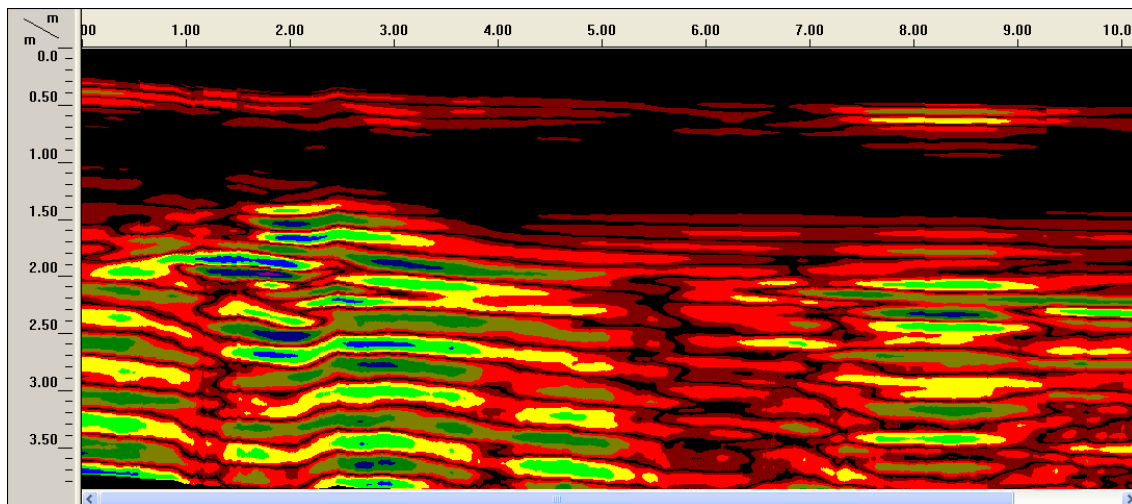
níkem. Dle tvaru a velikosti lze usuzovat, že za poklesem stojí propad nějaké zasypané hrobky. Nicméně se nezdá, že by pokles s anomálií v GPR datech souvisel, protože si polohově ani tvarově zcela neodpovídají. Na rozdíl od předchozí situace se jev vyskytuje na více profilech. Jak je patrné z profilu č. 30 na Obr. 44, nesilnější odrazy jsou zaznamenány zhruba 1 m pod úrovní terénu. Opět platí, že je velikost objektu v horizontálním směru zkreslena. V obou případech se spíše než o zbytky tvrže jedná o části zasypaných hrobů.



Obr. 44: Profil č. 30; Zdroj: autor

Z vnější a vnitřní strany má hřbitovní zeď rozdílnou výšku, což je patrné z obrázků č. 37 a 43. Rozdíl se v závislosti na terénu v různých místech zdi liší. Například na jižní straně u vchodu na hřbitov je rozdíl výšky terénu na vnitřní a vnější straně přibližně 1.6 m. Tato skutečnost dokládá přítomnost navážky. Během georadarového měření bylo nejprve změřeno několik profilů s rozsahem měření 100 ns, poté byla situace přehodnocena a měření bylo uskutečněno s dosahem 150 ns. V profilech se 100 ns dosahem je navážka lépe patrná. Na Obr. 45 je profil č. 1, který svým průběhem

odpovídá profilu č. 30, ale má menší dosah. Z obrázku je patrné, že síla navážky je kolem 1 m.



Obr. 45: Profil č. 1; Zdroj: autor

8 Závěr

Diplomová práce je zaměřena na georadarový průzkum lokalit ve Vyšehořovicích a Mochově. Lokality byly vybrány ve spolupráci s muzeem Říčany a výsledky průzkumu mohou být využity při dalších historických a archeologických studiích těchto oblastí. Ze získaných dat byly vytvořeny plány obou zkoumaných lokalit v interaktivním PDF formátu, které jsou součástí elektronických příloh na přiloženém CD. Soubory jsou rozčleněny do jednotlivých vrstev, mezi kterými lze libovolně přepínat. Kromě polohopisných vrstev obsahují soubory vrstvy znázorňující průběh jednotlivých profilů či vrstvy s vytvořenými digitálními modely terénu. Nejdůležitější složkou jsou vrstvy s půdorysnými řezy prostorových modelů vytvořených z georadarových dat. Řezy jsou vytvořeny v jednotlivých hloubkových úrovních pod vztažnými výškami (nejvyšší bod dané lokality) s krokem 0.25 m. Plán lokality ve Vyšehořovicích navíc obsahuje vrstvu s půdorysem narýsovaným Janem Skorkovským znázorňujícím mimo jiné polohu základů obvodových zdí chrámové lodi, které odkryl Dr. Šimák. Poloha zdí v tomto půdorysu vcelku odpovídá základům zaměřeným georadarem.

Účelem průzkumu ve **Vyšehořovicích** bylo přiblížení architektonické podoby bývalého kostela sv. Martina a ověření pravdivosti některých údajů o jeho podobě uvedených v písemných pramenech. Kromě zbytků zdí kostelní lodi se ve Vyšehořovicích podařilo objevit pravděpodobný základ sloupu, který podpíral kruchtu, a základy schodů, které na ní vedly. Podařilo se tak možná potvrdit její předpokládanou polohu a stanovit její přibližné rozměry. Dalším předmětem průzkumu bylo nalezení pozůstatků předsíně, které by se měly nalézat při severní zdi lodi naproti kostelní věži. V naměřených datech však žádné anomálie signalizující zdivo nebyly odhaleny. Pokud se tedy v těchto místech předsíně nacházela, byly její zdi pravděpodobně zcela odstraněny.

Cílem měření v presbytáři bylo nalezení základů oltářní mensy a hrobu faráře. To se bohužel vzhledem k podobě dat naměřených v prostoru presbytáře nepodařilo. Stejně tak nebyla odhalena ani příčina toho, proč zde byly získány tak slabé odrazy signálu. Určitě by stálo za to provést zde další průzkum za účelem zjištění příčiny útlumu signálu. Podobný charakter jako data z presbytáře vykazují i data získaná v budově

barokního kostela v místě poklesu podlahy. Černé plochy, které jsou zobrazeny na všech radarogramech z tohoto místa však naznačují, že by se zde mohl nacházet nějaký homogenní materiál, například pískový násyp.

Průzkum plochy kolem **mochovského** kostela sv. Bartoloměje byl proveden za účelem nalezení pozůstatků tvrze, o které se přesně neví, kde stávala. Jedna z teorií ji umisťuje právě na kopec, na kterém dnes stojí kostel. Vlivem špatného nastavení georadaru před měřením byla bohužel naměřená data znehodnocena. Menší objekty mohly být z dat odfiltrovány. Z toho důvodu jsou v datech patrné jen dvě větší anomálie – ve východní a jihozápadní části zkoumaného prostoru. U obou bylo usouzeno, že se o zbytky tvrze nejedná. Barevné změny se vyskytují i ve svrchních řezech modelu, ale v tomto případě se nejspíše jedná jen o zachycení zdí kostela a dlážděné cesty. Z časových důvodů nebyl prozkoumán celý prostor kolem kostela. Určitě by bylo dobré prozkoumat i zbytek plochy a obě zmíněné anomálie pro jistotu znovu a lépe přeměřit. I přes nižší kvalitu dat lze předpokládat, že případné větší zbytky základů tvrze by se v nich přesto projevíly.

Zásadní vliv na určení hloubky objektů má stanovení dielektrické konstanty. Její hodnotu významně ovlivňuje množství vody obsažené v materiálu. Proto je její přesné určení velmi obtížné. Hloubkové údaje uvedené v této práci je tedy potřeba brát s rezervou. Mnohé parametry naměřených dat je možné měnit při následném zpracování v programu RADAN. Některá nastavení, která ovlivňují přímo způsob sběru dat, jako například různé filtrace, však již zvrátit nelze. Proto je před měřením potřeba dbát zvýšené pozornosti při nastavování parametrů přístroje.

9 Použité zdroje

- [1] History of Ground Penetrating Radar Technology. BORCHERT, O. *Ingenieurbüro obonic: Elektronik für Industrie und Umwelt* [online]. 2008 [cit. 2016-05-28]. Dostupné z: <https://www.obonic.de/en/history-ground-penetrating-radar-technology/>
- [2] BULANT, Vojtěch. *Využití geodetických a geofyzikálních metod pro dokumentace historických objektů*. Praha, 2009. Diplomová práce. ČVUT, Fakulta stavební, Katedra mapování a kartografie. Vedoucí práce Doc. Dr. Ing. Karel Pavelka.
- [3] Lawrence B. Conyers. *Ground-Penetrating Radar for Archeology*. Walnut Creek, California: Rowman Altamira Press, 2004. 203 s. ISBN 0-7591-0772-6.
- [4] Ground-penetrating radar. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001, 2016-05-26 [cit. 2016-05-28]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Ground-penetrating_radar
- [5] Permittivita. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001, 2016-02-14 [cit. 2016-05-28]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Permittivita>
- [6] Ground Penetrating RADAR (GPR). BASSON, Uri. *Geo-Sense* [online]. 2007 [cit. 2016-05-28]. Dostupné z: <http://www.geo-sense.com/GPRmore.htm>
- [7] ANTROPIUS, Jan. *Dokumentace historického objektu pomocí geodetických a geofyzikálních metod*. Praha, 2012. Diplomová práce. ČVUT, Fakulta stavební, Katedra mapování a kartografie. Vedoucí práce Prof. Dr. Ing. Karel Pavelka.
- [8] Applications. *Geophysical Survey Systems, Inc.* [online]. 2001 [cit. 2016-05-28]. Dostupné z: <http://www.geophysical.com/applications.htm>
- [9] *SIR System-3000: Manual* [online]. New Hampshire: Geophysical Survey Systems, Inc., 2011 [cit. 2016-05-28].
- [10] *RADAN: Version 6.6* [online]. New Hampshire: Geophysical Survey Systems, Inc., 2009 [cit. 2016-05-28].

- [11] Vyšehořovice. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001, 2015-06-26 [cit. 2016-05-28]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Vy%C5%A1eho%C5%99ovice>
- [12] Historie obce. *Oficiální stránky obce Vyšehořovice* [online]. [cit. 2016-05-28]. Dostupné z: <http://www.vysehorovice.cz/historie.htm>
- [13] Kostel sv. Martina, Vyšehořovice. *Hrady a zámky České republiky - Hrady.cz, cestujte s přehledem* [online]. c1995-2016 [cit. 2016-05-28]. Dostupné z: <http://www.hrady.cz/?OID=761>
- [14] „Pater Wenceslaus Adalbertus Abstorsski, boemus Litomisslensis Annorum 31, Sacerdos Annorum 6...” NA, Archiv pražského arcibiskupství, sign. B 41/3, Liber proventuum parochialium II, Zpráva o stavu far na panství Kounice (1671).
- [15] Státní okresní archiv (dále jen SOkA) Praha-východ, Farní úřad Vyšehořovice, inv. č. 1, Liber memorabilium parochiae Wischerowicensis (1762–1940), s. 13–16.
- [16] MARTIN, Hůrka. Dva nové prameny k podobě románsko-gotického kostela sv. Martina ve Vyšehořovicích. In: *Studie a zprávy: Historický sborník pražského okolí*. 1. Praha, 2014, s. 145-153. ISBN 978-80-904878-8-8. ISSN 1805-3874.
- [17] Mochov. *Turistika.cz: Pro větší zážitek z cesty i výletu* [online]. c2007-2016 [cit. 2016-05-28]. Dostupné z: <http://www.turistika.cz/mista/mochov--1>
- [18] *Český úřad zeměměřický a katastrální* [online]. c2016 [cit. 2016-05-28]. Dostupné z: <http://www.cuzk.cz/>
- [19] Kostel svatého Bartoloměje (Mochov). In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001, 2015-07-06 [cit. 2016-05-28]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Kostel_svat%C3%A9ho_Bartolom%C4%9Bje_\(Mochov\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Kostel_svat%C3%A9ho_Bartolom%C4%9Bje_(Mochov))
- [20] Kostel sv. Bartoloměje, Mochov. *Hrady a zámky České republiky - Hrady.cz, cestujte s přehledem* [online]. c1995-2016 [cit. 2016-05-28]. Dostupné z: <http://www.hrady.cz/?OID=4136>

[21] Tvrz (Mochov, Česko). *Středočeská vědecká knihovna v Kladně* [online]. c1993-2016 [cit. 2016-05-28]. Dostupné z: http://ipac.svkkk1.cz/arl-kl/cs/detail-kl_us_auth-0249407-Tvrz-Mochov-cesko/

