

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM GEODÉZIE A KARTOGRAFIE

STUDIJNÍ OBOR GEODÉZIE, KARTOGRAFIE A GEOINFORMATIKA

KATEDRA GEOMATIKY



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Tvorba výkresové dokumentace baziliky poutního areálu
Svatý Kopeček**

**Creation of technical documentation of the Pilgrimage
Basilica of Our Lady of the Holy Hill**

Vedoucí práce: Ing. Zdeněk Vyskočil, Ph.D.

květen 2021

Pavel KOREC

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Korec</u>	Jméno: <u>Pavel</u>	Osobní číslo: <u>484415</u>
Zadávací katedra: <u>Katedra geomatiky (K155)</u>		
Studijní program: <u>(B3645) Geodézie a kartografie</u>		
Studijní obor: <u>(3646R011) Geodézie, kartografie a geoinformatika</u>		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Tvorba výkresové dokumentace baziliky poutního areálu Svatý Kopeček</u>	
Název bakalářské práce anglicky: _____	
Pokyny pro vypracování: Z mračna bodů vytvořte výkresovou dokumentaci baziliky poutního areálu Svatý Kopeček. Součástí dokumentace: 1x půdorys 1x podélný řez 2x příčný řez	
Seznam doporučené literatury: _____	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>Ing. Zdeněk Vyskočil, PhD.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>19. 02. 2021</u> Termín odevzdání bakalářské práce: _____ <small>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</small>	
_____ Podpis vedoucího práce	_____ Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské 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>18.02.2021</u> Datum převzetí zadání	<u></u> Podpis studenta(ky)
--	--------------------------------

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „Tvorba výkresové dokumentace baziliky poutního areálu Svatý Kopeček“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce. Odbornou literaturu a další použité informační zdroje, které jsou citovány v práci, uvádím v seznamu literatury na konci práce.

V Praze dne

.....

Pavel KOREC

Poděkování

Tímto bych chtěl velmi poděkovat mému vedoucímu Ing. Zdeňku Vyskočilovi, Ph.D. a Ing. Davidu Zahradníkovi za poskytnuté rady a potřebnou pomoc při konzultacích během zpracování bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval mojí rodině a přítelkyni za trpělivost a velkou podporu během mého studia.

Abstrakt

Tématem této bakalářské práce bylo praktické využití metody 3D laserového skenování za účelem vyhotovení části stavební výkresové dokumentace historického objektu baziliky poutního areálu Svatý Kopeček v Olomouci. Práce se zabývá a popisuje problematiku tvorby 2D výkresů z tzv. mračen bodů v grafickém prostředí programu MicroStation.

Výsledkem práce je výkresová dokumentace zahrnující půdorys 1. NP, podélný řez a dva příčné řezy vedené charakteristickými částmi historické stavby.

Data pro tuto práci byla získána bez osobní účasti autora na měření v terénu včetně zpracování bodových mraků v softwaru. Praktická část a vlastně celá práce byla zaměřena pouze na samotnou tvorbu výkresové dokumentace z již upravených dat. Informace o sběru a přípravě dat byly průběžně získány na odborných konzultacích s Ing. Davidem Zahradníkem, z jehož strany byly dodány patřičné podklady o měření.

Klíčová slova

3D laserové skenování, výkresová dokumentace, mračno bodů, stavební výkres, MicroStation, vektorizace, kostel, Olomouc

Abstract

The topic of this bachelor's thesis was the practical use of the method of 3D laser scanning in order to prepare part of the construction drawing documentation of the historic building of the basilica of the pilgrimage site Svatý Kopeček in Olomouc. The work deals with and describes the issue of creating 2D drawings from the so-called point clouds in the graphical environment of MicroStation.

The result of the work is drawing documentation including the floor plan of the 1st floor, longitudinal section and two cross sections led by characteristic parts of the historic building.

Data for this work were obtained without the personal participation of the author in field measurements, including the processing of point clouds in software. The practical part and actually the whole work was focused only on the creation of drawing documentation from already modified data. Information on data collection and preparation was continuously obtained through professional consultations with Ing. David Zahradník, from whom the appropriate measurement data were provided.

Keywords

3D laser scanning, technical documentation, point cloud, construction drawing, MicroStation, vectorization, church, Olomouc

OBSAH

1	Úvod	9
2	Areál Svatý Kopeček	10
2.1	Lokalita	10
2.2	Identifikační údaje	11
2.3	Historie a současnost areálu	12
2.4	Architektura	13
2.5	Chráněná kulturní památka	14
3	Teorie laserového skenování	15
4	Zpracování mračen bodů	16
5	Zpracování 2D výkresů	17
5.1	Vstupní data	17
5.2	Volba zpracovatelského softwaru	18
5.2.1	Program MicroStation	18
5.3	Pracovní prostředí MicroStationu	20
5.3.1	Založení výkresu	20
5.3.2	Nástroje pro tvorbu výkresu	24
5.4	Volba rovin řezů	25
5.5	Tvorba půdorysu	26
5.6	Tvorba podélného řezu	29
5.7	Tvorba příčných řezů	32
6	Závěr a shrnutí	33
7	Seznam zdrojové literatury	35
8	Seznam obrázků	36
9	Seznam příloh	37

1 Úvod

Tématem této bakalářské práce bylo vytvoření stavební výkresové dokumentace baziliky na Svatém Kopečku v Olomouci. Při shánění nějakého zajímavého tématu mi bylo nabídnuto ze strany Ing. Zdeňka Vyskočila, Ph.D. a Ing. Davida Zahradníka zpracovávat z mračen bodů výkresovou dokumentaci historické budovy. V rámci reálné zakázky společnosti Vertical Data Intelligence s.r.o. bylo již dříve provedeno zaměření dané lokality metodou 3D laserového skenování. Děkuji této společnosti za poskytnutá data pro zpracování mé bakalářské práce. Jelikož jsem nebyl přítomen na měření v terénu a data jsem dostal již zpracovaná, bylo téma práce zaměřeno pouze na samotný proces tvorby vektorových 2D výstupů z již připravených mračen bodů.

V první kapitole je představen areál Svatý Kopeček, krátký náhled do jeho historie a do současnosti z pohledu jeho významu a využitelnosti. Kromě několika základních informací o tomto poutním místě je doplněna i lokace areálu v rámci České republiky.

V dalších kapitolách je popsána zvolená metoda laserového skenování, její princip fungování a zhodnocení se srovnáním s jinou metodou, dále pak informace o zpracování bodových mraků po příchodu z terénu.

V následující části je představeno prostředí zpracovatelského softwaru pro tvorbu výkresové dokumentace doplněné o průběžné ukázky ovládacích prvků.

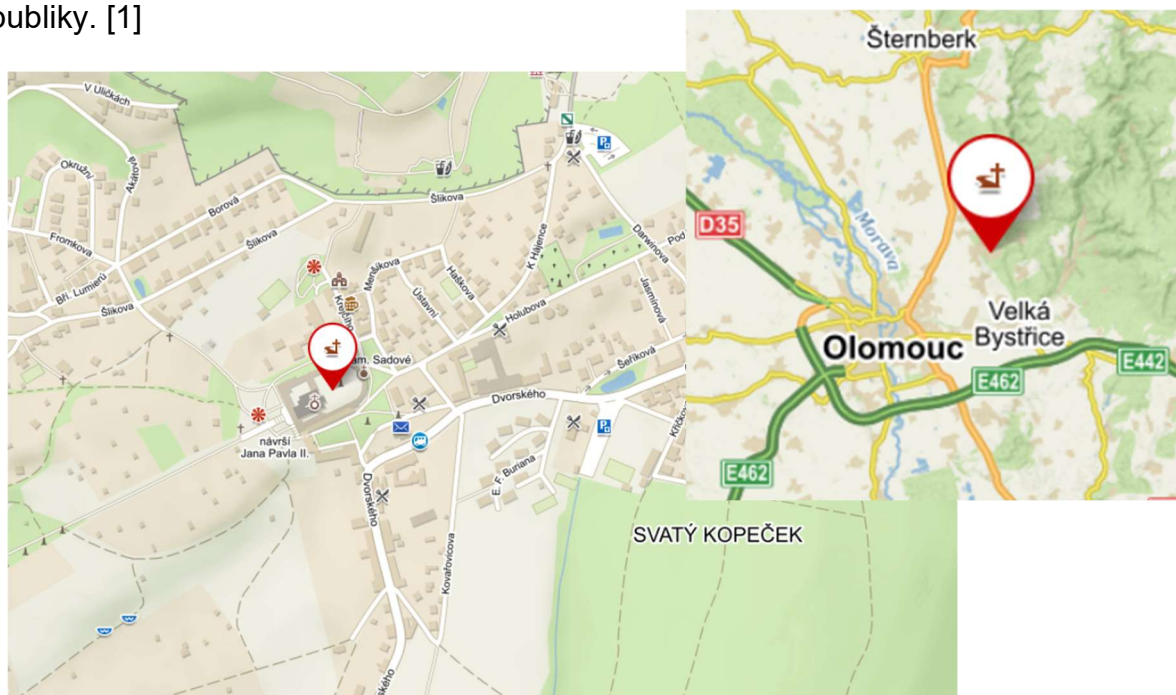
Další kapitoly se postupně věnují už jen samotnému popisu tvorby vektorové kresby, kompletace výkresů, nastalé problémy a komplikace během práce.