10 Seznam obrázků a tabulek

Obr. 1: Patentový spis ze dne 30. dubna 1904.....	9
Obr. 2: Průzkum betonové podlahy	15
Obr. 3: Měření mocnosti ledovce	16
Obr. 4: Řídící jednotka SIR-3000	17
Obr. 5: Schéma metody GPR.....	17
Obr. 6: SIR-3000 s 400 MHz anténou	18
Obr. 7: Záznam elektromagnetické vlny.....	19
Obr. 8: Vliv rozptylu signálu	20
Obr. 9: Menu SYSTEM	21
Obr. 10: SIR-3000 s 200 MHz anténou, řídící jednotka se slunečním stínítkem	22
Obr. 11: Vliv dielektrické konstanty na určení hloubky.....	25
Obr. 12: Křivka elektromagnetické vlny v režimu zobrazení O-SCOPE s lomenou křivkou zesílení.....	27
Obr. 13: Zobrazení LINESCAN (vlevo) a WIGGLE	30
Obr. 14: Zobrazení LINESCAN WITH WIGGLE.....	30
Obr. 15: 3D DISPLAY	31
Obr. 16: Vliv funkce GAIN	32
Obr. 17: Radarogram profilu č. 44 před jakoukoliv úpravou (vlevo) a po úpravě vertikálního měřítka.....	33
Obr. 18: Radarogram po délkovém vyrovnání (vlevo) a aplikaci FIR filtru	34
Obr. 19: Poloha elektrického kabelu.....	35
Obr. 20: Radarogram po výškovém vyrovnání (vlevo) a po aplikaci migrace.....	36
Obr. 21: Kostel sv. Martina v pohledu z jihu, vpravo presbytář původní budovy	37
Obr. 22: Presbytář původní budovy kostela sv. Martina	38
Obr. 23: Měřická síť, Vyšehořovice	40
Obr. 24: Totální stanice Trimble 3603 DR (vlevo) a Leica TS02	41
Obr. 25: Vyšehořovice, půdorysný řez modelem	43
Obr. 26: Kruchta	43
Obr. 27: Profily č. 7 (nahore) a 39	44
Obr. 28: Profil č. 33 v zobrazení LINESCAN a WIGGLE	45
Obr. 29: Měřická síť, prostor předsíně.....	46

Obr. 30: Vyšehořovice, půdorysný řez modelem 2	47
Obr. 31: Profil č. 202	47
Obr. 32: Profily č. 205 (nahore), 206 (uprostřed) a 5	48
Obr. 33: Měřická síť, Prostor vedle věže	49
Obr. 34: Profil č. 216	49
Obr. 35: Měřická síť, prostor v kostele	50
Obr. 36: Profily č. 50 (vlevo), 51 (uprostřed) a 54	50
Obr. 37: Kostel sv. Bartoloměje	51
Obr. 38: Kostel sv. Bartoloměje	52
Obr. 39: Měřická síť, Mochov	53
Obr. 40: Profil č. 33	54
Obr. 41: Profily č. 46 (vlevo) a 47	55
Obr. 42: Mochov, půdorysný řez modelem	55
Obr. 43: Měřická síť, Mochov	56
Obr. 44: Profil č. 30	56
Obr. 45: Profil č. 1	57
Tab. 1: Hodnoty dielektrické konstanty a vertikálního rozlišení pro různé materiály ...	14
Tab. 2: Rozsah měření v závislosti na frekvenci antény	24

11 Seznam příloh

11.1 Tištěné přílohy

Příloha 1: Seznam georeferencí GPR profilů – Vyšehořovice, prostor bývalého kostela

Příloha 2: Seznam georeferencí GPR profilů – Vyšehořovice, prostor v kostele
u bočního oltáře

Příloha 3: Seznam souřadnic – Vyšehořovice

Příloha 4: Seznam georeferencí GPR profilů – Mochov

Příloha 5: Seznam souřadnic – Mochov

Příloha 6: Protokol o výpočtu – Vyšehořovice, 1. měření

Příloha 7: Protokol o výpočtu – Vyšehořovice, 2. měření

Příloha 8: Protokol o výpočtu – Mochov

11.2 Elektronické přílohy

Obsah přiloženého CD:

- Měřená data z jednotlivých lokalit
- Data upravená k interpretaci
- Diplomová práce v elektronické podobě
- Interaktivní PDF soubory s vytvořenými plány lokalit

Příloha 1: Seznam georeferencí GPR profilů – Vyšehořovice, prostor bývalého kostela

max. nadmořská výška lokality [m]: 237.66

normovaná max. nadmořská výška lokality [m]: 0.44

GPR profil	Bod	Normovaná výška [m]	Vzdálenost od 1. bodu profilu [m]
1	31	0.39	0.00
	29	0.31	1.29
	27	0.20	2.59
	25	0.19	3.91
	22	0.17	5.83
2	92	0.15	0.00
	134	0.10	1.91
	129	0.14	3.90
	32	0.25	5.83
3	33	0.14	0.00
	130	0.10	1.93
	135	0.12	3.91
	91	0.15	5.81
4	89	0.10	0.00
	90	0.10	0.54
	136	0.09	2.45
	131	0.08	4.42
	34	0.03	6.38
5	35	0.06	0.00
	132	0.09	1.95
	137	0.10	3.91
	87	0.13	5.86
	88	0.11	6.35
6	86	0.15	0.00
	138	0.12	1.90
	133	0.12	3.85
	36	0.10	5.89
7	37	0.18	0.00
	39	0.16	1.35
	41	0.15	2.63
	139	0.15	3.95
	85	0.16	5.86
8	84	0.14	0.00
	141	0.19	1.34
	140	0.20	3.25
	42	0.20	4.55

GPR profil	Bod	Normovaná výška [m]	Vzdálenost od 1. bodu profilu [m]
9	43	0.31	0.00
	127	0.24	1.30
	128	0.22	1.95
	83	0.13	5.84
10	82	0.08	0.00
	80	0.20	2.68
	81	0.25	3.29
11	79	0.23	0.00
	158	0.27	0.40
	78	0.35	0.60
12	76	0.27	0.00
	159	0.31	0.40
	77	0.37	0.63
13	75	0.33	0.00
	160	0.35	0.65
	161	0.37	2.55
	50	0.41	3.16
14	48	0.40	0.00
	162	0.39	0.30
	47	0.38	0.62
15	49	0.42	0.00
	163	0.41	0.30
	46	0.40	0.63
16	44	0.39	0.00
	164	0.36	0.30
	45	0.34	0.65
17	65	0.37	0.00
	165	0.36	0.65
	66	0.36	1.26
18	65	0.37	0.00
	166	0.35	0.65
	142	0.34	1.30
19	64	0.38	0.00
	167	0.40	0.65
	143	0.42	1.30
20	63	0.38	0.00
	168	0.37	0.9
	53	0.36	1.79
21	62	0.39	0.00
	169	0.39	0.9
	54	0.40	1.88
22	61	0.41	0.00
	170	0.41	0.65
	55	0.41	1.80

GPR profil	Bod	Normovaná výška [m]	Vzdálenost od 1. bodu profilu [m]
23	60	0.43	0.00
	171	0.42	0.9
	56	0.41	1.78
24	59	0.42	0.00
	172	0.43	0.3
	58	0.44	0.65
25	59	0.42	0.00
	74	0.42	0.68
	73	0.42	1.35
	144	0.43	1.85
26	60	0.43	0.00
	173	0.43	0.65
	145	0.42	1.75
27	61	0.41	0.00
	174	0.41	0.65
	70	0.41	1.87
28	62	0.39	0.00
	175	0.39	0.65
	146	0.38	1.80
29	63	0.38	0.00
	176	0.37	0.90
	147	0.36	1.75
30	64	0.38	0.00
	177	0.37	0.65
	67	0.37	1.28
31	70	0.41	0.00
	178	0.39	0.80
	148	0.37	1.60
32	70	0.41	0.00
	179	0.42	0.80
	149	0.43	1.50
33	22	0.17	0.00
	92	0.15	0.80
	116	0.10	2.25
	126	0.10	3.51
	85	0.16	4.78
	80	0.25	7.21
	75	0.33	9.59
	67	0.37	11.20
	69	0.38	12.82
	73	0.41	15.07

GPR profil	Bod	Normovaná výška [m]	Vzdálenost od 1. bodu profilu [m]
34	23	0.18	0.00
	115	0.10	2.24
	125	0.10	3.50
	180	0.20	6.40
	81	0.25	7.21
	77	0.37	8.78
	74	0.42	15.05
35	62	0.39	0.00
	63	0.38	0.81
	64	0.38	1.61
	65	0.37	2.27
36	62	0.39	0.00
	61	0.41	0.80
	60	0.43	1.59
	150	0.43	2.25
37	151	0.39	0.00
	181	0.41	0.80
	58	0.44	2.40
38	151	0.39	0.00
	182	0.38	0.80
	152	0.36	2.25
39	24	0.17	0.00
	114	0.10	2.23
	124	0.10	3.49
	128	0.22	6.40
40	25	0.19	0.00
	134	0.15	0.80
	113	0.09	2.22
	123	0.10	3.48
	139	0.15	4.78
	127	0.24	6.39
41	26	0.19	0.00
	112	0.09	2.20
	122	0.09	3.46
	183	0.28	6.40
	45	0.34	7.19
	47	0.38	8.78
	51	0.34	10.50
	52	0.42	11.17
	57	0.42	14.39
42	153	0.36	0.00
	184	0.38	0.80
	154	0.41	2.40

GPR profil	Bod	Normovaná výška [m]	Vzdálenost od 1. bodu profilu [m]
43	27	0.20	0.00
	111	0.09	2.21
	121	0.09	3.46
	41	0.15	4.79
	42	0.20	5.58
	43	0.31	6.37
	44	0.39	7.18
	49	0.42	7.97
	50	0.41	9.58
44	40	0.16	0.00
	120	0.09	1.34
	110	0.08	2.59
	130	0.10	3.18
	129	0.14	3.98
	28	0.24	4.81
	29	0.31	0.00
45	109	0.08	2.18
	119	0.08	3.42
	39	0.16	4.79
	38	0.17	0.00
46	118	0.08	1.36
	108	0.08	2.61
	30	0.36	4.78
	31	0.39	0.00
47	32	0.25	0.80
	107	0.07	2.16
	117	0.07	3.40
	37	0.18	4.78
	155	0.16	0.00
48	185	0.17	0.60
	156	0.17	0.80
	84	0.14	0.00
49	186	0.14	0.40
	157	0.14	0.80
	251	0.23	0.00
201	248	0.10	2.56
	247	0.05	3.22
	242	0.06	3.87
	241	0.43	6.37

GPR profil	Bod	Normovaná výška [m]	Vzdálenost od 1. bodu profilu [m]
202	252	0.23	0.00
	249	0.09	2.59
	246	0.05	3.23
	243	0.08	3.86
	240	0.45	6.36
203	239	0.45	0.00
	244	0.08	2.51
	245	0.06	3.14
	250	0.09	3.78
	216	0.19	6.41
204	253	0.17	0.00
	254	0.05	2.32
	255	0.02	2.97
	256	0.05	3.64
	238	0.40	6.06
205	257	0.08	0.00
	250	0.09	3.47
	248	0.10	4.25
	260	0.13	6.57
206	261	0.07	0.00
	247	0.05	2.29
	245	0.06	3.07
	258	0.00	6.52
207	259	0.04	0.00
	244	0.08	3.45
	242	0.06	4.28
	262	0.09	6.57
208	219	0.18	0.00
	233	0.13	1.69
	211	0.28	3.26
209	210	0.27	0.00
	234	0.11	1.55
	232	0.17	2.15
	231	0.19	2.46
	220	0.17	3.27
210	221	0.15	0.00
	235	0.10	1.73
	209	0.27	3.30
211	208	0.25	0.00
	236	0.11	1.58
	224	0.16	2.19
	223	0.17	2.49
	222	0.15	3.30

GPR profil	Bod	Normovaná výška [m]	Vzdálenost od 1. bodu profilu [m]
212	207	0.27	0.00
	237	0.11	1.61
	225	0.14	1.92
213	206	0.23	0.00
	229	0.11	0.99
	227	0.11	1.61
	226	0.14	1.88
214	218	0.17	0.00
	231	0.19	0.83
	223	0.17	1.44
215	217	0.12	0.00
	232	0.17	0.83
	224	0.16	1.45
216	201	0.11	0.00
	225	0.14	2.25
	251	0.23	9.59
	216	0.19	10.37
217	215	0.32	0.00
	233	0.13	4.53
	235	0.10	5.12
	227	0.11	6.01
	202	0.10	7.99
218	203	0.13	0.00
	228	0.10	1.40
	214	0.19	3.36
219	213	0.21	0.00
	229	0.11	1.92
	204	0.13	3.36
220	205	0.11	0.00
	230	0.15	1.38
	212	0.22	3.31