Závěr je zaměřen na celkové shrnutí zhodnocení práce a dosažených cílů.

2 Areál Svatý Kopeček

2.1 Lokalita

Poutní areál Svatý Kopeček, jedna z významných lokalit severní Moravy, se rozprostírá ve vzdálenosti přibližně osmi kilometrů od centra statutárního města Olomouce v severovýchodním směru. Leží na vyvýšeném vrcholku v nadmořské výšce 393 m n.m. v oblasti spadající pod pohoří Nížký Jeseník. Dominantní stavba celého areálu, bazilika Navštívení Panny Marie, je orientována směrem na nedaleký klášter Hradisko, který leží na okraji Olomouce. Část spojující cesty mezi oběma místy je od Svatého Kopečku tvořena historickou poutní alejí s kapličkami a sochami. Svatý Kopeček je městská čtvrť, která měla původní charakter poutní historické vesnice, nyní spadající právě pod Olomouc. Jedná se o významnou místní kulturní a historickou památku, která je oblíbeným cílem nejen místních obyvatel Olomouckého kraje. Každoročně je hojně navštěvována turisty z celé republiky za účelem konání různých kulturních a nábožensky zaměřených akcí v podobě velkých poutí. V roce 2018 byl areál zapsán na seznam národních kulturních památek České republiky. [1]



obr. č. 1, č. 2: výřez mapy s detailem Svatého Kopečku; [2]

2.2 Identifikační údaje

obec: Olomouc (500496)

okres: Olomouc

kraj: Olomoucký

k. ú.: Svatý Kopeček (669288)

parcelní čísla: st. 1, st. 2, st. 3, 4, 33 KN

adresa: ul. Návrší Jana Pavla II., č. p. 1 [3]



obr. č. 3: ortofoto + katastrální mapa, oblast Svatého Kopečku; [3]

2.3 Historie a současnost areálu

Počátkem 17. století v místech dnešního poutního areálu Svatý Kopeček byla vystavěna kaple s kamenným oltářem, spadající pod správu nedalekého kláštera Hradisko, ležícího v Olomouci. Kapli postavil přistěhovalý městský písař, který svým lidem slíbil, že po svém zbohatnutí postaví Panně Marii kostelík na vrcholu nad Olomoucí.

Postupem času byla kaple zničena při válečných konfliktech, ale následně byla obnovena a v 18. století, za podpory kláštera Hradisko, přestavěna na nový chrám doplněný o další objekty. V té době se Svatý Kopeček začal stávat cílem postupně narůstajícího počtu poutníků. Následně byly po stranách chrámu postaveny patrové budovy pro reprezentační účely a pobyt opata. Během stého výročí vystavění chrámu, byly provedeny rozsáhlé opravy interiéru a změny výzdoby. V následujících letech z finančních důvodů celý areál chátral. Od poloviny 19. století se nacházel až do roku 1950 ve správě Premonstrátů strahovského kláštera, kteří se snažili o údržbu a obnovu poutního místa. V období 2. světové války došlo k dalšímu poškození chrámu a musely být následně provedeny opravy hlavních věží a fasády budov.

Od roku 1990, po pádu komunistického režimu, byl navrácen pod správu Královské kanonii premonstrátů na Strahově. Největší poctou pro poutní místo Svatý Kopeček byla osobní návštěva papeže Jana Pavla II. v květnu roku 1995.

Roku 2015 byly na poutní místo převezeny a uloženy ostatky papeže Jana Pavla II. při 20. výročí jeho návštěvy areálu. V posledních letech byly realizovány rozsáhlé opravy poutního areálu, restaurovány sochy apod. V letech 2018-2020 byla provedena komplexní rekonstrukce interiérové části baziliky včetně oprav omítek, oken, osvětlení, restaurování soch, mobiliáře, uměleckých děl atd. Svatý Kopeček je především poutní místo, využívá se pro církevní bohoslužby, náboženské obřady a například různé slavnosti a výroční vzpomínkové nebo kulturní akce. Konají se zde každoročně velké poutě se širokou účastí veřejnosti. [4]

2.4 Architektura

Areál na Svatém Kopečku je velice významnou a zdařilou barokní stavbou, která se skládá z několika sdružených staveb. Mezi dominantu patří chrám Navštívení Panny Marie, jehož průčelí je tvořeno několika sochami a v horní části se nachází nejpodstatnější kamenná plastika Panny Marie s Ježíškem v náručí. Symetrické rozložení chrámu z čelního pohledu podtrhují vysoké chrámové věže po obou stranách baziliky. Levé a pravé křídlo chrámu, později k němu přistavěné, jsou osazeny sochami dvanácti apoštolů, působí dohromady jako jednotlivý celek a velice působivé architektonické dílo. U vstupní brány jsou na schodišti umístěny sochy sv. Cyrila a Metoděje.

Interiér chrámu je velmi prostorný a bohatý na uměleckou výzdobu. Největší část chrámu tvoří spojená hlavní a příčná loď, jejíž dominantou v celé šířce je malířsky i sochařsky hojně vyzdobená kupole. Tyto plastické a freskové malby, pocházející ze 17. století, jsou u nás vzácností. Celá kupole je vystavěna na čtyřech svazcích pilířů, kde v místě každého z nich je vyobrazena alegorie v té době známých světadílů Evropy, Asie, Afriky, Ameriky.

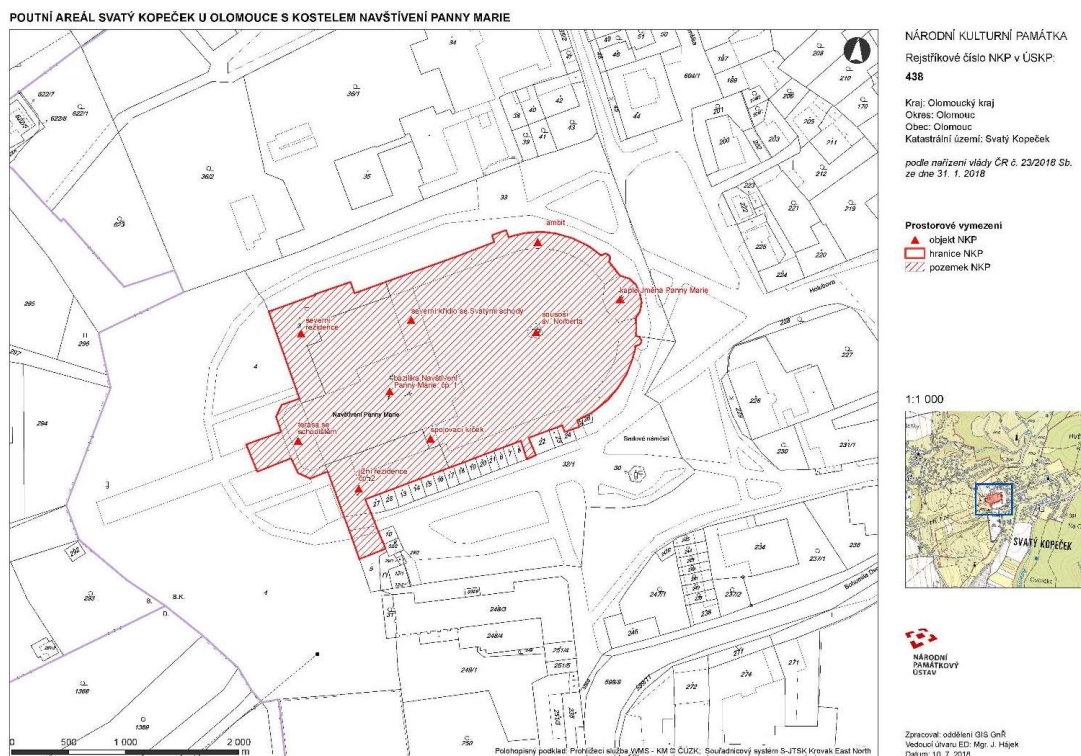
Na obou koncích příčné lodi se nacházejí boční kaple s vedlejšími oltáři pojmenovanými sv. Josef a sv. Jáchym. Oltáře mají po stranách vždy pár sloupů doplněných zdobnými prvky a sochami andělíčků. Nad oltářem je rozměrný obraz olejomalby zachycující biblický výjev. Směrem ke vchodu do chrámu se po stranách nacházejí ještě celkem čtyři vzájemně průchozí kaple s bočními oltáři pojmenovanými sv. Augustýn, sv. Markéta, Andělů Strážných a sv. Pavlína.

Boční oltáře jsou po stranách doplněny opět bohatě zdobnou sloupovou architekturou, mezi kterou se nad oltářem nachází malířské dílo. Poslední dvě kaple pod věžemi, v prostorech hlavních chrámových věží, jsou nazvány Nejdražší krve Kristovy a Panny Marie Bolestné. [5]

2.5 Chráněná kulturní památka

V roce 2018 byl z nařízení vlády České republiky poutní areál Svatý Kopeček u Olomouce s kostelem Navštívení Panny Marie zapsán na seznam národních kulturních památek. Jedná se o významný poutní areál vystavěný v druhé polovině 17. století v barokním slohu a bohatě zdobený předními umělci té doby. Kromě náboženského charakteru, je toto místo i architektonicky obdivovanou památkou, která je významnou dominantou místní krajiny.

Pod památkovou ochranu spadají v areálu parcelní čísla st. 1, st. 2 a st. 3 KN v katastrálním území Svatý Kopeček. [6]



obr. č. 4: podklad evidence NKP – Svatý Kopeček; [6]

3 Teorie laserového skenování

V poslední době se využívá metody 3D laserového skenování v praxi daleko více než dříve. Tento způsob automatického určování bodů v prostoru je oproti klasickým geodetickým postupům a technologiím mnohem efektivnější. Ukládá body zachycené v prostoru v pravidelné síti, kterou lze předem nastavit s ohledem na požadovanou podrobnost a účel práce. Běžné technologické řešení ovlivňuje výběr a zkušenosti měřiče, který identifikuje pouze takové body a hrany, které dokáží vystihnout tvar a rozměry zaměřovaného objektu. Často se jedná o časově náročnou práci. [7]

V současné době, kdy dochází k rozvoji digitálních a výpočetních technologií, je kladen důraz na kvalitu zpracování prostorových a obrazových dat, se stává metoda laserového skenování velice populární nejen při tvorbě různých vizualizací a prezentací. Používá se především pro dokumentaci složitých a prostorově členitých útvarů a objektů, u kterých by jiné metody nebylo vhodné použít. Využití této metody má svůj význam i mimo obor geodézie a dokumentace památkových objektů například v geologii, počítačové grafice nebo designu.

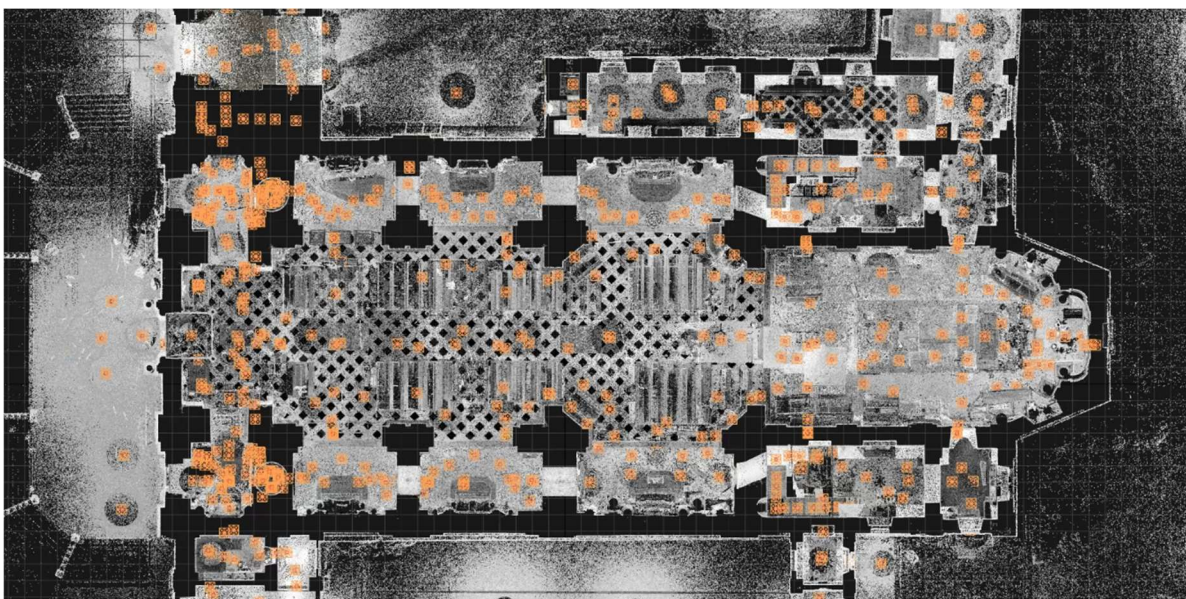
Používaný technologický systém u laserových skenerů na přímé měření vzdálenosti obsahuje jednotku se samoodrazným zařízením, která je schopna na základě změřeného času, za který se vyslaný paprsek odrazí zpět do přístroje, určit vzdálenost k objektu. Další součástí je skenovací zařízení, které je doplněno o součástky odklánějící laserový paprsek vždy o požadovaný úsek v horizontálním a vertikálním směru. Měření vychází z principu prostorové polární metody, na základě dvou úhlů a vzdálenosti k bodu v prostoru. [8]

4 Zpracování mračen bodů

Na začátku zpracování je k dispozici složka souborů s jednotlivými měřeními a pořízenými fotografiemi, která je naimportována do softwaru. V něm po spuštění dojde k vytvoření jednotlivých mračen bodů z provedených skenování v terénu. Současně v prvním kroku se mračna automaticky obarví na základě přiložených fotografií zájmové oblasti. Po úvodní úpravě dochází k registraci jednotlivých mračen bodů, kdy se provádí vzájemné napojení mračen na základě identifikace shodných bodů, ploch a terčů, umístěných na skenovaném objektu při měření, dle zvoleného automatického, poloautomatického nebo manuálního postupu. Mezi skeny dochází poté automatizovanou transformací k vzájemnému napojení v jeden celek.

Pro vstupní data (Vertical Data Intelligence) pro tuto práci museli vzhledem k objednavateli (Premonstráti) splňovat tyto vlastnosti:

- Výsledné mračno bodů je ještě očištěno od šumu, reflexí a nařaděno s rozlišením 5 mm, rozřezáno do logických celků (podlaží či místností) tak, aby výsledný datový objem jednoho celku nepřesáhl 2 GB.
- Průměrná 3D polohová chyba výsledného mračna bodů nesmí přesáhnout 2,5 cm.
- Skenovací pozice musí být od sebe vzdáleny v maximální vzdálenosti 5 m, v prostorově členitých částech objektu v maximální vzdálenosti 3 m.



obr. č. 5: plánec skenů; zdroj: Ing. David Zahradník

5 Zpracování 2D výkresů

5.1 Vstupní data

Veškerá vstupní data pro tuto úlohu byla získána od společnosti Vertical Data Intelligence s.r.o., která provedla měření v terénu i následné zpracování bodových mraků, jak již bylo uvedeno výše na úvodních stranách práce. Získaná bodová mračna byla již zcela zpracována, očištěna od okolního nežádoucího šumu zaznamenaného při skenování a připravena k přímému zpracování. Pro tvorbu výkresů byly k dispozici celkem čtyři mračna bodů, která byla pojmenována příslušnými názvy dle zachycující oblasti zájmu.

- 1) Exterier_RGB_5mm.e57
- 2) Interier_Hlavni lod_RGB_5mm.e57
- 3) Interier_Hlavni lod Strecha a Veze_RGB_5mm.e57
- 4) Interier_Hlavni lod Strecha a Veze_Intensity_5mm.e57

Pro vzájemné srovnání velikosti souborů byl zpracován následující přehled.

tabulka č.1: velikost vstupních souborů; vlastní zdroj

číslo souboru	typ souboru	velikost [GB]	počet bodů
1)	e57	0,873	59 354 281
2)		1,660	112 830 061
3)		0,877	59 612 917
4)		1,376	93 504 260

Skenování areálu Svatého Kopečku bylo provedeno velice podrobně v pravidelné čtvercové síti. Výsledné rozlišení mračen je 5 mm. To lze mimo jiné vyčíst i z názvu jednotlivých vstupních souborů. Jelikož se jedná o památkově chráněnou budovu s bohatou historií, bylo nutné zachytit věrně všechny ozdobné prvky nejen v interiéru ale i na fasádě budovy za účelem zhotovení digitální dokumentace pro tento areál.

5.2 Volba zpracovatelského softwaru

5.2.1 Program MicroStation

Pro tvorbu stavebních výkresů byl zvolen program MicroStation vyvíjený společností Bentley Systems, která má své hlavní sídlo společnosti ve Spojených státech amerických, ale jednu ze svých mnoha poboček má i v České republice pod názvem Bentley Systems ČR s.r.o. se sídlem v Praze.

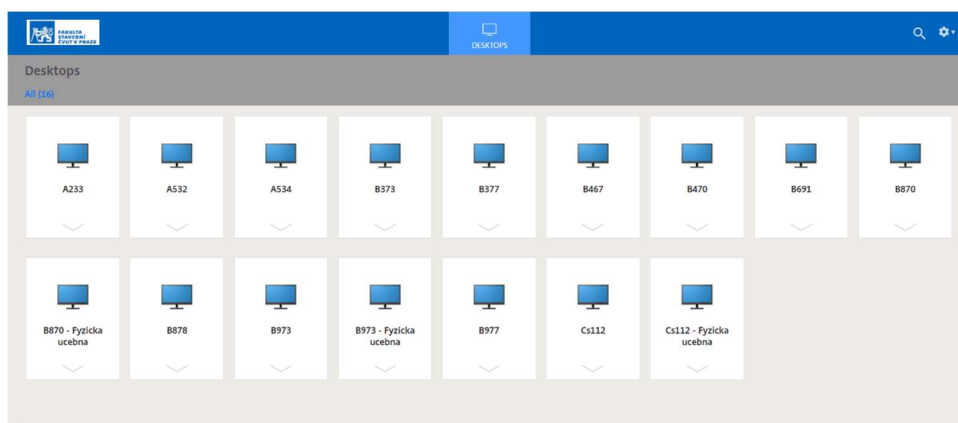
Tato společnost, primárně zaměřená na tvorbu a vývoj softwarů, poskytuje nástroje a aplikace k potřebám širokého spektra profesí, mezi které patří inženýři, projektanti, architekti, IT odborníci a dalších specialistů z oblasti infrastruktury, veřejné správy, plánování a projektování. Společnost kromě rozsáhlého sortimentu produktů v podobě nejrůznějších softwarových řešení také poskytuje online kurzy, semináře a vzdělávací školení o svých produktech pro zájemce využívající jejich programy.