Příloha č. 2: Seznam georeferencí GPR profilů – Vyšehořovice, prostor v kostele u bočního oltáře

max. nadmořská výška lokality [m]: 237.34

normovaná max. nadmořská výška lokality [m]: 0.12

GPR profil	Bod	Normovaná výška [m]	Vzdálenost od 1. bodu profilu [m]
50	103	0.09	0.00
	102	0.02	1.09
	99	0.02	1.99
	98	0.07	3.06
51	104	0.08	0.00
	187	0.02	1.09
	188	0.02	1.99
	97	0.07	3.05
52	105	0.07	0.00
	189	0.02	1.09
	190	0.01	1.99
	96	0.12	3.05
53	99	0.02	0.00
	188	0.02	0.59
	190	0.01	1.40
	100	0.09	2.55
54	102	0.02	0.00
	187	0.02	0.59
	189	0.02	1.40
	101	0.00	1.81
55	103	0.09	0.00
	104	0.08	0.59
	105	0.07	1.40
	106	0.05	1.82

Příloha 3: Seznam souřadnic – Vyšehořovice

Bod	Y [m]	X [m]	H [m]	Poznámka
1	105.26	106.97	237.50	Roh kostela
3	102.19	102.79	237.40	Roh kostela
4	100.26	102.30	237.33	Chodník
5	98.99	102.25	237.33	Chodník
6	96.98	102.73	237.33	Roh kostela
7	92.41	101.72	237.60	Roh presbytáře
8	92.40	98.00	237.60	Roh presbytáře
9	91.21	97.96	237.65	Roh presbytáře
10	91.22	101.77	237.63	Roh presbytáře
11	87.03	102.01	237.71	Roh presbytáře
12	100.28	94.62	237.29	Chodník
13	99.04	94.62	237.29	Chodník
14	95.44	99.09	237.79	Roh hrobu
15	95.45	100.18	237.80	Roh hrobu
16	93.05	100.17	237.83	Roh hrobu
17	93.00	99.08	237.83	Roh hrobu
18	92.47	99.30	237.55	Roh kříže
19	92.48	99.90	237.58	Roh kříže
20	92.17	99.92	237.59	Roh kříže
21	95.68	95.60	237.45	Roh presbytáře
22	102.51	101.12	237.39	
23	102.50	100.48	237.40	
24	102.50	99.83	237.39	
25	102.49	99.20	237.41	
26	102.47	98.53	237.41	
27	102.48	97.88	237.42	
28	102.49	97.20	237.46	
29	102.45	96.58	237.53	
30	102.45	95.92	237.58	
31	102.44	95.29	237.61	
32	101.64	95.28	237.47	
33	100.84	95.28	237.36	
34	100.06	95.26	237.25	
35	99.25	95.27	237.28	
36	98.46	95.19	237.32	
37	97.66	95.23	237.40	
38	97.67	95.93	237.39	
39	97.66	96.58	237.38	
40	97.68	97.23	237.38	
41	97.69	97.86	237.37	
42	96.90	97.87	237.42	
43	96.11	97.87	237.53	
44	95.30	97.88	237.61	

Bod	Y [m]	X [m]	H [m]	Poznámka
45	95.28	98.53	237.56	
46	94.49	98.51	237.62	
47	93.69	98.49	237.60	
48	93.71	97.87	237.62	
49	94.51	97.88	237.64	
50	92.90	97.96	237.63	
51	91.97	98.38	237.56	
52	91.30	98.36	237.64	
53	90.49	98.03	237.58	
54	89.68	97.93	237.62	
55	88.89	98.02	237.63	
56	88.09	98.03	237.63	
57	88.08	98.49	237.64	
58	87.29	99.15	237.66	
59	87.30	99.80	237.64	
60	88.10	99.81	237.65	
61	88.89	99.82	237.63	
62	89.69	99.81	237.61	
63	90.50	99.82	237.60	
64	91.30	99.83	237.60	
65	91.96	99.84	237.59	
66	91.95	101.10	237.58	
67	91.31	101.11	237.59	
68	90.49	101.70	237.58	
69	89.70	101.69	237.60	
70	88.88	101.69	237.63	
71	88.08	101.69	237.64	
73	87.44	101.14	237.64	
74	87.45	100.46	237.64	
75	92.92	101.12	237.55	
76	93.70	101.10	237.49	
77	93.72	100.47	237.59	
78	94.49	100.50	237.57	
79	94.49	101.10	237.45	
80	95.30	101.09	237.42	
81	95.29	100.48	237.47	
82	95.32	103.77	237.30	
83	96.07	103.71	237.35	
84	96.87	102.42	237.36	
85	97.73	101.09	237.38	
86	98.50	101.08	237.37	
87	99.29	101.13	237.35	
88	99.30	101.62	237.33	
89	100.11	101.64	237.34	
90	100.11	101.10	237.34	
91	100.91	101.09	237.37	

Bod	Y [m]	X [m]	H [m]	Poznámka
92	101.71	101.11	237.37	
93	100.22	98.20	237.30	Chodník
94	98.99	98.17	237.31	Chodník
95	101.53	96.69	237.33	Terén
96	96.87	112.30	237.34	V kostele
97	97.68	112.31	237.29	V kostele
98	98.28	112.32	237.29	V kostele
99	98.28	111.25	237.24	V kostele
100	95.73	111.24	237.31	V kostele
101	96.45	110.37	237.22	V kostele
102	98.26	110.35	237.24	V kostele
103	98.24	109.26	237.31	V kostele
104	97.65	109.26	237.30	V kostele
105	96.84	109.25	237.29	V kostele
106	96.42	109.25	237.27	V kostele
107	100.28	95.26	237.29	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
108	100.28	95.92	237.30	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
109	100.27	96.58	237.30	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
110	100.27	97.21	237.30	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
111	100.27	97.87	237.31	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
112	100.27	98.53	237.31	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
113	100.27	99.19	237.31	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
114	100.27	99.83	237.32	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
115	100.26	100.48	237.32	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
116	100.26	101.11	237.32	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
117	99.04	95.25	237.29	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
118	99.03	95.93	237.30	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
119	99.03	96.58	237.30	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
120	99.02	97.22	237.31	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
121	99.02	97.88	237.31	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
122	99.01	98.53	237.31	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
123	99.01	99.18	237.32	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
124	99.01	99.82	237.32	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
125	99.00	100.48	237.32	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
126	99.00	101.10	237.32	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
127	96.10	99.17	237.46	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
128	96.10	99.82	237.44	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
129	101.66	97.21	237.36	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
130	100.86	97.21	237.32	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
131	100.08	97.22	237.30	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
132	99.26	97.22	237.31	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
133	98.47	97.23	237.34	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
134	101.69	99.20	237.37	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
135	100.89	99.19	237.34	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
136	100.09	99.19	237.31	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
137	99.28	99.18	237.32	Souřadnice vypočteny, výška z DMT

Bod	Y [m]	X [m]	H [m]	Poznámka
138	98.49	99.18	237.34	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
139	97.71	99.18	237.37	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
140	96.89	99.17	237.42	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
141	96.88	101.08	237.41	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
142	91.97	98.54	237.56	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
143	91.30	98.52	237.64	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
144	87.33	101.65	237.65	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
145	88.08	101.56	237.64	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
146	89.70	101.61	237.60	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
147	90.49	101.57	237.58	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
148	90.49	101.67	237.59	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
149	87.37	101.69	237.65	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
150	87.43	99.81	237.65	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
151	89.69	99.16	237.61	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
152	91.75	99.17	237.58	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
153	90.51	97.87	237.58	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
154	88.10	97.86	237.63	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
155	96.88	101.77	237.38	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
156	96.10	101.77	237.39	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
157	96.10	102.42	237.36	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
158	94.49	100.70	237.49	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
159	93.71	100.70	237.53	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
160	92.92	100.47	237.57	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
161	92.90	98.57	237.59	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
162	93.70	98.17	237.61	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
163	94.50	98.18	237.63	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
164	95.29	98.18	237.58	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
165	91.95	100.49	237.58	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
166	91.97	99.19	237.57	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
167	91.30	99.18	237.62	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
168	90.49	98.92	237.59	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
169	89.69	98.91	237.61	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
170	88.89	99.17	237.63	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
171	88.09	98.91	237.64	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
172	87.30	99.50	237.65	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
173	88.09	100.46	237.65	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
174	88.89	100.47	237.63	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
175	89.69	100.46	237.61	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
176	90.49	100.72	237.59	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
177	91.31	100.48	237.59	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
178	89.68	101.68	237.61	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
179	88.08	101.69	237.64	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
180	96.10	100.47	237.42	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
181	88.89	99.16	237.63	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
182	90.49	99.16	237.60	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
183	96.07	98.51	237.50	Souřadnice vypočteny, výška interpolována

Bod	Y [m]	X [m]	H [m]	Poznámka
184	89.71	97.87	237.60	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
185	96.28	101.77	237.39	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
186	96.47	102.42	237.36	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
187	97.66	110.36	237.24	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
188	97.67	111.25	237.24	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
189	96.85	110.37	237.24	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
190	96.86	111.24	237.23	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
7001	100.00	100.00	237.33	Stanovisko
7002	100.00	110.45	237.26	Stanovisko, v kostele
Body z druhého měření				
Bod	Y [m]	X [m]	H [m]	Poznámka
201	96.62	105.04	237.33	
202	96.32	105.04	237.32	
203	96.02	104.45	237.35	
204	95.70	104.46	237.35	
205	95.42	104.42	237.33	
206	94.67	103.02	237.45	
207	94.64	102.70	237.49	
208	94.67	102.40	237.47	
209	94.68	102.10	237.49	
210	94.70	101.82	237.49	
211	94.68	101.52	237.50	
212	95.33	101.11	237.44	
213	95.62	101.10	237.43	
214	95.92	101.09	237.41	
215	96.13	97.05	237.54	
216	96.37	94.67	237.41	
217	96.83	101.05	237.34	
218	97.14	101.06	237.39	
219	97.94	101.61	237.40	
220	97.97	101.94	237.39	
221	97.98	102.22	237.37	
222	97.97	102.51	237.37	
223	97.16	102.50	237.39	
224	96.86	102.50	237.38	
225	96.56	102.79	237.36	
226	96.55	103.04	237.36	
227	96.28	103.06	237.33	
228	95.97	103.05	237.32	
229	95.66	103.02	237.33	
230	95.43	103.04	237.37	
231	97.16	101.89	237.41	
232	96.85	101.88	237.39	
233	96.25	101.58	237.35	
234	96.25	101.87	237.33	
235	96.25	102.17	237.32	

Bod	Y [m]	X [m]	H [m]	Poznámka
236	96.25	102.47	237.33	
237	96.25	102.75	237.33	
238	102.73	93.06	237.62	
239	102.78	94.63	237.67	
240	102.78	95.01	237.67	
241	102.80	95.42	237.65	
242	100.30	95.50	237.28	
243	100.28	95.07	237.30	
244	100.27	94.67	237.30	
245	99.64	94.67	237.28	
246	99.65	95.06	237.27	
247	99.65	95.45	237.27	
248	98.99	95.46	237.32	
249	99.01	95.07	237.31	
250	99.00	94.68	237.31	
251	96.43	95.45	237.45	
252	96.42	95.07	237.45	
253	96.67	93.03	237.39	
254	98.99	93.04	237.27	
255	99.64	93.04	237.24	
256	100.31	93.06	237.27	
257	98.93	91.21	237.30	
258	99.58	91.22	237.22	
259	100.19	91.22	237.26	
260	98.99	97.78	237.35	
261	99.61	97.74	237.29	
262	100.28	97.79	237.31	
263	102.20	102.79	237.43	Roh kostela
264	96.98	102.73	237.38	Roh kostela
265	92.40	101.71	237.63	Roh presbytáře
266	91.23	101.77	237.64	Roh presbytáře
267	91.21	97.97	237.66	Roh presbytáře
268	92.39	97.99	237.59	Roh presbytáře
7003	97.15	99.65	238.99	Stanovisko

Příloha 4: Seznam georeferencí GPR profilů – Mochov

max. výška lokality [m]: 100.11

normovaná max. výška lokality [m]: 0.87

GPR profil	Bod	Normovaná výška [m]	Vzdálenost od 1. bodu profilu [m]
1	7	0.62	0.00
	221	0.57	0.91
	258	0.54	1.01
	259	0.51	2.44
	222	0.51	2.54
	208	0.40	7.00
	214	0.38	8.59
	6	0.34	11.33
2	5	0.24	0.00
	226	0.30	1.01
	213	0.41	3.97
	207	0.43	5.57
	217	0.53	9.91
	260	0.52	10.01
	261	0.53	10.88
	218	0.56	10.98
	8	0.60	12.09
3	9	0.62	0.00
	206	0.46	6.93
	212	0.44	8.54
	4	0.23	13.72
4	3	0.19	0.00
	140	0.22	1.14
	228	0.23	2.18
	141	0.25	3.16
	211	0.47	6.51
	205	0.48	8.13
	143	0.46	10.20
	144	0.51	12.25
	10	0.74	16.69
5	200	0.66	0.00
	103	0.64	1.25
	204	0.50	9.30
	210	0.50	10.94
	224	0.19	16.44
	2	0.11	19.02