Mezi přední software této společnosti patří právě program MicroStation. Je to jeden ze skupiny CAD softwarů, který je obecně ve stavebním průmyslu a při plánování a projektování staveb velmi rozšířený a hojně využívaný. Používá se například při tvorbě projektových výstupů v podobě stavebních výkresů, vizualizací, 3D modelů, informační modelování staveb BIM a dalších. [9]

Jednou z variant bylo provést zpracování i v programu AutoCAD, který řeší obdobnou problematiku jako MicroStation. Software je produktem americké společnosti Autodesk, která pod názvem AUTODESK spol. s r.o. má svou pobočku v Praze. AutoCAD je opět CAD (Computer-Aided Design) software využívaný ve stavebním odvětví, konstruktéry, projektanty a inženýry, kteří v něm zhotovují výkresy ve 2D i ve 3D. [10]

Při volbě zpracovatelského softwaru pro moji bakalářskou práci jsem se rozhodl pro MicroStation, jelikož je mi osobně bližší. Prvně jsem se s ním seznámil a získal nějaké základní znalosti a zkušenosti s jeho ovládáním v době mého studijního působení na Střední průmyslové škole zeměměřické v Praze 9 - Hrdlořezích a částečně jsem s ním přišel do kontaktu i během vysokoškolského studia na Fakultě stavební ČVUT v Praze 6 - Dejvicích. Oproti druhému představenému softwaru, se kterým jsem nikdy nepracoval, byl pro mě MicroStation jasnou volbou.

V současné době, kdy se celý svět potýká s epidemií Covid-19, jsou zavřené také vysoké školy, jsem nucen, jako i ostatní kolegové z mého ročníku, zpracovávat svou bakalářskou práci distančním způsobem z domova. V tomto ohledu jsem při zpracování výkresů využíval službu s názvem Virtuální učebny zprovozněnou pro studenty fakulty stavební. K používání této služby je nutné mít nejprve na svém zařízení nainstalovanou aktuální verzi aplikace Citrix Workspace, na níž se lze dostat přes odkaz na stránkách fakultního webu v sekci Virtuální učebny. Pomocí této služby je možné se po přihlášení přes svůj vysokoškolský účet připojit v systému vzdáleně do libovolné počítačové učebny na fakultě ze seznamu nabízených učeben a využívat všech dostupných programů ke studijním účelům. Jelikož nemám nainstalovaný program MicroStation na svém notebooku a jiným způsobem jsem si ho neobstaral, využíval jsem právě tuto službu vzdáleného přístupu do virtuálních učeben, která mi velice pomohla a umožnila i přes nepříznivou epidemickou situaci v této době zpracovat bakalářskou práci. V případě použité verze programu MicroStation se odkazují na mnou využívané učebny B973 – Fyzická učebna a B870 – Fyzická učebna s aktuálně nainstalovanou verzí MicroStation V8i (SELECT series 4).



obr. č. 6: Virtuální učebny FSv ČVUT; vlastní zdroj

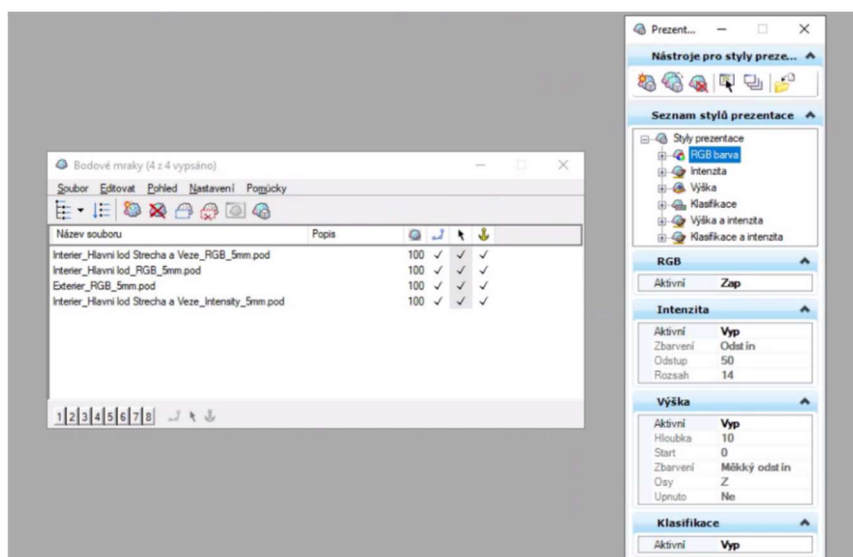
5.3 Pracovní prostředí MicroStationu

5.3.1 Založení výkresu

Při prvním spuštění programu a založení nového výkresu je důležité si pohlídat jeho správné počáteční nastavení. Jestliže budeme pracovat s mračny bodů, musíme si vytvořit základací výkres ve 3D, který je v nabídce označený seed3d.dgn. Vlastní výkres pak musíme uložit jako soubor typu MicroStation DGN výkres (*.dgn) z roletové nabídky.

Otevře se nám prostředí programu s prázdnými pohledy v grafickém okně.

Do vytvořeného souboru se pak dají následně importovat mračna bodů přes panelový nástroj – Bodové mraky z rolety nástrojů hlavní lišty programu. Protože jsou mračna uložena jako soubor typu ASTM E57 (*.e57), program s nimi neumí ihned pracovat, není schopen je přečíst, a zprvu si je musí tudíž převést do svého interního formátového typu MicroStationu, se kterým dále umí manipulovat. Vytvoří se nová mračna ve formátu Pointools POD (*.pod), který umožní již následně bezproblémové načtení souborů.

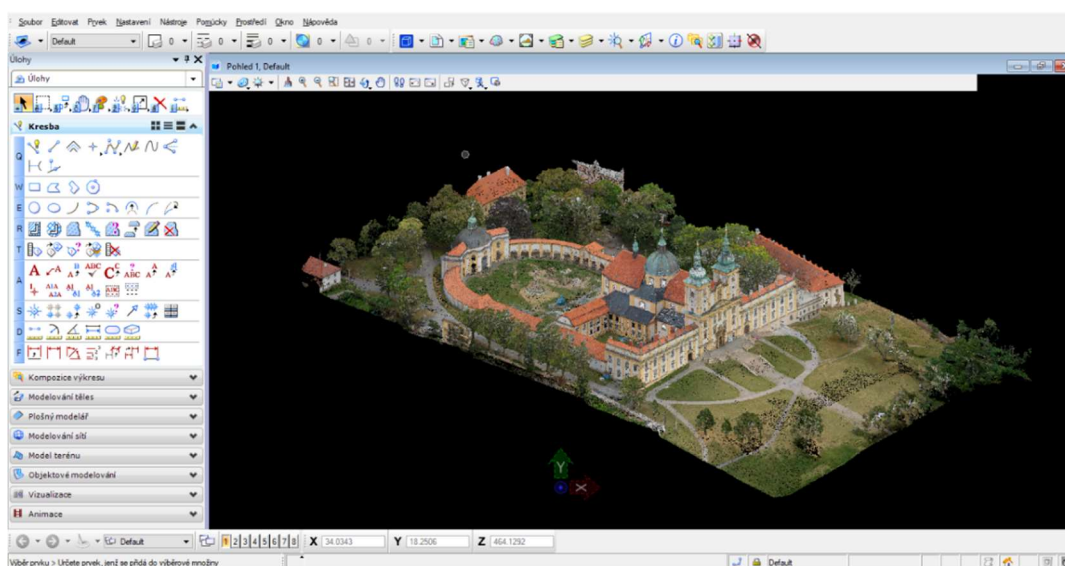


obr. č. 7: prostředí MicroStationu – bodové mraky; vlastní zdroj

Po úspěšném importu všech souborů, se vše zobrazí v grafickém okně aktuálně zvoleného pohledu. V záložce Nástroje – Bodové mraky lze s mračny různě

manipulovat a měnit je. Kromě funkcí na připojení a odpojení bodových mraků ve výkresu je možné provádět i jejich ořezání podle výběru určité oblasti pomocí geometrických útvarů z nabídky. Výhodou se může zdát také to, že každý ořez lze i samozřejmě zrušit a tím zobrazit opět celý bodový mrak v původním stavu bez nutnosti opětovného importování do výkresu. U každého mračna je dále možné vypnout dochtávání na jeho body, což lze použít během vektorizaci, další funkcí je změna hustoty. Tato funkce ve zvolené škále na stupnici od 10 do 100 umí zobrazit pouze omezený počet bodů v rámci mračna. Čím je zvolená číselná hodnota menší, tím méně husté se v pohledu mračno zobrazí.

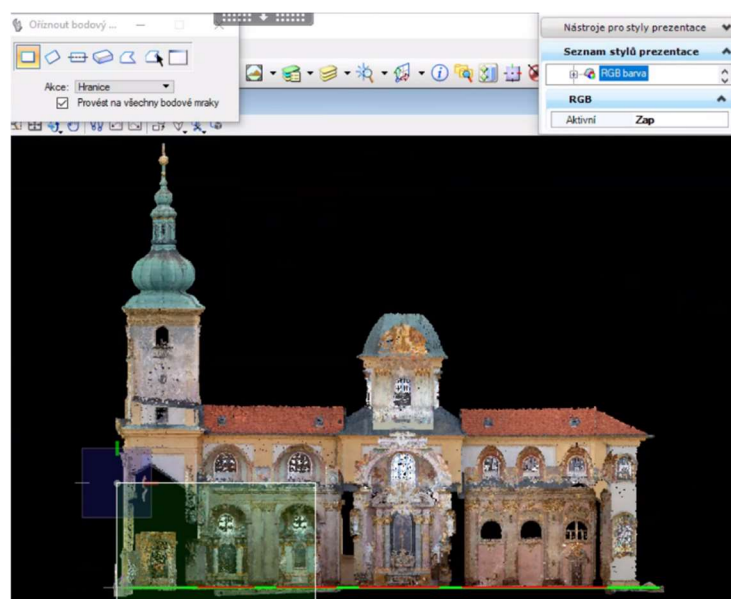
V situaci, kdy se mračna nezobrazují plně barevně, to lze změnit jedním přepnutím v záložce Nastavení – Prezence, zapnout aktivní styl prezentace RGB barva a pravým tlačítkem myši označit volbu Provést do otevřených pohledů. Tím dojde k obarvení naimportovaných mračen do výkresu reálnými barvami. V případě potřeby je možné volit různé styly barevného zobrazení, dá se měnit barevná škála například podle výšky bodů nebo lze měnit intenzitu. Intenzitou je myšlena intenzita odraženého laserového paprsku během skenování od okolních předmětů. V situaci naskenované tmavé oblasti se dají tyto funkce velice dobře využít pro lepší znázornění a nadhled během vyhodnocení. Osobně jsem při tvorbě výkresové dokumentace využíval podle potřeby a situace jen zobrazení černobílé nebo zobrazení RGB barvou.



obr. č. 8: pracovní prostředí MicroStationu; vlastní zdroj

Pro vyhodnocení jsem využíval funkci Oříznout bodový mrak, kdy jsem si vybral danou oblast zájmu, kterou chci řešit a odstranil vše nežádoucí okolo. Tím, že se zmenšil rozsah zobrazovaných dat, došlo k vykreslování menšího množství bodů a zrychlily se reakce programu na jednotlivé úkony.

Jednou z nevýhod, kterou práce s bodovými mraky v MicroStationu představuje, je omezení funkce oříznutí, protože není možné provést ve výkresu více než jedno oříznutí mračna, aniž by se zachovalo to předchozí.



obr. č. 9: ořezání mračna bodů; vlastní zdroj

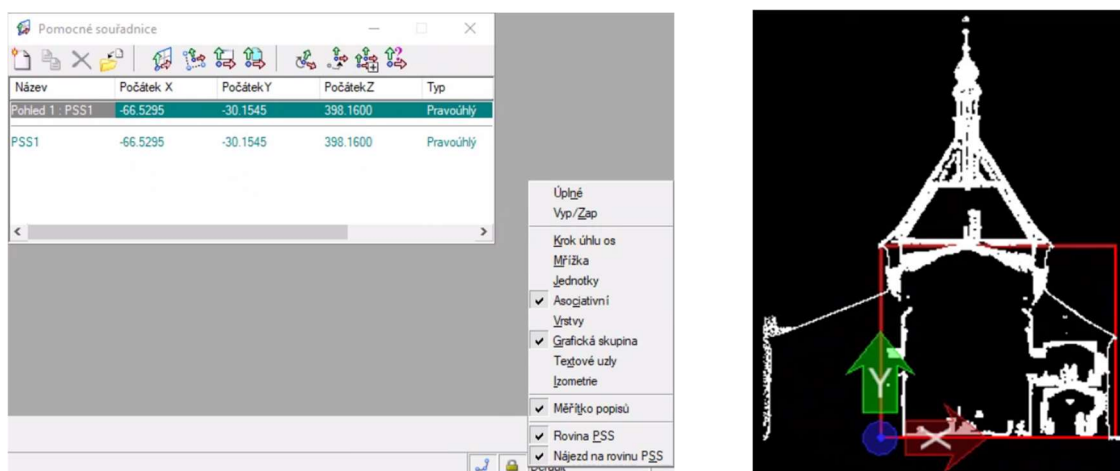
Před samotnou tvorbou vektorové 2D kresby bylo nutné zajistit správné uchycování na body mračna v jedné rovině, aby nedocházelo k výškovým odskokům při špatném uchycení na body v jiné úrovni, než ve které probíhá vyhodnocování. Tento problém byl vyřešen vytvořením pomocného souřadnicového systému (PSS). Nejprve byla mračna oříznuta v daném pohledu dle potřeby pro tvorbu aktuálního výkresu.

V rovině řezu byl na body mračna uchycen barevný obdélník představující rám, jehož souřadnice byly zkontrolovány a musely si především výškově odpovídat, aby nebyl umístěn chybně. Nesmí rovinu protínat, ale musí na ní být uchycen. Nutnost zachování vzájemné rovnoběžnosti mezi rovinou řezu v mračnu a rovinou PSS a následně i celým výkresem. Chybné počáteční umístění rámu by znamenalo problém

při následující tvorbě výkresu, jelikož by se celý nenacházel ve vodorovné rovině ale v nějaké obecně naklonené.

Do levého dolního rohu, při natočeném čelním pohledu v grafickém okně, byl nastaven počátek nového pomocného souřadnicového systému pomocí funkce v Nastavení – Souřadnicové systémy – PSS – Definovat PSS (body). Byl volen pravoúhlý typ souřadnicového systému s orientací os X, Y a Z v kartézském systému souřadnic, kdy směry os X a Y byly určeny totožně s průběhem stran zvoleného rámu v rovině řezu a osa Z byla doplněna do systému automaticky. Kliknutími do rohů rámu byl v rovině řezu definován průběh os X a Y a osa Z vystupovala z roviny řezu do prostoru směrem vzhůru. Takto nadefinovaný systém byl uložen pod názvem PSS1 v rámci výkresu.

Aby bylo možné vytvořený PSS efektivně využívat k danému účelu, bylo před zahájením kresby vždycky nutné zapnout funkce na spodní šedé liště programu, pod ikonou zamčeného zámku, Aktivní přepínače – Rovina PSS a Nájezd na rovinu PSS. Tímto způsobem nastavení bylo bezpečně zajištěno uchytování a vektorizace stále v jedné rovině. V situaci, kdy nebyly tyto přepínače aktivní, a přesto probíhala vektorizace, došlo k zákresu mimo definovanou rovinu. Následně při zobrazení celku nebo změně na boční pohled k důvodu průběžné kontroly zákresu byla zřejmá vada na kráse a problém musel být odstraněn. Část vektorové kresby mimo rovinu musela být odstraněna a tentokrát za správného nastavení roviny a odpovídajícího natočení okna pohledu musela být zakreslena znovu.



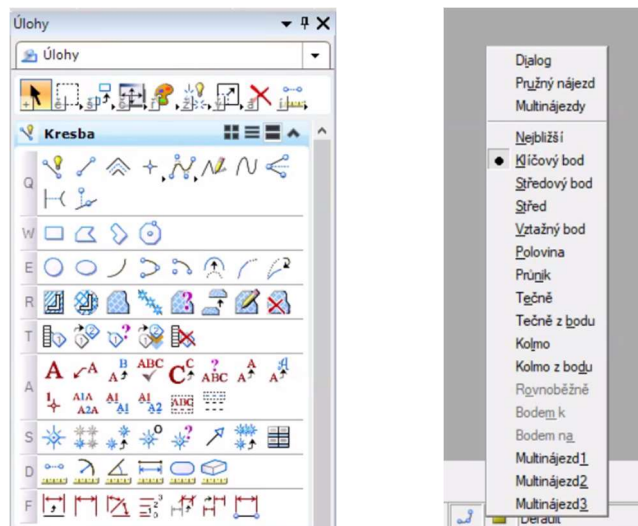
obr. č. 10, č. 11: PSS a nájezd, ukázka definované roviny; vlastní zdroj

V grafické okně programu je velice snadná manipulace s vytvářeným výkresem a vlastně i s importovanými mračny bodů pomocí funkce Otočit pohled, kde je možné nastavit pohled přímo z požadovaného směru, dle nabízených variant z roletového menu, bez ručního nastavení. Další velmi užitečná funkce se skrývá pod názvem Celek, kdy se zobrazí v aktuálním pohledu grafického okna všechny zákresy spolu s aktivními mračny.

5.3.2 Nástroje pro tvorbu výkresu

Program disponuje různými funkcemi pro vystižení libovolných geometrických tvarů a obrazců. V hlavním panelu po levé straně jsou v nabídce na záložce Kresba funkce pro tvorbu SmartLine (nabídka segmentu úsečka/oblouk), úsečky, multičáry, křivky definované body, oblouku, půlelipsy a v neposlední řadě základních geometrických obrazců. V základní nabídce jsou také funkce pro vyplnění zvolené plochy pod názvem Vzorkování, které vyplní uzavřenou plochu označenou kliknutím myši libovolně v jejím prostoru. Vybranou plochu vyplní/vyšrafuje na základě dalšího nastavení. Další zde zastoupené užitečné nástroje jsou pro vytváření textů, popisků, manipulace a editace s nimi. Jako poslední jsou v této roletové nabídce nejčastěji používaných nástrojů různé způsoby kótování včetně možnosti nastavení svého vlastního kótovacího stylu.