GPR profil	Bod	Normovaná výška [m]	Vzdálenost od 1. bodu profilu [m]
6	1	0.05	0.00
	223	0.14	2.77
	209	0.53	8.45
	203	0.53	10.10
	105	0.62	17.97
	201	0.78	20.13
7	11	0.74	0.00
	104	0.71	0.44
	244	0.62	2.45
	38	0.70	5.94
8	37	0.71	0.00
	243	0.64	4.52
	12	0.72	6.44
9	13	0.71	0.00
	242	0.64	2.75
	36	0.73	7.21
10	35	0.73	0.00
	241	0.65	6.47
	14	0.75	7.58
11	15	0.75	0.00
	240	0.63	1.56
	34	0.75	8.08
12	33	0.75	0.00
	239	0.62	6.48
	16	0.74	8.29
13	17	0.67	0.00
	238	0.66	1.78
	32	0.65	2.96
14	31	0.71	0.00
	237	0.68	1.15
	18	0.64	3.09
15	19	0.62	0.00
	236	0.66	2.10
	30	0.69	3.24
16	29	0.60	0.00
	235	0.58	1.15
	20	0.61	3.26
17	21	0.63	0.00
	234	0.56	1.91
	28	0.56	2.99
18	27	0.57	0.00
	233	0.50	1.12
	22	0.61	2.80

GPR profil	Bod	Normovaná výška [m]	Vzdálenost od 1. bodu profilu [m]
19	23	0.62	0.00
	232	0.54	1.44
	26	0.61	2.50
20	25	0.60	0.00
	231	0.61	1.09
	24	0.62	2.16
21	39	0.68	0.00
	245	0.61	3.37
	51	0.79	7.75
22	50	0.76	0.00
	246	0.61	6.96
	40	0.63	12.47
23	41	0.58	0.00
	237	0.68	8.37
	241	0.65	12.36
	49	0.80	15.72
24	202	0.78	0.00
	104	0.71	1.63
	247	0.69	9.60
	42	0.50	17.95
25	52	0.60	0.00
	243	0.64	4.39
	48	0.75	8.43
26	47	0.69	0.00
	105	0.62	2.58
	244	0.62	3.61
	53	0.68	9.11
27	44	0.69	0.00
	262	0.66	5.33
	43	0.63	10.66
28	44	0.69	0.00
	263	0.78	2.64
	45	0.87	5.28
29	46	0.65	0.00
	264	0.76	3.1
	45	0.87	6.20
30	7	0.62	0.00
	221	0.57	0.91
	258	0.54	1.01
	259	0.51	2.44
	222	0.51	2.54
	208	0.40	7.00
	214	0.38	8.59
	6	0.34	11.33

GPR profil	Bod	Normovaná výška [m]	Vzdálenost od 1. bodu profilu [m]
31	5	0.24	0.00
	226	0.30	1.01
	213	0.41	3.97
	207	0.43	5.57
	217	0.53	9.91
	260	0.52	10.01
	261	0.53	10.88
	218	0.56	10.98
	8	0.60	12.09
32	9	0.62	0.00
	206	0.46	6.93
	212	0.44	8.54
	4	0.23	13.72
33	3	0.19	0.00
	140	0.22	1.14
	228	0.23	2.18
	141	0.25	3.16
	211	0.47	6.51
	205	0.48	8.13
	143	0.46	10.20
	144	0.51	12.25
34	110	0.62	0.00
	248	0.64	3.84
	106	0.68	10.32
35	107	0.71	0.00
	249	0.65	6.55
	111	0.60	11.21
36	113	0.57	0.00
	215	0.50	0.84
	265	0.48	0.94
	266	0.51	2.26
	216	0.53	2.36
	144	0.51	4.23
	109	0.82	12.80
37	108	0.76	0.00
	250	0.65	6.59
	219	0.56	10.76
	267	0.54	10.86
	268	0.54	12.41
	220	0.56	12.51
	112	0.56	12.65
38	114	0.50	0.00
	251	0.48	3.32
	122	0.58	6.51

GPR profil	Bod	Normovaná výška [m]	Vzdálenost od 1. bodu profilu [m]
39	115	0.43	0.00
	252	0.46	3.40
	143	0.46	4.38
	123	0.57	6.57
40	116	0.42	0.00
	253	0.45	3.30
	124	0.54	6.37
41	117	0.42	0.00
	254	0.49	4.61
	125	0.54	6.40
42	118	0.39	0.00
	255	0.46	2.09
	126	0.53	5.21
43	119	0.37	0.00
	256	0.42	1.47
	127	0.47	5.19
44	120	0.39	0.00
	142	0.48	4.23
	128	0.43	5.30
45	121	0.36	0.00
	257	0.31	2.44
	129	0.40	5.48
46	130	0.32	0.00
	141	0.25	1.93
	139	0.33	5.29
47	138	0.24	0.00
	228	0.23	2.01
	131	0.23	3.98
48	132	0.14	0.00
	224	0.19	0.96
	140	0.22	1.92
	137	0.20	3.48
49	136	0.21	0.00
	229	0.19	0.82
	133	0.03	2.72
50	134	0.00	0.00
	230	0.18	1.93
	135	0.17	1.87

Příloha 5: Seznam souřadnic – Mochov

Bod	Y [m]	X [m]	H [m]	Poznámka
1	100.00	220.11	99.29	
2	100.95	219.86	99.35	
3	101.84	218.40	99.43	
4	102.80	217.19	99.47	
5	103.75	216.10	99.48	
6	104.68	215.00	99.58	
7	104.10	203.68	99.86	
8	103.15	204.02	99.84	
9	102.14	203.49	99.86	
10	101.04	201.73	99.98	
11	97.89	199.93	99.98	
12	96.87	199.54	99.96	
13	95.89	198.76	99.95	
14	94.85	198.40	99.99	
15	93.86	198.00	99.99	
16	92.83	197.80	99.98	
17	91.85	197.88	99.91	
18	90.84	197.77	99.88	
19	89.85	197.65	99.86	
20	88.86	197.69	99.85	
21	87.89	197.94	99.87	
22	86.91	198.22	99.85	
23	85.96	198.50	99.86	
24	84.94	198.92	99.86	
25	84.98	201.08	99.84	
26	85.98	201.00	99.85	
27	86.98	201.02	99.81	
28	87.97	200.93	99.80	
29	88.96	200.95	99.84	
30	89.95	200.89	99.93	
31	90.96	200.86	99.95	
32	91.94	200.84	99.89	
33	93.29	206.08	99.99	
34	94.26	206.07	99.99	
35	95.23	205.97	99.97	
36	96.23	205.96	99.97	
37	97.22	205.97	99.95	
38	98.21	205.86	99.94	
39	86.48	197.95	99.92	
40	84.38	199.03	99.87	
41	82.56	200.11	99.82	
42	81.61	201.14	99.74	
43	80.90	202.35	99.87	

Bod	Y [m]	X [m]	H [m]	Poznámka
44	91.55	201.89	99.93	
45	91.82	207.16	100.11	
46	98.01	206.78	99.89	
47	101.62	202.17	99.93	
48	101.01	201.23	99.99	
49	98.26	199.35	100.04	
50	96.83	198.41	100.00	
51	94.22	197.57	100.03	
52	92.59	201.70	99.84	
53	92.52	202.69	99.92	
54	81.12	202.93	99.89	Roh kostela
55	80.19	201.74	99.87	Obrubník chodníku
56	90.96	202.49	99.96	Roh kostela
57	92.15	201.19	99.90	Obrubník chodníku
58	92.42	206.60	100.06	Obrubník chodníku
59	91.80	207.84	100.14	Roh kostela
60	91.24	207.91	100.17	Roh kostela
61	97.95	207.50	99.92	Roh kostela
62	97.65	206.32	99.93	Obrubník chodníku
63	98.56	206.62	99.87	Obrubník chodníku
64	98.90	207.03	99.84	Obrubník chodníku
65	99.06	207.54	99.84	Obrubník chodníku
66	99.28	210.00	99.77	Chodník
67	99.38	211.65	99.77	Chodník
68	99.56	215.10	99.63	Obrubník chodníku
69	98.58	215.19	99.64	Obrubník chodníku
70	98.30	213.64	99.73	Roh kostela
71	105.07	212.32	99.60	Schody
72	105.23	210.77	99.62	Schody
73	107.04	211.06	98.89	Schody
74	106.88	212.58	98.87	Schody
75	107.52	208.98	99.67	Hřbitovní zeď
76	107.13	206.67	99.92	Hřbitovní zeď
77	105.65	203.90	99.99	Hřbitovní zeď
78	103.50	201.60	99.95	Hřbitovní zeď
79	99.47	198.66	100.08	Hřbitovní zeď
80	94.18	196.39	100.04	Hřbitovní zeď
81	88.82	195.81	100.05	Hřbitovní zeď
82	83.81	197.96	100.02	Hřbitovní zeď
83	80.39	200.72	99.83	Hřbitovní zeď
84	108.16	208.95	98.03	Hřbitovní zeď
85	107.62	206.18	98.12	Hřbitovní zeď
86	106.13	203.53	98.12	Hřbitovní zeď
87	103.94	201.22	98.21	Hřbitovní zeď
88	99.87	198.18	98.45	Hřbitovní zeď
89	94.32	195.73	99.50	Hřbitovní zeď

Bod	Y [m]	X [m]	H [m]	Poznámka
90	88.85	195.13	99.62	Hřbitovní zeď
91	83.53	197.33	99.35	Hřbitovní zeď
92	79.87	200.29	99.31	Hřbitovní zeď
93	106.64	213.80	99.75	Hřbitovní zeď
94	103.47	218.63	99.61	Hřbitovní zeď
95	102.16	220.05	99.47	Hřbitovní zeď
96	103.57	206.65	99.75	Okraj prohlubně
97	102.71	205.41	99.79	Okraj prohlubně
98	104.76	204.24	99.81	Okraj prohlubně
99	105.38	205.47	99.79	Okraj prohlubně
100	107.27	214.22	98.00	Hřbitovní zeď
101	104.13	219.03	98.19	Hřbitovní zeď
102	102.65	220.59	98.33	Hřbitovní zeď
103	100.06	202.11	99.88	
104	97.91	200.37	99.95	
105	99.04	202.17	99.86	
106	92.63	203.68	99.92	
107	92.61	204.68	99.95	
108	92.62	205.67	100.00	
109	92.72	206.65	100.06	
110	102.93	203.10	99.86	
111	103.80	204.02	99.84	
112	105.25	204.93	99.80	
113	105.50	205.89	99.81	
114	105.63	206.90	99.74	
115	105.75	207.88	99.67	
116	105.70	208.89	99.66	
117	105.72	209.87	99.66	
118	104.59	210.99	99.63	
119	104.68	211.99	99.61	
120	104.83	213.00	99.63	
121	105.08	213.97	99.60	
122	99.14	207.38	99.82	
123	99.20	208.37	99.81	
124	99.35	209.37	99.78	
125	99.34	210.38	99.78	
126	99.40	211.40	99.77	
127	99.50	212.38	99.71	
128	99.54	213.39	99.67	
129	99.61	214.37	99.64	
130	99.74	215.37	99.56	
131	99.78	216.34	99.47	
132	99.86	217.34	99.38	
133	99.93	218.33	99.27	
134	99.95	219.33	99.24	
135	101.82	219.24	99.41	

Bod	Y [m]	X [m]	H [m]	Poznámka
136	102.65	218.20	99.45	
137	103.33	217.14	99.44	
138	103.75	216.10	99.48	
139	105.02	214.98	99.57	
140	101.78	217.26	99.46	Terén
141	101.67	215.24	99.49	Terén
142	100.61	213.32	99.72	Terén
143	101.38	208.21	99.70	Terén
144	101.28	206.16	99.75	Terén
145	97.09	204.42	99.87	Terén
146	95.49	201.97	99.87	Terén
147	93.38	199.59	99.86	Terén
148	89.92	198.71	99.85	Terén
149	86.52	199.38	99.73	Terén
200	100.00	200.86	99.90	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
201	98.92	200.01	100.02	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
202	99.54	200.29	100.02	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
203	99.46	210.02	99.77	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
204	100.46	210.15	99.74	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
205	101.45	210.28	99.72	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
206	102.47	210.41	99.70	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
207	103.47	210.54	99.67	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
208	104.46	210.67	99.64	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
209	99.55	211.67	99.77	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
210	100.55	211.79	99.74	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
211	101.53	211.90	99.71	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
212	102.55	212.02	99.68	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
213	103.55	212.14	99.65	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
214	104.54	212.26	99.62	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
215	104.66	205.94	99.74	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
216	103.14	206.03	99.77	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
217	103.26	206.20	99.76	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
218	103.21	205.13	99.80	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
219	103.36	205.04	99.80	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
220	105.11	204.94	99.80	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
221	104.15	204.59	99.81	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
222	104.23	206.22	99.75	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
223	99.85	217.34	99.38	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
224	100.82	217.28	99.43	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
225	102.80	217.17	99.47	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
226	103.80	217.11	99.54	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
227	104.79	217.06	99.60	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
228	101.74	216.22	99.47	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
229	101.83	218.24	99.43	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
230	101.88	219.24	99.42	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
231	84.96	199.99	99.85	Souřadnice vypočteny, výška z DMT

Bod	Y [m]	X [m]	H [m]	Poznámka
232	85.97	199.94	99.78	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
233	86.95	199.90	99.74	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
234	87.94	199.85	99.80	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
235	88.92	199.80	99.82	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
236	89.91	199.75	99.90	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
237	90.92	199.71	99.92	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
238	91.90	199.66	99.90	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
239	92.93	199.61	99.86	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
240	93.94	199.56	99.87	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
241	94.91	199.51	99.89	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
242	96.02	201.51	99.88	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
243	96.97	201.46	99.88	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
244	98.02	202.38	99.86	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
245	89.85	197.78	99.85	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
246	89.88	198.76	99.85	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
247	89.95	200.74	99.93	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
248	99.10	203.32	99.88	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
249	99.15	204.29	99.89	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
250	99.20	205.28	99.89	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
251	102.32	207.15	99.72	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
252	102.36	208.13	99.70	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
253	102.41	209.14	99.69	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
254	101.12	210.24	99.73	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
255	102.51	211.15	99.70	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
256	103.21	212.10	99.66	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
257	102.65	214.15	99.55	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
258	104.15	204.69	99.78	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
259	104.22	206.12	99.75	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
260	103.25	206.10	99.76	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
261	103.21	205.23	99.77	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
262	86.23	202.12	99.90	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
263	91.69	204.53	100.02	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
264	94.92	206.97	100.00	Souřadnice vypočteny, výška interpolována
265	104.56	205.95	99.72	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
266	103.24	206.02	99.75	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
267	103.46	205.03	99.78	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
268	105.01	204.94	99.78	Souřadnice vypočteny, výška z DMT
7001	100.00	200.00	100.00	Stanovisko

Příloha 6: Protokol o výpočtu – Vyšehořovice, 1. měření

Import měření

IMPORT MĚŘENÍ

=====

Název vstupního souboru : C:\Skola\diplomka\vysehorovice\zpracovani_body_hotovo\20160304.job
Název výstupního souboru : C:\Skola\diplomka\vysehorovice\zpracovani_body_hotovo\20160304.mes
Měřítkový koeficient: 1.0000000000 (0.0 mm/100m)

Stanovisko 7001, bod 11: Podezřelá výška signálu : 0.00m

STATISTIKA:

Počet položek : 112
Počet stanovisek : 2
Počet bodů se šikmou délkou : 108
Počet bodů s vodorovnou délkou : 0
Počet bodů se zenitovým úhlem : 110
Počet bodů s převýšením : 0
Počet bodů s kódem / bez kódu : 0 / 112
Počet měření v I/II poloze : 108 / 2
Číslo min / Číslo max : 1 / 7002
Z min / Z max : 96.7898 / 106.6349
Délka min / Délka max : 1.103m / 13.122m
Signál min / Signál max : 0.000m / 1.559m

Zpracování zázpisníku

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

=====

?: Podezřelé měření:

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

x: Chybné měření:

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

Stanovisko: 7001

Délka	Cíl	Hz I	Hz II	Z I	Z II	D I	D II	Hz	Z
		Kol	V Kol	Index	V Index	V D			
	7002	241.6667	41.6552	101.8835	298.0965	10.444		241.6610	101.8935
		-0.0058	-0.0058	0.0100	-0.0016				

Stanovisko: 7002

Délka	Cíl	Hz I	Hz II	Z I	Z II	D I	D II	Hz	Z
		Kol	V Kol	Index	V Index	V D			
	7001	361.1028	161.1039	99.9668	300.0245	10.445		361.1034	99.9712
		0.0006	0.0006	0.0044	-0.0072				

STATISTIKA:

=====

Vodorovné směry:

Počet vyhovujících směrů	: 2
Počet podezřelých směrů	: 0
Počet chybných směrů	: 0
Odhad kolimační chyby	: -0.0026g
Nastavená kolimační chyba	: 0.0000g
Oprava kolimační chyby	: -0.0026g

Zenitové úhly:

Počet vyhovujících zenitových úhlů	: 2
Počet podezřelých zenitových úhlů	: 0
Počet chybných zenitových úhlů	: 0
Odhad indexové chyby	: 0.0072g
Nastavená indexová chyba	: 0.0116g
Oprava indexové chyby	: -0.0044g

Délky:

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

REDUKCE VODOROVNÝCH SMĚRŮ

=====

Stanovisko : 7002

Počáteční směr: 241.6610g

	Cíl	Hz měř.	Hz red.
	7002	241.6610	0.0000
1	282.8239	41.1630	
2	281.9755	40.3146	
3	284.0446	42.3837	
4	248.7312	7.0703	
5	214.8332	373.1723	
6	188.4381	346.7772	
7	155.8354	314.1745	
8	125.2497	283.5888	
9	127.1822	285.5213	
10	154.3398	312.6789	
11	151.4463	309.7854	
12	38.3008	196.6399	
13	52.8647	211.2038	
14	129.1503	287.4894	
15	144.2413	302.5804	
16	143.1769	301.5160	
17	133.3093	291.6484	

18	135.7621	294.1012
19	140.7965	299.1356
20	141.0146	299.3537
21	91.0926	249.4317
22	314.9188	73.2579
23	329.6688	88.0079
24	345.8814	104.2205
25	361.5138	119.8529
26	375.7362	134.0753
27	386.7169	145.0560
28	395.4412	153.7803
29	2.1092	160.4483
30	7.2744	165.6135
31	11.2187	169.5578
32	20.3762	178.7153
33	30.4403	188.7794
34	40.8969	199.2360
35	51.6243	209.9634
36	61.3694	219.7085
37	70.6445	228.9836
38	74.8163	233.1554
39	79.9111	238.2502
40	86.0813	244.4204
41	94.0191	252.3582
42	103.3117	261.6508
43	109.7874	268.1265
44	114.7147	273.0538
45	122.4286	280.7677
46	124.8743	283.2134
47	126.6657	285.0048
48	120.9043	279.2434
49	118.1922	276.5313
50	123.8253	282.1644
51	129.0146	287.3537
52	129.8063	288.1454
53	128.6307	286.9698
54	129.0445	287.3836
55	130.4240	288.7631
56	131.2123	289.5514
57	133.6496	291.9887
58	137.3920	295.7311
59	140.6597	298.9988
60	140.6265	298.9656
61	140.6228	298.9619
62	140.5118	298.8509
63	140.4661	298.8052
64	140.4062	298.7453
65	140.3597	298.6988
66	150.3310	308.6701
67	149.7221	308.0612
68	152.9064	311.2455
69	152.0002	310.3393
70	151.2749	309.6140
71	150.6306	308.9697
72	150.6875	309.0266
73	147.4110	305.7501
74	143.9832	302.3223
75	151.6598	309.9989
76	152.6648	311.0039
77	146.4605	304.7996
78	147.3678	305.7069
79	154.1868	312.5259
80	156.1890	314.5281

81	148.1383	306.4774
82	184.8354	343.1745
83	189.8200	348.1591
84	183.5609	341.9000
85	170.1695	328.5086
86	181.3842	339.7233
87	205.9375	364.2766
88	215.4501	373.7892
89	245.7855	4.1246
90	247.7262	6.0653
91	285.9906	44.3297
92	305.0707	63.4098
93	33.8411	192.1802
94	73.8536	232.1927
95	14.1378	172.4769

Stanovisko : 7001

Počáteční směr: 361.1034g

	Cíl	Hz měř.	Hz red.
--	-----	---------	---------

7001	361.1034	0.0000
96	95.1183	134.0150
97	104.2542	143.1509
98	113.7380	152.6347
99	88.9424	127.8391
100	72.8552	111.7519
101	59.7161	98.6128
102	57.7438	96.6405
103	23.3118	62.2085
104	31.4206	70.3173
105	38.0203	76.9170
106	40.6059	79.5026

OPRAVA INDEXOVÉ CHYBY

=====

Opravený soubor : C:\Skola\diplomka\vysehorovice\zpracovani_body_hotovo\20160304.mes

Nastavený teodolit: Neznámý teodolit

Indexová chyba : 0.0116g

VÝPOČET PŘEVÝŠENÍ

=====

Vypočteno položek: 108

Vynecháno položek: 0

ZPRACOVÁNÍ OPAKOVANÝCH MĚŘENÍ

=====

?: Podezřelé měření:

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

x: Chybné měření:

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

STATISTIKA:

=====

Vodorovné směry:

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

Zenitové úhly:

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

Délky:

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

ZPRACOVÁNÍ OBOUSMĚRNĚ MĚŘENÝCH DÉLEK

=====

	Bod A	Bod B	D Tam	D Zpět	Rozdíl	D	dH Tam	dH Zpět
Rozdíl	dH							
0.01	7001 -0.07	7002	10.444	10.445	-0.001	10.445	-0.07	0.06

Polární metoda dávkou pro stanovisko 7001

[1] POLÁRNÍ METODA DÁVKOU

=====

Orientace osnovy na bodě 7001:

Bod	Hz	Směrník	V or.	Délka	V délky	V přev.	m0	Red.
7002	0.0000	0.0000	0.0000	10.445	0.000	0.00		

Orientační posun : 0.0000g

Test polární metody:

Oprava orientace [g]: Skutečná hodnota: 0.0000, Mezní hodnota: 0.0800
Mezní odchylky stanovené pro práci v katastru nemovitostí byly dodrženy.

Podrobné body

Polární metoda

Popis	Bod	Hz	Z	dH	Délka	Y	X	Z
	1	41.1630	98.6752	0.182	8.728	105.258	106.966	0.18
	2	40.3146	98.8715	0.064	3.599	102.130	102.901	0.06
	3	42.3837	98.9416	0.059	3.551	102.194	102.793	0.06
	4	7.0703	100.0909	-0.003	2.312	100.256	102.298	0.00
	5	373.1723	99.9931	0.000	2.468	98.991	102.252	0.00

6	346.7772	100.0219	-0.001	4.070	96.980	102.729	0.00
7	314.1745	97.7083	0.280	7.783	92.409	101.719	0.28
8	283.5888	98.1029	0.234	7.862	92.398	97.996	0.23
9	285.5213	97.7356	0.321	9.028	91.205	97.964	0.32
10	312.6789	97.8830	0.298	8.954	91.223	101.771	0.30
11	309.7854	98.1355	0.384	13.122	87.033	102.009	0.38
12	196.6399	100.5134	-0.043	5.387	100.284	94.621	-0.04
13	211.2038	100.5190	-0.045	5.463	99.044	94.622	-0.04
14	287.4894	93.6783	0.464	4.653	95.437	99.092	0.46
15	302.5804	93.4785	0.468	4.551	95.453	100.184	0.47
16	301.5160	95.4370	0.499	6.952	93.050	100.166	0.50
17	291.6484	95.5226	0.498	7.062	92.998	99.076	0.50
18	294.1012	98.1409	0.221	7.559	92.473	99.301	0.22
19	299.1356	97.9069	0.247	7.521	92.480	99.898	0.25
20	299.3537	97.9173	0.256	7.833	92.167	99.920	0.26
21	249.4317	99.2965	0.068	6.165	95.680	95.602	0.07
22	73.2579	98.5442	0.063	2.744	102.506	101.119	0.06
23	88.0079	98.3205	0.067	2.542	102.497	100.476	0.07
24	104.2205	98.4337	0.062	2.504	102.498	99.834	0.06
25	119.8529	98.1196	0.077	2.612	102.486	99.199	0.08
26	134.0753	98.2347	0.080	2.877	102.474	98.533	0.08
27	145.0560	98.2700	0.089	3.260	102.477	97.881	0.09
28	153.7803	97.8157	0.129	3.746	102.487	97.198	0.13
29	160.4483	96.9259	0.203	4.209	102.450	96.578	0.20
30	165.6135	96.7225	0.245	4.756	102.446	95.921	0.25
31	169.5578	96.6205	0.282	5.308	102.442	95.288	0.28
32	178.7153	98.1564	0.145	4.999	101.640	95.278	0.14
33	188.7794	99.6684	0.025	4.799	100.842	95.275	0.03
34	199.2360	101.0966	-0.082	4.745	100.057	95.255	-0.08
35	209.9634	100.6999	-0.053	4.791	99.253	95.267	-0.05
36	219.7085	100.1863	-0.015	5.052	98.461	95.188	-0.01
37	228.9836	99.1210	0.073	5.313	97.664	95.228	0.07
38	233.1554	99.2464	0.056	4.689	97.667	95.932	0.06
39	238.2502	99.2163	0.051	4.146	97.656	96.580	0.05
40	244.4204	99.0477	0.054	3.617	97.676	97.228	0.05
41	252.3582	99.1162	0.044	3.153	97.689	97.855	0.04
42	261.6508	98.4974	0.089	3.757	96.904	97.871	0.09
43	268.1265	97.1966	0.195	4.433	96.111	97.872	0.20
44	273.0538	96.5903	0.277	5.161	95.295	97.880	0.28
45	280.7677	97.0194	0.232	4.942	95.282	98.530	0.23
46	283.2134	96.8198	0.285	5.704	94.493	98.513	0.29
47	285.0048	97.3282	0.272	6.485	93.694	98.487	0.27
48	279.2434	97.1759	0.295	6.641	93.709	97.873	0.29
49	276.5313	96.6662	0.309	5.887	94.509	97.879	0.31
50	282.1644	97.4289	0.299	7.391	92.897	97.956	0.30
51	287.3537	98.2109	0.230	8.195	91.966	98.383	0.23
52	288.1454	97.7648	0.311	8.850	91.303	98.362	0.31
53	286.9698	98.3414	0.253	9.718	90.485	98.025	0.25
54	287.3836	98.2464	0.290	10.525	89.681	97.928	0.29
55	288.7631	98.3219	0.298	11.291	88.885	98.017	0.30
56	289.5514	98.4224	0.299	12.075	88.087	98.027	0.30
57	291.9887	98.3544	0.311	12.014	88.081	98.492	0.31
58	295.7311	98.3633	0.327	12.735	87.294	99.147	0.33
59	298.9988	98.4344	0.313	12.707	87.295	99.800	0.31
60	298.9656	98.2641	0.325	11.902	88.100	99.807	0.32
61	298.9619	98.3055	0.296	11.116	88.885	99.819	0.30
62	298.8509	98.2669	0.281	10.310	89.692	99.814	0.28
63	298.8052	98.1898	0.270	9.499	90.503	99.822	0.27
64	298.7453	98.0042	0.273	8.701	91.301	99.829	0.27
65	298.6988	97.9563	0.258	8.046	91.956	99.836	0.26
66	308.6701	98.0331	0.251	8.126	91.949	101.103	0.25
67	308.0612	98.1467	0.255	8.759	91.311	101.106	0.26
68	311.2455	98.3296	0.254	9.662	90.489	101.698	0.25