Při tvorbě výkresů byla snaha zachovat vzájemnou geometrickou čistotu mezi zakreslovanými prvky, zvláště pak mezi těmi, které se překrývaly nebo se křížily. Pro zaručení vzájemného správného řešení takovýchto problémů během zákresu, byly využity nástroje pro dochtávání na zájmové body na liniích, dle aktuálního polohového vztahu mezi nimi. Mezi nejčastěji používané nástroje ze skupiny Nájezdů patřily kolmý, nejbližší (Ctrl+N) a nájezd na průnik (Ctrl+I). V závorkách uvedené klávesové zkratky pro ovládání vybraných funkcí byly použity při zpracování. Podle mých zkušeností se jedná o velice praktické nástroje, navíc s možností snadného ovládání pomocí klávesnice bez nutnosti překlíkávání myší.



obr. č. 12, č. 13: nástroje kresby, nájezdy; vlastní zdroj

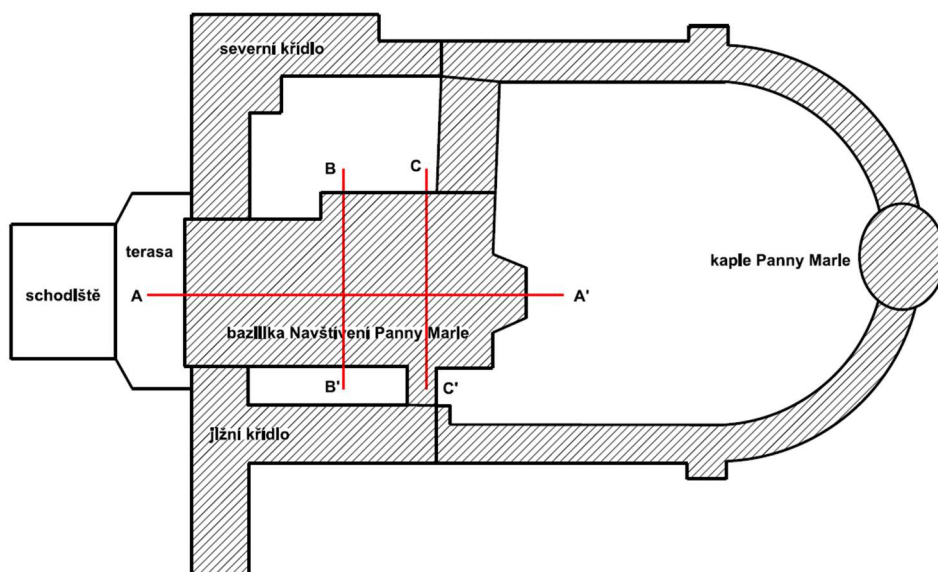
5.4 Volba rovin řezů

Při plánování jednotlivých řezových rovin bylo vycházeno ze členitosti objektu, který je oproti jiným stavbám specifický svými okrasnými a zdobnými prvky nejrůznějších tvarů, sochami, výklenky apod. Z důvodu snahy co nejlepšího zachycení všech částí skoro až do detailu, byly jednotlivé stavební prvky objektu vykresleny s podrobností okolo 2-5 cm s ohledem na důležitost a vlastní posouzení, případné nejasnosti v zákresu byly konzultovány.

Výkresy byly se všemi náležitostmi zpracovány vždy jen pro zájmovou oblast, prostory a stavby mimo tuto oblast zájmu byly jen nahrubo vyznačeny svým vnějším obvodem a doplněny o příslušný popis sloužící k orientaci mezi výkresy.

Do zájmové oblasti byl zahrnut prostor hlavní lodi, příčné lodi a kostela, což bylo popsáno ve výkresu půdorysu 1.NP. Roviny byly voleny vždy co nejefektivněji, aby procházely důležitými a členitými částmi stavby a vystihovaly tak jejich průběh. [11]

Pro lepší představu a vysvětlení průběhu jednotlivých řezů byl doplněn hrubý náčrt situace staveb celého poutního areálu na Svatém Kopečku v Olomouci.



obr. č. 14: zakres areálu – situace; vlastní zdroj

Na schématu byly červenou čarou naznačeny řezy vedené hlavním objektem, bazilikou Navštívení Panny Marie.

Byly označeny následujícím způsobem: podélný řez A-A',
 příčný řez B-B',
 příčný řez C-C'.

5.5 Tvorba půdorysu

Rovina půdorysu byla vedena ve výšce 1,30 m nad úrovní podlahy objektu, z důvodu zachycení všech důležitých stavebních otvorů a dalších prvků. Celkem byl vyhotoven pouze jeden výkres půdorysu, jelikož stavební objekt nemá více nadzemních podlaží. Po založení samostatného výkresu a definování pomocného souřadnicového systému ve zvolené rovině řezu bylo okolo ní provedeno ořezání bodových mraků v pásu o šířce přibližně jednoho metru. Následně při změně pohledu shora byla provedena vektorizace uchyťáváním a obkreslováním podél hran mračen bodů.

Pro zákres obvodového zdiva bylo nutné mít aktivní mračna interiérové a exteriérové části objektu, čímž došlo k vymezení tloušťky zdí.

Po kompletním zákresu všeho viditelného v rovině řezu, byl poté postupně realizován nový ořez mračen bodů z čelního pohledu na oblast pod rovinou a nad rovinou řezu. Kompletně byla vystižena okna a dveře. V případě, že se dva stavební otvory (okna, dveře) nacházely nad sebou, vůči sobě na stejné svislici, byl přednostně proveden zákres níže položeného stavebního otvoru, v blízkosti roviny řezu. K vektorizaci stavebních otvorů bylo potřeba změnit rovinu oříznutí bodových mraků, protože většina oken se nacházela mimo úroveň, především pak v horní části objektu. Správným natočením a volbou ořezu bylo poté možné věrně zachytit tvar a rozměry daného prvku.

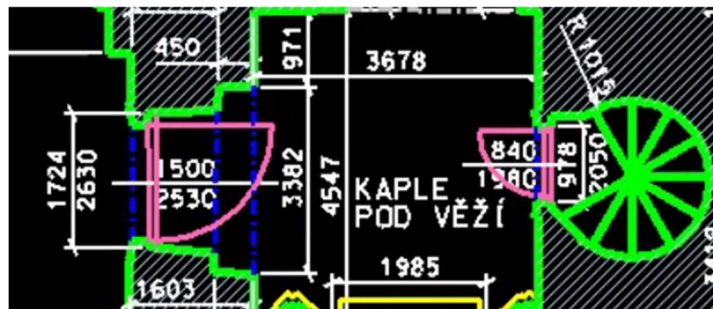
Tato část práce patřila mezi ty časově náročnější z hlediska manipulace v mračny, neboť různé výškové úrovně stavebních otvorů musely být řešeny samostatně a jejich zákres kontrolován vzhledem k obvodovému zdivu.

Do třídy prvků viditelných nad rovinou řezu, ovšem do samostatné vrstvy, byly přidány stropní klenby s náznaky různých malířských vyobrazení pouze obvodem. Klenby stropů byly vůči své reálné orientaci zakresleny ve sklopené rovině se zachovanými poloměry, které byly předem odměřeny pomocí funkce Měřit vzdálenost z mračna při nastavení čelního pohledu. I v místech podchodů mezi bočními oltáři byly znázorněny klenuté stropy pro úplnost zákresu.

V některých případech se vyskytly situace, kdy nebylo úplně zřejmé, kudy má být veden zákres a bylo nutné změnit nebo pootočit pohled grafického okna a prohlédnout si danou část detailněji ve 3D. Případně pro lepší vizuální názornost a přehled bylo použito funkce jiného stylu prezentace pro zobrazení bodových mraků. Při rozhodování, jak moc podrobně obkreslovat mračna, bylo přihlédnuto k velikosti výstupků nebo odchylek od vzájemné kolmosti stěn v rozsahu tolerance do 5 cm.

U částí objektu, které nebyly pravoúhlého charakteru, nebo by nebylo možné je pomocí úseček vhodně vystihnout, bylo využíváno jiných funkcí pro kresbu jako například kresba křivkou, obloukem, kružnicí nebo elipsou.

V případě sloupů a různých zdobných odstupňovaných orámování, byly zakresleny jen ty výstupky zasahující nejvíce do prostoru. Kromě obvodového zdiva byl ve výkresu v neposlední řadě vyznačen také mobiliář zahrnující lavice a postranní oltáře se schůdky.

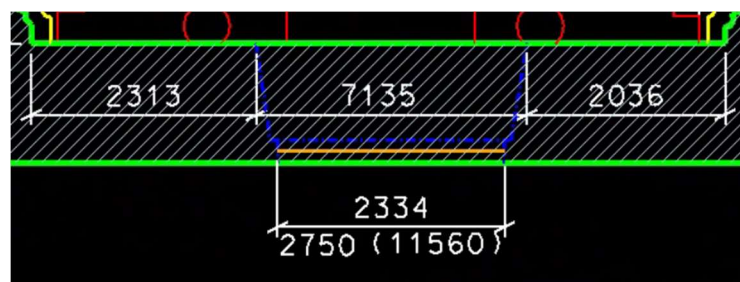


obr. č. 15: kótování dveří v půdorysu; vlastní zdroj

Pro přehlednost celého výkresu byly jednotlivé vrstvy od sebe navzájem barevně odlišeny dle mého vlastního uvážení. Důležité části výkresu v podobě obvodového zdiva a nosných sloupů v řezu byly vyplněny slabou jednoduchou šrafovou se sklonem šraf pod úhlem 45° za využití funkce Vzorkování.