69	310.3393	98.3758	0.266	10.434	89.703	101.687	0.27
70	309.6140	98.2992	0.300	11.244	88.884	101.692	0.30
71	308.9697	98.3535	0.311	12.037	88.082	101.690	0.31
72	309.0266	98.4134	0.316	12.687	87.440	101.793	0.32
73	305.7501	98.4244	0.312	12.611	87.440	101.137	0.31
74	302.3223	98.4482	0.306	12.555	87.453	100.458	0.31
75	309.9989	98.0586	0.219	7.170	92.919	101.121	0.22
76	311.0039	98.4096	0.160	6.400	93.696	101.101	0.16
77	304.7996	97.4079	0.257	6.299	93.719	100.474	0.26
78	305.7069	97.2189	0.242	5.535	94.487	100.496	0.24
79	312.5259	98.6115	0.123	5.622	94.486	101.099	0.12
80	314.5281	98.8518	0.087	4.825	95.300	101.092	0.09
81	306.4774	98.1508	0.138	4.736	95.289	100.481	0.14
82	343.1745	100.2949	-0.028	6.009	95.321	103.770	-0.03
83	348.1591	99.8010	0.017	5.402	96.071	103.708	0.02
84	341.9000	99.5836	0.026	3.960	96.867	102.422	0.03
85	328.5086	98.8422	0.046	2.519	97.729	101.091	0.05
86	339.7233	98.7273	0.037	1.845	98.503	101.078	0.04
87	364.2766	99.1981	0.017	1.333	99.291	101.128	0.02
88	373.7892	99.8801	0.003	1.763	99.295	101.615	0.00
89	4.1246	99.6200	0.010	1.648	100.107	101.644	0.01
90	6.0653	99.1866	0.014	1.103	100.105	101.098	0.01
91	44.3297	98.2475	0.039	1.423	100.913	101.092	0.04
92	63.4098	98.8442	0.037	2.034	101.707	101.106	0.04
93	192.1802	100.9675	-0.028	1.815	100.222	98.199	-0.03
94	232.1927	100.5407	-0.018	2.095	98.985	98.167	-0.02
95	172.4769	99.9736	0.002	3.650	101.529	96.686	0.00

Polární metoda dávkou pro stanovisko 7002

[1] POLÁRNÍ METODA DÁVKOU

=====

Orientace osnovy na bodě 7002:

Bod	Hz	Směrník	V or.	Délka	V délky	V přev.	m0 Red.
7001	0.0000	200.0000	0.0000	10.445	0.000	0.00	

Orientační posun : 200.0000g

Test polární metody:

Oprava orientace [g]: Skutečná hodnota: 0.0000, Mezní hodnota: 0.0800
Mezní odchylky stanovené pro práci v katastru nemovitostí byly dodrženy.

Podrobné body

Polární metoda

Bod	Hz	Z	dH	Délka	Y	X	Z
96	134.0150	98.6159	0.079	3.641	96.867	112.299	0.01
97	143.1509	99.2677	0.034	2.981	97.678	112.314	-0.04
98	152.6347	99.3719	0.025	2.543	98.278	112.316	-0.04
99	127.8391	100.7572	-0.023	1.903	98.276	111.251	-0.09
100	111.7519	99.3077	0.047	4.346	95.728	111.243	-0.02
101	98.6128	100.7612	-0.042	3.551	96.450	110.368	-0.11
102	96.6405	100.5632	-0.015	1.738	98.264	110.353	-0.09

103	62.2085	98.3659	0.055	2.125	98.239	109.256	-0.02
104	70.3173	99.1358	0.036	2.628	97.653	109.264	-0.03
105	76.9170	99.4676	0.028	3.376	96.844	109.248	-0.04
106	79.5026	99.7905	0.012	3.772	96.422	109.251	-0.06

Výpočet nadmořské výšky stanoviště 7001

TRIGONOMETRICKÉ URČENÍ VÝŠKY STANOVISKA

=====

Určení výšky:

Bod	Z	dH	Váha	Zp	vZ
1	98.6752	0.18	0.0131	237.32	0.01
3	98.9416	0.06	0.0793	237.34	-0.01
6	100.0219	0.00	0.0604	237.33	0.00
7	97.7083	0.28	0.0165	237.32	0.01

Výsledné souřadnice:

Bod	Y	X	Z
7001	100.000	100.000	237.33

Příloha 7: Protokol o výpočtu – Vyšehořovice, 2. měření

Import měření

IMPORT MĚŘENÍ

=====

Název vstupního souboru :

C:\Skola\diplomka\vysehorovice3\vypocty\zpracovani_body\M_20160428.ASC

Název výstupního souboru :

C:\Skola\diplomka\vysehorovice3\vypocty\zpracovani_body\M_20160428.mes

Měřítkový koeficient: 1.000000000 (0.0 mm/100m)

Stanovisko 7001, bod 7001: Podezřelá výška signálu : 0.00m

STATISTIKA:

Počet položek	:	69
Počet stanovisek	:	1
Počet bodů se šikmou délkou	:	68
Počet bodů s vodorovnou délkou	:	0
Počet bodů se zenitovým úhlem	:	68
Počet bodů s převýšením	:	0
Počet bodů s kódem / bez kódu	:	0 / 69
Počet měření v I/II poloze	:	68 / 0
Číslo min / Číslo max	:	1 / 7001
Z min / Z max	:	99.8573 / 113.7573
Délka min / Délka max	:	1.41m / 8.98m
Signál min / Signál max	:	0.00m / 1.34m

Zpracování zápisníku

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

=====

?: Podezřelé měření:

oprava kolimační chyby	>	0.0100g,
oprava indexové chyby	>	0.0200g,
oprava délky	>	0.10m

x: Chybné měření:

oprava kolimační chyby	>	0.0500g,
oprava indexové chyby	>	0.0500g,
oprava délky	>	0.20m

STATISTIKA:

=====

Vodorovné směry:

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

Zenitové úhly:

Počet vyhovujících zenitových úhlů	:	0
------------------------------------	---	---

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

Délky:

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

REDUKCE VODOROVNÝCH SMĚRŮ

=====

Stanovisko : 1

Počáteční směr: 396.8425g

	Cíl	Hz měř.	Hz red.

1	396.8425	0.0000	
2	393.3103	396.4678	
3	388.2642	391.4217	
4	384.4259	387.5834	
5	380.8792	384.0367	
6	362.6757	365.8332	
7	359.1843	362.3418	
8	356.3976	359.5551	
9	352.8725	356.0300	
10	349.2064	352.3639	
11	344.2198	347.3773	
12	346.1070	349.2645	
13	351.1420	354.2995	
14	358.1205	361.2780	
15	226.7847	229.9422	
16	212.9243	216.0818	
17	388.8025	391.9600	
18	2.8362	5.9937	
19	27.5326	30.6901	
20	25.0047	28.1622	
21	23.0332	26.1907	
22	20.8718	24.0293	
23	3.3493	6.5068	
24	396.6842	399.8417	
25	391.3722	394.5297	
26	392.0063	395.1638	
27	387.1889	390.3464	
28	381.8341	384.9916	
29	376.6948	379.8523	
30	373.2415	376.3990	
31	3.2645	6.4220	
32	394.4807	397.6382	
33	375.2732	378.4307	
34	378.4607	381.6182	
35	381.3003	384.4578	
36	383.4984	386.6559	
37	385.1923	388.3498	
38	158.3009	161.4584	
39	149.3778	152.5353	
40	146.9050	150.0625	
41	143.8969	147.0544	
42	161.7539	164.9114	
43	164.8244	167.9819	
44	167.3264	170.4839	
45	173.5302	176.6877	
46	171.1856	174.3431	

47	168.7310	171.8885
48	176.6357	179.7932
49	178.5218	181.6793
50	180.2690	183.4265
51	213.8056	216.9631
52	213.0097	216.1672
53	207.5681	210.7256
54	185.6713	188.8288
55	180.1355	183.2930
56	174.5913	177.7488
57	189.7542	192.9117
58	185.1218	188.2793
59	180.9067	184.0642
60	153.5356	156.6931
61	145.0299	148.1874
62	137.1656	140.3231
63	67.6401	70.7976
64	399.5952	2.7527
65	329.0656	332.2231
66	324.9106	328.0681
67	285.4781	288.6356
68	281.7412	284.8987

OPRAVA INDEXOVÉ CHYBY

=====

Opravený soubor : C:\Skola\diplomka\vysehorovice3\vypocty\zpracovani_body\M_20160428.mes

Nastavený teodolit: Neznámý teodolit

Indexová chyba : 0.0116g

VÝPOČET PŘEVÝŠENÍ

=====

Vypočteno položek: 68

Vynecháno položek: 0

ZPRACOVÁNÍ OPAKOVANÝCH MĚŘENÍ

=====

? : Podezřelé měření:

oprava vodorovného směru > 0.0100g,

oprava indexového úhlu > 0.0200g,

oprava délky a převýšení > 0.10m

x : Chybné měření:

oprava vodorovného směru > 0.0500g,

oprava indexového úhlu > 0.0500g,

oprava délky a převýšení > 0.20m

STATISTIKA:

=====

Vodorovné směry:

Počet vyhovujících směrů : 0

Počet podezřelých směrů : 0

Počet chybných směrů : 0

Zenitové úhly:

Počet vyhovujících zenitových úhlů : 0

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

Délky:

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

ZPRACOVÁNÍ OBOUSMĚRNĚ MĚŘENÝCH DÉLEK

=====

	Bod A	Bod B	D Tam	D Zpět	Rozdíl	D	dH Tam	dH Zpět	Rozdíl
--	-------	-------	-------	--------	--------	---	--------	---------	--------

dH

Polární metoda dávkou

[1] POLÁRNÍ METODA DÁVKOU

=====

Orientace osnovy na bodě 7001:

Bod	Hz	Směrník	V or.	Délka	V délky	V přev.	m0	Red.
1	0.0000	0.0000	0.0000	5.42	0.00	0.00		

Orientační posun : 0.0000g

Test polární metody:

Oprava orientace [g]: Skutečná hodnota: 0.0000, Mezní hodnota: 0.0800
Mezní odchylky stanovené pro práci v katastru nemovitostí byly dodrženy.