V rámci úplnosti byl výkres na závěr okótován a popsán. Předmětem kótování byly hlavní rozměry celého objektu, stavební otvory, nosné sloupy, oltáře a největší výstupky do prostoru na obvodovém zdivu a ostatních částech interiéru. S využitím speciální funkce Kóty oblouků – Kótovat poloměr přes střed byla okótována kupole lodi a dvoje točité schody v hlavních věžích.

K bočním oltářům byl popisem doplněn jejich název a byla popsána také samotná loď a kostel. Přidružené prostory stavby zahrnující vedlejší drobné místnosti, které nebyly náplní této práce, byly vykresleny pouze obvodem a byly označeny popisem PROSTOR MIMO OBLAST ZÁJMU.



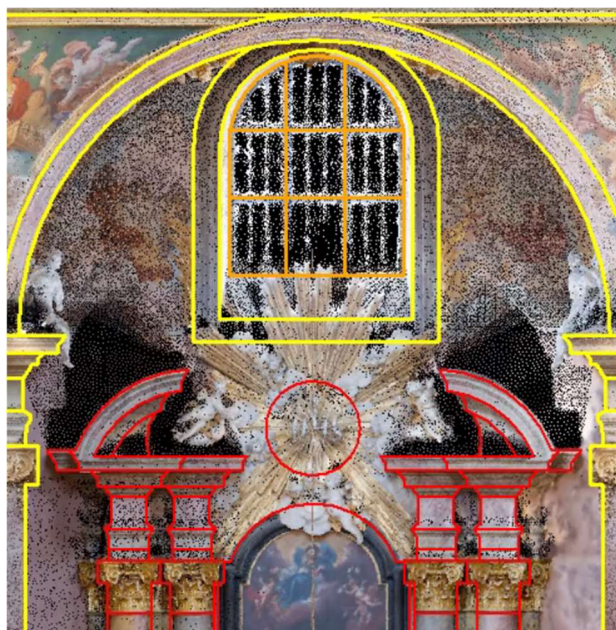
obr. č. 16: kótování okna v půdorysu; vlastní zdroj

Hned několikrát během zpracování vyšlo najevo, jaké to je velké omezení, když zpracovatel není fyzicky přítomen na měření v terénu, ale pracuje s přidělenými daty a moc nemá přehled o situaci na místě. Zhotovit to samozřejmě šlo, ale nastal problém při prvotní orientaci v mračnách a vymezení zájmové oblasti pro tuto práci. Bylo nutné, abych zapojil trochu představivosti a prokázal cit pro danou věc. Data z laserového skenování jsou velmi podrobná, ale právě možná i to, jak detailně zachycují každý výstupek, každý předmět, mě občas málem svedlo na špatnou cestu. V době pořizování dat byla v bazilice prováděna rekonstrukce a lešení umístěné po obvodu nebo libovolně rozmístěný nábytek v podobě židlí a stolů u stěn a mezi oltáři působil pak v celém mračnu menší zmatek a zdržení při zpracování.

5.6 Tvorba podélného řezu

Rovina podélného řezu byla vedena středem celého objektu, kde na obou koncích procházela vstupními dveřmi. Při volbě ořezu mračen bodů byl zvolen opět přibližně metrový pás vedený prostředkem budovy. Do podélného výkresu byla zahrnuta data ze všech mračen, jelikož byl proveden zákres nejen interiéru a exteriéru. Hlavní kostru celého výkresu tvořilo opět obvodové zdivo. Místa nad vstupními dveřmi s malými výklenky a umístěnými sochami nepodléhala zakreslení do vytvářeného řezu.

Nad místem vstupu do prostoru baziliky, nad úrovní podlahy, byly znázorněny varhany spolu s varhanní skříň umístěné podél obvodového zdiva. Celá konstrukce varhan se nachází oproti zbytku lodi v jiné výškové úrovni, na hojně umělecky zdobeném a vyřezávaném balkonu. Poměrně podrobně byl zvektorizován interiér baziliky, který byl velmi členitý a bohatý na spoustu zdobných prvků.

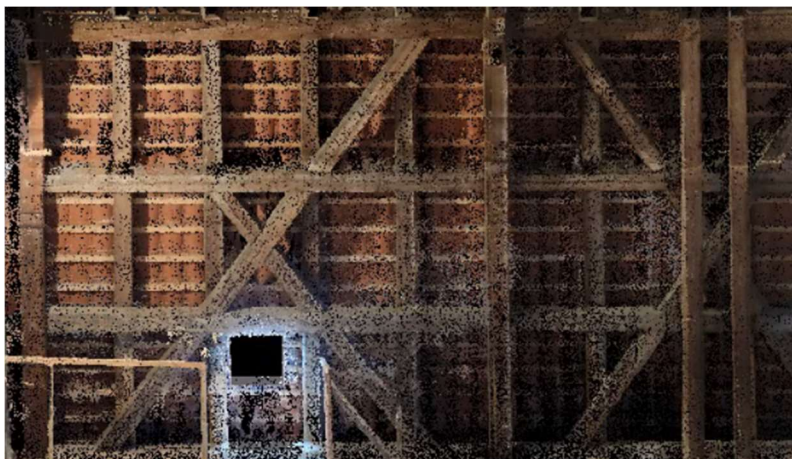


obr. č. 17: generalizace zákresu; vlastní zdroj

Především byly znázorněny nejdůležitější části objektu v podobě nosných sloupů, oken, dveří, klenutých stropů a mobiliáře. Elipsy a kružnice symbolicky a rozměrově zastupují různé malířské a sochařské výtvoř, které se u staveb takového typu vyskytují. Pouze obvodem, za účelem zachycení průběhu, byly znázorněny rámy a výklenky okolo stavebních otvorů a v místech nad oltáři.

Například u zábradlí, které je umístěno na ochozu kupole v úrovni stropů, bylo pro zákres použito funkce Nástroje – Manipulovat – Kopírovat, kdy byl podrobně zachycen jeden sloupek zábradlí a následně touto funkcí rozmnožen na pozice dle podkladového mračna interiéru. Kromě podstatné interiérové části byl do roviny řezu i do vrstvy viditelných prvků za rovinou řezu zachycen průběh krovu jakožto důležité součásti stavby, jakou nosná konstrukce střechy tohoto formátu jistě je. [12]

Zákres střechy, myšleno její konstrukce, byl z celého výkresu asi nejnáročnější s ohledem na vektorizaci všech vodorovných, svislých a šikmých trámů, a ještě k tomu v neposlední řadě snahu vystihnout jejich správné napojení, křížení a vzájemné překryty, aby to mělo smysl. K tomu bylo použito samostatné mračno bodů zachycující právě celou střechu. Zde, jako i u interiérových částí, bylo dbáno na co nejvíce realitě si odpovídající stav.



obr. č. 18: mračno bodů – krov; vlastní zdroj

Během snahy zákresu krovu bylo nutné postupně několikrát v určitých pásech vedle sebe ořezávat mračno bodů a kontrolovat vzájemný souběh mezi trámy, aby nedocházelo k nesmyslným kolizím a překrytím.

Ve většině případů bylo možné z pořízených dat velmi dobře rozpoznat vzájemné napojení mezi trámy. Případné neshody a nejasnosti v neznatelných a hodně tmavých místech bylo potřeba řešit změnou pozici pohledu grafického okna nebo změnou stylu prezentace zobrazovaných dat. Ovšem ani zobrazení v intenzitě odraženého laserového paprsku od okolních předmětů nebo s vypnutou vrstvou RGB barvy není všemocné a bylo nutné jako snad u každého výkresu i trocha vlastního kreativního přístupu.

Do výkresu byla zakomponována i jedna z hlavních věží u vstupní brány do baziliky, i když se v rámci práce jedná spíše jen o méně podstatnou součást výkresu. Jelikož na objekt baziliky, vymezeného pro tuto práci, jsou napojeny další stavby, bylo ustoupeno od původní myšlenky zahrnout do výkresu i prvky na opačné straně roviny řezu.

Tudíž v rámci podélného řezu bylo především cíleno na zachycení interiéru a střešní konstrukce, čehož bylo dosaženo. Výkres tohoto typu byl okótován kromě klasického způsobu pomocí vynášecích čar, které popisují rozměry stavby, ale i výškovými úrovněmi. Jak bylo popsáno i v informační hlavičce výkresu, byl použit výškový souřadnicový systém Baltský po vyrovnání (Bpv), který je závazným výškovým systémem používaným na území České republiky.

Nadmořská výška podlahy baziliky byla na základě měření stanovena na hodnotu $+0.000 \text{ m} = 398.000 \text{ m n.m. Bpv}$.

Hodnota nadmořské výšky v systému Bpv je zde považována za absolutní výšku v rámci tohoto systému a zároveň stanovuje počáteční nulovou výškovou hladinu pro ostatní relativní výšky, které byly ve výkresu použity v podobě výškových úrovní stavebního objektu. Každá výšková úroveň měla od kótovaného bodu nebo hrany, ke které měla být vztažena, vynesenu pomocnou čáru a na ní umístěnou zalomenou šipku s doplněným údajem o výšce a patřičným znaménkem. Uvedené číselné hodnoty představovaly relativní výšky počítané v místním systému od zvoleného počátku, v tomto případě od úrovně podlahy baziliky.