Podrobné body

Polární metoda

Bod	Hz	Z	dH	Délka	Y	X	Z	Popis
--								
2	396.4678	118.8777	-1.67	5.46	199.70	105.45	-1.67	
3	391.4217	120.4786	-1.64	4.93	199.34	104.89	-1.64	
4	387.5834	120.1116	-1.64	5.02	199.03	104.93	-1.64	
5	384.0367	120.1171	-1.66	5.08	198.74	104.92	-1.66	
6	365.8332	122.4552	-1.54	4.19	197.86	103.60	-1.54	
7	362.3418	123.0519	-1.50	3.95	197.80	103.28	-1.50	
8	359.5551	124.7347	-1.52	3.71	197.80	102.98	-1.52	
9	356.0300	125.9654	-1.50	3.48	197.78	102.68	-1.50	
10	352.3639	127.2968	-1.50	3.28	197.77	102.40	-1.50	
11	347.3773	128.6091	-1.49	3.09	197.72	102.10	-1.49	
12	349.2645	137.3509	-1.55	2.34	198.33	101.63	-1.55	
13	354.2995	140.6886	-1.56	2.10	198.62	101.59	-1.56	
14	361.2780	144.2694	-1.58	1.89	198.92	101.55	-1.58	
15	229.9422	130.4924	-1.45	2.79	198.73	97.51	-1.45	
16	216.0818	119.2848	-1.58	5.05	198.74	95.11	-1.58	
17	391.9600	154.2825	-1.65	1.44	199.82	101.43	-1.65	
18	5.9937	153.9598	-1.60	1.41	200.13	101.40	-1.60	
19	30.6901	141.0297	-1.59	2.12	200.98	101.88	-1.59	
20	28.1622	137.1436	-1.60	2.43	201.04	102.20	-1.60	
21	26.1907	134.4336	-1.62	2.70	201.08	102.48	-1.62	
22	24.0293	131.7322	-1.62	2.98	201.10	102.77	-1.62	

23	6.5068	132.5328	-1.60	2.86	200.29	102.84	-1.60
24	399.8417	132.5955	-1.61	2.87	199.99	102.87	-1.61
25	394.5297	129.9752	-1.63	3.21	199.72	103.19	-1.63
26	395.1638	128.1539	-1.63	3.45	199.74	103.44	-1.63
27	390.3464	128.1053	-1.66	3.52	199.47	103.48	-1.66
28	384.9916	127.7061	-1.67	3.60	199.16	103.50	-1.67
29	379.8523	126.9689	-1.66	3.68	198.85	103.50	-1.66
30	376.3990	125.5460	-1.62	3.81	198.62	103.55	-1.62
31	6.4220	139.1429	-1.58	2.24	200.23	102.23	-1.58
32	397.6382	139.3412	-1.60	2.25	199.92	102.25	-1.60
33	378.4307	141.6964	-1.64	2.14	199.29	102.01	-1.64
34	381.6182	138.4850	-1.66	2.40	199.32	102.30	-1.66
35	384.4578	135.4948	-1.67	2.67	199.35	102.60	-1.67
36	386.6559	132.4395	-1.66	2.97	199.38	102.90	-1.66
37	388.3498	130.1365	-1.66	3.23	199.41	103.18	-1.66
38	161.4584	109.9828	-1.37	8.66	204.93	92.88	-1.37
39	152.5353	110.9986	-1.32	7.56	205.13	94.44	-1.32
40	150.0625	111.3695	-1.32	7.32	205.17	94.82	-1.32
41	147.0544	111.8817	-1.34	7.08	205.23	95.23	-1.34
42	164.9114	120.0876	-1.71	5.23	202.74	95.55	-1.71
43	167.9819	118.8399	-1.69	5.56	202.68	95.13	-1.69
44	170.4839	117.8171	-1.69	5.89	202.63	94.73	-1.69
45	176.6877	118.9568	-1.71	5.58	202.00	94.79	-1.71
46	174.3431	120.1656	-1.72	5.24	202.05	95.18	-1.72
47	171.8885	121.5183	-1.72	4.90	202.09	95.57	-1.72
48	179.7932	122.2612	-1.67	4.59	201.43	95.64	-1.67
49	181.6793	120.8566	-1.68	4.96	201.41	95.25	-1.68
50	183.4265	119.4996	-1.68	5.32	201.37	94.86	-1.68
51	216.9631	122.0206	-1.54	4.27	198.88	95.88	-1.54
52	216.1672	120.4330	-1.54	4.64	198.83	95.50	-1.54
53	210.7256	115.0561	-1.60	6.65	198.88	93.44	-1.60
54	188.8288	115.5836	-1.72	6.87	201.20	93.23	-1.72
55	183.2930	115.4147	-1.75	7.07	201.84	93.17	-1.75
56	177.7488	114.6511	-1.72	7.32	202.51	93.12	-1.72
57	192.9117	112.3233	-1.69	8.64	200.96	91.41	-1.69
58	188.2793	112.6414	-1.77	8.79	201.61	91.36	-1.77
59	184.0642	112.0902	-1.73	8.98	202.22	91.30	-1.73
60	156.6931	135.4952	-1.64	2.64	201.66	97.95	-1.64
61	148.1874	131.6871	-1.70	3.13	202.27	97.85	-1.70
62	140.3231	127.4174	-1.68	3.65	202.94	97.84	-1.68
63	70.7976	116.2877	-1.56	5.96	205.34	102.64	-1.56
64	2.7527	130.6666	-1.61	3.09	200.13	103.09	-1.61
65	332.2231	116.3299	-1.36	5.17	195.47	102.51	-1.36
66	328.0681	113.4797	-1.35	6.29	194.31	102.69	-1.35
67	288.6356	113.4826	-1.33	6.18	193.92	98.90	-1.33
68	284.8987	117.2417	-1.40	5.05	195.10	98.81	-1.40

Výpočet nadmořské výšky stanoviška

TRIGONOMETRICKÉ URČENÍ VÝŠKY STANOVISKA

=====

Určení výšky:

	Bod	Z	dH	Váha	Zp	vZ
-----	63	116.2877	-1.56	0.0282	239.00	-0.01
	64	130.6666	-1.61	0.1045	238.98	0.01
	65	116.3299	-1.36	0.0373	238.99	0.00

Výsledné souřadnice:

Bod	Y	X	Z
-----	---	---	---

7001	200.00	100.00	238.99
------	--------	--------	--------

Příloha 8: Protokol o výpočtu – Mochov

Import měření

IMPORT MĚŘENÍ

=====

Název vstupního souboru : C:\Skola\diplomka\mochov\vypocty\zpracovani_body\M_20160421
MOCHOV.ASC

Název výstupního souboru : C:\Skola\diplomka\mochov\vypocty\zpracovani_body\M_20160421
MOCHOV.mes

Měřítkový koeficient: 1.000000000 (0.0 mm/100m)

STATISTIKA:

Počet položek	:	154
Počet stanovisek	:	1
Počet bodů se šikmou délkou	:	153
Počet bodů s vodorovnou délkou	:	0
Počet bodů se zenitovým úhlem	:	153
Počet bodů s převýšením	:	0
Počet bodů s kódem / bez kódu	:	0 / 154
Počet měření v I/II poloze	:	151 / 2
Číslo min / Číslo max	:	1 / 7002
Z min / Z max	:	98.7533 / 120.6283
Délka min / Délka max	:	1.440m / 22.870m
Signál min / Signál max	:	1.335m / 2.660m

Zpracování zápisníku

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

=====

?: Podezřelé měření:

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

x: Chybné měření:

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

STATISTIKA:

=====

Vodorovné směry:

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

Zenitové úhly:

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

Počet chybných zenitových úhlů : 0

Délky:

Počet opravených délek : 0

Počet podezřelých délek : 0

Počet chybných délek : 0

REDUKCE VODOROVNÝCH SMĚRŮ

=====

Stanovisko : 1

Počáteční směr: 127.9260g

	Cíl	Hz měř.	Hz red.

1	127.9260	0.0000	
2	130.9616	3.0356	
3	134.2719	6.3459	
4	138.2051	10.2791	
5	142.4901	14.5641	
6	147.2007	19.2747	
7	181.4110	53.4850	
8	170.2444	42.3184	
9	162.9388	35.0128	
10	162.2551	34.3291	
11	25.8845	297.9585	
12	18.5511	290.6251	
13	9.2930	281.3670	
14	8.7773	280.8513	
15	7.8469	279.9209	
16	8.9464	281.0204	
17	11.7408	283.8148	
18	12.6907	284.7647	
19	13.4459	285.5199	
20	14.9187	286.9927	
21	17.1927	289.2667	
22	19.3060	291.3800	
23	21.1495	293.2235	
24	23.3505	295.4245	
25	32.5100	304.5840	
26	32.4791	304.5531	
27	32.8871	304.9611	
28	32.8597	304.9337	
29	33.3814	305.4554	
30	33.5422	305.6162	
31	33.9985	306.0725	
32	34.5323	306.6063	
33	74.7986	346.8726	
34	79.7129	351.7869	
35	85.0128	357.0868	
36	92.0220	364.0960	
37	100.1734	372.2474	
38	109.0830	381.1570	
39	18.3649	290.4389	
40	23.9921	296.0661	
41	28.3360	300.4100	
42	31.8693	303.9433	
43	35.7146	307.7886	
44	41.9519	314.0259	
45	73.7126	345.7866	
46	109.7854	381.8594	
47	168.7867	40.8607	

48	171.6430	43.7170
49	5.2618	277.3358
50	398.3530	270.4270
51	2.5947	274.6687
52	42.2434	314.3174
53	49.9033	321.9773
54	37.7379	309.8119
55	33.5033	305.5773
56	45.0368	317.1108
57	37.5053	309.5793
58	73.5296	345.6036
59	76.4985	348.5725
60	74.6839	346.7579
61	110.9126	382.9866
62	105.2588	377.3328
63	114.3271	386.4011
64	118.0533	390.1273
65	120.0527	392.1267
66	123.3631	395.4371
67	124.5313	396.6053
68	126.0538	398.1278
69	121.9745	394.0485
70	120.0395	392.1135
71	152.7852	24.8592
72	156.6860	28.7600
73	164.0048	36.0788
74	159.7977	31.8717
75	172.3392	44.4132
76	180.0692	52.1432
77	189.4786	61.5526
78	200.6684	72.7424
79	351.8355	223.9095
80	392.5539	264.6279
81	5.0739	277.1479
82	19.9636	292.0376
83	30.2513	302.3253
84	174.9891	47.0631
85	184.5594	56.6334
86	194.6807	66.7547
87	208.8236	80.8976
88	332.6160	204.6900
89	386.9308	259.0048
90	1.6924	273.7664
91	17.7027	289.7767
92	28.8358	300.9098
93	156.4593	28.5333
94	139.6499	11.7239
95	134.7491	6.8231
96	159.2878	31.3618
97	157.5209	29.5949
98	181.6095	53.6835
99	177.3917	49.4657
100	158.0317	30.1057
101	141.5480	13.6220
102	136.0730	8.1470
103	129.8596	1.9336
104	38.9369	311.0109
105	101.3798	373.4538
106	57.4178	329.4918
107	63.8527	335.9267
108	69.6311	341.7051
109	75.0056	347.0796
110	176.1916	48.2656

111	176.1264	48.2004
112	179.9490	52.0230
113	175.7524	47.8264
114	171.4800	43.5540
115	168.0538	40.1278
116	164.2173	36.2913
117	161.3793	33.4533
118	153.1211	25.1951
119	151.5986	23.6726
120	150.5849	22.6589
121	150.1205	22.1945
122	120.5414	392.6154
123	121.8706	393.9446
124	123.5134	395.5874
125	123.8634	395.9374
126	124.5548	396.6288
127	125.3788	397.4528
128	125.7488	397.8228
129	126.2095	398.2835
130	126.8495	398.9235
131	127.0514	399.1254
132	127.4177	399.4917
133	127.6711	399.7451
134	127.7563	399.8303
135	133.9441	6.0181
136	137.1144	9.1884
137	140.1283	12.2023
138	142.5048	14.5788
139	148.5085	20.5825
140	134.4518	6.5258
141	134.8734	6.9474
142	130.8553	2.9293
143	138.5312	10.6052
144	140.9342	13.0082
145	90.8738	362.9478
146	54.1654	326.2394
147	24.0088	296.0828
148	19.7998	291.8738
149	25.0225	297.0965

OPRAVA INDEXOVÉ CHYBY

=====

Opravený soubor : C:\Skola\diplomka\mochov\vypocty\zpracovani_body\M_20160421 MOCHOV.mes

Nastavený teodolit: Neznámý teodolit

Indexová chyba : 0.0116g

VÝPOČET PŘEVÝŠENÍ

=====

Vypočteno položek: 149

Vynecháno položek: 0

ZPRACOVÁNÍ OPAKOVANÝCH MĚŘENÍ

=====

?: Podezřelé měření:

oprava vodorovného směru > 0.0100g,

oprava indexového úhlu > 0.0200g,

oprava délky a převýšení > 0.100m

x: Chybné měření:

oprava vodorovného směru > 0.0500g,

oprava indexového úhlu > 0.0500g,
oprava délky a převýšení > 0.200m

STATISTIKA:

=====

Vodorovné směry:

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

Zenitové úhly:

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

Délky:

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

ZPRACOVÁNÍ OBOUSMĚRNĚ MĚŘENÝCH DÉLEK

=====

	Bod A	Bod B	D Tam	D Zpět	Rozdíl	D	dH Tam	dH Zpět
Rozdíl	dH							

Polární metoda dávkou

[1] POLÁRNÍ METODA DÁVKOU

=====

Orientace osnovy na bodě 7001:

Bod	Hz	Směrník	V or.	Délka	V délky	V přev.	m0	Red.
1	0.0000	0.0000	0.0000	20.106	0.004	0.00		

Orientační posun : 0.0000g

Test polární metody:

Oprava orientace [g]: Skutečná hodnota: 0.0000, Mezní hodnota: 0.0800
Mezní odchylky stanovené pro práci v katastru nemovitostí byly dodrženy.

Podrobné body

Polární metoda

Bod	Hz	Z	dH	Délka	Y	X	Z	Popis
2	3.0356	102.0914	-0.65	19.884	100.95	219.86	99.35	
3	6.3459	101.9780	-0.57	18.492	101.84	218.40	99.43	

4	10.2791	101.9412	-0.53	17.421	102.80	217.19	99.47
5	14.5641	101.9939	-0.52	16.532	103.75	216.10	99.48
6	19.2747	101.6917	-0.42	15.712	104.68	215.00	99.58
7	53.4850	101.6390	-0.14	5.511	104.10	203.68	99.86
8	42.3184	101.9695	-0.16	5.108	103.15	204.02	99.84
9	35.0128	102.1673	-0.14	4.094	102.14	203.49	99.86
10	34.3291	100.7688	-0.02	2.018	101.04	201.73	99.98
11	297.9585	100.5648	-0.02	2.115	97.89	199.93	99.98
12	290.6251	100.8930	-0.04	3.165	96.87	199.54	99.96
13	281.3670	100.7257	-0.05	4.294	95.89	198.76	99.95
14	280.8513	100.0943	-0.01	5.391	94.85	198.40	99.99
15	279.9209	100.0769	-0.01	6.458	93.86	198.00	99.99
16	281.0204	100.1715	-0.02	7.504	92.83	197.80	99.98
17	283.8148	100.7123	-0.09	8.426	91.85	197.88	99.91
18	284.7647	100.8374	-0.12	9.425	90.84	197.77	99.88
19	285.5199	100.8302	-0.14	10.418	89.85	197.65	99.86
20	286.9927	100.8414	-0.15	11.377	88.86	197.69	99.85
21	289.2667	100.6751	-0.13	12.288	87.89	197.94	99.87
22	291.3800	100.7299	-0.15	13.209	86.91	198.22	99.85
23	293.2235	100.6205	-0.14	14.119	85.96	198.50	99.86
24	295.4245	100.5777	-0.14	15.098	84.94	198.92	99.86
25	304.5840	100.6735	-0.16	15.054	84.98	201.08	99.84
26	304.5531	100.6704	-0.15	14.055	85.98	201.00	99.85
27	304.9611	100.9113	-0.19	13.063	86.98	201.02	99.81
28	304.9337	101.0435	-0.20	12.064	87.97	200.93	99.80
29	305.4554	100.9278	-0.16	11.082	88.96	200.95	99.84
30	305.6162	100.4699	-0.07	10.084	89.95	200.89	99.93
31	306.0725	100.3735	-0.05	9.077	90.96	200.86	99.95
32	306.6063	100.8310	-0.11	8.103	91.94	200.84	99.89
33	346.8726	100.0766	-0.01	9.059	93.29	206.08	99.99
34	351.7869	100.0868	-0.01	8.358	94.26	206.07	99.99
35	357.0868	100.2348	-0.03	7.639	95.23	205.97	99.97
36	364.0960	100.2472	-0.03	7.055	96.23	205.96	99.97
37	372.2474	100.5137	-0.05	6.582	97.22	205.97	99.95
38	381.1570	100.6133	-0.06	6.130	98.21	205.86	99.94
39	290.4389	100.3742	-0.08	13.673	86.48	197.95	99.92
40	296.0661	100.5284	-0.13	15.645	84.38	199.03	99.87
41	300.4100	100.6582	-0.18	17.440	82.56	200.11	99.82
42	303.9433	100.8946	-0.26	18.424	81.61	201.14	99.74
43	307.7886	100.4273	-0.13	19.244	80.90	202.35	99.87
44	314.0259	100.5011	-0.07	8.659	91.55	201.89	99.93
45	345.7866	99.3652	0.11	10.874	91.82	207.16	100.11
46	381.8594	100.9490	-0.11	7.066	98.01	206.78	99.89
47	40.8607	101.5929	-0.07	2.714	101.62	202.17	99.93
48	43.7170	100.3770	-0.01	1.589	101.01	201.23	99.99
49	277.3358	98.4663	0.04	1.857	98.26	199.35	100.04
50	270.4270	100.0661	0.00	3.544	96.83	198.41	100.00
51	274.6687	99.7437	0.03	6.269	94.22	197.57	100.03
52	314.3174	101.3594	-0.16	7.606	92.59	201.70	99.84
53	321.9773	100.6171	-0.08	7.948	92.52	202.69	99.92
54	309.8119	100.3769	-0.11	19.106	81.12	202.93	99.89
55	305.5773	100.4277	-0.13	19.890	80.19	201.74	99.87
56	317.1108	100.2408	-0.04	9.376	90.96	202.49	99.96
57	309.5793	100.7657	-0.10	7.944	92.15	201.19	99.90
58	345.6036	99.6214	0.06	10.057	92.42	206.60	100.06
59	348.5725	99.2320	0.14	11.345	91.80	207.84	100.14
60	346.7579	99.0940	0.17	11.797	91.24	207.91	100.17
61	382.9866	100.6753	-0.08	7.778	97.95	207.50	99.92
62	377.3328	100.6923	-0.07	6.747	97.65	206.32	99.93
63	386.4011	101.2490	-0.13	6.774	98.56	206.62	99.87
64	390.1273	101.3977	-0.16	7.113	98.90	207.03	99.84
65	392.1267	101.3381	-0.16	7.598	99.06	207.54	99.84
66	395.4371	101.4733	-0.23	10.027	99.28	210.00	99.77

67	396.6053	101.2601	-0.23	11.670	99.38	211.65	99.77
68	398.1278	101.5471	-0.37	15.107	99.56	215.10	99.63
69	394.0485	101.4975	-0.36	15.258	98.58	215.19	99.64
70	392.1135	101.2669	-0.27	13.742	98.30	213.64	99.73
71	24.8592	101.9230	-0.40	13.327	105.07	212.32	99.60
72	28.7600	102.0240	-0.38	11.971	105.23	210.77	99.62
73	36.0788	105.3997	-1.11	13.113	107.04	211.06	98.89
74	31.8717	105.0293	-1.13	14.336	106.88	212.58	98.87
75	44.4132	101.7823	-0.33	11.712	107.52	208.98	99.67
76	52.1432	100.5068	-0.08	9.765	107.13	206.67	99.92
77	61.5526	100.1069	-0.01	6.862	105.65	203.90	99.99
78	72.7424	100.8842	-0.05	3.852	103.50	201.60	99.95
79	223.9095	96.4318	0.08	1.440	99.47	198.66	100.08
80	264.6279	99.6625	0.04	6.853	94.18	196.39	100.04
81	277.1479	99.7224	0.05	11.941	88.82	195.81	100.05
82	292.0376	99.9293	0.02	16.321	83.81	197.96	100.02
83	302.3253	100.5642	-0.17	19.628	80.39	200.72	99.83
84	47.0631	110.2686	-1.97	12.115	108.16	208.95	98.03
85	56.6334	112.0536	-1.88	9.815	107.62	206.18	98.12
86	66.7547	116.5094	-1.88	7.071	106.13	203.53	98.12
87	80.8976	126.1240	-1.79	4.122	103.94	201.22	98.21
88	204.6900	144.8211	-1.55	1.820	99.87	198.18	98.45
89	259.0048	104.4981	-0.50	7.106	94.32	195.73	99.50
90	273.7664	102.0025	-0.38	12.169	88.85	195.13	99.62
91	289.7767	102.4609	-0.65	16.685	83.53	197.33	99.35
92	300.9098	102.1817	-0.69	20.128	79.87	200.29	99.31
93	28.5333	101.0348	-0.25	15.313	106.64	213.80	99.75
94	11.7239	101.3001	-0.39	18.952	103.47	218.63	99.61
95	6.8231	101.6569	-0.53	20.167	102.16	220.05	99.47
96	31.3618	102.1376	-0.25	7.543	103.57	206.65	99.75
97	29.5949	102.1630	-0.21	6.047	102.71	205.41	99.79
98	53.6835	101.8806	-0.19	6.378	104.76	204.24	99.81
99	49.4657	101.7595	-0.21	7.670	105.38	205.47	99.79
100	30.1057	107.9180	-2.00	15.972	107.27	214.22	98.00
101	13.6220	105.8978	-1.81	19.470	104.13	219.03	98.19
102	8.1470	105.1156	-1.67	20.756	102.65	220.59	98.33
103	1.9336	103.4846	-0.12	2.110	100.06	202.11	99.88
104	311.0109	101.4433	-0.05	2.123	97.91	200.37	99.95
105	373.4538	103.7940	-0.14	2.372	99.04	202.17	99.86
106	329.4918	100.6201	-0.08	8.233	92.63	203.68	99.92
107	335.9267	100.3714	-0.05	8.743	92.61	204.68	99.95
108	341.7051	100.0266	0.00	9.310	92.62	205.67	100.00
109	347.0796	99.5874	0.06	9.861	92.72	206.65	100.06
110	48.2656	102.1577	-0.14	4.269	102.93	203.10	99.86
111	48.2004	101.8694	-0.16	5.529	103.80	204.02	99.84
112	52.0230	101.7968	-0.20	7.198	105.25	204.93	99.80
113	47.8264	101.4970	-0.19	8.056	105.50	205.89	99.81
114	43.5540	101.8684	-0.26	8.901	105.63	206.90	99.74
115	40.1278	102.1596	-0.33	9.758	105.75	207.88	99.67
116	36.2913	102.0294	-0.34	10.562	105.70	208.89	99.66
117	33.4533	101.9235	-0.34	11.408	105.72	209.87	99.66
118	25.1951	101.9571	-0.37	11.906	104.59	210.99	99.63
119	23.6726	101.9348	-0.39	12.868	104.68	211.99	99.61
120	22.6589	101.6929	-0.37	13.874	104.83	213.00	99.63
121	22.1945	101.6959	-0.40	14.860	105.08	213.97	99.60
122	392.6154	101.5666	-0.18	7.431	99.14	207.38	99.82
123	393.9446	101.4198	-0.19	8.410	99.20	208.37	99.81
124	395.5874	101.4723	-0.22	9.390	99.35	209.37	99.78
125	395.9374	101.3712	-0.22	10.406	99.34	210.38	99.78
126	396.6288	101.2718	-0.23	11.413	99.40	211.40	99.77
127	397.4528	101.4871	-0.29	12.389	99.50	212.38	99.71
128	397.8228	101.5783	-0.33	13.399	99.54	213.39	99.67
129	398.2835	101.5961	-0.36	14.378	99.61	214.37	99.64

130	398.9235	101.8242	-0.44	15.367	99.74	215.37	99.56
131	399.1254	102.0476	-0.53	16.345	99.78	216.34	99.47
132	399.4917	102.2625	-0.62	17.337	99.86	217.34	99.38
133	399.7451	102.5428	-0.73	18.327	99.93	218.33	99.27
134	399.8303	102.5120	-0.76	19.333	99.95	219.33	99.24
135	6.0181	101.9434	-0.59	19.331	101.82	219.24	99.41
136	9.1884	101.9055	-0.55	18.396	102.65	218.20	99.45
137	12.2023	102.0393	-0.56	17.458	103.33	217.14	99.44
138	14.5788	102.0035	-0.52	16.533	103.75	216.10	99.48
139	20.5825	101.7202	-0.43	15.793	105.02	214.98	99.57
140	6.5258	101.9644	-0.54	17.350	101.78	217.26	99.46
141	6.9474	102.1167	-0.51	15.329	101.67	215.24	99.49
142	2.9293	101.3516	-0.28	13.338	100.61	213.32	99.72
143	10.6052	102.3314	-0.30	8.323	101.38	208.21	99.70
144	13.0082	102.5280	-0.25	6.296	101.28	206.16	99.75
145	362.9478	101.5409	-0.13	5.289	97.09	204.42	99.87
146	326.2394	101.7214	-0.13	4.921	95.49	201.97	99.87
147	296.0828	101.3718	-0.14	6.635	93.38	199.59	99.86
148	291.8738	100.9373	-0.15	10.162	89.92	198.71	99.85
149	297.0965	101.2566	-0.27	13.492	86.52	199.38	99.73