Relativní výšky byly uváděny v metrech s přesností na milimetry bez označení jednotek. Výškovými úrovněmi byla okótována především důležitá místa a prvky objektu jako například stavební otvory, vršky oltářů, stropy, vršek střechy, makovice na věžičkách a jiné.

5.7 Tvorba příčných řezů

První zvolený řez byl veden prostředkem kupole ve směru příčné lodi a druhý příčný řez byl veden kostelem, blíže k hlavnímu oltáři v místě malé věžičky.



obr. č. 19: tvorba PSS1, příčný řez; vlastní zdroj

Na obr. č. 18 je zachycena ukázka oříznutí mračna bodů při zakládání pomocného souřadnicového systému v rovině příčného řezu, který je veden středem kupole baziliky. Při následné vektorizaci byl ořez mračna bodů přizpůsoben do úzkého pásu okolo roviny řezu. U obou dvou výkresů byly zvektorizovány nejdůležitější prvky charakterizující průběh dané stavby. Ořezání mračna bodů bylo jednoduše orientováno, při nastavení horního pohledu grafického okna, podle věžiček na střeše objektu. Kromě průběhu obvodového zdiva a vykreslení stavebních otvorů byly také v rovině řezu vystiženy krovy na obou částech střechy okolo kupole, hlavní dominanty výkresů. Přidružené prostory okolo hlavní lodi, které nespadaly do zadání této práce, byly zakresleny pouze nahrubo svým vnějším obvodem a pro názornost označeny popisem PROSTOR MIMO OBLAST ZÁJMU.

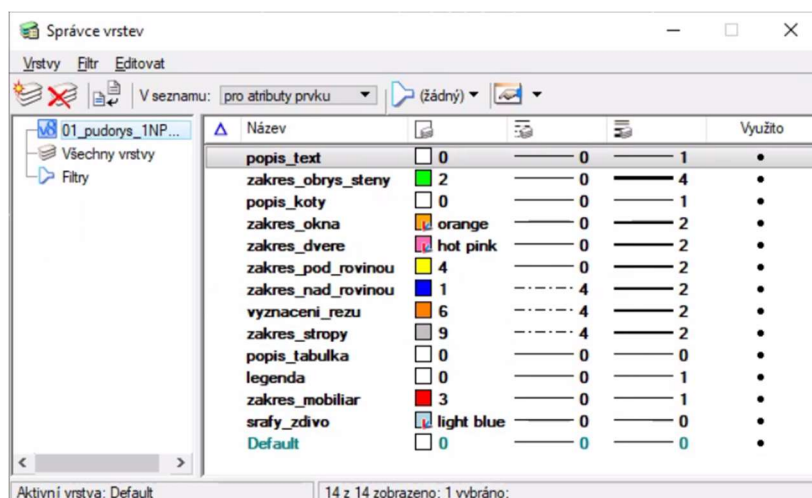
U obou příčných řezů byly okótovány hlavní rozměry objektu a jelikož se jedná také o svislé řezy, byly doplněny výškové úrovně.

6 Závěr a shrnutí

Cílem této bakalářské práce bylo vytvoření části výkresové stavební dokumentace baziliky Svatého Kopečku v Olomouci. Jednalo se o práci zcela zaměřenou na zpracování výkresů z již upravených mračna bodů. Byly vytvořeny celkem čtyři stavební 2D výkresy v rozsahu půdorysu 1.NP, podélného a dvou příčných řezů. Všechny výkresy byly vyhotoveny v měřítku 1 : 100 na formátu papíru A0 nebo A1.

Výstupy byly zpracovány do takové podoby, aby odpovídaly aktuální platné normě ČSN 01 3420 Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části. Této normy bylo použito při volbě typu a tloušťky čar u jednotlivých zakreslovaných prvků v rovině řezu i mimo ni a dále například při kótování stavebních otvorů v podobě oken a dveří.

V dostupném nastavení kótovacích stylů v MicroStationu nebylo možno automaticky nastavit zaokrouhlování kót na 5 mm, proto bylo ponecháno původní nastavení se zvolenými vynášecími čarami.



obr. č. 20: tabulka vrstev – půdorys; vlastní zdroj

S ohledem na zkušenosti s ovládacími prvky softwaru MicroStation nebyla tvorba výkresů příliš složitá. Problém se vyskytl především při potížích s připojením přes vzdálený přístup do virtuálních učeben, které měly občas kvůli odstávce nebo opravě systémové sítě i několikadenní výpadky.

Postup zpracování a registrace mračen bodů byl v teoretické části práce uveden na základě odborné konzultace s Ing. Davidem Zahradníkem.

Na závěr byla zhotovena časová náročnost na tvorbu výkresů během celkového zpracování bakalářské práce.

- výkres půdorysu 1.NP: 58 hodin
- výkres podélného řezu A-A': 11 hodin
- výkres příčného řezu B-B': 5 hodin
- výkres příčného řezu C-C': 4 hodiny

Doba strávená tvorbou půdorysu je mírně matoucí, protože zahrnuje čas při seznámení s funkcemi programu pro práci s mračenými body a jako u ostatních výkresů je do tohoto údaje započítáno i nespočet oprav v zákresech a různá předělávání výkresů v průběhu zpracování.

7 Seznam zdrojové literatury

- [1] *Svatý Kopeček (Olomouc)* [online]. [cit. 2021-5-15]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Svatý_Kopeček_\(Olomouc\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Svatý_Kopeček_(Olomouc))
- [2] *Mapy.cz* [online]. [cit. 2021-5-15]. Dostupné z: <https://mapy.cz>
- [3] *Nahlížení do katastru nemovitostí* [online]. [cit. 2021-5-15]. Dostupné z: <https://nahliznidokn.cuzk.cz>
- [4] *Svatý Kopeček* [online]. [cit. 2021-5-15]. Dostupné z: <http://svaty.kopecek.sweb.cz>
- [5] *Svatý Kopeček u Olomouce - Bazilika Navštívení Panny Marie* [online]. [cit. 2021-5-15]. Dostupné z: <http://www.svatykopecek.cz>
- [6] *Národní památkový ústav - Památkový katalog* [online]. [cit. 2021-5-15]. Dostupné z: <https://www.pamatkovykatalog.cz>
- [7] *Laserové skenování – nová technologie sběru prostorových dat* [online]. Dr. Ing. Karel Pavelka [cit. 2021-5-15].
- [8] PAVELKA, Karel a Jindřich HODAČ. *Fotogrammetrie 3: Digitální metody a laserové skenování*. Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2008. ISBN 978-80-01-03978-6.
- [9] *Bentley Systems* [online]. [cit. 2021-5-15]. Dostupné z: <https://www.bentley.com/cs>
- [10] *Autodesk* [online]. [cit. 2021-5-15]. Dostupné z: <https://www.autodesk.cz>
- [11] *Měřická dokumentace historických staveb pro průzkum v památkové péči* [online]. [cit. 2021-5-15]. Dostupné z: <https://www.npu.cz>
- [12] *ČSN 01 3420 Výkresy pozemních staveb - Kreslení výkresů stavební části*. Český normalizační institut, 2004.

8 Seznam obrázků

obr. č. 1, č. 2: výřez mapy s detailem Svatého Kopečku; [2]	10
obr. č. 3: ortofoto + katastrální mapa, oblast Svatého Kopečku; [3]	11
obr. č. 4: podklad evidence NKP – Svatý Kopeček; [6]	14
obr. č. 5: plánek skenů; zdroj: Ing. David Zahradník	16
obr. č. 6: Virtuální učebny FSv ČVUT; vlastní zdroj	19
obr. č. 7: prostředí MicroStationu – bodové mraky; vlastní zdroj	20
obr. č. 8: pracovní prostředí MicroStationu; vlastní zdroj	21
obr. č. 9: ořezání mračna bodů; vlastní zdroj	22
obr. č. 10, č. 11: PSS a nájezd, ukázka definované roviny; vlastní zdroj	23
obr. č. 12, č. 13: nástroje kresby, nájezdy; vlastní zdroj	25
obr. č. 14: zákres areálu – situace; vlastní zdroj	26
obr. č. 15: kótování dveří v půdorysu; vlastní zdroj	28
obr. č. 16: kótování okna v půdorysu; vlastní zdroj	28
obr. č. 17: generalizace zákresu; vlastní zdroj	30
obr. č. 18: mračno bodů – krov; vlastní zdroj	31
obr. č. 19: tvorba PSS1, příčný řez; vlastní zdroj	32
obr. č. 20: tabulka vrstev – půdorys; vlastní zdroj	34

9 Seznam příloh

Tištěné přílohy – ve formátu PDF

- **stavební výkresová dokumentace**
 - 1) půdorys 1. NP – výkres
 - 2) podélný řez A-A' – výkres
 - 3) příčný řez B-B' – výkres
 - 4) příčný řez C-C' – výkres

- **výkresy doplněné o podkladová mračna bodů**
 - 1) půdorys 1. NP – výkres+mračna
 - 2) podélný řez A-A' – výkres+mračna
 - 3) příčný řez B-B' – výkres+mračna
 - 4) příčný řez C-C' – výkres+mračna

Elektronické přílohy – ve formátu DGN

- **stavební výkresová dokumentace**
 - 1) půdorys 1. NP – výkres
 - 2) podélný řez A-A' – výkres
 - 3) příčný řez B-B' – výkres
 - 4) příčný řez C-C' – výkres